

ИТОГИ 2023 ГОДА И ПЛАНЫ НА 2024 ГОД
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ
«НОВАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА,
В ТОМ ЧИСЛЕ МАЛЫЕ АТОМНЫЕ
РЕАКТОРЫ ДЛЯ УДАЛЕННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ»

КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА «РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИЙ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

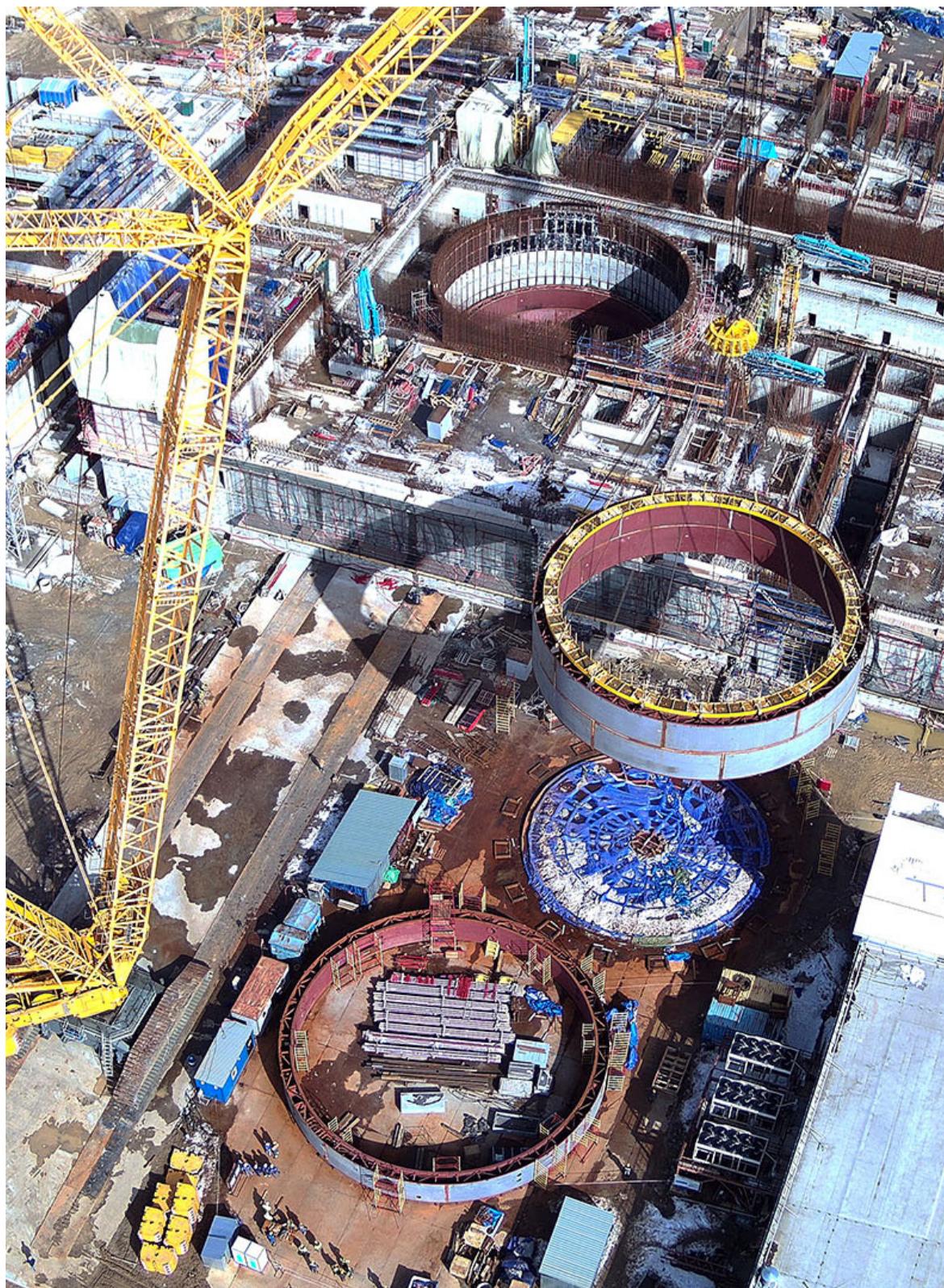
- I. **Федеральный проект «Новая атомная энергетика, в том числе малые атомные реакторы для удаленных территорий»**
 - 1. Цели и промежуточные итоги Первого федерального проекта РТТН 3
 - 2. «Прорыв» 5
 - 3. РУ РИТМ-200Н 21

- II. **Федеральный проект «Создание современной экспериментально-стендовой базы для разработки технологий двухкомпонентной атомной энергетике с замкнутым ядерным топливным циклом»**

- III. **Федеральный проект «Разработка технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий»**

- IV. **Федеральный проект «Разработка новых материалов и технологий для перспективных энергетических систем»**

- V. **Федеральный проект «Проектирование и строительство референтных энергоблоков атомных электростанций»**



1 / ЦЕЛИ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ИТОГИ ПЕРВОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА РТТН

В рамках первого федерального проекта создается опытно-демонстрационный энергокомплекс с замыканием ядерного топливного цикла. Задача — впервые в мире продемонстрировать на практике работоспособность концепции, 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 имеющих большой экспортный потенциал.

Краткие общие итоги 2023 года

В рамках первого федерального проекта в 2023 году проведены пусконаладочные работы оборудования на модуле фабрикаци 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 и проведена ведомственная экспертиза ОБИН энергоблока № 5 Белоярской АЭС с РУ БН-1200М, предложен к строительству энергоблок мощностью более 1200 МВт на быстрых нейтронах с референтным для этой АЭС натриевым теплоносителем. Инновационная реакторная установка типа БН-1200М относится к поколению IV.

2/ «ПРОРЫВ»

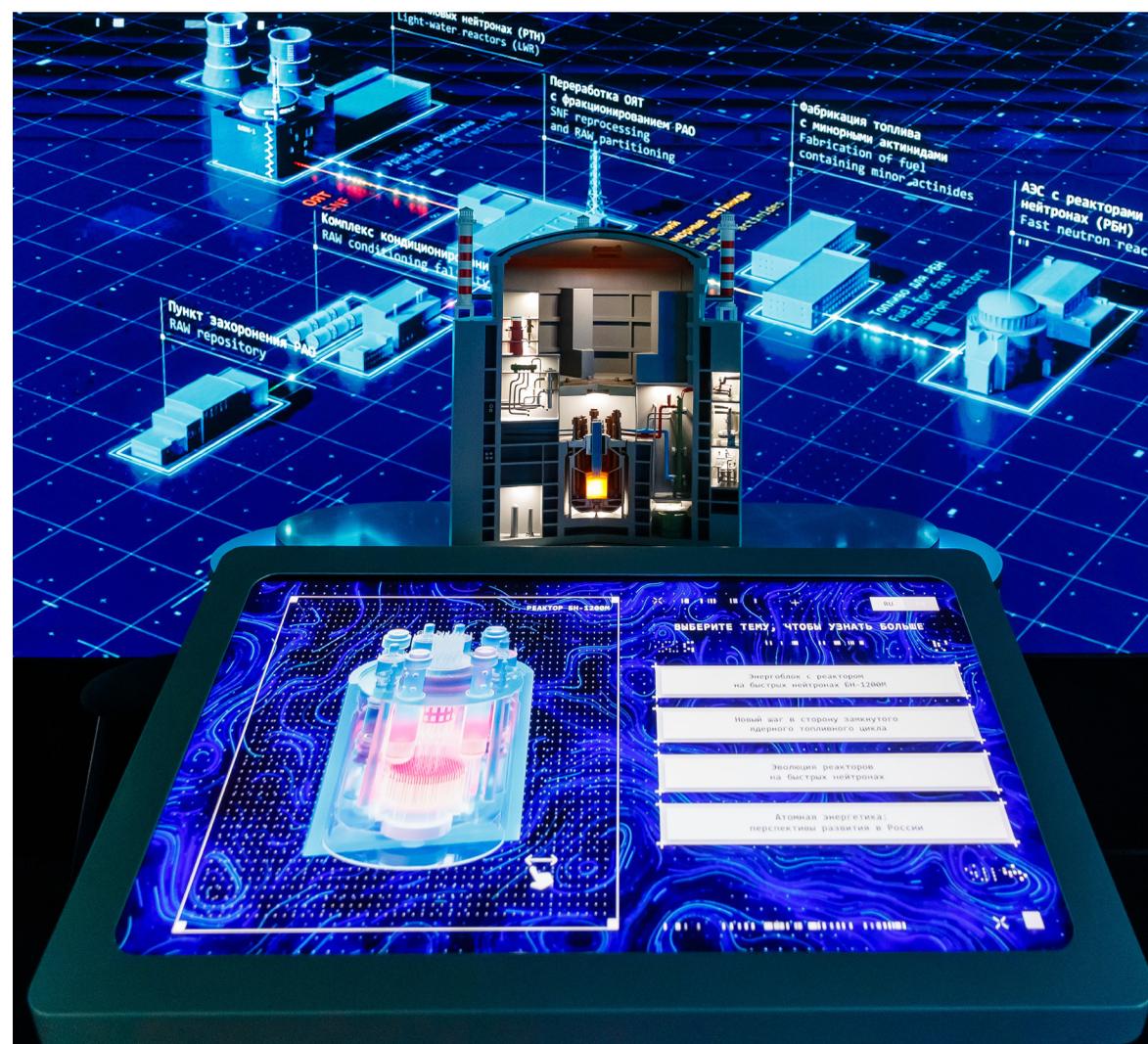
Проект «Прорыв» — один из ключевых и масштабных инновационных проектов мировой ядерной энергетики, осуществляемый в России. Он предусматривает создание новой технологической платформы ядерной энергетики на основе замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) с использованием реакторов на быстрых нейтронах. Одна из важнейших задач, поставленных перед разработчиками проекта, — продемонстрировать всему миру, как будет выглядеть крупномасштабная ядерная энергетика, основанная на технологиях естественной безопасности.



Евгений АДАМОВ,
научный руководитель Проектного
направления «Прорыв»



НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ЯДЕРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ЗАМКНУТОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА ПОЗВОЛИТ ИЗБАВИТЬСЯ ОТ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТ НАКОПЛЕНИЯ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА, И СУЩЕСТВЕННО ПОВЫСИТ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ»



▲ Макет реактора БН-1200 на международном форуме AtomExpo 2024

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.

ХОД ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В 2023-2024 ГОДАХ

1. Энергоблок естественной безопасности с реактором БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем

В 2023 году:

- завершен монтаж строительных конструкций градирни;
- выполнен монтаж опорной плиты корпуса блока РУ;
- изготовлен и установлен на стенд опытный ГЦНА, выполнены ПНР, начаты испытания и подтверждена часть проектных характеристик.

В 2024 году будет:

- завершена корректировка ПД БРЕСТ-ОД-300;
- выполнен монтаж конденсатора турбины;
- выполнен монтаж конструкции ограждающей корпус блока реактора.

2. Энергоблок с реактором на быстрых нейтронах и натриевым теплоносителем БН-1200М с технико-экономическими показателями на уровне ЭБ с тепловыми реакторами ВВЭР

В 2023 году:

- на НТС Госкорпорации «Росатом» одобрены результаты выполнения ОБИН ЭБ с РУ БН1200М.
- экспериментально определены энергетические характеристики на макете герметичного ГЦН-2.



▲ Установка стальной опорной плиты реактора БРЕСТ-ОД-300 общим весом 165 тонн



В 2024 году будет:

- заключен договор на разработку ПД ЭБ с РУ БН-1200М;
- получена лицензия на размещение ЭБ с РУ БН-1200М на площадке Белоярской АЭС;
- проведено экспериментальное исследование нейтронно-физических характеристик модели активной зоны со смешанным уран-плутониевым нитридным топливом на большом физическом стенде БФС-2 и анализ влияния экспериментальных данных на характеристики активной зоны БН-1200М со смешанным уран-плутониевым нитридным топливом.

3. Энергоблок естественной безопасности с реактором на быстрых нейтронах БР-1200 со свинцовым теплоносителем

В 2023 году:

- актуализированы проектные решения по зданию РУ БР-1200;
- технологический макет ТВС БР-1200 в полном объеме выдержал испытания на вибропрочность в среде свинцового теплоносителя;
- проведены ускоренные стендовые испытания в среде свинцового теплоносителя на временной базе 5000 часов полномасштабного фрагмента макета пучка твэлов ТВС ПЗ для подтверждения коррозионной стойкости оболочек твэлов в составе ТВС.

В 2024 году будет:

- проведено исследование гидродинамических характеристик входного участка активной зоны РУ БР-1200 при условиях работы РУ на пяти и четырех ГЦНА.



4. Промышленная технология производства нитридного уран-плутониевого топлива

В 2023 году:

- достигнуты рекордные параметры облучения для СНУП топлива в экспериментальных твэлах с гелиевым и свинцовым подслоем;
- разработаны «Временные руководящие материалы по использованию данных по свойствам конструкционных материалов и СНУП топлива для обоснования работоспособности твэлов ЭТВС быстрых реакторов» (4-я редакция).

В 2024 году будет:

- введён в опытно-промышленную эксплуатацию МФР.

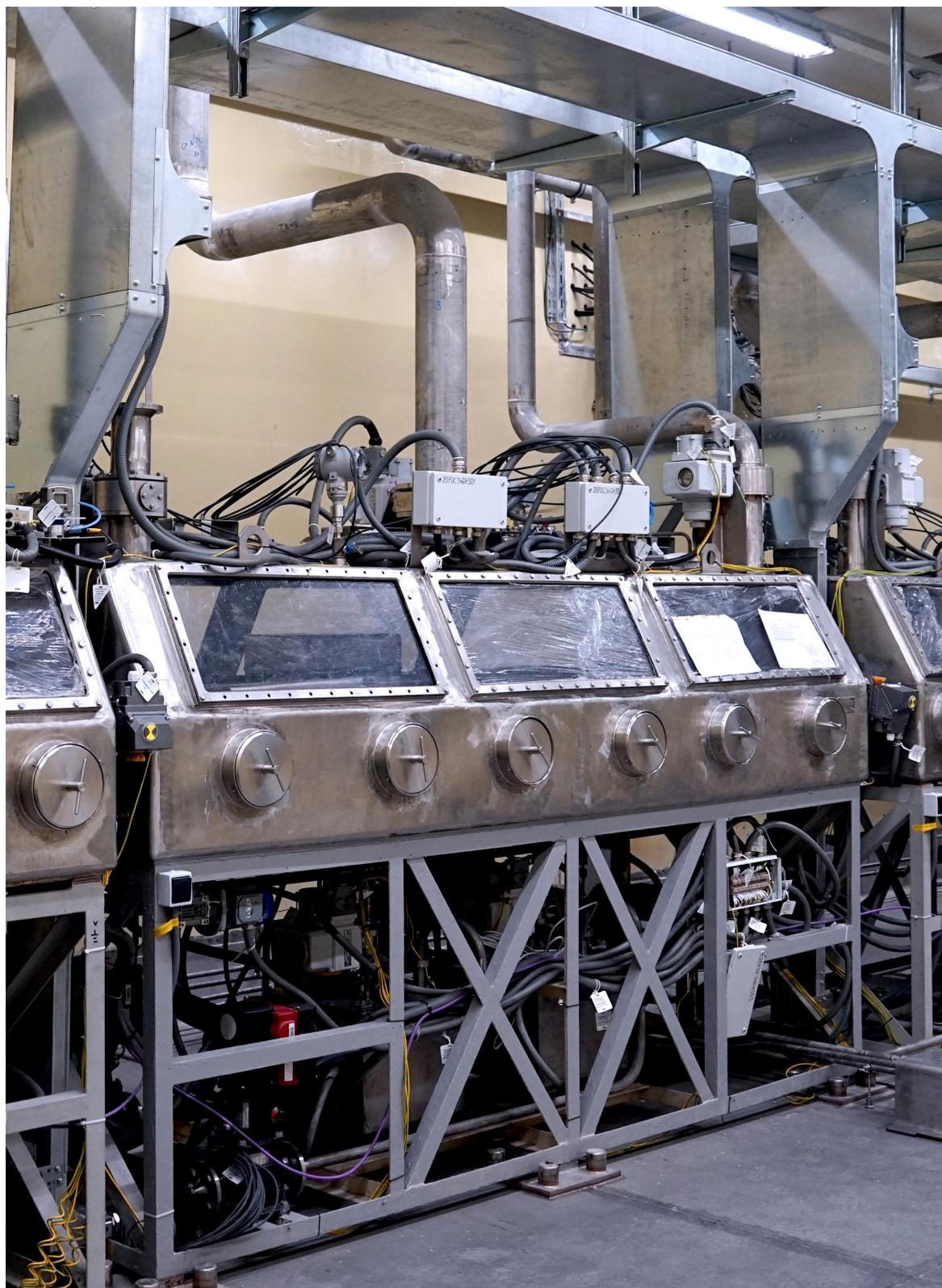
5. Пирохимическая технология переработки ОЯТ

В 2023 году:

- завершена разработка оригинальной схемы пирохимической переработки ОЯТ и начата пооперационная сквозная проверка пирохимических аппаратов в состав схемы с использованием имитаторов, в т. ч. плутоний-содержащих.

В 2024 году будут:

- отработаны базовые операции пирохимической схемы на У-МЯТ и СНУП МЯТ;
- отработан режим ВТО на реальном ОЯТ в АО «ГНЦ НИИАР».



6. Обоснование технической безопасности всех элементов новой технологической платформы на базе кодов нового поколения

В 2023 году:

- получен аттестационный паспорт на системный теплогидравлический код HYDRA-IBRAE/LM, в область применения программы включены РУ БРЕСТ-ОД-300, БН-600, БН-800, БН-1200М, БОР-60 и МБИР;
- ПК ВИЗАРТ рекомендован в качестве расчетного средства для ТЭО и сравнения вариантов технологических схем при разработках концепций или проектировании новых мощностей по переработке ОЯТ и обращению с РАО;
- сформирован пул дополняющих друг друга топливных кодов (КОРАТ, ДРАКОН, БЕРКУТ), которые могут быть использованы для обоснования работоспособности твэлов РБН до выгорания 12% т. а.

В 2024 году будет:

- получен аттестационный паспорт на код для обоснования ядерной и радиационной безопасности COMPLEX/V3.0;
- получен аттестационный паспорт на интегральный код ЕВКЛИД/V2.19 применительно к моделированию широкого спектра режимов, включая тяжелые аварии, АЭС с РУ БРЕСТ-ОД-300 и БН-1200М.

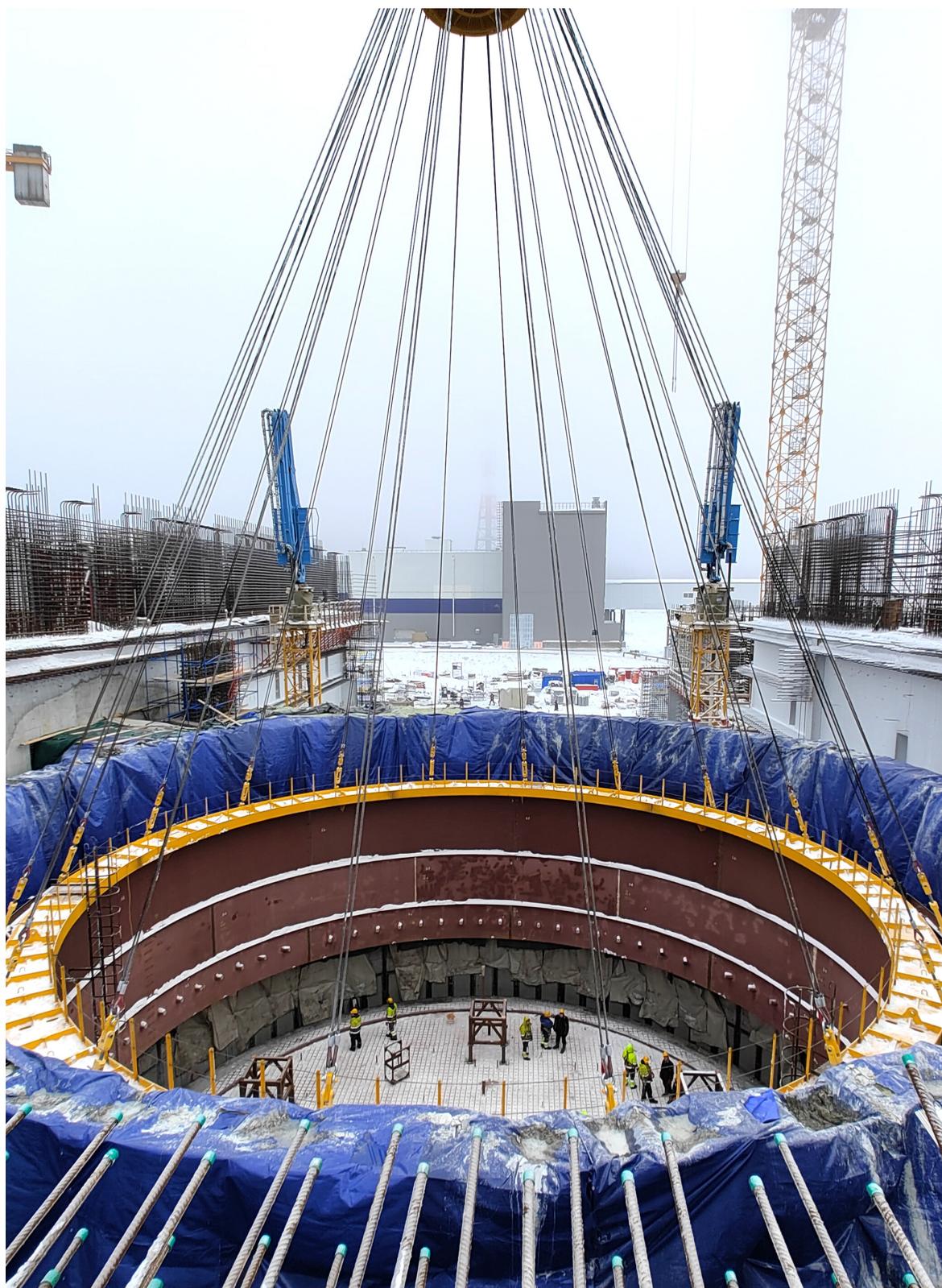
7. Трансмутация минорных актинидов в РБН

В 2023 году:

- моделирование трансмутации МА показало потенциал утилизации МА РТН в БР-1200 и БН-1200М сверх минимально необходимого уровня за счет постоянной подпитки МА на всем жизненном цикле в ЗЯТЦ: дополнительная утилизация МА от 80 до 110 кг/год.

В 2024 году будет:

- проведён анализ радиационной безопасности технологических процессов изготовления и переработки ядерного топлива с МА быстрых реакторов.



8. Обоснование экологической безопасности обращения с РАО путём выравнивания канцерогенных рисков РАО и природного уранового сырья за счет трансмутации минорных актинидов в РБН

В 2023 году:

- установлено, что в условиях нормальной эксплуатации РУ БРЕСТ-Од-300, МП и МФР пожизненный канцерогенный риск онкосмертности населения в 30-км зоне АО «СХК» в 70 раз для мужчин и в 60 раз для женщин ниже допустимого уровня НРБ-99/2009;
- создан и зарегистрирован ПМ «РОЗА-РАО» версии 2.0 для оценки времени достижения радиологической эквивалентности (РЭ) с учетом факторов неопределенности.

В 2024 году будет:

- выполнена оценка потенциальных канцерогенных рисков персонала ОДЭК и населения 30-км зоны в условиях нормальной эксплуатации и в аварийных ситуациях с учетом стандартов МАГАТЭ на основе текущих проектных данных.

9. Промышленные энергетические комплексы (ПЭК)

В 2023 году:

- рассмотрены перспективные площадки для сооружения ПЭК с РУ БР-1200;
- сформирован проект дорожной карты вводов РБН.

В 2024 году будет:

- организовано выполнение ОБИН;
- разработано техническое задание на ПЭК;
- создана служба технического заказчика ПЭК.



10. Роботизация производства топлива и переработки ОЯТ

В 2023 году:

- открыт центр робототехники ПН «Прорыв», создана площадка для трансфера компетенций в Университете «Сириус»;
- изготовлены 4 макета промышленных установок непрерывного действия.

В 2024 году:

- будут проведены испытания этих макетов на урановых продуктах в связке с робототехническими устройствами, что позволит увеличить производительность в 3–4 раза без увеличения количества оборудования;
- разработана проектная документация МП ОДЭК.

11. Цифровые двойники технологий ЗЯТЦ с РБН

В 2023 году:

- разработаны имитационные модели процессов замены оборудования РУ, такого как ГЦНА и парогенератор.

В 2024 году будет:

- для вузов разработан базовый курс по цифровым решениям ПН «Прорыв»;
- интегральная расчетная математическая модель как расчетное представление цифровых двойников интегрирована в образовательные программы вузов-партнёров.

12. Цифровые решения

В 2023 году:

Внедрен программно-аппаратный комплекс ИСУЖЦ 2.0, построенный на аппаратных средствах с архитектурой E2K с двумя процессорами (Эльбрус 16С) и импортонезависимых программных средствах как системного так и прикладного типа. Внедренная импортонезависимая информационная система управления жизненным циклом объекта и изделия функционально охватывает весь жизненный цикл от НИР (НИОКР, ОКР) до эксплуатации. Обеспечивает требуемые для ПН «Прорыв» функции управления НИР, НИОКР, ОКР, проектированием, конструированием, сопровождения строительства и подготовки к эксплуатации, формируя единые информационные модели разрабатываемых технологий, направлений и объектов для всех предприятий входящих в проектное направление. При этом обеспечивается выполнение требований по информационной безопасности, в том числе защита от «аппаратных закладок» и вредоносного программного обеспечения на аппаратном уровне





3 / РУ РИТМ-200Н

Проект сооружения АСММ российского дизайна реализуется на базе новейшей реакторной установки РИТМ-200Н, в основе которой применяется многолетний опыт эксплуатации малых реакторов на судах российского атомного ледокольного флота (более 400 реакторо-лет). К настоящему времени уже восемь реакторов РИТМ-200 изготовлены и установлены на четырех универсальных ледоколах. Реализация проекта АСММ обеспечит энергонезависимость и социально-экономическое развитие Арктической Якутии. Поставка топлива для АСММ необходима раз в 5 лет, что позволяет обеспечивать стабильное энергоснабжение жизненно важных промышленных предприятий и социальных объектов.

АСММ станет сердцем одного из крупнейших в России минерально-сырьевых центров, который в перспективе обеспечит электроэнергией промышленные предприятия. Речь идет о развитии месторождений Кючус, Депутатское, Тирехтях, строительстве транспортной и инженерной инфраструктуры, социальных объектов Усть-Янского и Верхоянского районов, сооружении линии электропередачи 110 (220) кВ «Усть-Куйга – Тирехтях – Депутатский». Проект АСММ влечет за собой позитивные преобразования в поселке Усть-Куйга и Усть-Янском районе, что позволит создать развитую территорию, комфортную и для работы, и для жизни.

Итоги 2023 года:

- получена лицензия на размещение;
- состоялось открытие временного городка строителей в п. Усть-Куйга.

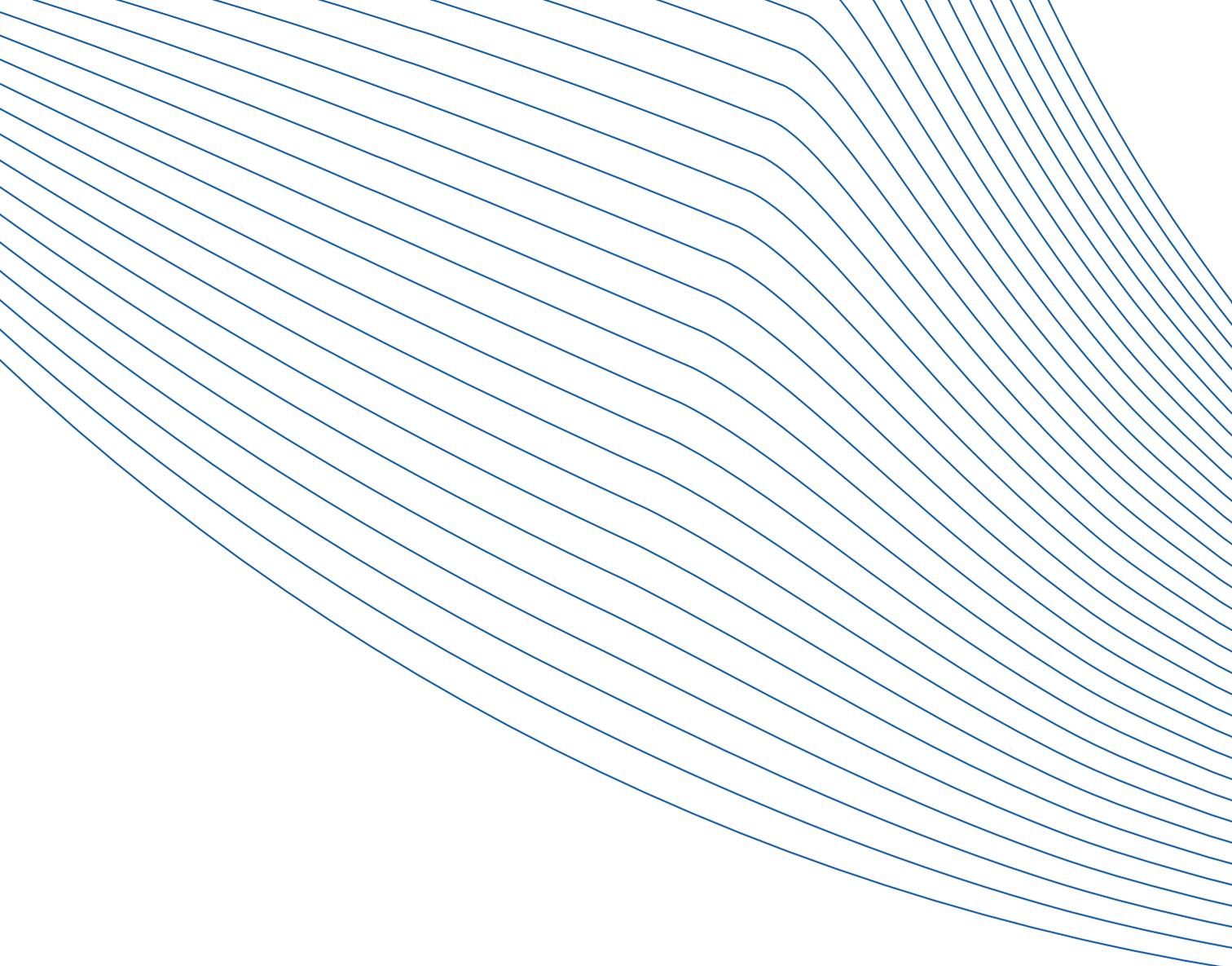
Планируется в 2024 году:

- получение лицензии на сооружение;
- начало основного этапа строительно-монтажных работ.

Ввод атомной станции малой мощности в эксплуатацию в поселке Усть-Куйга Усть-Янского района Республики Саха (Якутия) запланирован на 2028 год.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
С ЗАМКНУТЫМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВНЫМ ЦИКЛОМ





POCATOM