



СОДЕРЖАНИЕ

[Назад к содержанию](#)

НОВОСТИ РОСАТОМА

[ЛАЭС и ее последователи](#)[Владивосток: атом в формате VR](#)

ТРЕНДЫ

[Топливная комбинаторика](#)

ЮБИЛЕИ РОСАТОМА

[От центрифуг к аккумуляторам и 3D-принтерам](#)

УЗБЕКИСТАН

[Сотрудничество как основа](#)



НОВОСТИ РОСАТОМА

[Назад к содержанию](#)

ЛАЭС и ее последователи

У российских атомщиков — очередной повод для гордости: блок № 6 Ленинградской АЭС был подключен к электросети. По методике учета МАГАТЭ он считается действующим. Следующий этап развития атомной электроэнергетики в России — создание референтных блоков с реакторами ВВЭР-ТОИ.

На Ленинградской АЭС (город Сосновый Бор, Ленинградская область) энергоблок № 6 с реактором ВВЭР-1200 впервые выдал электроэнергию в единую энергосистему России 23 октября 2020 года. «Страна получила еще один блок мощностью 1200 МВт и укрепила свой авторитет передовой

[державы в области ядерной энергетики](#)», — отметил первый заместитель генерального директора по операционному управлению Росатома Александр Локшин.

Сейчас блок находится в опытно-промышленной эксплуатации. Ее цель — ступенчатый подъем мощности реактора до 100%. На каждой ступени оборудование проверяется в динамических режимах работы, имитируется отключение основного оборудования на разных уровнях мощности. После завершения опытно-промышленной эксплуатации энергоблок остановят для ревизии оборудования, а затем сдадут в промышленную эксплуатацию. Сдача запланирована на 2021 год.

Блоки с реакторами ВВЭР-1200 в настоящее время обладают лучшими характеристиками с точки зрения экономики и безопасности.



НОВОСТИ РОСАТОМА

[Назад к содержанию](#)

Правда ли, что Россия больше не строит у себя блоки с реакторами ВВЭР-1200, а лишь поставляет их на экспорт? Подобные вопросы время от времени слышат специалисты Росатома, работающие в других странах.

Нет, это неверно.

Во-первых, на Ленинградской АЭС построят еще два блока с реакторами ВВЭР-1200. Они включены в «Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2035 года» (далее — «Генеральная схема») — программный документ правительства РФ. С июня нынешнего года для новой стройки уже ведутся подготовительные работы.

Кроме того, в России на площадке Курской АЭС строятся два блока с новыми реакторами — ВВЭР-ТОИ (водо-водяной энергетический реактор — типовой оптимизированный информатизированный поколения III+).

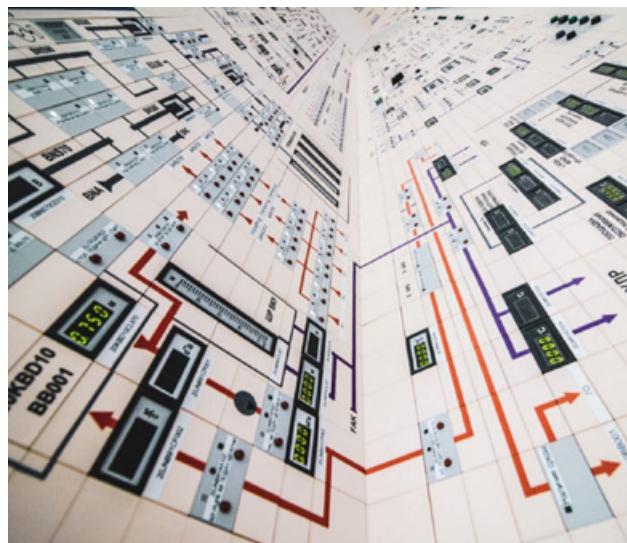
ВВЭР-ТОИ — усовершенствованная модификация ВВЭР-1200: в обоих типах блоков предусмотрены инженерные решения для повышения сейсмостойкости, маневри-

рование мощностью, устойчивость к внешним катаклизмам, в том числе, падению самолета массой до 400 тонн, автономность при потере внешних источников электро- и водоснабжения.

Из отличий — ВВЭР-ТОИ немного мощнее, чем ВВЭР-1200: мощность каждого блока будет составлять 1255 МВт. Срок службы основного оборудования выше. Предполагается, что строиться он будет быстрее, стоимость сооружения и эксплуатационные расходы сократятся. Кроме того, в нем есть возможность использовать МОКС-топливо.

Два ВВЭР-ТОИ на Курской АЭС заменят блоки № 1 и № 2, возведенные соответственно в 1976 и 1979 году. Суммарная мощность новых блоков составит около 2510 МВт. После ввода в эксплуатацию каждый из блоков будет выдавать тепло и электроэнергию потребителям в течение 60 лет.

Подготовку к строительству еще двух блоков с ВВЭР-ТОИ начали и на Смоленской АЭС. Здесь они также станут блоками замещения.





НОВОСТИ РОСАТОМА

[Назад к содержанию](#)

Ответ на вопрос «Почему не предлагаете для проектов за рубежом ВВЭР-ТОИ» очень прост: нет референтного блока. Позиция Росатома — сначала надо опробовать новые технологии в России, а потом предлагать партнерам по всему миру.

В «Генеральной схеме» запланировано сооружение энергоблока с реактором типа БН-1200 на Белоярской атомной электростанции и энергоблока БРЕСТ-300 в Северске. Оба они нужны для отработки концепции замкнутого ядерного цикла.

Стратегические планы Росатома, зафиксированные в «Генеральной схеме», свидетельствуют о планомерной и четкой работе по замещению выбывающих мощностей. Госкорпорация действительно не строит в России много блоков — но вводить большие объемы генерации нет практического смысла: потребление в России в настоящее время практически не растет. По данным Минэнерго РФ, потребление электроэнергии в 2019 году составило 1075,2 млрд кВтч, оставшись на уровне 2018 года.

В таких условиях главная задача — работать над эффективностью. О ней свидетельствуют цифры: доля АЭС в общем объеме установленной мощности в России составляла на 1 января 2020 года, по данным Минэнерго, 12,3% (30,31 ГВт). А доля атомной энергетики в производстве электроэнергии составила 19,3%. Предполагается, что в нынешнем году она перешагнет планку в 20%. У АЭС самый высокий в России КИУМ по сравнению с другими источниками генерации — 79,82%. Для сравнения, у ТЭС, второго по величине КИУМ — 45,68%.

В «Генеральной схеме» отмечается, что увеличение доли атомной генерации будет

способствовать сдерживанию роста выбросов вредных веществ. В этой же логике экономической эффективности и экологичности Росатом работает и в странах за пределами России.



Владивосток: атом в формате VR

Росатом и Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ) открыли на острове Русский Международный научно-исследовательский центр перспективных ядерных технологий (МИЦПЯТ). У центра несколько задач. Первая — стать местом подготовки специалистов, умеющих выполнять исследования для атомной отрасли и использовать разработки Росатома. Вторая — стать территорией демонстрации и использования разработок Росатома в научных и коммерческих проектах.

Центр Росатома является обособленным подразделением АО «Наука и инновации», расположен на территории федерального университета и физически представ-



НОВОСТИ РОСАТОМА

[Назад к содержанию](#)

ляет собой демонстрационный зал, где размещено самое современное оборудование для визуализации и реализации VR и AR-технологий — проекторы, большие мониторы, компьютеры, VR-шлемы и джойстики. К нему — офисное помещение для сотрудников, кабинет руководителя и серверная. Общая площадь центра — около 100 кв. м.

В настоящее время сотрудники центра занимаются установкой и запуском в работу уже готовых программных продуктов — виртуальных лабораторных работ, разработанных Национальным исследовательским ядерным университетом Московского инженерно-физического института (НИЯУ МИФИ), демонстрацией возможностей VR и встраиванием в образовательный процесс. Студенты ДВФУ, обучающиеся по направлениям «Химическая технология материалов современной энергетики» и «Ядерная физика и технологии», уже выполняют лабораторные задания и осваивают новые профессиональные навыки.

Логика лабораторной работы стандартная: студенты проводят экспериментальное задание, получают некие данные и делают вычисления. Но есть отличие:

сначала участники надевают VR-шлемы. Так они попадают в виртуальную лабораторию и видят трехмерную модель подkritической сборки — уран-графитовой или уран-водной, датчики, инструменты для считывания и записи данных и иное необходимое оборудование. После этого они проводят с этой сборкой манипуляции в соответствии с заданием — например, принудительно вводят в сборку дополнительный источник нейтронов. Затем подсчитывают количество нейтронов без источника и с источником. Лаборатория также оснащена специальным софтом для расчета экспериментальных данных.

Кроме того, в МНИЦПЯТ планируют установить программные комплексы «Логос». Предполагается, что в ДВФУ можно будет работать с «Логосами» по двум лицензиям. Одна дает право на обучение, ею могут воспользоваться студенты и преподаватели ДВФУ. Вторая — коммерческая, для проведения научно-исследовательских работ, в том числе по заказу сторонних организаций.

В 2021 году в центре планируют установить цифровые двойники. Цифровой двойник — виртуальная копия сложного объекта — промышленного или, как в нашем случае, научного. Один из первых кандидатов на включение в центр — испытательный стенд «Урал», разработанный Институтом реакторных материалов (ИРМ, входит в Росатом, расположен в Заречном Свердловской области). На «Урале» можно будет проводить виртуальные испытания материалов на радиационную устойчивость. Этот стенд в меньшей степени предназначен для встраивания в образовательный процесс, в большей — для проведения научно-исследовательских работ по коммерческим заказам.



НОВОСТИ РОСАТОМА

[Назад к содержанию](#)

Еще одна функция центра — быть координатором совместной работы между Росатомом и ДВФУ. Со стороны госкорпорации таким координатором выступает АО «Наука и инновации». Направлений работы три. Первое — проведение научно-исследовательских работ для «Росатома» в университете, второе — привлечение сотрудников ДВФУ к проектам, которые развивает у себя Росатом. Третье — программа по развитию карьеры. Стороны рассматривают возможности направлять студентов на длительные стажировки в научные организации, которые курирует АО «Наука и инновации», с последующей магистратурой в опорных вузах Росатома и возвращением в научные коллективы, где проходила стажировка.

«Размещение в ДВФУ подразделения ГК «Росатом» открывает новые возможности для запуска прорывных проектов на стыке ядерных технологий и цифровой экономики и совместной подготовки специалистов высокого уровня. Это важный шаг в деле опережающего развития Дальнего Востока и укрепле-

ния позиций России на международной арене», — заявил на открытии центра ректор ДВФУ Никита Анисимов. Направления исследований, которые можно проводить в центре, — атомные станции малой мощности, лазерные технологии, технологии модификации свойств материалов, исследования старения в условиях космического излучения, композиционные материалы, водородная энергетика, проект «Прорыв» для замыкания ядерного топливного цикла и другие.

Для того чтобы попасть на площадку МНИЦПЯТ, надо уведомить главу центра Анну Бондаренко или руководителя по научному взаимодействию Евгения Папынова, которые предоставят необходимую информацию о возможностях центра и обеспечат требуемую помощь в организации и проведении всех работ.

За рубежом возможности центра университет будет продвигать через свои представительства в странах азиатско-тихоокеанского региона и сеть контактов в научном сообществе.

«Предполагается, что ДВФУ станет точкой доступа для демонстрации и использования новейших технологий Росатома как в учебных, так и научно-исследовательских работах. Ученые и специалисты, в том числе за рубежом уже наслышаны о нашем центре и интересуются его возможностями, особенно цифровыми двойниками», — заверил Евгений Папынов. **№**

[В начало раздела](#)



ЮБИЛЕЙ РОСАТОМА

[Назад к содержанию](#)

От центрифуг к аккумуляторам и 3D-принтерам

Newsletter продолжает публиковать истории предприятий российской атомной отрасли, которая в этом году отмечает 75-летний юбилей. Сегодня — рассказ об «Уральском электрохимическом комбинате», УЭХК. Главная его задача с момента создания — обогащение урана. Кроме того, сегодня на площадке УЭХК производят металлические порошки и 3D-принтеры, системы накопления энергии и катализаторы.

УЭХК входит в топливную компанию «ТВЭЛ» — топливный дивизион Росато-

ма. Предприятие — ровесник атомной отрасли: в ноябре 1945 года Совет Народных Комиссаров СССР (высший орган управления страной) принял решение о строительстве завода по промышленному разделению изотопов урана в городе Свердловск-44 (ныне — Новоуральск) Свердловской области. В апреле 1949 года УЭХК заработал, а 11 ноября того же года первый директор завода № 813 (сейчас — АО «УЭХК») Александр Чурин подписал приказ о приемке первых 341 грамм гексафторида урана. Завод стал первым в СССР промышленным предприятием по разделению изотопов урана.

Поначалу конечным продуктом предприятия был шестифтористый уран-235 с обогащением 75% и выше. А в 1954 году было запущено производство низкообогащенного урана для нужд атомной энергетики. Напомним, именно в 1954 году была



ЮБИЛЕЙ РОСАТОМА

[Назад к содержанию](#)

запущена первая в мире атомная электростанция — Обнинская АЭС.

Первые годы на УЭХК применяли газодиффузионную технологию обогащения: уран-235 многократно «просеивался» через систему мембран. Но на получение продукта с нужными характеристиками требовалось много времени, а главное — энергии. В 1958 году научно-технический совет Минсредмаша СССР принял историческое решение: заменить газодиффузионную технологию на центрифужную. Полугодовой опыт использования центрифуг показал, что использование центрифуг позволяет сэкономить огромное количество электроэнергии. В 1964 году первый в мире промышленный каскад газовых центрифуг для разделения изотопов урана был введен в эксплуатацию на УЭХК.

В настоящее время все производители обогащенного урана используют центрифужный метод, разработанный советскими учеными и инженерами.

Недорогая технология позволила СССР еще в 1973 году выйти на международный рынок, поставляя обогащенный уран практически во все страны, где работали атомные реакторы.

В 1989 года на предприятии прекратили производство оружейного урана, а шестью годами позднее развернули переработку высокообогащенного урана в топливо для АЭС по программе ВОУ-НОУ.

Центрифужная технология и сами центрифуги со временем совершенствовались. Так, в 1997 году был сдан первый технологический блок с газовыми центрифугами седьмого поколения, а в 2013 году в промышленную эксплуатацию был сдан



первый в разделительной отрасли технологический блок семиярусной компоновки, оснащенный газовыми центрифугами девятого поколения.

В настоящее время Росатом — мировой лидер по обогащению урана с долей в 36%.

Как работают центрифуги

Гексафторид урана в форме газа подают в центрифугу, которая очень быстро вращается. Из-за разницы в массе у изотопов урана разные траектории вращения: «тяжелый» уран-238 собирается у стенок ротора, а «легкий» уран-235 — у его оси. Через специальные трубы «ненужный» уран-238 выводится, а обогащенная фракция с возросшим содержанием урана-235 переходит в следующую центрифугу. Эффект разделения одной центрифуги невелик, поэтому десятки тысяч центрифуг объединяются в каскады.

Центрифуги изготавливаются на двух предприятиях (оба входят в Топливную компанию Росатома «ТВЭЛ»): «Ковровский механический завод» и НПО «Центротех».



ЮБИЛЕЙ РОСАТОМА

[Назад к содержанию](#)

Но обогащение — не единственный вид бизнеса, которым занимаются специалисты УЭХК. Компания учредила две дочерние организации — «Экоальянс» и «НПО «Центротех». Первая занимается производством автомобильных катализаторов, вторая — производством 3D-принтеров, порошков для них и систем накопления энергии (аккумуляторов).

Производство каталитических блоков началось еще в 1994 году. Специалисты «Экоальянса» сами подбирают размер блока, разрабатывают оптимальный состав каталитической сuspензии, покрывают его блок, включают в систему очистки выхлопных газов и тестируют результаты. Предприятие занимает более 30% российского рынка автомобильных катализаторов.

Производство аккумуляторов на площадке УЭХК было запущено в 1999 году. В настоящее время «НПО «Центротех» производит системы накопления энергии на базе литий-ионных батарей для трех групп потребителей. Первая — промышленная и логистическая спецтехника (погрузчики, логистические роботы, горно-шахтные машины, техника в аэропортах). Вторая — электроэнергетические хозяйства, которым нужны системы накопления в качестве резервного источника электроэнергии. Третья — городской электротранспорт (электробусы, троллейбусы с системами автономного хода). Компания уже модернизировала внутризаводской логистиче-



ский транспорт на УЭХК и оказывает услуги внешним клиентам — как типовые, так и по индивидуальному проекту.

Кроме того, «НПО «Центротех» — один из производственных центров аддитивных технологий в Росатом» и один из российских лидеров по производству порошков для 3D печати. А в мае нынешнего года на предприятии началось производство двух машинокомплектов мультилазерных 3D-принтеров разработки Росатома. Предполагается, что готовые принтеры будут установлены в Москве в Центре аддитивных технологий Росатома. Система регенерации экономит расход порошков, разделяя их на две фракции и возвращая их обратно в установку печати. В итоге себестоимость готовых напечатанных изделий сокращается.

[В начало раздела](#)



ТРЕНДЫ

[Назад к содержанию](#)

Топливная комбинаторика

Росатом активно внедряет новые виды топлива для атомных реакторов — работает над созданием толерантного топлива, топлива для замыкания топливного цикла, и усовершенствует топливо для уже работающих реакторов. Разработки новых видов и модификаций топлива — ответ на запрос рынка на максимальную безопасность экономичность и экологичность атомной энергетики.

Толерантное топливо

Разработка толерантного топлива — приоритетное направление для создателей топлива в последнее десятилетие. Необхо-

димость создать топливо, максимально, насколько это возможно, препятствующее развитию тяжелых аварий, возникла после анализа причин аварии на АЭС «Фукусима Даichi»: прекращения функционирования системы охлаждения и пароциркониевой реакции при температуре свыше 1200 С. Путей развития технологий пока два: уменьшить количество циркония в реакторе и изменить химический состав топливной композиции так, чтобы увеличилась теплоотдача топлива.

Нельзя говорить, что одно только новое топливо сможет предотвратить аварии. Но цель его создания — обеспечить запас времени для реагирования на редкие аварийные события, а также дать технологические и экономические преимущества при нормальной эксплуатации реактора.

Усилия разработчиков направлены на создание как новых материалов оболочки, так и топливной композиции. Наиболее



ТРЕНДЫ

[Назад к содержанию](#)

быстрым из возможных решений считается разработка покрытий оболочек, в том или ином виде включающих хром. Вариант, требующий более длительного изучения, но потенциально интересный для производства оболочек — композитные материалы на базе карбида кремния. Для топливных композиций рассматриваются варианты с добавлением хрома или молибдена, а также использование вместо оксида урана силицида или нитрида урана.

Хромовые покрытия на циркониевых сплавах обеспечивают повышенную коррозионную и износостойкость и сниженную водородопроницаемость, что способствует сохранению пластиичности циркониевых сплавов.

Предпочтительной технологии нанесения покрытия пока не выявлено, различные производители используют вариант, который они сочли наиболее приемлемым. Так, в статье научного сотрудника отделения импульсных процессов «ТРИНИТИ» Алексея Якушкина и профессора кафедры теоретической физики МГОУ Федора Высикайло отмечается, что комплексные методы нанесения обладают высокой технологической, но низкой экономической эффективностью. Та же проблема у метода

сильного легирования поверхности. Более перспективны, по мнению авторов, лазерные методы нанесения. Также они отмечают привлекательность магнетронных методов покрытия твэлов благодаря высокой скорости нанесения и однородности покрытия.

К новым топливным композициям можно отнести легированный диоксид урана (UO_2), топливо с высокой плотностью (например, U_3Si_2) и металлическое, например, уран-молибденовое топливо.

Росатом действует в тренде и разрабатывает различные комбинации оболочек и топливных композиций. В прошлом году в исследовательский реактор МИР в ГНЦ НИИАР (входит в Росатом) были загружены две экспериментальные ТВС. Для оболочек использован циркониевый сплав с хромовым покрытием и хром-никелевый сплав. Для топливной композиции были использованы традиционный диоксид урана и уран-молибденовый сплав повышенной плотности и теплопроводности. В каждой ТВС — 24 твэла с различной комбинацией материалов.

Кроме того, ВНИИНМ им. А. А. Бочвара (входит в Росатом) в прошлом году создала образцы волокна из карбида кремния с 10–12% содержанием кислорода. Следующий шаг — добиться производства бескислородного карбидного волокна, из которого можно производить оболочки для твэлов. Уже создан банк образцов, параллельно отрабатываются технологии пайки и герметизации. Проект будет продолжаться и в 2021 году.

Скорость внедрения толерантного топлива на рынке будет связана не только с успехами в разработке, но и с обоснова-





ТРЕНДЫ

[Назад к содержанию](#)

нием возможности использования конкретного варианта толерантного топлива в активной зоне конкретного реактора. На это, как показывает практика, может уйти несколько лет.

Замыкание ядерного топливного цикла

Росатом системно занимается разработкой новых видов топлива для замыкания ядерного топливного цикла.

В линейке новых видов топлива — три варианта: РЕМИКС, МОКС и СНУП. В настоящее время все они находятся на стадии исследований и испытаний.

По данным пресс-службы «Концерна «Росэнергоатом» (входит в Росатом), в настоящее время в активной зоне реактора БН-800 эксплуатируются 26 ТВС с МОКС-топливом. Из них 18 сборок с таблеточным МОКС-топливом — первые «штатные» сборки, произведенные на промышленном производстве на Горно-химическом комбинате (ГХК, входит в Росатом) и поставленные «Росэнергоатому» топливной компанией Росатома «ТВЭЛ». Они были загружены в активную зону реактора БН-800 Белоярской АЭС в конце 2019 года. Еще восемь сборок были произведены на опытной линии ГНЦ НИИАР и содержат виброуплотненное МОКС-топливо. ТВС с таблеточным МОКС-топливом должны облучаться в активной зоне реактора около полутора лет, в течение которых пройдут три микрокампании. Наработка ТВС после их облучения в активной зоне составит около 465 эффективных суток. **«В настоящее время указанные ТВС эксплуатируются штатно, без отклонений, наработка составляет примерно**



310 эффективных суток», — сообщили в «Росэнергоатоме».

Эксплуатационные характеристики таблеточного МОКС-топлива были обоснованы в рамках облучения в реакторе БН-600 нескольких десятков экспериментальных ТВС. Стартовая зона реактора БН-800, запущенного в 2015 году, почти на четверть состояла из ТВС с МОКС-топливом, изготовленных на опытных линиях в ГНЦ НИИАР и ПО «Маяк». Опыт их облучения подтвердил эксплуатационную надежность таблеточного МОКС-топлива и позволил обосновать «штатную» активную зону БН-800 с полной загрузкой таблеточным МОКС-топливом, промышленное производство которого было запущено под управлением «ТВЭЛ» на Горно-химическом комбинате.

ТВЭЛ уже изготовил на ГХК и поставил на Белоярскую АЭС «Концерна Росэнергоатом» первую «полную» перегрузку из МОКС-топлива в составе 168 сборок. По данным пресс-службы концерна, в первой половине 2021 года эти сборки будут загружены в реактор. Завершившийся процесс формирования активной зоны МОКС-топливом должен во второй половине



ТРЕНДЫ

[Назад к содержанию](#)

Плутониевые особенности МОКС-топлива

МОКС-топливо загружается в России в реакторы на быстрых нейтронах и представляет собой смесь оксидов плутония с обедненным либо природным ураном, причем доля плутония в смеси составляет 15–25% (по массе) в зависимости от зоны обогащения и изотопного состава плутония. В сборках с таблеточным МОКС-топливом может использоваться плутоний различного происхождения:

- низкофоновый плутоний (от переработки ОЯТ, извлеченного из быстрых натриевых реакторов);
- высокофоновый плутоний (от переработки ОЯТ, извлеченного из реакторов ВВЭР);
- плутоний выровненного изотопного состава (плутоний из оборонных программ, смешанный с энергетическим плутонием).
В настоящее время не применяется в связи с приостановлением Россией действия межправительственного соглашения по утилизации избыточного оружейного плутония).

В сборках с таблеточным МОКС-топливом, которые облучают сейчас в БН-800, использован низкофоновый плутоний. С 2021–22 годов планируется переход на высокофоновый плутоний. Отличие высокофонового плутония от низкофонового и плутония выровненного изотопного состава заключается в изотопном составе. Например, в высокофоновом плутонии более высокое содержание четных изотопов, которые накапливаются при облучении ядерного топлива в энергетических реакторах (БН, ВВЭР, РБМК).

2022 года. Незначительные изменения в графике загрузок могут быть связаны с изменением сроков плановых ремонтов блока БН-800.

РЕМИКС-топливо — это тоже, как и МОКС-топливо, смесь оксидов урана и плутония. Но доля плутония ниже: 1–3% (по массе). Кроме того, в РЕМИКС-топливо добавляется не обедненный, а обогащенный уран. Его доля — порядка 3–4% по изотопу U-235. В отличие от МОКС-топлива, РЕМИКС-топливо загружается не в быстрые, а в энергетические реакторы (ВВЭР или РБМК). Кроме того, для РЕМИКС-топлива будут использоваться сборки ТВС-2М с увеличенной, по сравнению с более ранними моделями, загрузкой топлива, длиной твэлов и твэгов, удлиненным каркасом, оптимизированным профилем ячеек и уменьшенной толщиной конструкции нижней опорной решетки.

С 2016 года на Блоке № 3 Балаковской АЭС идет опытно-промышленная эксплуатация трех экспериментальных сборок, в каждую из которых включены шесть твэлов с РЕМИКС-топливом. Всего в каждой топливной кассете 312 твэлов. В 2020 году начался третий 18-месячный цикл облучения. Следующий этап — загрузка сборок, полностью укомплектованных твэлами с РЕМИКС-топливом.

Для того, чтобы обеспечить производство необходимого количества сборок, инвестиционный комитет Rosatoma в августе 2020 года принял решение о начале проекта по созданию линии по производству ТВС с РЕМИКС-топливом на Сибирском химическом комбинате (СХК, входит в Rosatom). Новая линия появится благодаря модернизации экспериментального производственного участка по фабрика-



ТРЕНДЫ

[Назад к содержанию](#)

ции топлива: добавится оборудование по снаряжению твэлов и ТВС. Линия будет готова к 2021 году. По итогам отработки технологии на новой линии и результатов облучения сборок на Балаковской АЭС будет решаться вопрос о создании промышленного производства РЕМИКС-топлива.

СНУП-топливо отличается от РЕМИКС и МОКС уже тем, что СНУП — это не оксидное, а нитридное топливо. Расшифровка аббревиатуры — смешанное нитридное уран-плутониевое (топливо). Использоваться оно должно в демонстрационном реакторе БРЕСТ-ОД-300 в рамках проекта «Прорыв». Его также планируют использовать и в первом коммерческом реакторе на быстрых нейтронах БН-1200, который находится на стадии проектирования. Экспериментальные ТВС производятся и проходят испытания в исследовательских реакторах БОР-60, МИР и в промышленном реакторе БН-600. Уже облучено и продолжает облучаться более 20 сборок. В настоящее время выгорание уже превышает 9%. На модуле фабрикации-рефабрикации топлива для реактора БРЕСТ-ОД-300, создаваемом на площадке Сибирского химического комбината, входящего в «ТВЭЛ», идет монтаж оборудования.



Одна из важнейших проблем, которую надо решать при переходе к промышленным объемам работы с РЕМИКС-, МОКС- и СНУП-топливом — необходимость обращения с высокофоновыми материалами, в особенности — с облученным топливом и топливом, проходящим третий и более цикл вовлечения в производство.

Не забывать про улучшения

Топливная компания «ТВЭЛ» не только разрабатывает новое топливо для новых реакторов, но и улучшает уже существующие модели для действующих клиентов. В октябре нынешнего года «ТВЭЛ» завершил начатую в 2017 году разработку и обоснование новой модификации ядерного топлива для реакторов ВВЭР-440 венгерской АЭС «Пакш». Оптимизация водно-урановоего отношения в активной зоне реактора повысит эффективность топливоиспользования и улучшит экономические характеристики эксплуатации энергоблоков.

В июле нынешнего года «ТВЭЛ» заключил с чешской энергокомпанией ČEZ a. s. соглашение о внедрении на АЭС «Дукованы» новой модификации ядерного топлива для реакторов ВВЭР-440 РК-3+. Нововведения следующие: вместо чехла кассеты РК3+ применена каркасная конструкция с уголками, увеличен шаг расположения твэлов и твэгов, изменено профилирование обогащения по сечению топливной кассеты. Эти изменения дают возможность удлинить топливный цикл на АЭС «Дукованы».

В рамках контракта между «ТВЭЛ» и словацкой электроэнергетической компанией Slovenské elektrárne a. s. реализуется проект по разработке нового ядерного



ТРЕНДЫ

[Назад к содержанию](#)

топлива и новой стратегии топливных циклов для АЭС «Моховце» и «Богуница». Новое ядерное топливо будет отличаться оптимизированным профилированием обогащения по сечению топливной кассеты (схемой расположения твэлов в зависимости от уровня обогащения по урану-235), а также использованием другой марки уранового сырья для производства топливных таблеток. Благодаря новому топливу топливные циклы удлиняются, экономическая эффективность энергоблоков повысится.

[В начало раздела](#)



УЗБЕКИСТАН

[Назад к содержанию](#)

Сотрудничество как основа

Миссии международных агентств, встречи с экспертами из разных стран, трансфер знаний и технологий — все это неотъемлемые части совершенствования ядерной инфраструктуры страны. В Узбекистане такие мероприятия проходят регулярно.

В Узбекистане прошла предварительная миссия МАГАТЭ по комплексному обзору ядерной инфраструктуры INIR (Integrated Nuclear Infrastructure Review) — pre-INIR mission. В совещании, которое проводилось в формате видеоконференции, приня-

ли участие более 40 специалистов из свыше 20 ведомств Республики.

На этой встрече изучался отчет, внесённый Узбекистаном в МАГАТЭ, и обсуждались предложения, разработанные специалистами, сообщает пресс-служба агентства Узатом. На встрече Узбекистан выразил готовность соблюдать все рекомендации и требования МАГАТЭ по ядерной безопасности.

Ранее сообщалось, что основная часть миссии INIR в Узбекистане была перенесена на первую половину 2021 года.

INIR — это всесторонняя независимая экспертиза для оказания помощи государствам-членам в оценке состояния их национальной инфраструктуры для целей



УЗБЕКИСТАН

[Назад к содержанию](#)

внедрения ядерной энергетики. До принятия миссии страна должна провести самооценку по 19 вопросам в отношении ядерно-энергетической инфраструктуры.

Узбекистан, готовящийся к строительству первой в стране атомной электростанции, активно сотрудничает с МАГАТЭ и другими международными организациями. Так, в октябре министр энергетики Алишер Султанов провел переговоры с делегацией МАГАТЭ во главе с заместителем Генерального директора МАГАТЭ — директором Департамента гарантит Массимо Апаро. Стороны обсудили дальнейшее взаимодействие по обязательствам по нераспространению ядерного оружия, всестороннее развитие сотрудничества Узбекистана и МАГАТЭ. У страны и агентства — давняя и успешная история партнерства: в прошлом году в Узбекистане широко отметили 25-летие сотрудничества.

Массимо Аппаро отметил, что между МАГАТЭ и Узбекистаном имеется эффективное взаимодействие в вопросах гарантит и с учетом принятия решения по развитию ядерной программы, обязательства страны еще больше увеличатся, в связи с чем выражена готовность полного взаи-

модействия как путем организации семинаров и подготовки кадров, так и проведения миссий и инспекций.

«Мы высоко ценим текущий уровень сложившихся отношений с МАГАТЭ и надеемся на дальнейшее расширение сотрудничества», — отметил в ходе встречи Алишер Султанов.

В рамках проекта по строительству первой атомной электростанции в стране налажено тесное сотрудничество с МАГАТЭ в сфере подготовки и повышения квалификации кадров. Сотрудники Агентства «Узатом» и ответственных министерств и ведомств приняли участие в повышении квалификации на учебных семинарах и тренингах, организованных МАГАТЭ в штаб-квартире в Вене, а также в США, России, Румынии и Чехии и других странах. Мероприятия были посвящены выбору площадки и строительству АЭС, развитию ядерного законодательства, обеспечению физической защиты объектов, подготовке кадров и ряду других направлений.

В технической кооперации с МАГАТЭ была разработана программа на 2022–2023 гг. по повышению кадрового потенциала и созданию ядерной инфраструктуры для планируемой к строительству атомной электростанции. В рамках визита в Ташкент делегация МАГАТЭ также посетила Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан, провела встречу с президентом Академии наук Бехзодом Юлдашевым и переговоры с председателем Государственного комитета промышленной безопасности Бахтиёром Гулямовым.

Одно из важных направлений по совершенствованию ядерной инфраструкту-



УЗБЕКИСТАН

[Назад к содержанию](#)

ры — это распространение научно-технических знаний, обмен опытом между учеными разных стран. В конце октября состоялся семинар «Международный трансфер технологий: энергия света», в котором приняли участие ученые России и Узбекистана. Благодаря онлайн-трансляции к мероприятию смогли присоединиться студенты и аспиранты ведущих энергетических вузов двух стран.

Темы выступлений участников семинара были посвящены таким вопросам, как эффективность добычи энергоресурсов, технологии получения, хранения и передачи электроэнергии, а также энергетическая безопасность.

«Энергетика — это кровеносная система экономики любой страны. Сегодня одна из наших задач — это обсудить возможное взаимодействие между вузами двух стран, которые работают в сфере энергетики, готовят специалистов для отрасли, сотрудничают в научно-технической сфере. Это направление будет укрепляться на экспертном уровне, на уровне вузов, чтобы готовить совместные кадры и, соответственно, строить совместное будущее», — отметил в приветствен-

ной речи Михаил Вождаев, руководитель представительства Российского центра науки и культуры в Ташкенте.

Одним из примеров такого партнерства является успешная работа филиала Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) в Ташкенте, который ведет свою деятельность с 2019 года.

Исполнительный директор Ташкентского филиала НИЯУ МИФИ Алишер Санетуллаев в своем выступлении рассказал об атомной энергетике как надежном и экологически чистом источнике энергии для Узбекистана, а также о деятельности филиала НИЯУ МИФИ и планах вуза на будущее.

«Атомная энергетика — наукоемкая отрасль, поэтому важной задачей является подготовка высококвалифицированных кадров и развитие технологий и инновационных решений. Эта сфера требует большой ответственности, поэтому мы должны выбрать и подготовить самых талантливых ребят, которые будут работать не только на АЭС, но и дадут новый толчок научно-техническому развитию страны», — отметил Алишер Санетуллаев.



Экологи и специалисты энергетической сферы Узбекистана, комментируя плюсы и минусы разных видов генерации, приходят к выводу, что без энергии атома стране не обойтись. Технический руководитель компании «UzLITI Engineering» Полат Реймов считает, что альтернативные источники энергии, такие как солнце и ветер, не смогут решить проблему глобального потепления и при этом обеспечить население страны достаточным количеством энергии. **«Энергию солнца или ветра**



УЗБЕКИСТАН

[Назад к содержанию](#)

можно использовать до семи часов в сутки. Существует проблема с хранением и передачей электричества. Солнечные электростанции занимают примерно в 600 раз больше места, чем АЭС сопоставимой мощности», — сообщил Полат Реймов в интервью изданию «Народное слово».

Поэтому эксперты выступают в пользу атомной энергетики как одного из надёжных и экологически чистых видов генерации. **«Самое главное преимущество АЭС — это очень мощный и стабильный источник генерации. Работа атомной электростанции не зависит от сезонных и суточных колебаний и потому является более конкурентоспособной на фоне других источников энергии. Немногие знают, что по итогам оценки Межправительственного комитета ООН по вопросам климата (IPCC) на содержание**



углекислого газа во всех видах топлива, атомная энергетика оказалась одной из самых экологически чистых», — подчеркнул в интервью агентства UzDaily директор Центра исследовательских инициатив «Ма'но» Бахтиёр Эргашев. [NL](#)

[В начало раздела](#)