

# **Prioridades del desarrollo innovador, proyectos innovadores y actividades.**

## **1. *Direcciones prometedoras del desarrollo innovador a largo plazo***

Los proyectos del Programa se agrupan en tres secciones temáticas según el principio de clasificación de modernización y de nuevas tecnologías para los mercados tradicionales de energía de **Rosatom**, o los dirigidos a nuevos mercados no energéticos:

- la sección temática «Modernización de las tecnologías existentes» abarca direcciones y proyectos para la modernización de las tecnologías, productos y servicios existentes para los mercados energéticos
- La sección temática «Creación de nuevas tecnologías para los mercados energéticos» incluye direcciones y proyectos para la creación y lanzamiento al mercado de nuevas tecnologías, productos y servicios para los mercados energéticos, incluidos los de energía no nuclear;
- La sección temática «Modernización de las tecnologías existentes y creación de nuevas tecnologías para los mercados no energéticos» está orientada a las direcciones y proyectos para la creación y lanzamiento al mercado de tecnologías nuevas y modernizadas, productos y servicios para los mercados nuevos (no energéticos).

La descripción de cada sección temática incluye una descripción general de la sección, una descripción de las áreas direcciones claves de las actividades científicas y tecnológicas de la Corporación del Estado, así como información sobre proyectos clave dentro de cada área.

Una condición importante del desarrollo innovador para la Corporación del Estado es el entorno de innovación, la creación de condiciones para el desarrollo de innovaciones en forma de proyectos de infraestructura y programas de actividades educativas. Estas actividades son una sección temática separada del Programa y se les dedica el capítulo 4 «Desarrollo del sistema de gestión de la innovación y la infraestructura de innovación, la interacción con organizaciones externas»

La prioridad incondicional para la Corporación del Estado es garantizar la seguridad nuclear y radioactiva. Junto con esto, teniendo en cuenta los resultados de la auditoría tecnológica y del análisis comparativo, la actualización de la Estrategia de actividades de la Corporación Estatal y el Programa de Desarrollo a Largo Plazo, así como el análisis de los resultados de la implementación del Programa de Desarrollo innovador y modernización tecnológica de la Corporación Estatal para 2011-2014, la dirección de la Corporación Estatal el año 2015, decidió determinar Actividades científicas y técnicas claves para el período hasta 2030 según tres prioridades: prioridad estatal, prioridad empresarial y prioridad estratégica. Las tres prioridades se corresponden con los documentos de planificación estratégica de la Corporación del Estado. La prioridad estatal es la primera prioridad de las actividades de la Corporación del Estado como industria de alta tecnología de la Federación Rusa.

La prioridad empresarial es la base de la Estrategia de las actividades de la Corporación Estatal para hacer reformas clave. La prioridad estratégica - son los proyectos a largo plazo.

La corporación estatal destaca las siguientes direcciones estratégicas potenciales para el desarrollo innovador:

- desarrollo y construcción de reactores de neutrones rápidos con un ciclo de combustible nuclear cerrado;
- tecnologías de referencia para el desmantelamiento de instalaciones nucleares;
- desarrollo de tecnologías y creación de una línea de reactores de pequeña y mediana potencia.
- tecnologías láser
- medicina nuclear;
- sistemas de energía eléctrica y complejos basados en superconductores de alta temperatura;
- «agua limpia», ecología y desalinización;
- sistemas de seguridad y protección;
- tecnologías aditivas;
- Plataforma de información de la gestión del diseño, del desarrollo y la fabricación de productos.

Las direcciones estratégicas se actualizan anualmente. La identificación y formulación de direcciones prioritarias de actividades científico-técnicas es realizada por la Corporación Estatal junto con la comunidad científica,

incluida la Academia Rusa de las ciencias y los consejos científico-técnicos, las divisiones comerciales, así como con la participación de consultores independientes.

## **2. Modernización de las tecnologías existentes**

En esta sección se presentan las direcciones de las actividades científico-técnicas y los proyectos clave para la reconversión del ciclo del combustible nuclear, que prevé la garantía del apoyo tecnológico para los negocios actuales de la Corporación del Estado y asegura la competitividad del complejo de energía nuclear de Rusia en el corto y mediano plazo para todos los estadios del ciclo de vida de la OIAE.

### **1. Transición a tecnologías integrales de modelado de ingeniería geológica y minera y seguimiento científico-técnico de la explotación de yacimientos de uranio**

La dirección de las actividades científicas y técnicas en el ámbito de la extracción de uranio se centra en aumentar el volumen de extracción y procesamiento de minerales de uranio mediante métodos geotecnológicos de bajo costo (lixiviación subterránea de pozos - SPV, lixiviación subterránea en bloque - BPV, lixiviación subterránea en pilas - KV) y el mantenimiento en el nivel conseguido de extracción de uranio con medios mineros subterráneos de alto costo (MS). El objetivo comercial es reducir el costo de producción de uranio natural y garantizar las necesidades internas y externas de esta materia prima a la Corporación del Estado.

La corporación estatal tiene una base técnica moderna, dispone de tecnologías de exploración geológica modernas y un conjunto de tecnologías TI para la formación de bases de datos geológicas, cálculo automatizado de reservas, introduce tecnologías de TI para el diseño y construcción de minas de uranio.

En todas las tecnologías nuevas y en desarrollo se utilizan equipos geofísicos modernos y medios técnicos para la obtención de la información necesaria para la recarga durante la exploración operativa de bases de datos geológicas y mineras-técnicas que son la base de los programas informáticos nacionales (complejo MineFrame) utilizados para la planificación y gestión del trabajo de las minas.

Junto con el STI NIYU MPhI, se ha creado y se perfecciona un complejo computacional de análisis de la información de modelado

(CIAM) para la creación y gestión de bases de datos geológicos y

geotecnológicos; Selección de esquemas óptimos para el descubrimiento de depósitos de mineral por pozos

tecnológicos, control del proceso de lixiviación subterránea y procesamiento de soluciones productivas, reducción de la carga antropogénica en el medio ambiente natural. El CIAM se usa para refinar las reservas del yacimiento de *Dalmatovskoye* y se adaptará para la explotación planeada de los yacimientos de *Khokhlovskoye* y *Dobrovolskoe* de la región de minas de uranio del Transural y otros yacimientos.

Los puntos de control (hitos) de la implementación de esta dirección de actividad científico-técnica son la realización de proyectos clave:

**A medio plazo:**

- Seguimiento científico y técnico de la explotación de yacimientos de uranio por lixiviación de pozos subterráneos (LPS). Resultado: un aumento en el volumen de la base de recursos de uranio explotada; reducción de costos de la extracción y procesamiento de soluciones productivas que contienen uranio (año 2020);
- Seguimiento científico y técnico de la explotación de yacimientos de uranio mediante el desarrollo de minas subterráneas (MS). Resultado: reducción de los costos de la extracción y el procesamiento de minerales de uranio durante la explotación de yacimientos por el método de minería subterránea (2022)

**a largo plazo:**

- transición a tecnologías integrales de modelado de ingeniería geológica y minera Resultado: la creación de «Mina-Smart LPS y MS» (un aumento en la base de materia prima de las empresas, la creación de un sistema de gestión de las reservas; una reducción en los costos de capital y operativos del diseño y la planificación de los trabajos mineros) (2025)

## ***2. Mejora de las producciones de conversión y separación***

La tarea principal del perfeccionamiento de las producciones de conversión y separación es el aumento de los indicadores técnicos y económicos de las tecnologías de conversión y separación (costos, nivel de extracción de uranio, pérdidas, reducción de costos en UTD, volúmenes DR y otros).

En la parte de las producciones por conversión, por primera vez en la Federación Rusa, a escala industrial, se introdujo la tecnología de «hidrofluoración seca» de óxidos de uranio (análoga a la tecnología AREVA y BNFL) en la planta piloto de la SA «SJK», acabada la primera fase de la investigación para la introducción de la tecnología de desnitración térmica del nitrato de uranio con el fin de aumentar la eficiencia del proceso y la exclusión de un importante volumen de residuos radiactivos líquidos (más de 2 m<sup>3</sup> por 1 tonelada U), generados en el proceso de desnitración química. Se planea completar la I + D sobre la desnitración térmica y su introducción en una planta industrial piloto en la producción existente de la SA «SJK» en los años 2015-2018.

Como resultado del análisis de las necesidades de las capacidades de separación, la corporación estatal «Rosatom» ha determinado las condiciones del escenario para la modernización de las empresas de separación para el período hasta el año 2020. El programa prevé la sustitución gradual de las centrifugadoras de gas (CG) de 5<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup> generación que hayan cumplido su vida útil por centrifugadoras de gas de 9<sup>a</sup> generación. A finales de 2015, todas las CG de 5<sup>a</sup> generación se detuvieron en todas las empresas de separación donde se instalaron.

Junto con la modernización de los equipamientos principales de las producciones de separación (unidades centrifugadoras de gas) el programa prevé la modernización de los equipamientos de instrumentación, equipamientos de las plantas de evaporación y condensación y procesamiento y las secciones de regeneración de uranio a partir de residuos productivos.

### ***3. Mejora de la competitividad de las centrales nucleares con IR de neutrones térmicos.***

La lucha entre los poseedores mundiales de la tecnología de los reactores de agua ligera es para reducir el costo de la electricidad, la principal contribución a la que actualmente aportan:

- componente de capital (reducción de los volúmenes de construcción, aumento de la vida útil de los equipos principales, optimización de los componentes, etc.);
- plazos de construcción (aceleración de licencias, ensamblaje de bloques, componentes estándar, optimización del proceso de construcción, etc.);

- costos específicos de explotación y mantenimiento (mayor eficiencia, mejor utilización del combustible, optimización de recursos humanos, reducción de los tiempos de reparación, etc.).

Un componente obligatorio de la competitividad en los mercados mundiales es aumentar la seguridad de las centrales nucleares diseñadas.

Los puntos de control (hitos) de la implementación de esta dirección de actividades científicas y técnicas son la realización de proyectos clave:

**A medio plazo:**

- Fundamentación de seguridad de las instalaciones de las centrales nucleares (perfeccionamiento de las soluciones de diseño y construcción: fundamento de la aplicabilidad del concepto de «fuga antes de falla» para elementos de tubería hechos de acero austenítico (año 2018);
- justificación de nuevos proyectos de centrales nucleares de mediana potencia: fundamentos técnico-económicos (FTE) de la creación de nuevos proyectos de centrales nucleares de mediana potencia (2019);

**a largo plazo:**

- desarrollo y explotación de una central nuclear virtual conjunto de programas técnicos para el análisis de las decisiones y el desarrollo de las medidas para la localización de averías graves e inesperadas (año 2023)
- fundamento para la creación de nuevos proyectos de centrales nucleares de alta potencia: diseño conceptual de un super-LWR (2023);
- garantía de creación de centrales nucleares que excedan por los parámetros económicos los de los proyectos de competidores extranjeros: estudio de viabilidad, pliego de condiciones, datos iniciales y requisitos técnicos para el desarrollo del proyecto de la unidad principal de CEN, que exceda por los parámetros económicos los proyectos de los competidores extranjeros (año 2027):

- La creación de plantas de reactores para la sustitución de los agotados con el fin de renovar las unidades productoras de energía fuera de servicio.

#### **4. *Combustible para reactores de potencia enfriados por agua***

Esta dirección científica y técnica de trabajo asociada con el desarrollo y el perfeccionamiento del combustible nuclear y los núcleos de los reactores térmicos para las centrales nucleares rusas y extranjeras con LWR, así como para las centrales nucleares con reactores de diseño extranjero ( PWR ) tiene como objetivo mejorar la eficiencia del uso de combustible.

Los puntos de control (hitos) de la implementación de esta área de actividad científica y técnica son la implementación de proyectos clave:

##### **a medio plazo**

- perfeccionamiento del combustible para el LWR-1000: finalización del programa.
  - investigaciones pre-reactor, reactor y post-reactor
  - Ensamblaje de combustible de cuarta generación (2020)
- perfeccionamiento del combustible para el LWR-1200: finalización del programa.
  - investigaciones pre-reactor, reactor y post-reactor
  - TVS-2006 (año 2020);
- desarrollo de combustible de uranio-erbio para LWR-1000/1200 con un contenido de uranio-235 de más del 5% (el inicio de la explotación piloto - 2020);
- desarrollo e introducción de cartuchos de tercera generación para LWR-440 (2020);
- desarrollo e introducción de combustible nuclear para PWR . Finalización del programa piloto de explotación de TVS-KVADRAT (año 2021);



### **a largo plazo:**

- finalización de los programas de investigación pre-reactor, reactor y post-reactor del LWR-TOI (año 2025);
- desarrollo de combustible con elevada resistencia a accidentes de tipo LOCA (accidente con pérdida de refrigerante).

## **5. *Materiales de construcción***

La dirección científica y técnica del trabajo relacionada con el perfeccionamiento de los materiales estructurales de los núcleos de los reactores de neutrones rápidos y térmicos con diversos tipos de refrigerantes y tipos de combustibles prometedores está dirigida preferentemente a garantizar la implementación de tecnologías de energía nuclear con reactores de neutrones rápidos, con un ciclo de combustible nuclear cerrado y al logro de Indicadores técnico-económicos eficientes del nivel de quema de combustible nuclear.

Los puntos de control (hitos) de la implementación de esta área de actividad científica y técnica son la implementación de proyectos clave:

### **a medio plazo**

- Desarrollo de tecnología para la fabricación de tubos protegidos a partir de nuevos materiales de construcción y tecnología de sellado de cartuchos de combustible.

Resultado - productos metálicos (tuberías, varillas, cables, TU) (año 2020);

- desarrollo de nuevos materiales de construcción

para MOX-TVS RBN - resistencia a la radiación bajo grandes daños. Resultado - los datos del análisis de la fase estructural y las propiedades físico-mecánicas, el fundamento primario de la resistencia de los materiales de construcción a la radiación.

aceptabilidad funcional (año 2020);

### **a largo plazo:**

- desarrollo de tecnologías de fabricación de envolturas de cerámica SIC-SIC. Resultado - los datos del análisis de la fase estructural y las propiedades físico-mecánicas el fundamento primario de la resistencia a la radiación, aceptabilidad funcional (año 2025);
- desarrollo de tecnologías de fabricación de envolturas de aleaciones termorresistentes de vanadio. Resultado - los datos del análisis de la fase estructural y las propiedades físico-mecánicas, el fundamento primario de la resistencia de los materiales de construcción a la radiación, aceptabilidad funcional (año 2025);
- uso en el revestimiento de los cartuchos del acero austenítico perfeccionado EK-164 para aumentar la quema del combustible hasta en un 15% para la unidad de potencia RU BN-600 No. 3 de la central nuclear de Beloyarsk;
- Uso de los resultados obtenidos para el BN-600 en trabajos para aumentar la duración de la campaña de suministro de combustible para el BN-800 y el BN-1200.

### ***6. Tecnologías para el desmantelamiento de instalaciones nucleares;***

La principal tarea de la dirección científica y técnica relacionada con el perfeccionamiento de las tecnologías existentes y el desarrollo de nuevas para el desmantelamiento de instalaciones nucleares obsoletas es el desarrollo de competencias en la parte de la ampliación de la gama de los servicios prestados y los trabajos realizados para reducir su costo.

Estas competencias pueden ser competitivas en presencia de una estructura organizativa efectiva, tecnologías avanzadas, una base técnica y material completa, una estrategia de desarrollo ajustada y orientada a las necesidades del cliente:

- Desarrollo e implementación de sistemas integrados de tecnologías de

desmantelamiento de INRP y puntos de almacenamiento y cementerios nucleares del RAO;

- oferta de un producto integral ya preparado (realización del volumen completo de trabajo «llave en mano») basado en soluciones tecnológicas innovadoras para atraer clientes fuera del circuito de la corporación estatal «Rosatom»;
- Reprocesado y retorno a la economía de los recursos secundarios generados durante el desmantelamiento de los INRP.
- Disposición a cumplir un pedido con alta calidad, en el plazo establecido, garantizando el nivel requerido de radiación, seguridad ambiental e industrial.

Los puntos de control (hitos) de la implementación de esta dirección de actividades científicas y técnicas son la realización de proyectos clave:

**A medio plazo:**

- desarrollo de la composición de materiales para barreras de protección para los puntos de almacenamiento especiales del RAO y tecnologías para crear tales barreras para tipos diferentes de INRP (año 2020);
- desarrollo de instalaciones de «Granizo/Gradoboi» para la descontaminación de superficies de equipos y estructuras utilizando criotecnología (año 2020);

**a largo plazo:**

- desarrollo de tecnologías efectivas para el desmantelamiento, almacenamiento y descontaminación de instalaciones de investigación nuclear (año 2025);
- implementación de un programa integral para el manejo de grafito de reactores de uranio-grafito, que incluya tecnologías para la utilización de grafito irradiado y desmantelamiento de estructuras de grafito (año 2025);
- desarrollo de tecnologías efectivas para el desmantelamiento y descontaminación de unidades de centrales nucleares, incluidas tecnologías para descontaminar y desmantelar generadores de vapor en unidades de tipo LWR, reciclaje y posterior

almacenamiento del cuerpo del reactor y los elementos internos de las unidades LWR (año 2025)

- desarrollo de dispositivos robóticos para la realización del desmantelamiento y descontaminación de unidades de energía nuclear de tipo LWR y RBMK (2025)
- desarrollo de tecnología de acondicionamiento de resina de intercambio iónico para unidades de energía nuclear de tipo LWR y RBMK (año 2025);
- bases para el desmantelamiento de puntos de almacenamiento profundos de líquidos de la RAO que cumplan con los requisitos de la OIEA (año 2030);
- desarrollo de tecnologías desmantelamiento con la implementación del proyecto de desmantelamiento del primer bloque de la central nuclear de Novoronezh;
- desarrollo de las propuestas para el desmantelamiento de bloques BWR utilizando el ejemplo de desmantelamiento de la primera unidad de la central nuclear de Leningrado.