



## CONTENIDO

[Volver al índice](#)

---

### **NOTICIAS DE ROSATOM**

[Tokamak sin calor adicional](#)

[Avanzando hacia Myanmar](#)

### **TENDENCIAS**

[Cooperación en energía nuclear](#)

### **TECNOLOGÍAS DE REACTORES**

[Sal líquida prescrita para actínidos menores](#)



## Tokamak sin calor adicional

En febrero se produjeron dos hechos relacionados con el suministro desde Rusia de componentes destinados al proyecto internacional ITER. El 10 de febrero, se recibió en la obra de construcción la bobina de campo poloidal PF1, y el 13 de febrero, el Instituto de Investigación Efremov de Equipos Electrofísicos (NIIEFA, que es parte de Rosatom) envió el primer lote de equipos rusos al ITER de este año.

### Llegada de la bobina

“Nos complace que Rusia haya logrado fabricar y suministrar la bobina de campo poloidal. Los imanes superconductores para el ITER requieren una precisión **sin precedentes**”, dijo Pietro Barabaschi, Director General de la Organización Internacional ITER, durante la ceremonia de llegada de la bobina.

“Los mejores especialistas rusos participaron en el proceso de la bobina PF1, desarrollaron tecnologías de avanzada, métodos y soluciones para su fabricación. La finalización con éxito de la bobina PF1



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

y su entrega al sitio de construcción del reactor muestra claramente que Rusia ha sido, es y será una parte integral del proyecto ITER y de la investigación termonuclear mundial en general”, subrayó Alexey Likhachev, Director General de Rosatom.

La bobina PF1, de 9 metros de diámetro y 200 toneladas de peso, es una de las seis bobinas del campo poloidal del sistema magnético de confinamiento de plasma en el reactor ITER. El viaje de la bobina comenzó el 1º de noviembre del año pasado, cuando fue transportada desde el Astillero Sredne-Nevisky (San Petersburgo) hasta el puerto francés de Berre. Desde allí hasta Cadarache, la bobina viajó en una plataforma especial por una carretera especial para cargas superpesadas y de grandes dimensiones, acompañada por un convoy.

### Lote eléctrico-técnico final

La primera entrega de este año es al mismo tiempo el último lote de equipos eléctrico-técnicos que NIIIEFA fabricó para el ITER. La entrega incluía barras conductoras de alta corriente y componentes de complejos de conmutación del sistema de alimentación eléctrica para las bobinas superconductoras del campo poloidal y el solenoide central.

NIIIEFA es el contratista principal para la fabricación de los equipos eléctricos para los sistemas de alimentación eléctrica de las bobinas del sistema magnético del ITER. Consta de tres grupos de equipos, así como de un sistema de control y diagnóstico.

El primer grupo es el equipo de conmutación del sistema de protección de salida de energía. El plasma en el Tokamak está



sostenido por un campo magnético. Las bobinas electromagnéticas utilizan un superconductor con resistencia eléctrica nula a temperaturas criogénicas. Puede transportar una enorme corriente de 70 kA para crear campos magnéticos. Pero existe un riesgo: en caso de fallo técnico, el bobinado del sistema magnético del ITER puede pasar de un estado superconductor a uno resistivo normal. Entonces, cientos de toneladas de superconductores recibirían una gran carga térmica y podrían “quemarse”, y la central del reactor colapsaría. **“Nuestro sistema de protección de salida de energía garantiza el funcionamiento seguro de la instalación del ITER. En caso de fallo técnico, eliminará de manera rápida y segura la energía almacenada de las bobinas del sistema magnético Tokamak, protegiéndolas de los efectos de la**

El sistema magnético del Tokamak consta de 39 bobinas superconductoras. De ellas, 18 son toroidales, seis poloidales, seis inductoras y nueve correctivas. El sistema magnético está alimentado por 22 sistemas de alimentación independientes.



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

**temperatura y el alto voltaje**", explica Igor Rodin, Vicedirector General de Tecnologías Termonucleares y Magnéticas, Director del Centro de Investigación y Desarrollo Sintez, de NIIIEFA.

Este grupo también incluye los sistemas de conmutación de corriente en línea responsables de iniciar la descarga que forma el plasma del tokamak al comienzo de cada ciclo de funcionamiento.

El segundo grupo son las barras colectoras de alta corriente para alimentar las bobinas superconductoras. **"Es la parte más costosa de nuestro acuerdo de suministro"**, señala Maksim Manzuk, Jefe del Departamento de Equipos de Conmutación de Alta Corriente de NIIIEFA. Su longitud total supera los 5 km. y su peso junto con los soportes es de 900 toneladas. Las barras están refrigeradas por agua y diseñadas para un funcionamiento continuo con corrientes directas de decenas de miles de amperios.

El tercer grupo de equipos técnicos eléctricos son las resistencias de absorción de energía. Son necesarias para disipar la energía almacenada en el campo magnético de los bobinados del Tokamak en forma de calor. El NIIIEFA suministrará un total de 29 resistencias de este tipo, con un peso total de 1.300 toneladas. Ocuparían un edificio entero con un área de 3 mil m<sup>2</sup> y podrían disipar más de 50 GJ de energía. Es una

### ¿Qué es el ITER?

El ITER es un Reactor Termonuclear Experimental Internacional basado en el Tokamak. El objetivo de este megaproyecto científico es demostrar el potencial de la fusión termonuclear controlada para la transición a una forma de producción de energía "más limpia" y segura. Los países de la Unión Europea, Rusia, EEUU, India, China, Corea del Sur y Japón trabajan conjuntamente en este proyecto.

cantidad enorme, comparable a la energía cinética de un avión de transporte acelerando a 1400 km/h con un peso máximo de despegue de 640 toneladas. **"Y esta es la energía que nuestras resistencias pueden disipar en forma de calor en 30 segundos, calentándose hasta 300 °C. Y un sistema de refrigeración por aire forzado enfriará las resistencias hasta su estado original en una hora"**, explica Maksim Manzuk. Algunos neumáticos se colocarán sobre soportes de 2 a 2,5 metros de altura, otros irán suspendidos del techo.

La primera entrega de este año, con un total de 33,4 toneladas se realizó en tres remolques. En total, este año se prevé el envío a Francia de unos 50 remolques con más de 400 toneladas de equipamientos.



# NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)



## Avanzando hacia Myanmar

A principios de febrero, en Yangon, la mayor ciudad y antigua capital de Myanmar, el Director General de Rosatom, Alexey Likhachev, y el Primer Ministro, Presidente del Consejo Administrativo del Estado de Myanmar, el General en Jefe Min Aung Hlaing, firmaron un acuerdo intergubernamental sobre cooperación en el uso pacífico de la energía nuclear. Se trata de un paso más hacia la creación de una nueva industria en Myanmar que contribuya al desarrollo del país.

### Centrales nucleares de baja potencia +

“El establecimiento de una nueva industria en el país tendrá sin duda un impacto positivo en la energía, la industria y la economía de Myanmar. La tecnología nuclear garantizará al país una energía estable y limpia, además de dar un poderoso impulso al desarrollo

de las ciencias naturales, la educación y formación de personal altamente calificado. Apreciamos mucho que Myanmar haya dado preferencia a la tecnología nuclear rusa”, declaró Alexey Likhachev en la ceremonia.

Como parte del acuerdo, Rusia y Myanmar trabajarán en la construcción de una central nuclear de pequeña capacidad en Myanmar, como parte de un amplio programa conjunto. “Este acuerdo no es solo el comienzo de la cooperación en la implementación del proyecto de la central nuclear de baja potencia, sino también de la aplicación de tecnología nuclear en general en diversos campos, que contribuirá al desarrollo socioeconómico del país”, subrayó Min Aung Hlaing.

### Historia de la cooperación

Las relaciones diplomáticas entre ambos países se establecieron hace 75 años. “Durante estos 75 años, nuestras relaciones han sido tradicionalmente amistosas, de mucha confianza. Se da la circunstancia de que nuestras instalaciones de cooperación bilateral, que son símbolos de nuestra amistad, se construyeron a principios de los sesenta, en la segunda mitad de los sesenta, esto incluye la Universidad Tecnológica, un hotel en Yangon, un hospital en Taunggyi y una represa”, declaró sobre los proyectos conjuntos en una entrevista con Rossiya 24, el embajador ruso en Myanmar, Nikolay Listopadov.

La energía nuclear es un nuevo ámbito de cooperación. El interés de Myanmar por la industria nuclear se remonta a la década de 2010. En junio de 2015, en el Foro Económico Internacional de San Petersburgo, los representantes de los



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

dos países firmaron un memorando de entendimiento sobre la cooperación en el uso pacífico de la energía nuclear. Entre las áreas clave se encuentran la medicina nuclear, las ciencias fundamentales y la investigación radioecológica.

En octubre de 2016, el grupo de trabajo establecido en virtud del memorando celebró su primera reunión. En ese entonces se discutieron los proyectos de investigación en tecnologías nucleares y la formación de especialistas. El trabajo continuó y en 2022 la asociación alcanzó un nuevo nivel.

En julio de 2022, en Moscú, Alexey Likhachev y el Ministro de Ciencia y Tecnología de Myanmar, Myo Thein Kyaw, en presencia de Min Aung Hlaing, firmaron dos memorandos de entendimiento entre Rosatom y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Myanmar. Los documentos estipulaban la cooperación en la educación y formación de personal para la energía nuclear y la formación de una opinión pública positiva sobre las tecnologías nucleares en Myanmar.

En septiembre, en el Foro Económico Oriental, Rosatom, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Electrificación

de Myanmar firmaron un acuerdo de cooperación en el campo del uso de la energía atómica con fines pacíficos para 2022–2023. Además de las cuestiones de personal e imagen, el acuerdo abordó la ampliación del marco regulador bilateral y la posible construcción de una central nuclear de baja potencia.

En noviembre, representantes de varios ministerios de Myanmar se familiarizaron con las capacidades de las universidades rusas: el Instituto de Ingeniería y Física de Moscú de la Universidad Nacional de Investigación Nuclear (MEPhI), el Instituto de Ingeniería Energética de Moscú de la Universidad Nacional de Investigación (MPEI), y visitaron la Academia Técnica de Rosatom. Resultó que el MEPhI y el MPEI llevan varias décadas enseñando a estudiantes de Myanmar, formando especialistas en energía, microelectrónica, matemáticas aplicadas y otras especialidades.

Antes del foro internacional “Atomexpo”, celebrado el año pasado en la ciudad rusa de Sochi, los representantes de Myanmar visitaron las empresas de Rosatom en Obninsk, la central nuclear de Leningradskaya en Sosnovy Bor, conocieron el simulador analítico de la unidad de potencia VVER-1200, un complejo de creación de prototipos visuales para Demostración en 3D de edificios de centrales nucleares, la central nuclear “Peschera” y otras instalaciones nucleares.

Y en Atomexpo, el 22 de noviembre, Rusatom Energy Projects y el Departamento de Planificación Eléctrica del Ministerio de Electrificación de Myanmar firmaron un Memorando de Entendimiento sobre la creación de un estudio de viabilidad preliminar para la construcción de una



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)


central nuclear de baja potencia en Myanmar.

### Otro centro CITN

El 6 de febrero de 2023 tuvo lugar la inauguración del Centro de Información de Tecnologías Nucleares (CITN) en Yangon. A la ceremonia asistieron Min Aung Hlaing y Alexey Likhachev, invitados de alto rango, así como los primeros visitantes del centro que eran los estudiantes de escuelas y universidades de Myanmar. El mismo día, se firmó un Acuerdo Intergubernamental entre Rusia y Myanmar sobre la cooperación en el campo del uso de la energía atómica con fines pacíficos.

El nuevo centro de información se estableció para informar al pueblo de Myanmar sobre la tecnología nuclear, la seguridad radiológica y la innovación. El Centro promoverá el desarrollo del interés de los jóvenes por las especialidades científicas y elevará a un nuevo nivel la formación del personal necesario para el desarrollo de la industria nuclear en el país.

El centro de Yangon resultó ser el más moderno y avanzado de la red de centros de información (es el 25º centro de Rosatom y el 6º en el extranjero). La exposición interactiva consta de exhibiciones únicas, ya que los visitantes podrán construir una “ciudad del futuro” utilizando sus conocimientos, ver cómo funciona el reactor RITM-200, medir su radiactividad, aprender sobre los radiofármacos y mucho más. El centro está equipado con una moderna sala de video. Las películas educativas enseñan a los estudiantes sobre cómo es la energía atómica, de dónde proviene y cómo se libera, además, muestran cómo es una central nuclear y dónde más se utilizan las tecnologías nucleares.

Durante el año, el centro de información albergará seminarios para los medios de comunicación y la comunidad de expertos de Myanmar, el Festival de la Ciencia y la Energía Nuclear y conferencias de expertos rusos del MEPhI para estudiantes universitarios de Myanmar. 

[Al inicio de la sección](#)



## Sal líquida prescrita para actínidos menores

En diciembre de 2022, el Instituto de Investigación y Diseño de Dollezhala (NIKIET, que es parte de Rosatom), desarrolló un diseño preliminar de una instalación equipada con un reactor de investigación con un combustible de sales fundidas en circulación (IZhSR). Los autores consideran que la tarea principal del proyecto es el desarrollo de tecnologías para un reactor-quemador de actínidos menores de sales fundidas a gran escala.

### Objetivo y principio de funcionamiento

Un reactor de sal líquida es un reactor nuclear en el que el combustible se disuelve en un medio salino de fluoruros metálicos (refrigerante), y la sal y el combustible juntos forman un núcleo homogéneo.

Los reactores de sal líquida tienen varias características atractivas. En primer lugar, a diferencia de los reactores nucleares heterogéneos, no requieren barras de combustible ni conjuntos combustibles.

En segundo lugar, los reactores de sal líquida tienen un alto nivel de seguridad, basado en retroalimentaciones negativas tanto en la temperatura como en la densidad del medio fisionable. Y dado que la temperatura y los





## TECNOLOGÍAS DE REACTORES

[Volver al índice](#)

coeficientes de vacío en ellos son negativos, se descartan los accidentes graves. La presión en el circuito de combustible, que asegura el bombeo del medio salino a lo largo del circuito, es pequeña. Por lo tanto, se minimiza la cantidad de energía almacenada que puede salir del bucle en caso de pérdida de su integridad. Y en caso de un aumento no autorizado de la temperatura en el circuito a un nivel peligroso, se activa una válvula de descarga, cuya acción pasiva se basa en leyes físicas naturales.

El objetivo principal de los reactores de sal líquida es la capacidad de organizar la tecnología de transmutación continua (o “postcombustión”) de actínidos menores, que se acumulan en el combustible nuclear gastado de los reactores de potencia de neutrones térmicos. Gracias a esta oportunidad, el interés por los reactores de sal

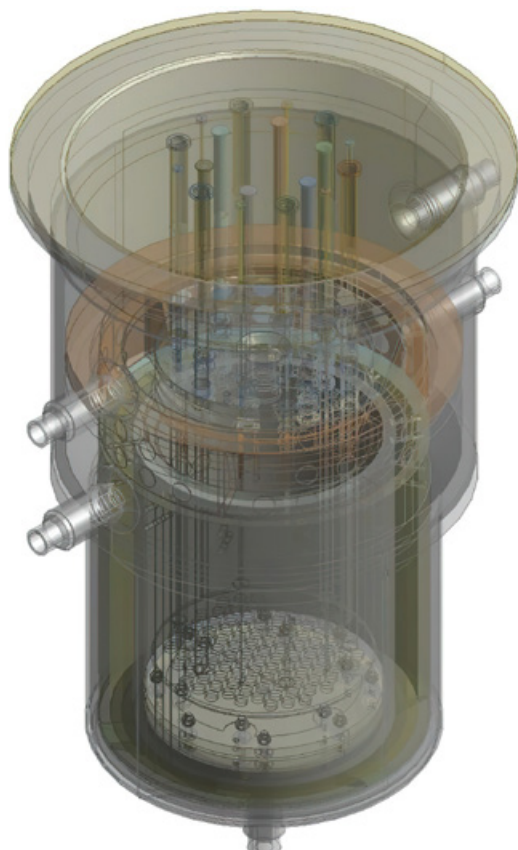
líquida en Rusia volvió después de un largo receso (el desarrollo ruso de los reactores de sal líquida cesó a principios de la década de 1990). Ahora los reactores de sal líquida se consideran parte de un ciclo de combustible nuclear cerrado y un elemento tecnológico importante en el procesamiento y eliminación de combustible nuclear gastado (SNF).

Se supone que una instalación de producción de los reactores de sal líquida se construirá en el territorio de la Planta Minera Química GHK (que es parte de Rosatom) en el territorio de Krasnoyarsk. La elección no es casual, y que esa planta solo se especializa en la etapa final de gestión de los residuos radioactivos y el desmantelamiento.

### **Cronología del proyecto de construcción del RU RSL (reactor de sal líquida)**

Los estudios de diseño y las estimaciones de diseño del reactor de sal líquida comenzaron a fines de 2019. El programa de I+D ya ha sido aprobado. Como parte de este programa, ya se ha iniciado la fundamentación de los materiales estructurales, la planta del reactor, el módulo de procesamiento del combustible gastado y otros equipos, así como la tecnología de preparación de combustible y sales de lavado y otras tecnologías. **«Ya se están creando soportes únicos de alta temperatura para probar las soluciones técnicas de unidades individuales y verificar los códigos de programa de esta innovadora instalación de reactores»**, dijo Igor Tretyakov, Diseñador Jefe de Reactores de Investigación e Isótopos de NIKIET.

Como parte del proyecto, los diseñadores elaboraron las principales soluciones técnicas de circuitos y de distribución para la planta





## TECNOLOGÍAS DE REACTORES

[Volver al índice](#)

del reactor en su conjunto y los equipos adicionales incluidos en la misma. Todavía queda mucho trabajo de anteproyecto y diseño por delante, como la justificación de las inversiones, desarrollo del diseño técnico de la planta del reactor y del módulo de procesamiento, implementación del programa de I+D y, finalmente, el desarrollo de la documentación y licencias del proyecto. Se supone que este año la Planta Minera Química debería obtener la licencia para la construcción. **“Esto significa que también debemos completar una parte importante de la investigación y el desarrollo antes de 2024”**, explicó Igor Tretyakov. El plan es obtener la licencia de construcción en 2027 y completarla en 2031.

### Particularidades de los reactores de sal líquida

La potencia térmica de los reactores de sal líquida es de 10 MW. El principal material estructural es una aleación de níquel al 80%. Está previsto fabricar un circuito de combustible (o primer circuito, en terminología más común) que incluye una carcasa, tuberías y equipos de térmico. **“Los científicos han estudiado las propiedades de corrosión de la interacción de la sal de combustible con este material, y por eso lo han elegido por ahora. Los plazos para la implementación del proyecto técnico son muy cortos, debemos seguir el camino más claro. Pero es muy posible que, en base a los resultados de I+D, consideremos otros materiales y otras sales”**, dijo Igor Tretyakov.

Se supone que aproximadamente el 10% de la composición de sal fundida se eliminará del circuito de combustible a ciertos intervalos y, en su lugar, se suministrará nueva masa fundida de combustible. En



principio, no hay necesidad de apagar el reactor para realizar la recarga, pero esto es un tema de justificación de cálculos analíticos y experimentales.

Se prevé que el reactor se construirá en la zona de la pendiente de montaña de la planta GHK. El macizo rocoso es un aislamiento adicional del ambiente exterior. Además, el circuito de combustible y algunos otros equipos se colocarán en una cápsula sellada, que es una barrera de seguridad.

Para proteger al personal, está previsto que la mayor parte del mantenimiento de la planta del reactor de sal líquida se realice mediante mecanismos robóticos, que también se están desarrollando.

### Algunas palabras sobre el combustible

El Instituto de Investigación de Materiales Inorgánicos de Alta Tecnología de Bochvar (VNIINM, parte de Rosatom) está desarrollando combustible para los reactores de sal líquida y métodos para su procesamiento. El combustible en el reactor



## TECNOLOGÍAS DE REACTORES

[Volver al índice](#)

de sal líquida será una fusión de fluoruros de varios metales. Como material fisionable en la masa fundida, se introducirán fluoruros de actínidos menores sujetos a transmutación, y seguramente, en la etapa inicial, de plutonio.

Una de las tareas en las que trabaja VNIINM es la producción de fluoruros de actínidos menores. **“La síntesis de fluoruros no es particularmente difícil, los métodos se conocen desde hace mucho tiempo. Pero para utilizar estos compuestos como combustible para los reactores de sal líquida, es necesario que cumplan con estrictos requisitos técnicos, principalmente en términos de contenido de oxígeno”**, dijo Alexey Ananyev, investigador principal de VNIINM, en una entrevista con el periódico Strana Rosatom.

VNIINM planea utilizar fluoruros de litio y berilio como base de la composición del combustible. Son menos activos contra los materiales estructurales que los fluoruros de sodio, litio y potasio (FLiNaK). La obtención de sales de la calidad requerida es la segunda tarea de VNIINM.

La tercera tarea es deshacerse del tritio, que se forma a partir del litio durante la irradiación. VNIINM ya ha seleccionado adsorbentes para la separación de tritio y ha desarrollado un esquema para un sistema de limpieza de gases, y los experimentos



ya están en marcha. Al mismo tiempo, los diseñadores están desarrollando equipos tecnológicos para módulos de preparación y procesamiento de combustible y sistemas de limpieza de gases.

En general, el trabajo sobre el proyecto para la creación de una planta de reactor con reactor de sal líquida y un módulo de reprocesamiento está en desarrollo, aunque no sin las dificultades inherentes a cada nueva tecnología, pero con un propósito firme. Los experimentos en los reactores de sal líquida serán el primer paso para dominar una de las etapas importantes de un ciclo de combustible nuclear cerrado, que es la postcombustión de actínidos menores del combustible nuclear gastado acumulado. NL

[Al inicio de la sección](#)



## Cooperación en energía nuclear

En esta sección, solemos hablar sobre las tendencias en tecnología nuclear y la industria energética. Sin embargo, esta vez hablaremos sobre el lugar que tiene Rosatom en lo que es la tendencia (en gran parte imaginaria) de “independizarse” de todo lo ruso. Un artículo sobre el grado de dependencia mundial de Rosatom se publicó a fines de febrero en el sitio web de la revista Nature. Sin embargo, los hechos demuestran que es correcto hablar de cooperación basada en el pragmatismo y la buena voluntad.

El artículo se publicó en página web de la revista Nature Energy. Es **“una publicación mensual online que publica una amplia gama de investigaciones energéticas de vanguardia, desde la generación y distribución de electricidad hasta el impacto de la tecnología y la política energética sobre la sociedad”**. No pudimos pasar por alto una publicación analítica en una publicación de este tipo.

La tesis más convincente del artículo son las disposiciones sobre la importancia de la Corporación Estatal para la industria nuclear mundial. La nota señala que desde el establecimiento de Rosatom, su actividad en el mercado internacional de energía nuclear ha crecido continuamente, lo que le ha permitido ocupar su lugar como proveedor



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

líder de servicios clave. Entre 2007 y 2017, la empresa rusa comenzó la construcción de 10 nuevos reactores, y entre 2009 y 2018 recibió 23 de los 31 pedidos realizados y representó aproximadamente la mitad de todas las unidades en construcción en el mundo. A través de su subsidiaria TVEL, Rosatom suministra combustible nuclear, controlando el 38% de la capacidad de conversión y el 46% de la capacidad de enriquecimiento de uranio en el mundo, y también presta servicios de desmantelamiento de instalaciones nucleares y gestión de residuos radiactivos. **“De esta manera, entre 2000 y 2015 Rusia actuó como ejecutor de aproximadamente la mitad de todos los acuerdos internacionales sobre la construcción de centrales nucleares, el suministro de reactores y combustible nuclear, así como sobre el desmantelamiento de instalaciones nucleares y la gestión de desechos radiactivos. Sus principales competidores en energía nuclear (China, Francia, Japón, Corea del Sur y Estados Unidos) acumularon el 40% restante”**, señalan los autores. Ni el accidente de Fukushima ni las convulsiones políticas afectaron las posiciones de la Corporación Estatal.

Sin embargo, es extraño que los autores, sin razón aparente, se detuvieran en 2018. Vamos a completar la información. Según el informe anual de Atomenergoprom (que consolida el patrimonio civil de la Corporación Estatal) para 2021, la empresa fue líder mundial en número de proyectos de construcción de centrales nucleares en el exterior (35 unidades de potencia) y enriquecimiento de uranio (38% del mercado mundial), y ocupó el segundo lugar en el mundo en términos de reservas de uranio, así como en su producción (15% del mercado mundial), y tercer lugar, en el mercado para la producción de combustible nuclear



con una participación del 17%. Desde ese entonces, a pesar de la introducción de varios miles de sanciones contra Rusia, solo Finlandia se ha negado a cooperar con Rosatom, y la cantidad de unidades de energía en las que participa la Corporación Estatal se redujo a 34.

También se destaca que la principal ventaja de Rosatom radica en su capacidad para trabajar según el principio de “ventanilla única”, actuando como el único proveedor de una gama completa de servicios. **“La forma en que Rosatom desarrolla sus proyectos la convierte en un socio rentable para países nuevos en el campo nuclear. Los términos específicos de los acuerdos varían de un caso a otro, pero la empresa se hace cargo de todo el proceso hasta la puesta en funcionamiento de la central nuclear y su transferencia a especialistas nucleares locales, que también son capacitados por Rosatom”**, dice el artículo. Es cierto.

### **Pérdida de coherencia lógica**

Sin embargo, según los autores, estas ventajas de Rosatom permiten utilizar los proyectos en los que participa la Corporación



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

para “**ejercer presión política y difundir su influencia en todo el mundo**”. Pero, en primer lugar, la tesis “Rusia ejerce presión política” no se deriva directamente de la tesis “Rosatom tiene ventajas”, debería haber una transición lógica entre ellos, al menos por decencia. Sin embargo, no la hay. Además, en la siguiente oración, los autores del artículo citan exactamente la tesis opuesta: “**Minin y Vlchek, tras haber estudiado las actividades de Rosatom y sus relaciones con las autoridades rusas, argumentan que la Corporación Estatal trabaja principalmente con fines de lucro, permaneciendo en gran medida independientes y cada vez más autosuficientes**”. Y el resumen anterior del artículo de S. Thomas sobre la “incapacidad” de Rosatom para completar todos los proyectos no confirma ni refuta la tesis establecida, es solo una conversación sobre otro tema. Así, podemos afirmar la dispersión lógica, e incluso la contradicción de las tesis en el artículo en muchos lugares del texto.

### Errores e imprecisiones

El artículo de Nature contiene errores directos. Por ejemplo, la central nuclear de Tarapur se incluye entre los proyectos de Rosatom. De hecho, las dos primeras



unidades con reactores de agua en ebullición fueron construidas por empresas estadounidenses. Y las otras dos unidades de potencia con reactores de agua pesada por empresas indias.

El artículo afirma primero que “Rosatom está implementando 73 proyectos diferentes en 29 países”, y unas líneas más adelante, que «el estado ruso ha establecido relaciones en el campo de la energía nuclear con 54 países”. La segunda cifra se acerca más a la verdad.

Los autores también afirman que una operación militar especial en Ucrania en 2022 provocó la cancelación de la construcción de centrales nucleares no solo en Finlandia, sino también en Jordania y Eslovaquia. No es cierto. En Jordania, allá por 2018, decidieron que no necesitaban una central nuclear, sino una central nuclear de baja potencia, y en mayo se firmó un acuerdo con Rusatom Overseas (parte de Rosatom) sobre el desarrollo de un proyecto para la creación de una pequeña central nuclear. Las negociaciones están en curso. Y los representantes de la industria nuclear eslovaca probablemente se sorprenderían mucho al leer un artículo en Nature, porque el 31 de enero de este año se conectó a la red eléctrica la tercera unidad de la central nuclear eslovaca Mochovce con un reactor VVER-440. Más adelante se espera la conexión de la cuarta unidad de diseño similar. Esto significa que, a lo largo de 2022, Eslovaquia ha estado justamente completando la construcción de unidades de potencia nuclear de diseño ruso.

### Presión del otro lado

Otro incidente en el artículo también está relacionado con Eslovaquia. Los autores recuerdan que Eslovaquia aceptó aviones rusos



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

con combustible, a pesar de la prohibición de vuelos impuesta por los países de la UE. Este ejemplo debería respaldar la tesis de que **“la dependencia del combustible nuclear importado suministrado por TVEL/Rosatom (con suministros continuos de combustible a Bulgaria, la República Checa y Finlandia y para un reactor de investigación en Polonia) combinada con un sistema energético inflexible y demasiado una sola planta nuclear aumenta la vulnerabilidad a los cortes de energía”**. Pero este ejemplo muestra exactamente lo contrario. La vulnerabilidad de Eslovaquia se ha visto exacerbada no por la dependencia del suministro de combustible, sino por la dependencia de las sanciones antirrusas de la UE que han cerrado los cielos a los aviones de Rusia.

Algunos detalles sobre el suministro de combustible al reactor de investigación en Polonia. El contrato se firmó en 2015, es decir, después de que Crimea pase a ser parte de Rusia. Antes de esto, el reactor polaco operaba con combustible francés. Teniendo en cuenta estos detalles, se debe reconocer que el contrato definitivamente no es un legado histórico, Polonia tuvo la oportunidad de elegir libremente un proveedor, y eligió a Rosatom.

Los autores del artículo encontraron un ejemplo completo de interrupción en el suministro de combustible Rosatom, citado en un artículo en el portal The Insider: **“En 2005, hubo un incidente que pasó desapercibido para los medios de comunicación ucranianos y rusos en medio de la “Revolución Naranja”, cuando Ucrania recibió un lote de elementos combustibles defectuosos llenos de pequeñas esferas. Se suponía que cargarlos en el reactor provocaría una deformación, pero los**

**especialistas ucranianos descubrieron el defecto a tiempo y devolvieron los ensamblajes al fabricante. Oficialmente, el defecto se explicó por fallas en la línea de montaje en Rusia, luego de lo cual se detuvo la investigación”**.

Los hechos anteriores demuestran que incluso en el artículo dedicado a las “armas energéticas”, es imposible atribuir algo más que un descuido técnico al evento. En el contexto de la “revolución naranja”, ni el más mínimo intento de presión política en la industria energética y especialmente nuclear pasaría desapercibido. La mención de esta entrega ahora (artículo publicado en otoño de 2022) no es más que un teatro.

De esta manera, en el artículo de Nature y las fuentes utilizadas para ello, a lo largo de la historia de Rosatom, no hubo al menos algún ejemplo convincente de la presión política de Rusia a través de la energía nuclear.

### **Entonces, ¿existe la dependencia?**

El núcleo del artículo es una infografía sobre la parte hipotética del suministro de electricidad de las centrales nucleares de diseño ruso, si todos los proyectos anunciados se completaran para 2040, así como una tabla de puntuación “Niveles de cooperación con Rusia en energía nuclear”. Estas tablas harían reír a cualquier persona más o menos familiarizada con la situación. ¿Cómo pueden estar codo a codo Turquía, donde Rosatom está construyendo una central nuclear Akkuyu de cuatro unidades de potencia bajo el esquema BOO, y España, donde Rosatom no tiene proyectos, y el nivel de cooperación en España es más alto que en Armenia, donde ya hay centrales nucleares de diseño ruso y se está hablando sobre la construcción de una



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

nueva? Que los autores nos perdonen, pero la metodología de cálculo de compromiso y sus resultados de su aplicación no se ajustan a la realidad y, por lo tanto, no se pueden utilizar.

En cuanto a las infografías, son curiosas por sí mismas. Pero los comentarios sobre estos temas también generan preguntas. El párrafo sobre los países con un alto porcentaje de generación a partir de centrales nucleares de diseño ruso se refiere a “la gran preocupación de sus socios en la Unión Europea y la OTAN”, en el párrafo sobre los países con un porcentaje medio de generación, sobre “alguna preocupación, principalmente por parte de Israel y Estados Unidos”. En el texto se ve que el grado de dependencia está determinado no tanto por la participación de la generación, sino por el grado de preocupación de terceros. Y esto justamente refleja la realidad.

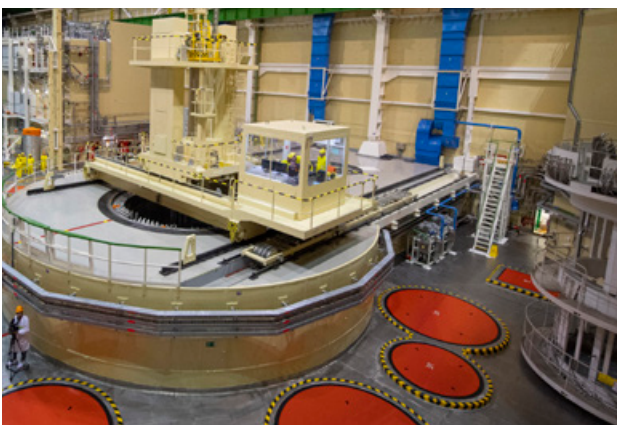
En términos generales, las estimaciones de dependencia son contradictorias. La proporción de suministros es alta y el nivel de la interacción es promedio, ya que parece haber dependencia, pero también está el ejemplo de Ucrania, que demuestra que se puede superar; un ejemplo de un alto nivel de interacción es al mismo tiempo un ejemplo de una baja participación en el suministro de electricidad. De dicha información, solo

se puede sacar una conclusión inteligible: la calidad de la interacción, es decir, el impacto potencial en la seguridad de la energía nuclear, no se correlaciona con el volumen futuro de suministros de electricidad de las unidades diseñadas por Rusia, y menos aún con influencia política.

Para finalizar vamos a hablar sobre lo más importante, las armas energéticas. Los autores del artículo de Nature basaron su comprensión de las armas nucleares en la definición dada en el artículo de Karen Smith Stegen: **«El término ‘arma energética’ significa que el estado proveedor de energía utiliza sus recursos como una herramienta política para castigar a sus consumidores o coaccionarlos (o, a veces, ambas cosas)».**

Pero la situación actual con relación a la construcción de centrales nucleares y el suministro de combustible nuclear es diferente. El arma, es decir, una herramienta política de castigo y coerción, es utilizada contra los clientes y proveedores por las fuerzas de terceros. La UE cierra el cielo, y los países compradores de combustible tienen problemas de suministro. Estados Unidos impone sanciones, y un barco con carga para la planta nuclear de Rooppur no puede ingresar a Bangladesh. Pero, gracias al alto nivel de profesionalismo de los empleados de Rosatom y los representantes de la comunidad nuclear de otros países, se siguen construyendo centrales nucleares y el combustible continúa proporcionando suministros de electricidad limpia desde las plantas nucleares diseñadas por Rusia.

El instrumento político de castigo y coerción se utilizó, por ejemplo, contra los transportistas que entregaban combustible a la central nuclear de Rovno. Fueron retenidos durante un mes entero, y







## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

finalmente, ellos, civiles, fueron canjeados como prisioneros de guerra, y, cabe destacar que el combustible del que “depende” la central nuclear de Rovno, no fue devuelto.

Cuando se habla de problemas hipotéticos de suministro, que se califican como de mayor riesgo, hay varios puntos importantes a tener en cuenta. Primero, hemos notado más de una vez que el ciclo del combustible nuclear tiene velocidades diferentes que en el mercado de hidrocarburos y en la política. La recarga se realiza una vez cada 12–24 meses, y el combustible se suele suministrar a la unidad aproximadamente un mes antes de la recarga prevista, es decir, siempre se puede esperar a que pase alguna de las fases más agudas. Además, existe la posibilidad fundamental de reconfigurar el núcleo con el mismo combustible para extender el tiempo de funcionamiento de la unidad en varios meses. En segundo lugar, los haters no han podido descubrir un caso de creación deliberada de problemas para el cliente por parte de Rosatom en aras de la presión política y el logro de un resultado político, ni desde 2007 ni antes. Cero estadísticas.

### Algunas conclusiones

El artículo de Nature es parte de una manipulación lingüística, donde una interacción empresarial y comercialmente beneficiosa se llama “adicción”, una palabra del léxico médico con un rastro de matices negativos de significado. Uno solo puede sentir lástima por los autores de Nature, quienes se involucraron en la manipulación sin fundamento de las palabras y la creación de una tensión emocional dañina.

El artículo tiene cálculos y estimaciones, pero no hay hechos que demuestren la mala



intención de Rosatom y la presión política. A falta de hechos, el pensamiento del artículo vacila entre “Rosatom es peligrosa” y “la dependencia de Rosatom es exagerada” centrado en “es posible deshacerse de Rosatom, pero llevará mucho tiempo”.

Por nuestra parte agregamos que también costará dinero. El hecho de que las entregas y, en general, la cooperación con Rosatom sean beneficiosas principalmente por razones comerciales y tecnológicas, se evidencia en los comentarios de los clientes de Rosatom. Aquí hay un ejemplo reciente: Janne Wallenius, Profesor del Instituto Real de Tecnología de Suecia y Director de Blykalla, que está desarrollando un pequeño reactor refrigerado por plomo, dijo en la radio Ekot que la cooperación con Rosatom en la prueba de materiales estructurales para el reactor se ha congelado. Una alternativa a las pruebas en Rusia son las pruebas en un reactor de investigación en Bélgica, pero llevará más tiempo y será tres veces más caro. Sin embargo, los científicos nucleares suecos no planean rechazar la cooperación con Rusia. **“Estamos esperando el final de la guerra”**, dijo el científico sueco.



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

Hay que reconocer objetivamente que sólo hay unos pocos países en el mundo con tecnologías desarrolladas en energía nuclear. Si otro país tiene la intención de desarrollar esta forma de generación limpia y confiable que estimula el desarrollo de la economía, puede hacerlo por su cuenta o comprar tecnología prefabricada. Además, incluso el desarrollo independiente implica cooperación. La historia de China y el ejemplo de Suecia anterior muestran que la industria nuclear se desarrolla en colaboración. Si rechaza a un proveedor, no obtiene independencia, simplemente se vuelve dependiente de otro proveedor, a menudo en su propio detrimento. Cómo funciona esto se puede ver en el ejemplo del gas: habiendo abandonado el gas ruso, los países europeos se vieron obligados

a comprar GNL estadounidense más caro, lo que exacerbó su dependencia política y militar de los Estados Unidos para la energía.

Y finalmente, el artículo de Nature muestra claramente que varios de países de diferentes continentes, con diferentes niveles de desarrollo tecnológico, estructura política y cultura, están cooperando con Rosatom. Estos países acordaron asociarse con Rosatom en diferentes momentos y continúan negociando hasta ahora. Nosotros informamos a nuestros lectores sobre estos acuerdos de manera regular. Y estos son los hechos más convincentes que demuestran que la cooperación con Rosatom es una elección consciente y libre. <sup>NL</sup>

[Al inicio de la sección](#)