



## CONTEÚDO

[Voltar para o índice](#)

---

### ROSATOM NOTÍCIAS

[Rosatom se prepara para entrar no mercado de tecnologias de íon-lítio](#)

[Primeiro empréstimo sustentável para usinas nucleares](#)

### TENDÊNCIAS

[Segurança depois de Fukushima](#)

### GEOGRAFIA DA ROSATOM

[O Japão sob a sombra de Fukushima](#)



## ROSATOM NOTÍCIAS

[Voltar para o índice](#)

## Rosatom se prepara para entrar no mercado de tecnologias de íon-lítio

A TVEL (parte da Rosatom) está aumentando sua presença em dois segmentos do mercado de tecnologias de íon-lítio ao mesmo tempo. Em março, a Usina de Eletrólise de Angarsk lançou uma usina piloto para a produção de hidróxido de lítio, e a RENERA assinou um contrato para a compra de 49% das ações da Enertech International, fabricante coreana de eletrodos, células de bateria de íon-lítio e sistemas de armazenamento de energia.

### Matéria-prima para baterias

Uma usina piloto para a produção de hidróxido de lítio para baterias foi colocada em operação na Usina Química de Eletrólise de Angarsk (AEKhK, parte da TVEL). Este material é utilizado na produção de fontes de energia química, ou seja, células e baterias de íon-lítio.

Com a usina piloto em operação, os modelos tecnológicos serão desenvolvidos, os parâmetros do processo tecnológico serão confirmados e os protótipos de produtos serão obtidos. Com base nos resultados alcançados, a AEKhK desenvolverá soluções para a produção em larga escala, que serão colocadas em operação em 2024.

De acordo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU, chamado “Consumo e Produção Responsáveis”, o processo não gerará



# ROSATOM NOTÍCIAS

[Voltar para o índice](#)

## REFERÊNCIA

A TVEL, Empresa de Combustível Nuclear da Rosatom é uma holding que inclui empresas de fabricação de combustível nuclear, conversão e enriquecimento de urânio, produção de centrífugas a gás, bem como organizações de pesquisa e desenvolvimento. A TVEL fornece combustível a um total de 75 reatores de energia em 15 países, reatores de pesquisa em 9 países do mundo, assim como reatores de transporte para a frota nuclear russa.

resíduos e consumirá menos energia. A tecnologia clássica envolve o tratamento das matérias-primas de lítio com hidróxido de cálcio. Como resultado deste processo, para cada tonelada de produto acabado, é produzida uma tonelada de resíduos, que é carbonato de cálcio, para onde o lítio é parcialmente transferido. A AEKhK utiliza tecnologia avançada que não requer nenhuma matéria-prima além de lítio e água.

A nova produção será voltada para a exportação. As vendas devem começar este ano. Os fabricantes de componentes celulares comprarão hidróxido de lítio. **“A produção de hidróxido de lítio na AEKhK permitirá à TVEL fortalecer sua posição no mercado global de lítio, que, segundo projeções para a próxima década, duplicará sua taxa de crescimento”**, disse Mikhail Metelkin, diretor de negócios da Unidade de Produtos Químicos Especiais da TVEL JSC.

## Células para o futuro

A TVEL já possui uma montadora de unidades de armazenamento na Tsentrotech

em Novouralsk, mas os componentes para a produção de células de íon-lítio ainda são importados por enquanto. O objetivo da RENERA (a empresa integradora de sistemas de armazenamento, parte da TVEL) com a Enertech é construir e colocar em funcionamento uma planta para a produção de células de íon-lítio na Rússia até 2024. A capacidade anual da primeira etapa será de 0,6 GWh, e até 2030 ou um pouco mais tarde, a usina aumentará sua capacidade anual para 2 GWh.

As células de bateria são de diferentes tipos. Na maioria das vezes são cilíndricas, semelhantes às pilhas “AA” comuns, e menos frequentemente são prismáticas, em uma caixa de plástico rígido ou alumínio. Há também um modelo conhecido como “pouch”, um prisma plano fino, fechado em uma caixa de alumínio maleável. Dentro do corpo há um eletrólito, um cátodo e folhas de ânodo, com um separador entre eles. Para montar um dispositivo de armazenamento da energia necessária, as células são agrupadas em módulos em série ou em paralelo e conectadas a um sistema de controle comum.

## REFERÊNCIA

A quantidade de eletricidade que a unidade armazena e depois fornece é medida em Wh e em unidades derivadas. A capacidade de armazenamento é medida em Ah: esta é a intensidade da corrente de carga que a bateria pode receber ou fornecer a uma certa voltagem durante um período de tempo. A fórmula para converter a capacidade em eletricidade é:  $E = U Q$ , onde E é a energia (Wh), U é a voltagem (V) e Q é a carga elétrica (Ah).



## ROSATOM NOTÍCIAS

[Voltar para o índice](#)

Em seguida, os módulos obtidos são inseridos na caixa comum, os controladores e o sistema de controle térmico se conectam, e o software (BMS) é configurado. Assim, o sistema de armazenamento de energia está pronto.

O departamento de imprensa da TVEL explicou que desenvolver e introduzir tecnologia para a fabricação de células de bateria de íon-lítio para produção em massa leva anos. Como o mercado está crescendo rapidamente, comprar uma empresa com esta tecnologia já implementada é a opção de negócio mais lucrativa.

A RENERA planeja vender células, módulos e sistemas de armazenamento de energia. O objetivo da empresa é estruturar a carteira de pedidos de forma que o volume principal recaia sobre os dois últimos produtos que são os mercados de venda, tanto o nacional (incluindo o mercado industrial doméstico) quanto o mercado global.

A Enertech, que tem uma carteira mundial de clientes, ajudará a RENERA a entrar nos mercados estrangeiros. **“A fusão com um parceiro tecnológico é uma etapa estrategicamente importante para o desenvolvimento dos negócios da Rosatom no segmento de armazenamento de energia. Isso permitirá aumentar a capacidade de produção, melhorar significativamente nossas competências e desenvolvimentos no campo das baterias de íon-lítio, assim como o acesso aberto aos mercados estrangeiros”**, confirmou Natalia Nikipelova.

As unidades de armazenamento são utilizadas em dois segmentos-chave: o setor de transporte ambientalmente limpo (carros elétricos e ônibus elétricos) e a indústria de energia elétrica, onde os dispositivos de



armazenamento são usados como fontes de reserva de eletricidade, em sistemas de gestão da demanda, em centros de dados, em instalações alimentadas por fontes renováveis de energia, na infraestrutura de rede de organizações de distribuição de energia e outros.

**“Graças à participação acionária na Enertech, construiremos na Rússia uma cadeia de produção completa de células de íon-lítio a dispositivos de armazenamento acabados para entrar nos mercados estrangeiros com produtos de classe mundial. Estou certo de que a fábrica também se tornará um estímulo para o desenvolvimento da produção local de transporte elétrico”**, disse Emin Askerov, diretor geral da RENERA LLC.

O mercado mundial de dispositivos de armazenamento é extremamente promissor e espera-se que cresça a taxas gigantescas. O volume da capacidade instalada para a produção de dispositivos de armazenamento, segundo a Bloomberg, em 2020, atingiu 540 GWh. A demanda para 2020, de acordo com a Bloomberg, era de 126,6 GWh, em 2025 poderá atingir 682,7 GWh, e em 2030, 2 TWh.



## ROSATOM NOTÍCIAS

[Voltar para o índice](#)

## Primeiro empréstimo sustentável para usinas nucleares

Março foi um mês de grandes novidades para o projeto da usina nuclear de Akkuyu, na Turquia. O banco Sovcombank da Rússia concedeu dois empréstimos “sustentáveis” para cobrir os custos de construção da usina. A usina nuclear recebeu um empréstimo “sustentável” diretamente pela primeira vez no mundo. Em 10 de março, o primeiro concreto foi despejado na unidade nº 3 da usina.

Os empréstimos do Sovcombank foram emitidos em montantes de até US\$200 milhões e até US\$100 milhões, respectivamente. Eles foram concedidos pelo Banco a AKKUYU NUCLEAR JSC para financiamento e/ou refinanciamento das despesas de construção da usina nuclear, compra de equipamentos, trabalhos de

montagem e instalação, etc. Ambos os empréstimos serão utilizados ao mesmo tempo e o prazo total dos empréstimos é de sete anos. O empréstimo “sustentável” significa que a taxa real dependerá do cumprimento por parte do tomador — JSC “AKKUYU NUCLEAR” — das obrigações para o desenvolvimento sustentável.

AKKUYU NUCLEAR JSC se comprometeu a cumprir as normas de emissões para ambientes aquáticos e a atmosfera, monitorar o estado da flora e fauna terrestre e dos corpos d’água, e submeter anualmente ao banco os relatórios de monitoramento e cumprimento das obrigações de preservação ambiental. Desde que a empresa cumpra suas obrigações de “sustentabilidade”, a taxa de juros do empréstimo é reduzida ao valor especificado no contrato até a próxima verificação.

**“Podemos falar com confiança sobre a viabilidade econômica e as vantagens do financiamento sustentável”**, disse Ilya Rebrov, Diretor Geral Adjunto de Economia e Finanças da Rosatom.

**“Junto com nossos parceiros turcos, trabalhamos para que o projeto Akkuyu se torne um “cartão de visita” da indústria nuclear no campo do desenvolvimento sustentável”**, disse Anton Dedusenko, vice-presidente do Conselho de Administração, diretor executivo de Desenvolvimento Sustentável e Relações com Acionistas da AKKUYU NUCLEAR JSC.

Os presidentes da Rússia, Vladimir Putin, e da Turquia, Recep Erdogan, deram início ao lançamento do primeiro concreto na terceira unidade de energia da usina de Akkuyu. A cerimônia foi realizada por videoconferência. **“Os esforços coordenados de especialistas,**



## ROSATOM NOTÍCIAS

[Voltar para o índice](#)

**engenheiros e trabalhadores nucleares russos e turcos nos permitem cumprir os prazos estabelecidos para a construção da usina nuclear de acordo com o cronograma estabelecido. Ao mesmo tempo, todas as questões tecnológicas mais complexas de projeto e montagem são resolvidas com sucesso”, disse Vladimir Putin.**

O diretor geral da Rosatom, Alexey Likhachev, observou que Akkuyu é única e explicou o motivo: **“Primeiro, Akkuyu é a maior usina nuclear do mundo equipada com unidades VVER, onde três unidades de alta potência com reatores VVER estão sendo construídas simultaneamente. Segundo, é a única instalação nuclear do mundo a ser construída de acordo com o modelo “BOO” (build-own-operate). E finalmente, Akkuyu é o único projeto de usina nuclear no mundo liderado por uma mulher, Anastasia Zoteeva”**, explicou.

O Ministro de Energia e Recursos Naturais da Turquia, Fatih Dönmez, lembrou a importância da usina nuclear para o país: **“A usina nuclear fornecerá 10% das necessidades de energia elétrica da Turquia. É também a contribuição mais importante para a preservação do meio ambiente, pois as usinas nucleares são uma fonte de eletricidade ininterrupta e amigável à natureza. O projeto impulsionará o desenvolvimento da indústria, da economia e do emprego de nosso país”**.

Em 13 de novembro de 2020, a Agência Reguladora Nuclear da Turquia (NDK) emitiu a licença para a construção da terceira unidade de energia para a AKKUYU NUCLEAR JSC. Foram realizados os trabalhos de preparação do local para a concretagem, tais como rebaixamento de água, escavação do poço, preparação da plataforma para



### Referência

A usina nuclear de Akkuyu está sendo construída na costa sul da Turquia, na província de Mersin. A usina terá quatro unidades de energia equipadas com reatores VVER-1200 com uma capacidade total de 4800 MW. A usina está sendo construída segundo o “Acordo sobre cooperação na construção e operação da usina nuclear em Akkuyu, na República da Turquia” assinado em 12 de maio de 2010. Em dezembro de 2010, a AKKUYU NUCLEAR JSC foi estabelecida em Ancara. A participação da Rosatom na sociedade anônima é de 99,2%. O custo total do projeto é estimado em cerca de US\$20 bilhões.

o concreto e impermeabilização, reforço das fundações e instalação das peças embutidas. No total, cerca de 17 mil m<sup>3</sup> de mistura de concreto serão colocados sobre a laje de fundação. A base é protegida das precipitações atmosféricas com um teto (estrutura tecnológica) especial. O processo de concretagem é controlado por especialistas de quatro organizações: a fábrica de concreto, a AKKUYU NUCLEAR



## ROSATOM NOTÍCIAS

[Voltar para o índice](#)

JSC, a principal empreiteira de construção — a joint venture “Titan 2 Ic İçtaş İnşaat Anonim Şirketi”, e uma consultora independente, a francesa Assystem.

A AKKUYU NUCLEAR JSC já está realizando os trabalhos de construção e preparação das quatro unidades de energia da usina.

No edifício do reator da unidade no 1, o coletor do núcleo e a proteção a seco do reator foram instalados, e os trabalhos de concretagem das paredes das estruturas internas de contenção, das paredes de contorno estrutural e das paredes das estruturas internas da contenção, e a montagem da extensão e preparação para a instalação do terceiro nível de contenção interna continuam. As obras de instalação do vaso do reator estão em andamento.

Na unidade no 2, foi concluída a concretagem do teto do corredor circular, foi instalado o “coletor de fusão” na posição de projeto, o primeiro nível de contenção interna foi erguido, e as paredes circulares do edifício do reator estão sendo erguidas. O próximo evento chave em 2021 será a instalação da armadura de suporte na posição de projeto.

A documentação para o pedido de licença para a construção da unidade nº 4 foi transferida para o regulador (NDK) em maio de 2020 e está em processo de revisão. O local da unidade de energia está sendo preparado para a localização do poço.

Os participantes do projeto estão se esforçando para completar a construção da primeira unidade da usina nuclear de Akkuyu até 2023. [NL](#)

[Ao início da seção](#)

## GEOGRAFIA DA ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

## O Japão sob a sombra de Fukushima

**Dez anos após o acidente na usina nuclear Fukushima Daiichi, a energia nuclear ainda é vista com restrições no Japão, mas já está claro que sem energia nuclear será difícil atingir as metas de baixo carbono e garantir o crescimento industrial. Por sua vez, a Rosatom está ajudando o país a se livrar das consequências do acidente e a desenvolver a energia do hidrogênio.**

### **Quem precisa de energia nuclear no Japão**

De acordo com os dados PRIS da AIEA de março de 2021, há 33 usinas nucleares em

operação no Japão. Entretanto, apenas nove unidades de energia estão operando em cinco usinas nucleares: Oi e Takahama (Kansai Companhia de Energia Elétrica), Genkai e Sendai (Kyūshū Companhia de Energia Elétrica), e Ikata (Shikoku Companhia de Energia Elétrica). A título de comparação, antes do acidente de Fukushima, 54 unidades de energia estavam em operação, gerando cerca de 30% da eletricidade do país. Em 2019 (não há dados mais recentes), a energia nuclear representava apenas 7,5% da geração de eletricidade. O portal nippon.com aponta que as unidades que receberam permissão para retomar a operação são criadas usando a tecnologia PWR (reator de água pressurizada). As unidades construídas com tecnologia BWR (reator de água fervente), que incluem as unidades de Fukushima Daiichi, ainda não começaram a funcionar.

No Japão, a opinião sobre a energia nuclear é controversa. De acordo com uma pesquisa realizada pelo canal de televisão NHK em

## GEOGRAFIA DA ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

novembro-dezembro do ano passado, 50% dos 4.800 entrevistados acreditam que o número de usinas nucleares no país deve ser reduzido. Outros 17% têm certeza de que todas as usinas nucleares devem ser encerradas. Apenas 3% acreditam que seu número deve crescer e 29% acreditam que é necessário que se mantenha como está.

A maioria dos entrevistados (85%) está preocupada com a possibilidade de novos acidentes em usinas nucleares que possam afetar os moradores das áreas vizinhas. Apenas 14% não estão preocupados ou consideram tal evento distante da realidade. 82% dos entrevistados acreditam que o processo de desativação da usina nuclear de Fukushima Daiichi “não está indo bem” ou “algo não está indo bem”.

É curioso que 75% dos entrevistados tenham indicado que a visão do acidente para eles como um todo é “não é muito clara” ou “no geral não é clara”.

Por outro lado, o Japão se comprometeu a reduzir as emissões em 26% até 2030 e atingir a transição para baixo carbono até 2050. Para alcançar estes indicadores, 27 a 30 reatores precisam ser reativados, diz Bloomberg, citando Masakazu Toyoda, CEO e

presidente do conselho do Instituto Japonês de Economia Energética.

Representantes da comunidade nuclear japonesa estão certos disso. **“Para alcançar a transição completa para baixo carbono e aumentar a autossuficiência energética, o Japão precisa reiniciar a operação de reatores paralisados o mais rápido possível, substituir usinas nucleares obsoletas e construir novas”**, disse Takashi Imai, presidente do conselho de administração do Fórum da Indústria Nuclear do Japão em seu discurso de Ano Novo.

Eiji Hashimoto, presidente da Federação Japonesa de Ferro e Aço, também pediu ao governo que reinicie as usinas nucleares em um discurso de final de ano para apoiar os metalúrgicos japoneses, como observou o portal de notícias nucleares mundiais [world-nuclear-news.org](http://world-nuclear-news.org).

**“Além disso, considerando que será difícil conseguir uma transição completa para baixo carbono até 2050 sem a energia nuclear, devemos iniciar uma discussão séria sobre o uso da energia nuclear para obter o apoio das pessoas”**, sinalizou a declaração da organização para a futura transformação energética do país.

O governo atual confirmou sua meta de aumentar a participação da energia nuclear para 20–22% até 2030, mas até agora o ritmo da conexão de novos reatores continua baixo.

No final de 2020, o atual governo apresentou sua “Estratégia de Crescimento Ambiental com a transição completa para baixo carbono até 2050”. Os parâmetros existentes são os seguintes: até 2050 a participação das fontes de energia renováveis de vários tipos será de 50–60%, 10% de hidrogênio e amônia



## GEOGRAFIA DA ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

e 30–40% de geração térmica e nuclear. Agora estão sendo feitas alterações no programa. **“Talvez até o final deste ano seja formalizada uma nova ‘Estratégia’. Se nenhum outro número aparecer, poderemos dizer que a participação da geração nuclear no Japão ficará no patamar de 20–22%”**, supõe Sergey Demin, diretor do escritório no Japão da Rede Internacional Rusatom.

### A Rosatom oferece segurança

Atualmente, a principal atividade da cooperação entre Japão e Rosatom é levar a usina nuclear de Fukushima Daiichi a um estado seguro.

Os especialistas da Rosatom desenvolveram uma tecnologia para criar um pequeno

detector de nêutrons. O dispositivo é necessário para identificar e recuperar fragmentos de conjuntos de combustível e danos às estruturas internas.

Em janeiro de 2018, um consórcio de várias empresas da Rosatom ganhou uma licitação para estudar as mudanças nas propriedades do cório durante o envelhecimento. O projeto terminou em 2019 e continuou com um novo. Como parte do segundo estudo, que está agora em sua fase final, os cientistas apresentaram uma previsão abrangente das mudanças nas propriedades do cório durante o envelhecimento no momento da extração, transporte e armazenamento.

Outro consórcio está concluindo um projeto para estudar e criar um sistema de coleta da poeira gerada durante a fragmentação dos

### Discussões sobre resíduos

Um dos fatores controversos sobre a energia nuclear no Japão é a questão do descarte de resíduos radioativos.

No início de março, Junichiro Koizumi, que foi primeiro-ministro do Japão de 2001 a 2006, e Naoto Kan, o presidente que chefiou o governo de 2010 a 2011, inclusive na época do acidente, realizaram uma coletiva de imprensa conjunta. **“É notável que ambos pertencem a diferentes espectros políticos e ambos apoiaram a energia nuclear quando eram primeiros-ministros. Mas agora ambos se opõem à energia nuclear como um todo, justificando sua posição com o fato de que não há lugar no Japão para a disposição final de resíduos radioativos devido a riscos sísmicos”**, disse Sergey Demin.

Sabe-se que o governo japonês está conduzindo negociações fechadas sobre

o armazenamento de resíduos nucleares no exterior. Vários anos atrás, a mídia local publicou algumas histórias sobre as negociações com a Mongólia. Há cerca de um mês, houve relatos de negociações semelhantes com o Canadá. Pode-se supor que o Japão está considerando o descarte de resíduos radioativos em outro país como a melhor opção.

No próprio Japão, em duas cidades da ilha de Hokkaido, Suzu e Kamoenai, há um debate sobre a colocação ou não de um depósito de resíduos radioativos. Por um lado, mesmo a exploração geológica trará até 2 bilhões de ienes para o orçamento local. Pesquisas de campo de monitoramento indicam até 7 bilhões. Em comparação, a receita tributária regional em Suzza em 2019 foi de 244,2 milhões de ienes. Por outro lado, há a radiofobia dos residentes locais.



## GEOGRAFIA DA ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

restos de combustível nuclear derretido nas unidades atingidas pelo acidente da usina nuclear de Fukushima-Daiichi.

Além disso, a TENEX está atualmente discutindo com a TEPCO formas de cooperar no processo de descarga de zeólitos radioativos que foram usados para limpar a água que esfriou os reatores danificados.

A segunda área de cooperação é a energia do hidrogênio. A JSC Rusatom Overseas e a Agência de Recursos Naturais e Energia do Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão estão desenvolvendo um estudo de viabilidade para um projeto piloto de exportação de hidrogênio da Rússia para o Japão.

A atividade mais recente é a cooperação no aproveitamento do potencial da Rota do Mar do Norte. Está prevista a organização do primeiro grande seminário para empresas japonesas em Tóquio, onde representantes da estatal abordarão as vantagens da Rota do Mar do Norte. O seminário será realizado em formato híbrido e reunirá participantes de Moscou e Tóquio.

### Referência

A Rusatom Overseas pertence à Rosatom e é responsável pela promoção de propostas integradas para a construção de usinas nucleares e Centros de Ciência e Tecnologia Nuclear (NSTCs) em mercados estrangeiros. A Rusatom Overseas expande a rede de relações internacionais, atuando como um elo de ligação entre os países clientes e as empresas da estatal.

**“Para a Rosatom, há um enorme campo de trabalho associado à fase final do ciclo do combustível nuclear, incluindo o descomissionamento e a eliminação das consequências do acidente de Fukushima. Além disso, os projetos de energia a hidrogênio e aproveitamento do potencial da Rota do Mar do Norte podem dar um novo impulso às relações no setor nuclear”,** concluiu Sergey Demin. 

[Ao início da seção](#)



## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

## Segurança depois de Fukushima

**Nos dez anos que se passaram desde o acidente de Fukushima, a energia nuclear mudou, tornando-se mais confiável, mais segura e tecnologicamente avançada. Foram feitas mudanças em diferentes níveis a partir das recomendações da AIEA às práticas da Rosatom.**

### Contexto histórico

Em 11 de março de 2011, um forte terremoto atingiu o Japão, o que desencadeou um poderoso tsunami. A onda atingiu a costa leste do Japão causando destruição e

mortes. O tsunami também causou um grave acidente na usina nuclear Fukushima Daiichi, de propriedade da Tokyo Electric Power Company (TEPCO).

O terremoto destruiu as redes de energia que alimentavam a usina e a água inundou o porão da usina onde se encontravam os geradores a diesel do sistema de fornecimento de energia de reserva e as baterias. A água danificou o painel elétrico dos geradores de reserva e, como resultado, a primeira unidade de energia da usina ficou completamente sem energia, os sistemas de resfriamento do reator pararam de funcionar. O combustível superaquecido e derretido devido à reação vapor-zircônio, e o hidrogênio explodiu na primeira, terceira e depois na quarta unidade, que, no momento do acidente, estava em reabastecimento. A explosão na quarta unidade foi provocada

## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

pelo hidrogênio vindo da ventilação da terceira unidade de energia.

Dois funcionários da fábrica se afogaram quando o tsunami atingiu o prédio da turbina da quarta unidade, mas o acidente em si não causou vítimas. **“A análise pós-accidente confirmou que a radiação do acidente não teve um impacto direto na saúde das pessoas. Entretanto, a saúde e o bem-estar de mais de 150.000 pessoas que vivem nos arredores foram afetados em graus variados (incluindo algumas mortes prematuras) como resultado da evacuação da área devido ao tsunami e ao acidente nuclear, falta de acesso a assistência médica e/ou medicamentos, problemas relacionados ao estresse e outras razões”**, — concluíram os especialistas da Agência de Energia Nuclear no relatório “Dez anos após o acidente na usina nuclear de Fukushima: situação, lições e problemas”.

As consequências do acidente foram dramáticas para a indústria de energia nuclear em todo o mundo. Os governos da Alemanha, Bélgica e Suíça se manifestaram a favor de abandoná-la. A crescente desconfiança em relação à energia nuclear foi agravada pelas dificuldades econômicas causadas pela crise financeira global de 2008, dificultando a obtenção de financiamento para novos projetos.

Para aumentar a confiabilidade das usinas nucleares e prepará-las para emergências, assim como aumentar a confiança nas usinas nucleares, a AIEA, os reguladores nacionais e os participantes do setor preparam documentação com base na qual as usinas nucleares são construídas, operadas e desativadas, levando em conta a experiência de Fukushima.

### Emendas aos documentos da AIEA

A AIEA intitula seus documentos de Normas de Segurança da AIEA para a Proteção das Pessoas e do Meio Ambiente. Na verdade, eles contêm requisitos específicos de segurança. De acordo com o Estatuto da AIEA, as normas de segurança são obrigatórias para a própria AIEA e se aplicam à sua própria atividade.

**“Os requisitos contidos nas Normas da AIEA tornam-se obrigatórios se as agências reguladoras dos Estados membros da AIEA decidirem independentemente cumpri-las ou fazer as alterações correspondentes em seus regulamentos nacionais. As organizações envolvidas no projeto, construção e operação de instalações nucleares também podem ser orientadas pelas normas de segurança da AIEA. Isto também se aplica aos “requisitos pós-Fukushima”**, explicou Andrey Kuchumov, primeiro diretor geral adjunto e diretor de política técnica da JSC Atomenergoproekt.

Após o acidente na usina nuclear de Fukushima, a AIEA desenvolveu o Plano de Ação da AIEA sobre Segurança Nuclear, que foi endossado pelo Conselho de Governadores da AIEA e aprovado pela Conferência Geral da AIEA em setembro de 2011. Este plano definiu um programa de ação para fortalecer a estrutura global



## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

de segurança nuclear, levando em conta as lições do acidente na usina nuclear de Fukushima.

Em especial, o plano continha a seguinte cláusula: “Rever e fortalecer as normas de segurança da AIEA e melhorar sua aplicação”. Sob esta cláusula, a Comissão de Normas de Segurança e o Secretariado da AIEA devem rever e, se necessário, preparar uma nova revisão das normas de segurança da AIEA em ordem de prioridade. Os Estados membros da Agência foram solicitados a utilizar as normas de segurança da AIEA da maneira mais ampla e eficiente possível.

A AIEA começou a revisar as normas contidas nas publicações da categoria Requisitos de Segurança da série “Normas de Segurança” da IAEA, em 2011. **“As disposições relacionadas à estrutura regulatória, preparação e resposta a emergências e segurança nuclear foram revistas. Além disso, o foco foi em questões de engenharia: seleção e avaliação do local, avaliação de riscos naturais extremos, incluindo seus impactos combinados, gestão de acidentes graves, desenergização da usina, desligamento do sistema de remoção de calor, acúmulo de gases explosivos, comportamento do combustível nuclear e armazenamento seguro do combustível nuclear usado”**, — comentou Andrey Kuchumov.

Em outubro de 2012, foi tomada a decisão de revisar e modificar cinco publicações (para mais detalhes, consulte “Alterações nos documentos da AIEA”). Material adicional foi levado em consideração durante a preparação dos textos, incluindo as conclusões das reuniões de especialistas internacionais da AIEA e material apresentado na Segunda Reunião Extraordinária das Partes Contratantes da Convenção sobre Segurança

### Alterações nos documentos da AIEA

**1. “Marco Estatal, Legal e Regulatório para Garantia de Segurança” (Normas de Segurança da AIEA, GSR Parte 1, 2010).** As alterações estão relacionadas às seguintes áreas:

- independência do órgão regulador;
- responsabilidade primária por garantir a segurança;
- preparação e resposta a emergências;
- obrigações internacionais e medidas de cooperação internacional;
- interação entre o órgão regulador e as partes autorizadas oficialmente;
- revisão e avaliação das informações relevantes para a segurança;
- comunicação e consulta às partes interessadas.

**2. Avaliação de Segurança das Instalações e Atividades (GSR Parte 4, 2009).** As alterações na GSR Parte 4 referem-se às seguintes áreas principais:

- margem de segurança para resistir a eventos externos;
- margem de segurança suficiente para evitar efeitos de limiar;
- avaliação de segurança de várias instalações ou atividades no mesmo local;
- avaliação de segurança em caso de compartilhamento de recursos na instalação;
- fator humano em condições de emergência.

Nuclear, realizada em agosto de 2012. Além disso, vários relatórios nacionais e regionais foram considerados.

No primeiro semestre de 2013, a proposta de alterações foi analisada pelos principais órgãos



# TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

## Alterações nos documentos da AIEA

### 3. “Segurança das usinas nucleares: Projeto” (SSR-2/1, 2012).

As alterações na SSR-2/1 estão relacionadas às seguintes áreas principais:

- prevenção de acidentes graves, por meio do fortalecimento da base do projeto da planta;
- prevenção de consequências radiológicas inaceitáveis de acidentes graves para a população e o meio ambiente;
- mitigação das consequências de um acidente grave para evitar ou minimizar a contaminação radioativa fora do local.

### 4. “Segurança das usinas nucleares: comissionamento e operação” (SSR-2/2, 2011). As alterações na SSR-2/2 estão relacionadas às seguintes áreas principais:

- revisão periódica de segurança e controle da experiência operacional;
- prontidão para emergências;
- gestão de acidentes;
- segurança contra incêndios.

### 5. “Avaliação do local para instalações nucleares” (NS-R-3, 2003).

As alterações na NS-R-3 abordam as seguintes áreas principais:

- combinação possível de eventos;
- estabelecimento do nível de risco previsto no projeto para as incertezas associadas;
- várias instalações em um único local;
- monitoramento de perigos e revisão periódica dos perigos específicos do local.

da agência: o secretariado e quatro comitês de normas de segurança — nuclear, radiação, transporte e resíduos, respectivamente. Após revisão e aceitação dos comentários dos Estados membros da AIEA em novembro de 2014, as alterações foram aprovadas.

## Lições de Fukushima na Europa

Em paralelo à AIEA, os reguladores nacionais e regionais mudaram suas exigências. Por exemplo, o relatório das Autoridades Reguladoras Nucleares da Europa Ocidental (WENRA) “Segurança de Novos Projetos de Usinas Nucleares”, publicado em 2013, formulou requisitos para garantir a independência dos níveis de defesa em profundidade uns dos outros como um elemento-chave para atingir os objetivos de segurança. Há três deles.

**“Os diferentes níveis de defesa em profundidade devem ser os mais independentes uns dos outros quanto possível para que uma falha em um nível não possa afetar outros níveis de proteção contra um acidente, nem trazer consequências.**

**A suficiência da independência alcançada deve ser confirmada pelos resultados das análises determinísticas e probabilísticas de segurança, bem como pelos cálculos de engenharia. Para cada evento inicial postulado, a partir do segundo nível de proteção, estruturas, sistemas e componentes necessários devem ser determinados e a análise de segurança deve demonstrar que as estruturas, sistemas e componentes atribuídos a um nível de proteção são suficientemente independentes das estruturas, sistemas e componentes de outros níveis de proteção.**

## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

**Deve ser dada maior atenção à automação, sistemas auxiliares da usina do reator (por exemplo, sistemas de fornecimento de energia e resfriamento), bem como outros sistemas de ponta a ponta. Esses sistemas devem ser projetados de tal forma que não afetem a independência das estruturas, sistemas e componentes que eles iniciam, mantêm ou com os quais interagem”, diz o relatório.**

Uma das disposições adotadas após o derretimento do combustível no núcleo do reator da usina nuclear de Fukushima envolve a adoção de medidas para reduzir as consequências do derretimento e a radiação do núcleo. Neste aspecto, o objetivo de segurança dos novos reatores é **“reduzir o volume de possíveis liberações para o meio ambiente no caso de um acidente com derretimento do núcleo, bem como a longo prazo, seguindo os critérios de qualidade abaixo”**:

- **Na prática, devem ser evitados acidentes com o derretimento do núcleo que resultem em liberações antecipadas ou em grandes volumes;**
- **Para acidentes com derretimento do núcleo que não puderam ser evitados na prática, é necessário prever características de projeto do reator que exigirão certas medidas (limitadas em tempo e lugar) para proteger a população (sem evacuação de emergência de pessoas, exceto de áreas nas imediações da usina nuclear, construção de abrigos ou restrições de longo prazo para o uso de alimentos do local em questão) e proporcionar tempo suficiente para a implementação de tais medidas”.**



## Melhorias na Rússia

Na Rússia, as lições do acidente de Fukushima foram levadas em conta no documento “Disposições Gerais para Garantir a Segurança das Usinas Nucleares” do Órgão Federal Russo de Supervisão Ambiental, Tecnológica e Nuclear, Rostekhnadzor.

Em particular, uma norma apareceu no documento: **“O projeto da usina nuclear deve prever os meios técnicos especiais para garantir a gestão de acidentes que excedam as questões de projeto.”** Devem desempenhar funções de segurança em caso de falha dos sistemas normais de operação e sistemas de segurança que removem o calor do reator e instalações de armazenamento de combustível nuclear para o absorvedor final, bem como em caso de falha dos sistemas de fornecimento de energia para operação normal, acompanhada de falhas nos sistemas de fornecimento de energia de reserva de emergência. Foi exatamente isso que aconteceu na Fukushima. O documento estipula especificamente que o projeto de uma usina nuclear deve prever medidas para proteger os equipamentos técnicos dos impactos externos, bem como dos efeitos de acidentes (inclusive além dos acidentes de base de projeto). Por exemplo, dispositivos móveis armazenados em locais seguros.



## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

Além disso, para acidentes fora das características de projeto, devem ser desenvolvidas medidas organizacionais para gerenciar tais acidentes, incluindo medidas para reduzir a exposição do pessoal da usina, da população e do meio ambiente à radiação.

Outra norma estabelece que o projeto preveja meios técnicos para monitorar o estado do reator e da usina nuclear em caso de acidentes, incluindo acidentes graves, bem como meios para o monitoramento pós-acidente. Os meios de monitoramento devem ser suficientes para poder administrar os acidentes.

O documento do Rostekhnadzor também postula que a combinação de funções de segurança e operação normal não deve piorar a segurança da usina nuclear e reduzir a confiabilidade. Os sistemas de segurança de uma unidade da usina nuclear que tenha várias unidades devem ser independentes dos sistemas de segurança de outra unidade da mesma usina nuclear.

Na Rússia, após o acidente na usina nuclear de Fukushima, todas as usinas nucleares em operação, bem como aquelas em projeto e construção, foram submetidas a “testes de estresse” para identificar potenciais vulnerabilidades das usinas em

### JSC Atomenergoproekt

A principal atividade da empresa consiste em estudos de engenharia, projeto técnico e de engenharia, gestão de projetos para a construção de usinas termelétricas e nucleares, controle e supervisão de obras e prestação de assessoria técnica nestas áreas.

caso de influências externas extremas com parâmetros superiores aos estabelecidos em seu projeto.

Para aumentar a resiliência às falhas do tipo Fukushima (perda do absorvedor final e queda total de energia da usina), após testes de estresse em usinas nucleares equipadas com reatores VVER-440 e VVER-1000, foram incluídos nos projetos meios técnicos adicionais para o gerenciamento de acidentes não relacionados com as características do projeto. São geradores a diesel refrigerados a ar que fornecem eletricidade ao equipamento de monitoramento e controle de acidentes, motobombas para fornecimento de água à usina do reator e piscinas de resfriamento.

A sexta unidade da usina nuclear Novovoronezh tornou-se a primeira unidade de geração 3+ no mundo a ser comissionada em 2016. Estas unidades de energia com reatores VVER-1200 operam com os mais modernos sistemas de segurança ativa e passiva. Desta forma, a carcaça de contenção do reator suporta cargas extremas, tais como terremotos de magnitude até oito graus, inundações, furacões e tornados de até 56 m/s, e até mesmo quedas de aeronaves. Para proteger contra o acúmulo de hidrogênio explosivo, existe um sistema para sua remoção com recombinação autocatalítica.



## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

passivos. O sistema de aspersão reduzirá a pressão dentro da contenção e o sistema passivo de remoção de calor reduzirá a temperatura no reator quando o circuito primário for despressurizado. Finalmente, o coletor do núcleo será capaz de conter o combustível derretido e os detritos estruturais.

Os reatores VVER-1200 são agora os principais projetos da Rosatom. Já existem quatro unidades desse tipo em operação na Rússia: duas cada uma nas usinas nucleares de Novovoronezh e Leningrado. Na Bielorrússia, uma unidade de energia já foi conectada à rede e estão em andamento os trabalhos de preparação para o lançamento da segunda. Três unidades estão em construção na usina nuclear de Akkuyu na Turquia, duas unidades em Ruppur em Bangladesh e está sendo preparada documentação para Paks, Hanhikivi, Tianwan e Suidapu.

**“A análise dos resultados dos testes de estresse realizados para os projetos das usinas nucleares da geração 3+ (Novovoronezh II, Kursk II) mostrou que os sistemas de segurança e meios de gestão de acidentes além das características de projeto já existentes garantem a segurança das usinas nucleares no caso de eventos do tipo Fukushima”, assegurou Andrey Kuchumov.** Entretanto, para garantir um nível mais alto de segurança, cenários de acidentes além da base do projeto com probabilidade extremamente baixa também foram considerados. **“Além das falhas na usina nuclear de Fukushima, postulam um grande vazamento da usina do reator. Controles especiais adicionais para tais acidentes incluem geradores a diesel refrigerados a ar, equipamentos de circuito industrial alternativo, torre de resfriamento de ar ou bomba de motor (dependendo do local específico da usina nuclear)”,** disse Andrey Kuchumov. NL

[Ao início da seção](#)