|  | Медиацентр атомной  промышленности [atommedia.online](https://atommedia.online/) | **Пресс-релиз**  03.04.24 |
| --- | --- | --- |

**Росатом подвел итоги выполнения Программы развития атомной науки и технологий в России за 2023 год**

*Всего по итогам прошлого года в рамках программы выполнено более 80 НИОКР*

В Госкорпорации «Росатом» подвели итоги выполнения Комплексной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации» (КП РТТН, разработана Госкорпорацией «Росатом» совместно с НИЦ «Курчатовский институт», Российской академией наук, а также Министерством науки и высшего образования РФ; научным руководителем выступает НИЦ «Курчатовский институт») за 2023 год.

*Всего по итогам прошлого года организации Госкорпорации «Росатом» в рамках программы выполнили более 80 НИОКР. Текущая степень готовности объектов капитального строительства по первому федеральному проекту составляет 53%, второму — около 55%, третьему — 44%, пятому — около 51%.*

**В рамках создания «Новой атомной энергетики»** (первый федеральный проект) в 2023 году проведены пусконаладочные работы оборудования на модуле фабрикации топлива и испытание линии производства смешанного нитридного уран-плутониевого топлива для реакторной установки БРЕСТ-ОД-300. Проведены испытания напорно-расходных характеристик опытного образца главного циркуляционного насосного агрегата (ГНЦА) на стенде приемо-сдаточных испытаний.

Завершена разработка ОБИН и проведена ведомственная экспертиза на сооружение энергоблока № 5 Белоярской АЭС, предложен к строительству энергоблок мощностью более 1200 МВт на быстрых нейтронах с референтным для этой АЭС натриевым теплоносителем. Реакторная установка типа БН-1200М входит в часть инновационного технологического комплекса замыкания ядерного топливного цикла и относится к поколению IV.

Вблизи поселка Усть-Куйга на севере Республики Саха (Якутия) реализуется проект первой российской атомной станции малой мощности с реакторной установкой РИТМ-200Н. 21 апреля получена лицензия Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на размещение Якутской атомной станции малой мощности в Усть-Янском улусе Республики Саха (Якутия), 29 августа в поселке Усть-Куйга состоялась торжественная церемония открытия первого временного городка для строителей, участвующих в проекте сооружения атомной станции малой мощности (АСММ). В 2024 году планируется получение лицензии на сооружение и начало основного этапа строительно-монтажных работ на площадке АСММ. Ввод атомной станции малой мощности в эксплуатацию в поселке Усть-Куйга Усть-Янского района Республики Саха (Якутия) запланирован на 2028 год.

**В рамках создания экспериментально-стендовой базы для двухкомпонентной атомной энергетики** (второй федеральный проект) главным событием года стало завершение одного из ключевых этапов сооружения многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР) — установка корпуса реактора в проектное положение и монтаж купола здания. Строители установили 22 арки, каждая из которых весит 74 тонны. Завершение этого процесса говорит о закрытии теплового контура здания реактора. Это дает возможность приступить к монтажу основного технологического оборудования, выполнению специальных, монтажных и отделочных работ. Кроме того, проект МБИР вошел в число участников международной платформы БРИКС — GRAIN (Global Research Advanced Infrastructure Network, эта платформа, основанная по инициативе России, призвана обеспечить доступ ученых из стран БРИКС к проектам класса «мегасайенс»).

**В области разработки термоядерных и плазменных технологий** (третий федеральный проект) главным событием стала демонстрация удержания плазмы с термоядерной температурой электронов в токамаке Т-15МД (НИЦ «Курчатовский институт») в течение более двух секунд. Это рекордный результат для российских установок, а также рекорд в мировой практике по выходу на такие показатели с момента энергетического пуска установки (менее года).

Дальнейшая перспектива развития работ в области управляемого термоядерного синтеза связана с созданием токамака с реакторными технологиями (ТРТ), сооружение которого планируется в Троицком институте инновационных и термоядерных исследований (ГНЦ РФ ТРИНИТИ, входит в Росатом). В 2023 году в ГНЦ РФ ТРИНИТИ выполнены работы очередного этапа создания инфраструктуры комплекса ТРТ. В НИИЭФА им. Д. В. Ефремова начата разработка экскизного проекта, а в «ИТЭР-Центре» Госкорпорации «Росатом» (совместно с троицкими учеными, НИЦ «Курчатовский институт» и институтами РАН) — программы исследований для создаваемого объекта. Эта установка станет прототипом будущего опытно-промышленного термоядерного реактора.

Также создан экспериментальный образец нейтронного источника на базе плазменных ускорителей. Такой импульсный источник нейтронов станет важным исследовательским инструментом в сфере термоядерных технологий. В рамках разработки технологии литиевой защиты первой стенки реактора и дивертора изготовлены два инжектора с внешней подачей лития для действующих токамаков Т-15МД и Т-11М, изготовлена приемная пластина литиевого дивертора токамака Т-15МД. Данная технология позволит сделать качественный шаг для достижения реакторных режимов работы термоядерных установок.

Изготовлен ускоритель плазмы с внешним магнитным полем для прототипа плазменного ракетного двигателя с повышенными параметрами тяги (не менее 6 Н) и удельного импульса (не менее 100 км/с). Средняя мощность такого двигателя, работающего в импульсно-периодическом режиме, может достигать 300 кВт.

Изготовлены ключевые узлы макета модуля драйвера для лазерного термоядерного синтеза с диодной накачкой. Параллельно с этим создается уникальный исследовательский стенд, позволяющий исследовать физические процессы и явления, возникающие при диодной накачке и криогенном охлаждении активной среды; моделировать, изучать и испытывать сложные лазерные системы; отрабатывать лазерные субсистемы и схемы в широком диапазоне их функционирования. Исследования ученых в данном направлении позволят выйти на мировой уровень развития мощных лазерных установок, функционирующих в импульсно-периодическом режиме.

*Значимые результаты получены подведомственными Минобрнауки России институтами РАН и университетами в области разработки инновационных систем дополнительного нагрева плазмы, генерации тока, инжекции топлива. Эти системы необходимы для реализации проекта ТРТ и последующего вывода термоядерных технологий на уровень практической энергетики.*

**В рамках четвертого федерального проекта** ученые Росатома, Российской академии наук, НИЦ «Курчатовский институт», а также специалисты вузов разрабатывают **новые материалы**, которые обеспечат технологический прорыв реакторных технологий IV поколения.

В частности, в прошлом году ученые получили новые дисперсно упрочненные оксидами (ДУО) стали и сплавы (на базе систем Fe-Cr-Al и Ni-Cr-Mo), нужные для создания материала оболочек ядерного топлива, а также образцы карбидо-кремниевых (SiC) волокон длиной не менее 5 м и макеты элементов тепловыделяющих сборок на основе карбида кремния. Новые конструкционные материалы создаются для быстрых реакторов, которые наравне с водо-водяными реакторами (ВВЭР) лежат в основе новейшего направления — двухкомпонентной атомной энергетики.

Для развития технологий ВВЭР ученые Росатома и Курчатовского института в кооперации со специалистами машиностроительного дивизиона Госкорпорации (АО «НПО „ЦНИИТМАШ“, АО «АЭМ-технологии») создали промышленные образцы элементов корпуса реакторов, внутрикорпусных устройств и сварных элементов из новых конструкционных сталей. Таким образом, обеспечены характеристики и возможность производства корпусов реакторов с оболочкой меньшей толщины IV поколения: ВВЭР-С (толщиной до 210 мм) и ВВЭР-СКД (275 мм) — на существующих технологических мощностях машиностроительных заводов Российской Федерации.

НИЦ «Курчатовский институт» и ЦНИИ КМ «Прометей», работая в кооперации, в 2023 году изготовили промышленные образцы изделий из новой марки коррозионностойкой стали с повышенными прочностными свойствами. Эти конструкционные материалы позволят на четверть сократить вес реакторной установки АСММ.

Важным достижением прошлого года в области новых материалов стало завершение работ по созданию количественной методики ускоренных испытаний (ионного облучения). Ее успешное внедрение позволит значительно сократить сроки разработки и обоснования кандидатных материалов для реакторных установок — с нескольких лет до 1–3 месяцев. Десять материалов успешно прошли исследования по этой методике. В настоящее время разработан проект ГОСТ.

Специалисты НИКИЭТ (предприятие Госкорпорации «Росатом») по заказу Горно-химического комбината (дивизион Росатома «Экологические решения») в прошлом году завершили разработку эскизного проекта исследовательского жидкосолевого реактора (ИЖСР), содержащего принципиальные конструктивные решения. Это важный этап на пути создания реакторной установки, которая послужит базисом отработки жидкосолевой технологии и позволит в дальнейшем создать полномасштабный жидкосолевой реактор — сжигатель минорных актинидов.

*Значимым результатом работ по созданию фабрики сверхтяжелых элементов, которая призвана стать мировой базой для будущих исследований сверхтяжелых ядер, стала разработка специального оборудования. Оно нужно для создания экспериментального масс-сепаратора (наработка изотопов) и сильноточного инжектора многозарядных ионов — следующего шага ученых Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) и Росатома (РФЯЦ — ВНИИЭФ и ГНЦ НИИАР).*

В аддитивном направлении создана целая линейка новых 3D-принтеров. В частности, ученые химико-технологического кластера научного дивизиона Росатома создали два 3D-принтера для печати изделий из керамических и полимерных композиционных материалов, необходимых в атомной энергетике. Данные установки позволяют производить геометрически сложные изделия с высокой термостойкостью и способностью долговечной работы в агрессивных средах. Более того, они позволяют получать изделия, которые ранее невозможно было производить с использованием традиционных методов, при этом сам процесс изготовления в 2—3 раза быстрее и экономичнее.

Ученые НИИ НПО «Луч» (научный дивизион Росатома) создали первую отечественную установку электронно-лучевой аддитивной наплавки для изготовления крупногабаритных изделий из тугоплавких сплавов. Такие изделия используются в реакторных установках. За счет применения новой технологии трудозатраты и время производства нужных деталей могут быть оптимизированы в 3–4 раза. Ученые этого же института разработали установку горячего изостатического прессования, которая обладает системой ускоренного охлаждения рабочей зоны. Это позволяет объединить операции прессования и интенсивной термической обработки сталей и сплавов, а также значительно сократить технологическое время процесса. В результате использования такого оборудования изделие приобретает однородную структуру и становится более прочным.

Специалисты АО «НПО „ЦНИИТМАШ“» изготовили высокотемпературный 3D-принтер (установка ВТСЛП), в основе которой лежит отечественная система сканирования лазерного излучения НИИ НПО «Луч» (входит в научный дивизион Росатома) и системы управления, построенной на базе отечественного программного и аппаратного обеспечения. Особенностью установки ВТСЛП является подогрев зоны построения до температуры 800 °С и наличие систем непосредственного контроля за процессом печати. Применение высокотемпературного подогрева в том числе позволяет синтезировать изделия из материалов, склонных к трещинообразованию, а наличие систем контроля обеспечит повторяемость при серийном аддитивном производстве.

*В 2023 году композитный дивизион освоил промышленное производство им же разработанного сверхвысокопрочного среднемодульного углеродного волокна, которое в настоящий момент квалифицируется в технологии изготовления перспективных изделий на предприятиях Росатома, а полимерный композиционный материал (препрег) проходит квалификационные испытания в конструкциях хвостового оперения самолета МС-21.*

**В области отработки технологий серийного строительства энергоблоков АЭС** (пятый федеральный проект) завершен монтаж корпуса реактора и монтаж турбоустановки на первом энергоблоке Курской АЭС-2 — первой в России станции, на которой сооружают инновационные энергоблоки ВВЭР-ТОИ. При строительстве Курской АЭС-2 применяются новые подходы, позволяющие сократить сроки строительства, улучшить экономические показатели. Так, например, используется несъемная опалубка, ведется бетонирование самоуплотняющимися бетонами. Широко применяется интегрированная технология управления жизненным циклом сложных инженерных объектов — технология Multi-D. Так, в рамках сооружения Курской АЭС-2 развернут Multi-D-проект — Система управления строительно-монтажными работами (СМР), предназначенная для формирования и оптимизации графика СМР 4-го уровня и организации эффективного взаимодействия между генподрядчиком и субподрядными организациями. Система Multi-D Project внедрена также на АЭС «Эль-Дабаа» в Египте.

*За три года реализации программы организации Госкорпорации «Росатом» выполнили более 150 госконтрактов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР).*

Среди ключевых разработок, которые уже сегодня внедряются в атомной промышленности: технологии роботизации производств, новые материалы и технологии печати из этих материалов и прочее. Примером внедрения разработанных технологий может служить открытие на площадке Научно-технологического университета «Сириус» роботизированной линии, предназначенной для обучения студентов, преподавателей и специалистов. В рамках разработки новых материалов запущены опытные образцы 3D-принтеров, печатающих керамикой и композитными материалами, разработаны облегченные стальные сплавы повышенной прочности.

**Справка:**

**Комплексная программа «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в РФ»** (КП РТТН) разработана Госкорпорацией «Росатом» совместно с НИЦ «Курчатовский институт», Российской академией наук, а также Министерством науки и высшего образования РФ. Координатором ее реализации определен Росатом, научным руководителем выступает НИЦ «Курчатовский институт». Программа включает разработку новых передовых технологий и материалов, образцов новой техники, техническое перевооружение, строительство уникальных комплексов и объектов инфраструктуры в области атомной энергетики и управления реакциями термоядерного синтеза, а также атомных станций малой мощности. В апреле 2022 года указом Президента РФ принято решение о продлении КП РТТН до 2030 года. Головной научной организацией по КП РТТН определен НИЦ «Курчатовский институт».

**В рамках первого федерального проекта** КП РТТН (инициатива социально-экономического развития «Новая атомная энергетика») создается опытно-демонстрационный энергокомплекс с замыканием ядерного топливного цикла. Задача — впервые в мире продемонстрировать на практике работоспособность концепции «безотходного атома», когда отработавшее ядерное топливо снова и снова используется для генерации электроэнергии. В федеральном проекте большое внимание также уделено атомным станциям малой мощности, необходимым для развития удаленных и изолированных от энергосистем районов и также имеющим большой экспортный потенциал.

**Второй федеральный проект** направлен на создание экспериментально-стендовой базы для разработки технологий двухкомпонентной атомной энергетики с замкнутым ядерным топливным циклом. Одним из ключевых направлений проекта является строительство многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР), что позволит обосновать технологии двухкомпонентной ядерной энергетики и замыкания топливного цикла. Установка станет самым мощным из действующих, сооружаемых и проектируемых исследовательских реакторов на быстрых нейтронах, аналогов которому нет в мире. На базе МБИР также создается Международный центр исследований (МЦИ МБИР).

**Третий федеральный проект** нацелен на разработку термоядерных и плазменных технологий, включая  создание объектов обеспечивающей инфраструктуры. Практическим выходом проекта будет создание источников частиц и излучений различных назначений, мощных плазменных двигателей для космических аппаратов, инновационного оборудования для медицины, машиностроения, микроэлектроники и других наукоемких отраслей экономики.

**Четвертый федеральный проект** включает работы по трем научным направлениям: разработка новых материалов и технологий, включая 3D-печать, для существующих и перспективных энергоустановок, а также их внедрение; синтез новых сверхтяжелых элементов таблицы Менделеева и изучение свойств вещества в экстремальном состоянии (ЭСВ); создание исследовательского жидкосолевого реактора (ИЖСР) с модулем переработки отработавшего ядерного топлива. Эта установка станет опытной площадкой для отработки эффективного способа дожигания долгоживущих радиоактивных отходов.

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

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