

## **Приоритеты инновационного развития, инновационные проекты и мероприятия**

### **1. Перспективные направления инновационного развития на долгосрочный период**

Проекты Программы сгруппированы в три тематических раздела по принципу отнесения модернизационных и новых технологий к традиционным для Росатома энергетическим рынкам, либо новым, неэнергетическим рынкам:

- тематический раздел «Модернизация существующих технологий» охватывает направления и проекты модернизации существующих технологий, продуктов и услуг для энергетических рынков;
- тематический раздел «Создание новых технологий для энергетических рынков» включает направления и проекты создания и вывода на рынок новых технологий, продуктов и услуг для энергетических рынков, в том числе неядерной энергетики;
- тематический раздел «Модернизация существующих и создание новых технологий для неэнергетических рынков» ориентирован на направления и проекты по созданию и выводу на рынок новых и модернизированных технологий, продуктов и услуг для новых (неэнергетических) рынков.

Описание каждого тематического раздела включает общее описание раздела, описание ключевых направлений научно – технической деятельности Госкорпорации, а также информацию о ключевых проектах внутри каждого направления.

Важным для Госкорпорации условием инновационного развития является инновационная среда, создание условий для развития инноваций в форме инфраструктурных проектов и программ, образовательных мероприятий. Данные мероприятия представляют собой отдельный тематический раздел Программы, им посвящена глава 4 «Развитие системы управления инновациями и инновационной инфраструктуры, взаимодействие со сторонними организациями».

Безусловным приоритетом для Госкорпорации является обеспечение ядерной и радиационной безопасности. Наряду с этим с учетом результатов технологического аудита и бенчмаркинга, актуализации Стратегии деятельности Госкорпорации и Долгосрочной программы развития, а также по итогам анализа результатов реализации Программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации за 2011–2014 годы руководством Госкорпорации

в 2015 году было принято решение определить ключевые направления научно – технической деятельности на период до 2030 года по трем приоритетам: государственный приоритет, бизнес-приоритет, стратегический приоритет. Все три приоритета соответствуют документам стратегического планирования Госкорпорации. Государственный приоритет – первый приоритет деятельности Госкорпорации как наукоемкой отрасли Российской Федерации.

Бизнес-приоритет – основа Стратегии деятельности Госкорпорации по ключевым переделам. Стратегический приоритет – это долгосрочные проекты и

Госкорпорация выделяет следующие потенциальные стратегические направления инновационного развития:

- разработка и сооружение реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым ядерным топливным циклом;
- референтные технологии вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии;
- разработка технологий и создание линейки реакторов малой и средней мощности;
- лазерные технологии;
- ядерная медицина;
- электроэнергетические системы и комплексы на основе высокотемпературных сверхпроводников;
- «чистая вода», экология и опреснение;
- системы охраны и безопасности;
- аддитивные технологии;
- информационная платформа управления проектированием, разработкой, изготовлением продукции.

Стратегические направления актуализируются на ежегодной основе. Выявление и формулирование приоритетных направлений научно – технической деятельности осуществляется Госкорпорацией совместно с научным сообществом, включая Российскую академию наук и научно – технические советы, бизнес – дивизионами, а также с участием независимых консультантов.

## **2. Модернизация существующих технологий**

В данном разделе приводятся направления научно-технической деятельности и ключевые проекты по переделам ядерного топливного цикла, предусматривающие обеспечение технологической поддержки текущего бизнеса Госкорпорации и обеспечивающие конкурентоспособность ядерного энергетического комплекса России в краткосрочной и среднесрочной перспективе по всем стадиям жизненного цикла ОИАЭ.

### **1. Переход к технологиям комплексного геологического и горно-технического моделирования и научно-техническое сопровождение освоения месторождений урана**

Направление научно-технической деятельности в области добычи урана ориентировано на увеличение объема добычи и переработки урановых руд малозатратными геотехнологическими методами (скважинное подземное выщелачивание – СПВ, блочное подземное выщелачивание – БПВ, кучное подземное выщелачивание – КВ) и сохранение на достигнутом уровне добычи урана высокзатратным подземным горным способом (ПГР). Бизнес-цель – снижение себестоимости производства природного урана и обеспечение внутренних и внешних потребностей в этом сырье Госкорпорации.

Госкорпорация обладает современной технической базой, располагает современными геологоразведочными технологиями и набором IT-технологий для формирования геологических баз данных, автоматизированного подсчета запасов, внедряет IT-технологии проектирования и строительства урановых рудников.

Во всех новых и развивающихся технологиях используется современная геофизическая аппаратура и технические средства для получения необходимой информации для пополнения в ходе эксплуатационной разведки баз геологических и горно-технических данных, являющихся основой отечественных компьютерных программ (комплекс MineFrame), используемых для планирования и управления работой рудников.

Совместно с СТИ НИЯУ МИФИ создан и совершенствуется информационно-аналитический моделирующий компьютерный комплекс

(ИАМК) для формирования и управления базами геологических

и геотехнологических данных; выбора оптимальных схем вскрытия рудных залежей технологическими скважинами, управления процессом подземного выщелачивания и переработки продуктивных растворов, снижения техногенной нагрузки на природную окружающую среду. ИАМК используется для доработки запасов месторождения Далматовское и будет адаптирован для планируемых к освоению месторождений Хохловское и Добровольное Зауральского урановорудного района, и других месторождений.

Контрольными точками (вехами) реализации данного направления научнотехнической деятельности является реализация ключевых проектов:

на среднесрочный период:

- научно – техническое сопровождение освоения месторождений урана скважинным подземным выщелачиванием (СПВ). Результат: увеличение объема осваиваемой сырьевой базы урана; снижение себестоимости добычи и переработки урансодержащих продуктивных растворов (2020 год);
- научно – техническое сопровождение освоения месторождений урана подземным горным способом разработки (ПГР). Результат: снижение себестоимости добычи и переработки урановых руд при освоении месторождений подземным горным способом (2022 год);

на долгосрочный период:

- переход к технологиям комплексного геологического и горнотехнического моделирования. Результат: создание «Смарт-рудника СПВ и ПГР» (увеличение сырьевой базы предприятий; создание системы управления запасами; снижение капитальных и операционных затрат на проектирование и планирование работы рудников) (2025 год).

## ***2. Совершенствование конверсионных и разделительных производств***

Главной задачей совершенствования конверсионных и разделительных производств является повышение технико-экономических показателей конверсии и технологий разделения (себестоимость, степень извлечения урана, потери, снижение себестоимости ЕРР, объемы РАО и др.).

В части конверсионных производств впервые в Российской Федерации в промышленном масштабе внедрена технология «сухого гидрофторирования» оксидов урана (аналог технологии AREVA и BNFL) на опытно-промышленной установке в АО «СХК», завершён первый этап НИОКР по внедрению технологии термической денитрации уранил-нитрата с целью повышения эффективности процесса и исключения значительного объема жидких РАО (более 2 куб. метров на 1 тонну U), образующихся в процессе химической денитрации. Завершение НИОКР по термической денитрации и внедрение опытно-промышленной установки в действующем производстве АО «СХК» планируется в 2015–2018 годах.

В результате анализа потребностей в разделительных мощностях Госкорпорация «Росатом» определила сценарные условия модернизации разделительных предприятий на период до 2020 года. Программа

предусматривает поэтапную замену отработавших назначенный срок службы ГЦ 5-го и 6-го поколений на ГЦ 9-го поколения. На конец 2015 года остановлены все ГЦ 5-го поколения на всех разделительных предприятиях, где они были установлены.

Наряду с проведением модернизации основного оборудования разделительных производств (блоков газовых центрифуг) программа

предусматривает модернизацию приборного оборудования, оборудования конденсационно-испарительных установок и переделов по регенерации урана из отходов производства.

### **3. *Повышение конкурентоспособности АЭС с РУ на тепловых нейтронах***

Борьба среди мировых держателей технологии легководных реакторов ведется за уменьшение себестоимости электроэнергии, основной вклад в которую в настоящее время вносят:

- капитальная составляющая (уменьшение строительных объемов, увеличение срока службы основного оборудования, оптимизация компоновки и др.);
- сроки строительства (ускорение лицензирования, блочная сборка, стандартные комплектующие, оптимизация процесса строительства и др.);
- удельные расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание (повышение эффективности, улучшение топливоиспользования, оптимизация людских ресурсов, сокращение сроков ремонтов и др.).

Обязательной составляющей конкурентоспособности на мировых рынках является повышение безопасности проектируемых АЭС.

Контрольными точками (вехами) реализации данного направления научно – технической деятельности является реализация ключевых проектов:

на среднесрочный период:

- обоснование безопасности сооружения АЭС (совершенствование

проектно-конструкторских решений): обоснование применимости

концепции «течь перед разрушением» для элементов трубопроводов из аустенитной стали (2018 год);

- обоснование новых проектов атомных станций средней мощности: технико-экономическое обоснование (ТЭО) создания новых проектов атомных станций средней мощности (2019 год);

на долгосрочный период:

- разработка и эксплуатация виртуальной АЭС: программно –

технический комплекс для анализа проектных решений и отработки мероприятий по локализации запроектных и тяжелых аварий (2023 год);

- обоснование создания новых проектов атомных станций большой мощности: концептуальный проект супер-ВВЭР (2023 год);
- обеспечение создания АЭС, превосходящего по экономическим параметрам проекты зарубежных конкурентов: ТЭО, техническое задание, исходные данные и технические требования для разработки проекта головного блока АЭС, превосходящего по экономическим параметрам проекты зарубежных конкурентов (2027 год);
- создание реакторных установок для замены отработавших свой ресурс в целях реновации выводимых из эксплуатации энергоблоков.

#### 4. *Топливо для водоохлаждаемых энергетических реакторов*

Данное научно-техническое направление работ, связанное с разработкой и совершенствованием ядерного топлива и активных зон реакторов на тепловых нейтронах для российских и зарубежных АЭС с ВВЭР, а также для АЭС с реакторами зарубежного дизайна (PWR) имеет целью повышение эффективности топливоиспользования.

Контрольными точками (вехами) реализации данного направления научно - технической деятельности является реализация ключевых проектов: на среднесрочный период:

- совершенствование топлива для ВВЭР-1000: завершение программ

дореакторных, реакторных и послереакторных исследований

ТВС четвертого поколения (2020 год);

- совершенствование топлива для ВВЭР-1200: завершение программ

дореакторных, реакторных и послереакторных исследований

ТВС-2006 (2020 год);

- разработка уран-эрбиевого топлива для ВВЭР-1000/1200 с содержанием урана-235 более 5% (начало опытно-промышленной эксплуатации - 2020 год);
- разработка и внедрение кассет третьего поколения для ВВЭР-440 (2020 год);
- разработка и внедрение ядерного топлива для PWR. Завершение программы опытно-промышленной эксплуатации ТВС-КВАДРАТ (2021 год);

на долгосрочный период:

- совершенствование топлива для ВВЭР-1300: завершение программ дореакторных, реакторных и послереакторных исследований ТВС ВВЭР-ТОИ (2025 год);
- разработка топлива с повышенной устойчивостью к авариям типа ЛОСА (авария с потерей теплоносителя).

## 5. Конструкционные материалы

Научно-техническое направление работ, связанное с совершенствованием конструкционных материалов активных зон реакторов на быстрых и тепловых нейтронах с различными типами теплоносителей и перспективными видами топлива, преимущественно направлено на обеспечение реализации ядерных энерготехнологий с реакторами на быстрых нейтронах с замкнутым ядерным топливным циклом и на достижение эффективных технико-экономических показателей уровня выгорания ядерного топлива.

Контрольными точками (вехами) реализации данного направления научно - технической деятельности является реализация ключевых проектов: на среднесрочный период:

- разработка технологии изготовления оболочечных труб из новых конструкционных материалов и технологии герметизации твэлов.

Результат - металлопродукция (трубы, прутки, проволока, ТУ) (2020 год);

- разработка новых конструкционных материалов

для МОКС-ТВС РБН - радиационной стойкостью при больших повреждениях. Результат - данные структурно-фазового анализа и физико-механических свойств, первичное обоснование радиационной стойкости конструкционных материалов,

функциональной приемлемости (2020 год);

на долгосрочный период:

- разработка технологии изготовления оболочек

из керамики SiC-SiC. Результат - данные структурно-фазового анализа и физико-механических свойств, первичное обоснование радиационной стойкости, функциональной приемлемости (2025 год);

- разработка технологии изготовления оболочек из жаропрочных ванадиевых сплавов. Результат - данные структурно-фазового анализа и физико-механических

- свойств, первичное обоснование радиационной стойкости, функциональной приемлемости (2025 год);
- применение оболочки твэл из усовершенствованной аустенитной стали ЭК-164 для увеличения выгорания топлива до 15% для РУ БН- 600 энергоблока №3 Белоярской АЭС;
  - использование результатов, полученных для БН-600, в работах по увеличению длительности кампании по топливообеспечению для БН-800 и БН-1200.

## **6. Технологии вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии (ОИАЭ)**

Главной задачей научно-технического направления, связанного с совершенствованием существующих и разработкой новых технологий вывода из эксплуатации ОИАЭ, является развитие компетенций в части расширения спектра и снижения стоимости оказываемых услуг и выполняемых работ.

Данные компетенции могут быть конкурентоспособными при наличии эффективной оргструктуры, передовых технологий, укомплектованной материально-технической базы, выверенной стратегии развития и при условии ориентации на потребности клиента:

- разработка и внедрение комплексных технологий вывода из эксплуатации ЯРОО и хранилищ РАО;
- предложение готового комплексного продукта (выполнение полного объема работ «под ключ») на основе инновационных технологических решений для привлечения заказчиков вне контура Госкорпорации «Росатом»;
- переработка и возвращение в экономику вторичных ресурсов, образующихся при выводе из эксплуатации ЯРОО;
- готовность выполнить заказ качественно, в установленный срок с обеспечением требуемого уровня радиационной, экологической и промышленной безопасности.

Контрольными точками (вехами) реализации данного направления научно – технической деятельности является реализация ключевых проектов:

на среднесрочный период:

- разработка состава материалов защитных барьеров для пунктов консервации особых РАО и технологий создания таких барьеров для различных типов ЯРОО (2020 год);
- разработка установок «Градобой» для дезактивации поверхностей оборудования и сооружений с использованием криотехнологии (2020 год);

на долгосрочный период:

- разработка эффективных технологий демонтажа, консервации, дезактивации исследовательских ядерных установок (2025 год);
- реализация комплексной программы по обращению с графитом уран-графитовых реакторов, включая технологии утилизации облученного графита и демонтажа графитовых кладок (2025 год);
- разработка эффективных технологий демонтажа и дезактивации для блоков АЭС, в том числе технологии дезактивации и демонтажа парогенераторов на блоках типа ВВЭР, утилизации с последующим захоронением корпуса реактора и внутрикорпусных устройств блоков ВВЭР (2025 год);
- разработка робототехнических устройств для осуществления демонтажа и дезактивации блоков АЭС типа ВВЭР и РБМК (2025 год);
- разработка технологии кондиционирования ионообменных смол для блоков АЭС типа ВВЭР и РБМК (2025 год);
- обоснование вывода из эксплуатации пунктов глубинного захоронения жидких РАО, отвечающее требованиям МАГАТЭ (2030 год);
- разработка эффективных технологий ВЭ с реализацией проекта ВЭ 1-го блока НВАЭС;
- разработка предложений по ВЭ блоков РБМК на примере ВЭ 1 -го блока Ленинградской АЭС.