



## CONTENIDO

[Volver al índice](#)**NOTICIAS DE ROSATOM**

[Rosatom se prepara para ingresar al mercado de las tecnologías de iones de litio](#)

[Primer préstamo sostenible para las centrales nucleares](#)

**TENDENCIAS**

[Seguridad después de Fukushima](#)

**GEOGRAFÍA DE ROSATOM**

[Japón a la sombra de Fukushima](#)



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

# Rosatom se prepara para ingresar al mercado de las tecnologías de iones de litio

La empresa TVEL, perteneciente a Rosatom, está aumentando su presencia en dos segmentos del mercado de las tecnologías de iones de litio a la vez. En marzo la fábrica de electrólisis de Angarsk puso en marcha una planta piloto para la producción del hidróxido de litio, y la empresa RENERA firmó un contrato para la compra del 49% de las acciones de Enertech International, un fabricante coreano de electrodos, celdas de baterías de iones de litio y sistemas de almacenamiento de energía.

## Materia prima para las baterías

En la fábrica química de electrólisis de Angarsk (AEKhK), perteneciente a TVEL, se puso en marcha una planta piloto para la producción de hidróxido de litio para baterías. Este material se utiliza en la fabricación de fuentes de energía química, es decir, pilas y baterías de iones de litio.

Con la planta piloto en marcha se van a pulir y perfeccionar los procesos tecnológicos y se obtendrán prototipos de los productos terminados. A partir de los resultados obtenidos, la AEKhK desarrollará soluciones para la producción a gran escala, que se pondrá en operación en 2024.

De acuerdo con el Objetivo de Desarrollo Sostenible de la ONU, llamado “Consumo y Producción Responsables”, el proceso no generará residuos y consumirá menos energía. La tecnología clásica implica el tratamiento de materias primas de litio con hidróxido



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

### MÁS INFORMACIÓN

La compañía de combustibles nucleares TVEL de Rosatom es un holding de empresas que incluye empresas de fabricación de combustible nuclear, conversión y enriquecimiento de uranio, producción de centrifugadoras de gas, así como las organizaciones de investigación y desarrollo. TVEL suministra combustible a un total de 75 reactores de potencia en 15 países, reactores de investigación en 9 países del mundo, así como reactores de transporte para la flota nuclear de Rusia.

de calcio. Como resultado de este proceso, por cada tonelada de producto terminado se produce una tonelada de residuos, que es el carbonato de calcio, al cual el litio se transfiere parcialmente. La fábrica AEKhK utiliza una tecnología avanzada que no requiere nada más que la materia prima de litio y el agua.

La nueva producción estará orientada a la exportación. Se prevé que las ventas comenzarán este año. Los fabricantes de componentes para las celdas comprarán el hidróxido de litio. **“La producción del hidróxido de litio en las plantas de AEKhK permitirá a TVEL fortalecer su posición en el mercado mundial de litio que, según las previsiones para la próxima década, duplicará su tasa de crecimiento”**, señaló Mikhail Metelkin, director de negocios de la Unidad de Química Especial de TVEL JSC.

### Celdas para el futuro

TVEL ya tiene una planta de ensamblaje para las unidades de almacenamiento en la empresa “Tsentrotech” de Novouralsk,

pero los componentes para la fabricación de las celdas de iones de litio por ahora son importados. El objetivo que tiene la empresa RENERA (la empresa integradora de sistemas de acumulación, parte de TVEL) con Eneritech es construir y poner en marcha en 2024 una planta para la producción de las celdas de iones de litio en Rusia. La capacidad anual de la primera etapa será de 0,6 GWh, y para el 2030 o un poco más tarde, la planta aumentará su capacidad anual a 2 GWh.

Las celdas de batería son de diferentes tipos. La mayoría de las veces son cilíndricas, parecidas a las pilas “AA” comunes y, con menos frecuencia, son prismáticas, en una caja de plástico duro o aluminio. También hay de forma “pouch” que es un prisma plano delgado, encerrado en una caja de aluminio suave. Dentro del cuerpo hay un electrolito, cátodo y láminas de ánodo, con un separador entre ellos. Para montar un dispositivo de almacenamiento de la potencia requerida, las células se agrupan en módulos en serie o en paralelo y se conectan a un sistema de control común. Luego, los módulos obtenidos se

### MÁS INFORMACIÓN

La cantidad de electricidad que el variador almacena y luego proporciona se mide en Wt/h y en unidades derivadas. La capacidad de almacenamiento se mide en A/h Ah: esta es la fuerza de la corriente de carga que la batería puede recibir o dar a un cierto voltaje durante un período de tiempo. La fórmula para convertir la capacidad en electricidad es:  $E = U Q$ , donde E es la energía (Wt/h), U es el voltaje (V) y Q es la carga eléctrica (A/h).



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

insertan en la carcasa común, se conectan los controladores, el sistema de control térmico, y se configura el software (BMS). De este modo el sistema de almacenamiento de energía está listo.

El departamento de prensa de TVEL explicó que el desarrollo y la introducción en la producción masiva de la tecnología para la fabricación de las celdas de baterías de iones de litio lleva años. Dado que el mercado está creciendo rápidamente, comprar una empresa con esta tecnología ya implementada es la opción de negocio más rentable.

RENERA planea vender celdas, módulos y sistemas de almacenamiento de energía. El objetivo de la empresa es estructurar la cartera de pedidos de tal manera que el volumen principal recaiga en los dos últimos productos que son los mercados de ventas, tanto nacional (incluido el mercado industrial interno) como el mercado global.

Enertech que tiene una cartera de clientes en todo el mundo, ayudará a RENERA a ingresar a los mercados extranjeros. **“La fusión con un socio tecnológico es una etapa estratégicamente importante para el desarrollo de los negocios de Rosatom en el segmento de almacenamiento de energía. Esto permitirá aumentar las capacidades de producción, mejorar significativamente nuestras competencias y desarrollos en el campo de las baterías de iones de litio, así como el acceso abierto a los mercados extranjeros”**, confirmó Natalia Nikipelova.

Las unidades de almacenamiento se utilizan en dos segmentos clave: el sector del transporte ecológicamente limpio (automóviles eléctricos y autobuses eléctricos) y la industria de la energía eléctrica, donde los dispositivos de almacenamiento se utilizan



como fuentes de respaldo de electricidad, en sistemas de gestión de la demanda, en centros de datos, instalaciones alimentadas por fuentes de energía renovables, en la infraestructura de red de organizaciones de distribución de energía y otros.

**“Gracias a la participación accionaria en la empresa Enertech, construiremos en Rusia una cadena de producción completa desde celdas de iones de litio hasta dispositivos de almacenamiento terminados para ingresar a los mercados extranjeros con productos de clase mundial. Estoy seguro que la planta también se convertirá en un estímulo para el desarrollo de la producción de transporte eléctrico local”**, señaló el director general de RENERA LLC, Emin Askerov.

El mercado mundial de dispositivos de almacenamiento es extremadamente prometedor y se espera su crecimiento a ritmos gigantescos. El volumen de la capacidad instalada para la producción de dispositivos de almacenamiento, según Bloomberg, en 2020, alcanzó los 540 GWh. La demanda para 2020 según Bloomberg fue de 126,6 GWh, para el 2025 puede llegar a 682,7 GWh, y para el año 2030 a 2 TWh.



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

## Primer préstamo sostenible para centrales nucleares.

Marzo fue un mes de grandes noticias para el proyecto de la central nuclear Akkuyu de Turquía. El banco Sovcombank de Rusia otorgó dos préstamos “sostenibles” para cubrir los gastos de la construcción de la central. La central nuclear recibió un préstamo “sostenible” en forma directa por primera vez en el mundo. El 10 de marzo se vertió el primer hormigón en la unidad N° 3 de la central.

Los dos préstamos de Sovcombank se emitieron por montos de hasta 200 millones de dólares y hasta 100 millones de dólares respectivamente. El Banco se los otorgó a AKKUYU NUCLEAR JSC para el financiamiento y/o refinanciamiento de los gastos de la construcción de la central nuclear, compra de equipos, obras de

montaje e instalación, etc. Ambos préstamos se utilizarán al mismo tiempo y el plazo total de los mismos es de siete años. El préstamo “sostenible” significa que la tasa real dependerá del cumplimiento por parte del prestatario, o sea, la empresa JSC “AKKUYU NUCLEAR”, de las obligaciones para el desarrollo sostenible.

AKKUYU NUCLEAR JSC se comprometió a cumplir con los estándares establecidos sobre las emisiones a los medios acuáticos y a la atmósfera, monitorear el estado de la flora y fauna de los terrenos y los estanques de agua, y enviar anualmente al banco los informes sobre el monitoreo y el cumplimiento de las obligaciones de preservación del medio ambiente. Siempre que la empresa cumpla con sus obligaciones de la “sostenibilidad”, la tasa de interés del préstamo se reduce hasta el valor especificado en el contrato hasta el próximo control.

**“Podemos hablar con confianza sobre la viabilidad económica y las ventajas del financiamiento sostenible”**, comenta Ilya Rebrov, director general adjunto de Economía y Finanzas de Rosatom.

**“Junto con nuestros socios turcos trabajamos para hacer que el proyecto Akkuyu se convierta en un proyecto ejemplar de la industria nuclear en el campo de desarrollo sostenible”**, dice Anton Dedusenko, vicepresidente del Consejo de Administración, director ejecutivo de Desarrollo Sostenible y Relaciones con los Accionistas de AKKUYU NUCLEAR JSC.

El inicio de los trabajos del primer hormigonado en la tercera unidad de potencia de la central “Akkuyu” contó con la presencia de los presidentes de Rusia y Turquía, Vladimir Putin y Recep



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

Erdogan. La ceremonia se llevó a cabo por videoconferencia. **“Los esfuerzos coordinados de los especialistas, ingenieros y trabajadores nucleares de Rusia y Turquía nos permiten cumplir con los plazos establecidos para la construcción de la planta nuclear de acuerdo con el cronograma acordado. Al mismo tiempo, se resuelven con éxito todas las cuestiones tecnológicas de diseño y montaje más complejas”**, dijo el presidente de Rusia, Vladimir Putin.

El director general de Rosatom Alexey Likhachev, señaló que la central nuclear Akkuyu es única y explicó por qué: **“Primero, Akkuyu es la obra nuclear más grande del mundo equipada con las unidades VVER, en la cual se están construyendo en simultáneo las tres unidades de alta potencia con reactores VVER. Segundo, es la única instalación nuclear en el mundo que se construye de acuerdo con el modelo “BOO” (build-own-operate). Y por último, Akkuyu es el único proyecto de central nuclear del mundo dirigido por una mujer, Anastasia Zoteeva”**, explicó.

El ministro de Energía y Recursos Naturales de Turquía, Fatih Dönmez, recordó la importancia de la planta de energía nuclear para el país: **“La central nuclear proporcionará el 10% de las necesidades de energía eléctrica de Turquía. También es la contribución más importante a la preservación del medio ambiente ya que las centrales nucleares son una fuente de electricidad ininterrumpida y respetuosa con la naturaleza. El proyecto impulsará el desarrollo de la industria, la economía y el empleo de nuestro país”**.

El 13 de noviembre de 2020, la Agencia Reguladora Nuclear de Turquía (NDK) emitió



### Referencia

La central nuclear Akkuyu se está construyendo en la costa sur de Turquía, en la provincia de Mersin. La central tendrá cuatro unidades de potencia equipadas con reactores VVER-1200 con una capacidad total de 4800 MWt. La planta se está construyendo en el marco del acuerdo “Sobre la Cooperación en la Construcción y la Operación de la central nuclear en el sitio de Akkuyu de la República de Turquía” firmado el 12 de mayo del 2010. En diciembre de 2010 en Ankara se estableció la empresa AKKUYU NUCLEAR JSC.

la licencia para la construcción de la tercera unidad de potencia a la empresa AKKUYU NUCLEAR JSC. Se realizaron los trabajos preparatorios del sitio para el hormigonado, tales como la bajada del agua, excavación del pozo, preparación de la plataforma para el hormigón y la impermeabilización, el refuerzo de los cimientos y se instalaron las piezas empotradas. En total, se colocarán cerca de 17 mil m<sup>3</sup> de mezcla de concreto en la losa de cimentación. La base es protegida de las precipitaciones atmosféricas con un



## NOTICIAS ROSATOM

[Volver al índice](#)

techo (estructura tecnológica) especial. El proceso del hormigonado se controla por especialistas de cuatro organizaciones: la planta de hormigón, AKKUYU NUCLEAR JSC, la empresa “Titan 2 Ic İctaş İnşaat Anonim Şirketi”, contratista principal de la obra, y un controlador independiente, la empresa francesa Assystem.

AKKUYU NUCLEAR JSC ya está realizando los trabajos de construcción y preparación en las cuatro unidades de potencia de la central.

En el edificio del reactor de la primera unidad de potencia se instaló el dispositivo de localización de fusión (trampa de fusión), la protección seca del reactor y siguen los trabajos del hormigonado de los muros de las estructuras de contención interna, los muros del contorno y los muros internos del cerramiento, y continúa el montaje de ampliación y preparación para la instalación del tercer nivel de contención interna. El siguiente paso será el trabajo de montaje del recipiente a presión del reactor.

En la segunda unidad de la central ya se completó el hormigonado del techo del pasillo circular, se instaló la “trampa de fusión” en la posición de diseño, se montó el primer nivel de contención interna y se están erigiendo los muros circulares del edificio del reactor. El próximo evento clave durante el 2021 será la instalación de la armadura de soporte en la posición de diseño.

La documentación para la solicitud de licencia para la construcción de la unidad № 4 fue transferida al regulador (NDK) en mayo del 2020 y se encuentra en proceso de revisión. Se está preparando el sitio de la unidad de potencia para la ubicación del pozo.

Los participantes del proyecto se esfuerzan por completar la construcción de la primera unidad de la central nuclear Akkuyu en 2023. [NL](#)

[Al inicio de la sección](#)



## GEOGRAFÍA DE ROSATOM

[Volver al índice](#)

## Japón a la sombra de Fukushima

Diez años después del accidente en la planta de energía nuclear de Fukushima Daiichi en Japón la energía nuclear sigue siendo observada con cautela, pero ya está claro que sin la energía nuclear será difícil lograr los objetivos de descarbonización y asegurar el crecimiento industrial. Por su parte, Rosatom ayuda al país a deshacerse de las consecuencias del accidente y desarrollar la energía del hidrógeno.

### Quién necesita energía nuclear en Japón

Según los datos de PRIS del OIEA a mes de marzo de 2021 en Japón se encuentran en operación 33 centrales nucleares. Sin

embargo, solo funcionan nueve unidades de potencia en cinco plantas nucleares: Oi y Takahama (Compañía de energía eléctrica de Kansai), Genkai y Sendai (Compañía de energía eléctrica de Kyūshū) e Ikata (Compañía de energía eléctrica de Shikoku). A modo de comparación, antes del accidente de Fukushima, en el país operaban 54 unidades de potencia, generando alrededor del 30% de la electricidad del país. En 2019 (aún no hay datos más recientes), la energía nuclear representó solo el 7,5% de la generación de electricidad. El portal nippon.com señala que las unidades que han recibido permiso para reanudar su funcionamiento se crean utilizando tecnología PWR (reactores de agua a presión). Las unidades construidas con la tecnología BWR (Boiling Water Reactor), que incluyen las unidades de Fukushima Daiichi, aún no se pusieron en marcha.

En Japón la actitud social hacia la energía nuclear es compleja. Según una encuesta



## GEOGRAFÍA DE ROSATOM

[Volver al índice](#)

realizada por el canal de televisión NHK en noviembre-diciembre del año pasado, el 50% de los 4.800 encuestados cree que debería reducirse el número de las centrales nucleares en el país. Otro 17% está seguro de que todas las centrales nucleares deberían cerrarse. Y solo el 3% cree que su número debería crecer y el 29% cree que es necesario mantener el statu quo.

La mayoría de los encuestados (85%) están preocupados por la posibilidad de nuevos accidentes en las centrales nucleares que podrían afectar a los residentes de las áreas circundantes. Solo el 14% no están preocupados o consideran que tal evento es poco realista. El 82% de los encuestados cree que el proceso de desmantelamiento de la central nuclear de Fukushima Daiichi “no va bien” o “algo no va bien”.

Es curioso que el 75% de los encuestados hayan señalado que la imagen del accidente para ellos en su conjunto es “poco clara” o “poco clara en general”.

Por otro lado, Japón se ha comprometido a reducir las emisiones en un 26% para 2030 y completar la descarbonización para 2050. Para lograr estos indicadores es necesario

reactivar de 27 a 30 reactores, señala Bloomberg, citando a Masakazu Toyoda, CEO y presidente de la junta del Instituto de Economía Energética de Japón.

Los representantes de la comunidad atómica japonesa están seguros de ello. **“Para lograr la descarbonización completa y aumentar la autosuficiencia energética, Japón necesita reactivar el funcionamiento de los reactores parados lo antes posible, reemplazar las plantas de energía nuclear obsoletas y construir otras nuevas”**, dijo Takashi Imai, presidente de la junta directiva del Foro de la Industria Atómica de Japón en su discurso de Año Nuevo.

Eiji Hashimoto, presidente de la Federación Japonesa de Hierro y Acero, también pidió al gobierno que se reinicien las plantas nucleares en un discurso de fin de año para apoyar a los metalúrgicos japoneses, según señaló world-nuclear-news.org.

**“Además, dado que será difícil lograr la descarbonización completa para 2050 sin energía nuclear, debemos iniciar una discusión seria sobre el uso de la energía nuclear para obtener el apoyo de la gente”**, señala el comunicado de la organización que se ocupa de la futura transformación energética del país.

El gobierno actual ha confirmado su objetivo de aumentar la participación de la energía nuclear hasta 20–22% para 2030, pero hasta ahora el ritmo de la conexión de nuevos reactores sigue siendo bajo.

A fines del 2020 el gobierno actual presentó su programa “Estrategia de Crecimiento Ambiental con la Descarbonización para 2050”. Los parámetros existentes son los siguientes: en 2050 la proporción de fuentes



## GEOGRAFÍA DE ROSATOM

[Volver al índice](#)

de energía renovable de varios tipos será de 50–60%, 10% de hidrógeno y amoníaco y 30–40% de generación térmica y nuclear. Ahora se están realizando cambios en el programa. **“Quizás a finales de este año se formalizarán como una nueva “Estrategia”. Si no aparecen otras cifras, vamos a poder decir que la proporción de la generación nuclear en Japón estará en el nivel del 20–22%”**, supuso Sergey Demin, director de la oficina de Red Rusatom Internacional en Japón.

### Rosatom ofrece seguridad

Actualmente la actividad principal de la cooperación entre Japón y Rosatom es llevar

la central nuclear de Fukushima Daiichi a un estado seguro.

Los especialistas de Rosatom han desarrollado una tecnología para crear un pequeño detector de neutrones. El dispositivo es necesario para identificar y recuperar fragmentos de conjuntos combustibles y daños en las estructuras internas.

En enero de 2018, un consorcio de varias empresas Rosatom ganó una licitación para estudiar los cambios en las propiedades del corium durante el envejecimiento. El proyecto finalizó en 2019 y continuó con uno nuevo. Como parte del segundo estudio, que ya se encuentra en su etapa final, los científicos presentaron un pronóstico integral

### Discusiones sobre los residuos

Una de las causas de la compleja opinión sobre la energía nuclear en Japón es la cuestión relacionada con la eliminación de los desechos radiactivos.

A principios de marzo, Junichiro Koizumi, quien fue primer ministro de Japón del 2001 al 2006 y Naoto Kan, el presidente que gobernó del 2010 al 2011 (incluso quien estuvo al momento del accidente) dieron una conferencia de prensa conjunta. **“Es destacable que ambos pertenecen a diferentes sectores políticos y ambos apoyaron la energía nuclear cuando fueron primeros ministros. Pero ahora ambos se han manifestado totalmente en contra de la energía nuclear, y han explicado su posición con el hecho de que no hay lugar en Japón para la disposición final de desechos radiactivos debido a los riesgos sísmicos”**, señaló Sergey Demin.

Se sabe que el gobierno japonés está llevando a cabo unas negociaciones cerradas sobre el

almacenamiento de los desechos nucleares en el extranjero. Hace varios años los medios de comunicación locales publicaron algunas notas sobre las negociaciones con Mongolia. Hace aproximadamente un mes, hubo informes de negociaciones similares con Canadá. Se puede suponer de esta manera que Japón analiza como la mejor opción el almacenamiento de los desechos radiactivos en otro país.

En Japón mismo, en dos pueblos de la isla de Hokkaido, Suzu y Kamoenai, se llevan a cabo los debates sobre la posibilidad del almacenamiento de los desechos radiactivos allí. Por un lado, incluso la exploración geológica aportará hasta 2 mil millones de yenes al presupuesto local, luego las investigaciones de los campos hasta 7 mil millones. Para comparar, los ingresos fiscales regionales en Suzu en 2019 ascendieron a 244,2 millones de yenes. Por otro lado, está la radiofobia de los habitantes locales.



## GEOGRAFÍA DE ROSATOM

[Volver al índice](#)

de los cambios en las propiedades del corium durante el envejecimiento al momento de su extracción, transporte y almacenamiento.

Otro consorcio está completando un proyecto para estudiar y crear un sistema de recolección de polvo generado durante la fragmentación de los restos de combustible nuclear fundido en las unidades accidentadas de la central nuclear Fukushima-Daiichi.

Además, actualmente la empresa TENEX está analizando con TEPCO formas de cooperación en los procesos de descarga de zeolitas radiactivas que se han utilizado para limpiar el agua que enfriaba a los reactores dañados.

La segunda área de cooperación es la energía del hidrógeno. La compañía JSC Rusatom Overseas y la Agencia de Recursos Naturales y Energía del Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón están desarrollando un estudio de viabilidad para un proyecto piloto de la exportación de hidrógeno de Rusia a Japón.

La actividad más reciente es la cooperación en el uso de las capacidades de la Ruta del Mar del Norte. Está prevista la organización del primer gran seminario para las empresas japonesas en Tokio, en el cual los representantes de la Corporación Estatal

### Más información

Rusatom Overseas pertenece a Rosatom y es la empresa responsable de promover las propuestas integradas de construcción de centrales nucleares y Centros de Ciencia y Tecnología Nucleares (CNST) en los mercados del exterior. Rusatom Overseas amplía la red de las relaciones internacionales, actúa como enlace entre los países clientes y las empresas de la Corporación Estatal Rosatom.

Rosatom hablarán sobre las ventajas de la Ruta del Mar del Norte. El seminario se llevará a cabo en un formato híbrido y reunirá a los participantes de Moscú y Tokio.

**“Para Rosatom hay un enorme campo de trabajo asociado con la etapa final del ciclo del combustible nuclear, incluidos el desmantelamiento y la eliminación de las consecuencias del accidente de Fukushima. Además, los proyectos de energía de hidrógeno y el uso de las capacidades de la Ruta del Mar del Norte pueden dar un nuevo impulso a las relaciones en el sector nuclear”, concluyó Sergey Demin. [N](#)**

[Al inicio de la sección](#)



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

## Seguridad después de Fukushima

**En los diez años que han pasado desde el accidente de Fukushima, la energía nuclear ha cambiado haciéndose más confiable, segura y tecnológicamente avanzada. Los cambios se realizaron en diferentes niveles desde las recomendaciones del OIEA hasta las prácticas de Rosatom.**

### Excursión histórica

El 11 de marzo de 2011 un fuerte terremoto golpeó a Japón que provocó un tsunami poderoso. La ola golpeó la costa este de Japón causando destrucción y pérdida de

vidas humanas. El tsunami también provocó un grave accidente en la central nuclear de Fukushima Daiichi, perteneciente a la compañía Tokyo Electric Power Company (TEPCO).

El terremoto destruyó redes eléctricas que alimentaban la central y el agua inundó el sótano de la planta donde se ubicaban los generadores diésel del sistema de respaldo de suministro de energía y las baterías. El agua dañó los dispositivos de distribución de los generadores de respaldo y como consecuencia, la primera unidad de potencia de la central se desactivó por completo, los sistemas de enfriamiento del reactor dejaron de funcionar. El combustible se sobrecalentó y se derritió debido a la reacción vapor-circonio, y el hidrógeno explotó en la primera, tercera y luego en la cuarta unidad, que en ese momento se encontraba



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

en la etapa del recambio del combustible. La explosión en la cuarta unidad fue provocada por el hidrógeno que llegó por la ventilación desde la tercera unidad de potencia.

Dos empleados de la planta se ahogaron cuando el tsunami azotó el edificio de las turbinas de la cuarta unidad, pero el accidente en sí no causó víctimas. **“El análisis posterior al accidente confirmó que la radiación del mismo no tuvo un impacto directo en la salud de las personas. Sin embargo, la salud y el bienestar de más de 150.000 personas que viven en las áreas circundantes se vieron afectados en diversos grados (incluidas algunas muertes prematuras) como resultado de la evacuación de la zona debido al tsunami y el accidente nuclear, la falta de acceso a la atención médica y/o medicamentos, problemas relacionados con el estrés y otras razones”**,— concluyeron los expertos de la Agencia de Energía Nuclear en el informe “Diez años después del accidente de la central nuclear de Fukushima: estado, lecciones y problemas”.

Las consecuencias del accidente resultaron ser dramáticas para la industria de la energía nuclear en todo el mundo. Los gobiernos de Alemania, Bélgica y Suiza se pronunciaron a favor de su abandono. La creciente desconfianza en la energía nucleoeléctrica se superpuso a las dificultades económicas provocadas por la crisis financiera mundial de 2008, lo que dificultó la búsqueda de financiación para nuevos proyectos.

Para aumentar la confiabilidad de las centrales nucleares y prepararlas para las situaciones de emergencia, así como aumentar la confianza en las plantas atómicas, el OIEA, los reguladores nacionales y los participantes del sector han preparado



una documentación sobre la base del cual las plantas nucleares se construyen, operan y se desmantelan, teniendo en cuenta la experiencia del accidente de Fukushima.

### Modificaciones en los documentos del OIEA

El OIEA denomina a sus documentos Normas de Seguridad del OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente. De hecho, los mismos contienen requisitos de seguridad específicos. Según el Estatuto del OIEA las normas de seguridad son vinculantes para el propio OIEA y se aplican a su propia actividad.

“Los requisitos contenidos en las “Normas” del OIEA se vuelven obligatorios si los reguladores de los estados miembros del Organismo deciden independientemente cumplir con las mismas o realizar los cambios correspondientes en sus reglamentos nacionales. Las organizaciones que participan en el diseño, construcción y operación de las instalaciones nucleares también pueden guiarse por las normas de seguridad del OIEA. Esto también se aplica a los “requisitos posteriores a Fukushima”, explicó Andrey Kuchumov, primer director general adjunto y director de política técnica de JSC Atomenergoproekt.



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

Después del accidente de la central nuclear de Fukushima, el OIEA elaboró el Plan de acción del OIEA sobre la seguridad nuclear (IAEA Action Plan on Nuclear Safety), que fue aprobado por la Junta de las autoridades del OIEA y aprobado por la Conferencia General del OIEA en septiembre del 2011. Este plan definió un programa de acción para fortalecer el marco global de la seguridad nuclear, tomando en cuenta las lecciones aprendidas después del accidente en la central nuclear de Fukushima.

En particular, el plan contenía la siguiente cláusula: "Revisar y fortalecer las normas de seguridad del OIEA y mejorar su aplicación". En virtud de esta cláusula, la Comisión de Normas de Seguridad y la Secretaría del OIEA deben revisar y, de ser necesario, realizar una revisión adicional de las normas de seguridad del OIEA en orden de prioridad. Se pidió a los estados miembros de la Agencia que utilizaran las normas de seguridad del OIEA de la manera más amplia y eficiente posible.

El OIEA comenzó a revisar las normas contenidas en las publicaciones de la categoría "Requerimientos de seguridad" de la serie "Normas de seguridad" (IAEA Safety Standards) en 2011. **"Se revisaron las disposiciones relacionadas con la estructura regulatoria, preparación y respuesta ante situaciones de emergencia y seguridad nuclear. Además, la atención se centró en las cuestiones de ingeniería: selección y evaluación del sitio, evaluación de peligros naturales extremos, incluidos sus impactos combinados, gestión de accidentes graves, desconexión de la planta de la energía eléctrica, el corte del sistema de eliminación del calor, acumulación de gases explosivos, comportamiento del combustible nuclear y almacenamiento**

### Cambios en los documentos del OIEA

- 1. "Marco estatal, legal y reglamentario para la garantía de la seguridad"** (Normas de Seguridad del OIEA No. GSR Parte 1, 2010). Los cambios se refieren a las siguientes áreas:
  - independencia del organismo regulador;
  - principal responsabilidad por la garantía de la seguridad;
  - preparación y respuesta ante emergencias;
  - obligaciones internacionales y medidas de cooperación internacional;
  - interacción entre el organismo regulador y las partes que poseen la autorización oficial;
  - revisión y evaluación de información relevante para la seguridad;
  - comunicación y consulta con las partes interesadas.
- 2. "Evaluación de la seguridad de las instalaciones y actividades (GSR Parte 4, 2009)".** Los cambios en GSR Parte 4 se refieren a las siguientes áreas principales:
  - margen de seguridad para resistir eventos externos;
  - margen de seguridad suficiente para evitar efectos de umbral;
  - evaluación de la seguridad de varias instalaciones o actividades en el mismo sitio;
  - evaluación de la seguridad en caso de compartir recursos en la instalación;
  - factor humano en condiciones de emergencia.

**seguro del combustible nuclear gastado", —** comentó Andrey Kuchumov.

En octubre de 2012 se tomó la decisión de revisar y enmendar cinco publicaciones



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

### Cambios en los documentos del OIEA

- 3. “Seguridad de las centrales nucleares: diseño” (SSR-2/1, 2012).** Los cambios en SSR-2/1 se relacionan con las siguientes áreas principales:
- prevención de accidentes graves mediante el fortalecimiento de la base \ de diseño de la planta;
  - prevención de las consecuencias radiológicas inaceptables de accidentes graves para la población y el medio ambiente;
  - Mitigación de las consecuencias de un accidente severo para evitar o minimizar la contaminación radiactiva fuera del sitio.
- 4. “Seguridad de las centrales nucleares: puesta en servicio y operación” (SSR-2/2, 2011).** Los cambios en SSR-2/2 se relacionan con las siguientes áreas principales:
- revisión periódica de seguridad y control de la experiencia operativa;
  - preparación para las emergencias;
  - gestión de accidentes;
  - seguridad contra incendios.
- 5. “Evaluación del sitio para instalaciones nucleares (NS-R-3, 2003).** Los cambios a NS-R-3 se refieren a las siguientes áreas principales:
- posible combinación de eventos;
  - Establecimiento de nivel de riesgos previsto en el diseño para las incertidumbres asociadas;
  - varias instalaciones en un sitio;
  - Monitoreo de peligros y revisión periódica de los peligros específicos del sitio.

(para más detalles, ver “Cambios en los documentos del OIEA”). Durante la preparación de los textos se tuvo en cuenta material adicional, incluidas las conclusiones de las reuniones de los expertos internacionales del OIEA y el material presentado en la segunda reunión extraordinaria de las partes contratantes de la Convención sobre la Seguridad Nuclear, celebrada en agosto del 2012. Además, se tuvieron en cuenta varios informes nacionales y regionales.

En el primer semestre del 2013 las estructuras clave de la agencia revisaron los borradores de los cambios. La secretaría y cuatro comités de normas de seguridad nuclear, radiación, transporte y desechos, respectivamente. Después de la revisión y aceptación de los comentarios de los estados miembros del OIEA en noviembre de 2014 los cambios fueron aprobados.

### Enseñanzas de Fukushima en Europa

Paralelamente al OIEA los reguladores nacionales y regionales cambiaron sus requerimientos. Por ejemplo, el informe de las Autoridades Reguladoras Nucleares de Europa Occidental (WENRA) “Seguridad de nuevos proyectos de centrales nucleares”, publicado en 2013, fueron formulados los requisitos para garantizar la independencia de los niveles de defensa en profundidad entre sí como un elemento clave para lograr los objetivos de la seguridad. Existen tres de ellos.

**“Los diferentes niveles de defensa en profundidad deben ser lo más independientes posible entre sí para que una falla en un nivel no pueda afectar otros niveles de protección contra un accidente, ni traer consecuencias.**



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

**La suficiencia de la independencia lograda debe ser confirmada por los resultados de los análisis de seguridad deterministas y probabilísticos, así como por cálculos de ingeniería. Para cada evento postulado inicial, a partir del segundo nivel de protección, se requiere determinar las estructuras, sistemas y componentes necesarios (SSC), y además, el análisis de seguridad debe demostrar que el SSC asignado a un nivel de protección es suficientemente independiente del SSC de otros niveles de protección.**

**Se debe prestar mayor atención a la automatización, los sistemas auxiliares de la planta del reactor (por ejemplo, los sistemas de suministro de energía y el de enfriamiento), así como otros sistemas continuos. Estos sistemas deben diseñarse de tal manera que no afecten la independencia del SSC el que ellos inicien, mantienen o interactúan”, dice el informe.**

Una de las disposiciones adoptadas después de la fusión del combustible en el núcleo del reactor de la central nuclear de Fukushima implica reducir las consecuencias de la fusión y la radiación del núcleo. En este aspecto, el objetivo para la seguridad de los nuevos reactores es “**reducir el volumen de posibles emisiones al medio ambiente en caso del accidente por fusión del núcleo, así como a largo plazo, siguiendo los siguientes criterios de calidad:**

- **Deben evitarse en la práctica los accidentes con derretimiento del núcleo que provoquen liberaciones tempranas o de gran volumen;**
- **Para los accidentes con derretimiento del núcleo que no podrían evitarse en la práctica, es necesario prever**



**características de diseño de los reactores que requerirán la adopción de ciertas medidas (limitadas en tiempo y lugar) para proteger a la población (sin evacuar a las personas de manera urgente, excepto de las áreas en las inmediaciones de la planta de energía nuclear, construcción de refugios o restricciones a largo plazo sobre el uso de alimentos de localidad en cuestión) y proporcionar tiempo suficiente para la implementación de tales medidas”.**

### Mejoras en Rusia

En Rusia las lecciones del accidente de Fukushima se tuvieron en cuenta en el documento de Rostekhnadzor, Servicio Federal de Supervisión Ambiental, Tecnológica y Nuclear de Rusia, “Disposiciones generales para garantizar la seguridad de las centrales nucleares”.

En particular, apareció una norma en el documento: “**En el diseño de la central nuclear se deben prever los medios técnicos especiales para garantizar la gestión de los accidentes que exceden las cuestiones de diseño**”. Deben realizar funciones de seguridad en caso de falla de los sistemas de operación normal y los sistemas de



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

seguridad que eliminan el calor del reactor y las instalaciones de almacenamiento de combustible nuclear hasta el absorbente final, así como en caso de falla de los sistemas de suministro de energía para el funcionamiento normal, acompañados por las fallas de los sistemas de suministro de energía de respaldo de emergencia. Esto es exactamente lo que sucedió en Fukushima.

El documento estipula específicamente que el diseño de una central nuclear debe prever medidas orientadas a proteger el equipo técnico de los impactos del exterior, así como de los efectos derivados de los accidentes (incluidos los accidentes más allá del diseño). Por ejemplo, los dispositivos móviles almacenados en lugares seguros.

Además, para los accidentes fuera de las características de diseño, se deberían desarrollar medidas organizativas para gestionar dichos accidentes, incluidas las medidas para reducir la exposición del personal de la planta, la población local y el medio ambiente a la radiación.

Otra norma dice es que el diseño debe prever medios técnicos para monitorear el estado de la instalación del reactor y de la central nuclear en caso de accidentes, incluidos los accidentes graves, así como medios para el

### JSC Atomenergoproekt

La actividad principal de la empresa son los estudios de ingeniería, diseño técnico y de ingeniería, dirección de proyectos para la construcción de las centrales termoeléctricas y nucleares, control y supervisión de las obras de construcción y el asesoramiento técnico en estas áreas.

monitoreo posterior al accidente. Los medios de control deberían ser los suficientes para poder gestionar los accidentes.

El documento de Rostekhnadzor también postula que la combinación de funciones de seguridad y funcionamiento normal no debería empeorar la seguridad de la central nuclear y reducir la fiabilidad. Los sistemas de seguridad de una unidad de la central nuclear que tiene varias unidades de potencia deben ser independientes y no relacionarse con ninguna otra unidad de la misma central nuclear.

En Rusia tras el accidente de la central nuclear de Fukushima, todas las centrales nucleares en que se encuentran en funcionamiento, y también las que se encuentran en diseño y construcción se sometieron a “pruebas de estrés” para identificar las posibles vulnerabilidades de las centrales en caso de influencias externas extremas con parámetros superiores a los establecidos en su diseño.

Con el fin de aumentar la resistencia a las fallas del tipo Fukushima (pérdida del último absorbedor y corte total de energía de la planta), después de las pruebas de estrés en centrales nucleares equipadas con reactores VVER-440 y reactores VVER-1000 en los



## TENDENCIAS

[Volver al índice](#)

proyectos se incluyeron los medios técnicos adicionales para gestionar accidentes que no están relacionados con las características de diseño. Se trata de los generadores diésel con refrigeración por aire que suministran electricidad a los equipos de seguimiento y control del accidente, las motobombas para el suministro de agua a la planta del reactor y las piletas de refrigeración.

La sexta unidad de la central nuclear de Novovoronezh se convirtió en la primera unidad de generación 3+ en el mundo que se puso en funcionamiento en 2016. Estas unidades de potencia con reactores VVER-1200 operan con los sistemas de seguridad activa y pasiva más modernos. De esta manera la carcasa de contención del reactor soporta cargas extremas, como terremotos de hasta ocho grados, inundaciones, huracanes y tornados de hasta 56 m/s, e incluso accidentes de aviones.

Para proteger de la acumulación del hidrógeno explosivo, hay un sistema para su eliminación con recombinantes autocatalíticos pasivos. El sistema de rociadores reducirá la presión dentro de la contención y el sistema pasivo de eliminación de calor reducirá la temperatura en el reactor cuando el circuito primario esté despresurizado. Finalmente, la trampa de fusión podrá atrapar combustible fundido y los derrumbes estructurales.

Ahora los reactores VVER-1200 son los proyectos insignia de Rosatom. Ya hay cuatro unidades de este tipo que se encuentran en funcionamiento en Rusia: dos en

cada una de las centrales nucleares de Novovoronezh y Leningrado. En Bielorrusia ya una unidad de potencia se ha conectado a la red y se está trabajando para preparar el lanzamiento de la segunda. Se están construyendo tres unidades de la central nuclear Akkuyu de Turquía, dos unidades en Ruppur en Bangladesh y se está preparando la documentación para Paks, Hanhikivi, Tianwan y Suidapu.

**“El análisis de los resultados de las pruebas de resistencia realizadas para proyectos de las centrales nucleares de la generación 3+ (Novovoronezh II, Kursk II) demostró que los sistemas de seguridad y los medios de gestión de accidentes fuera de las características de diseño que ya existen en los proyectos garantizan la seguridad de centrales nucleares en caso de que ocurran eventos parecidos al de Fukushima”**, aseguró Andrey Kuchumov.

Sin embargo, para garantizar un mayor nivel de seguridad también se consideraron escenarios de accidentes más allá de la base de diseño con probabilidad extremadamente baja. **“Además de las fallas en la central nuclear de Fukushima, postulan una gran fuga de la planta del reactor. Los controles especiales adicionales para tales accidentes incluyen generadores diésel con refrigeración por aire, equipo para un circuito industrial alternativo, una torre de enfriamiento de aire o una bomba de motor (dependiendo del sitio específico de la central nuclear)”**, dijo Andrey Kuchumov. NL

[Al inicio de la sección](#)