

## CONTEÚDO

[Voltar para o índice](#)

---

### NOTÍCIAS ROSATOM

[Tokamak sem calor adicional](#)

[Avançando em direção a Myanmar](#)

### TENDÊNCIAS

[Cooperação em energia nuclear](#)

### TECNOLOGIAS DE REATORES

[Sal líquido prescrito para actínídeos menores](#)



## Tokamak sem calor adicional

Em fevereiro ocorreram dois eventos relacionados ao fornecimento da Rússia de componentes destinados ao projeto internacional ITER. Em 10 de fevereiro, a bobina de campo poloidal PF1 foi recebida no canteiro de obras e, em 13 de fevereiro, o Instituto de Pesquisa de Equipamentos Eletrofísicos Efremov (NIIEFA, que faz parte da Rosatom) enviou o primeiro lote de equipamentos russos para o ITER este ano.

### Chegada da bobina

“Estamos satisfeitos que a Rússia tenha conseguido fabricar e fornecer a bobina de campo poloidal. Os ímãs supercondutores para o ITER exigem precisão sem precedentes”, disse Pietro Barabaschi, Diretor Geral da Organização Internacional ITER, durante a cerimônia de chegada da bobina.

“Os melhores especialistas russos estiveram envolvidos no processo da bobina PF1, desenvolveram tecnologias, métodos e soluções avançadas para sua fabricação. A conclusão bem-sucedida da bobina PF1 e sua entrega no local de construção do rea-

## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

**tor mostram claramente que a Rússia foi, é e será parte integrante do projeto ITER e da pesquisa termonuclear global em geral.”**, enfatizou Alexey Likhachev, Diretor Geral da Rosatom.

A bobina PF1, com 9 metros de diâmetro e 200 toneladas de peso, é uma das seis bobinas do campo poloidal do sistema magnético de confinamento de plasma no reator ITER. A jornada da bobina começou em 1º de novembro do ano passado, quando foi transportada do Estaleiro Sredne-Nevsky (São Petersburgo) para o porto de Berre na França. Dali até Cadarache, a bobina percorreu uma plataforma especial ao longo de uma estrada especial para cargas superpesadas e de grande porte, acompanhada por um comboio.

### Lote elétrico-técnico definitivo

A primeira entrega deste ano é ao mesmo tempo o último lote de equipamentos eletrotécnicos que o NIIIEFA fabricou para o ITER. A entrega incluiu barras condutoras de alta corrente e componentes de complexos de comutação do sistema de energia para as bobinas supercondutoras do campo poloidal e o solenoide central.

O NIIIEFA é o principal empreiteiro para a fabricação de equipamentos elétricos para os sistemas de alimentação elétrica das bobinas do sistema magnético ITER. É composto por três grupos de equipamentos, além de um sistema de controle e diagnóstico.

O primeiro grupo é o equipamento de comutação do sistema de proteção de saída de energia. O plasma no Tokamak é sustentado por um campo magnético. As bobinas eletromagnéticas usam um supercondutor com resistência elétrica zero em temperaturas



criogênicas. Ele pode transportar uma corrente enorme de 70 kA para criar campos magnéticos. Mas existe um risco: em caso de falha técnica, o bobinado do sistema magnético ITER pode passar de um estado supercondutor para um estado resistivo normal. Então, centenas de toneladas de supercondutores receberiam uma grande carga térmica e poderiam “queimar” e a central do reator entraria em colapso. **“Nosso sistema de proteção de saída de energia garante a operação segura da instalação ITER. Em caso de falha técnica, retirará com rapidez e segurança a energia armazenada nas bobinas do sistema magnético Tokamak, protegendo-as dos efeitos da temperatura e da alta tensão.”**, explica Igor Rodin, Diretor Geral Adjunto de Tecnologias Termonucleares e Magnéticas, Diretor do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Sintez, do NIIIEFA.

O sistema magnético do Tokamak consiste em 39 bobinas supercondutoras. Destas, 18 são toroidais, seis poloidais, seis indutivas e nove corretivas. O sistema magnético é alimentado por 22 sistemas de energia independentes.



## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)

Este grupo também inclui os sistemas de comutação de corrente de linha responsáveis por iniciar a descarga que forma o plasma do tokamak no início de cada ciclo operacional.

O segundo grupo são as barras coletoras de alta corrente para alimentar as bobinas supercondutoras. **“É a parte mais cara do nosso contrato de fornecimento”**, observa Maksim Manzuk, Chefe do Departamento de Equipamentos de Comutação de Alta Corrente do NIIIEFA. Seu comprimento total excede 5 km. E seu peso, junto com os suportes, é de 900 toneladas. As barras são resfriadas a água e projetadas para operação contínua com correntes diretas de dezenas de milhares de amperes.

O terceiro grupo de equipamentos técnicos elétricos são os resistores de absorção de energia. Eles são necessários para dissipar a energia armazenada no campo magnético dos bobinados Tokamak na forma de calor. O NIIIEFA fornecerá um total de 29 resistores deste tipo, com um peso total de 1.300 toneladas. Eles ocupariam um prédio inteiro com área de 3 mil m<sup>2</sup> e poderiam dissipar mais de 50 GJ de energia. É uma quantidade enorme, comparável à energia cinética de um avião de transporte acelerando a 1.400 km/h com um peso máximo de decolagem de 640

### O que é o ITER?

O ITER é um Reator Experimental Termonuclear Internacional baseado no Tokamak. O objetivo deste megaprojeto científico é demonstrar o potencial da fusão termonuclear controlada para a transição para uma forma de produção de energia “mais limpa” e segura. Os países da União Europeia, Rússia, EUA, Índia, China, Coreia do Sul e Japão estão trabalhando juntos neste projeto.

toneladas. **“E esta é a energia que nossos resistores podem dissipar na forma de calor em 30 segundos, aquecendo até 300 °C. E um sistema de resfriamento de ar forçado resfriará os resistores de volta ao seu estado original em uma hora.”**, explica Maksim Manzuk. Alguns pneumáticos serão colocados em suportes de 2 a 2,5 metros de altura, outros serão suspensos no teto.

A primeira entrega deste ano, totalizando 33,4 toneladas, foi feita em três reboques. No total, neste ano está previsto o envio para França de cerca de 50 reboques com mais de 400 toneladas de equipamento.



# NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)



## Avançando em direção a Mianmar

No início de fevereiro, em Rangum, a maior cidade e antiga capital de Mianmar, o Diretor-Geral da Rosatom, Alexey Likhachev, e o Primeiro-Ministro, Presidente do Conselho Administrativo do Estado de Mianmar, General em comando, Min Aung Hlaing, assinaram um acordo intergovernamental de cooperação no uso pacífico da energia nuclear. Este é mais um passo para a criação de uma nova indústria em Mianmar que contribua para o desenvolvimento do país.

### Usinas nucleares de baixa potência+

“O estabelecimento de uma nova indústria no país certamente terá um impacto positivo na energia, indústria e economia de Mianmar. A tecnologia nuclear garantirá ao país energia estável e limpa, além de dar um poderoso impulso ao desenvolvimento das ciências naturais, educação e formação de pessoal altamente qualificado. Aprecia-

mos muito que Mianmar tenha dado preferência à tecnologia nuclear russa”, declarou Alexey Likhachev na cerimônia.

Como parte do acordo, a Rússia e Mianmar trabalharão na construção de uma usina nuclear de pequena capacidade em Mianmar, como parte de um programa conjunto abrangente. “Este acordo é não apenas o início da cooperação na implementação do projeto da usina nuclear de baixa potência, mas também da aplicação da tecnologia nuclear em geral em vários campos, o que contribuirá para o desenvolvimento socioeconômico do país.”, enfatizou Min Aung Hlaing.

### História da cooperação

As relações diplomáticas entre os dois países foram estabelecidas há 75 anos. “Durante esses 75 anos, nossas relações foram tradicionalmente amigáveis, de muita confiança. Acontece que nossas instalações de cooperação bilateral, que são símbolos de nossa amizade, foram construídas no início dos anos 1960, na segunda metade dos anos 1960, incluindo a Universidade de Tecnologia, um hotel em Rangum, um hospital em Taunggyi e uma barragem”, declarou o embaixador russo em Mianmar, Nikolay Listopadov, sobre os projetos conjuntos, em uma entrevista ao canal de notícias Rossiya 24.

A energia nuclear é uma nova área de cooperação. O interesse de Mianmar na indústria nuclear remonta aos anos 2010. Em junho de 2015, no Fórum Econômico Internacional de São Petersburgo, representantes dos dois países assinaram um memorando de entendimento sobre cooperação no uso pacífico da energia nuclear. As principais áreas incluem medicina nuclear, ciências básicas e pesquisa radioecológica.

## NOTÍCIAS ROSATOM

[Voltar para o índice](#)



Em outubro de 2016, o grupo de trabalho estabelecido pelo memorando realizou sua primeira reunião. Naquela época, discutiam-se os projetos de pesquisa em tecnologias nucleares e a formação de especialistas. O trabalho continuou e em 2022 a parceria atingiu um novo patamar.

Em julho de 2022, em Moscou, Alexey Likhachev e o Ministro de Ciência e Tecnologia de Mianmar, Myo Thein Kyaw, na presença de Min Aung Hlaing, assinaram dois memorandos de entendimento entre a Rosatom e o Ministério de Ciência e Tecnologia de Mianmar. Os documentos estipulavam cooperação na educação e treinamento de pessoal para energia nuclear e na formação de opinião pública positiva sobre tecnologias nucleares em Mianmar.

Em setembro, no Fórum Econômico Oriental, a Rosatom, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério da Eletrificação de Mianmar assinaram um acordo de cooperação no campo do uso pacífico da energia nuclear para 2022–2023. Além das questões de pessoal e imagem, o acordo tratou da ampliação do marco regulatório bilateral e da possível construção de uma usina nuclear de baixa potência.

Em novembro, representantes de vários ministérios de Mianmar conheceram as capacidades das universidades russas: o Instituto de Engenharia e Física de Moscou da Universidade Nacional de Pesquisa Nuclear (MEPhI), o Instituto de Engenharia de Energia de Moscou da Universidade Nacional de Pesquisa (MPEI), e visitou a Academia Técnica de Rosatom. O MEPhI e o MPEI ensinam estudantes de Mianmar há várias décadas, treinando especialistas em energia, microeletrônica, matemática aplicada e outras especialidades.

Antes do fórum internacional “Atomexpo”, realizado no ano passado na cidade russa de Sochi, representantes de Mianmar visitaram as empresas Rosatom em Obninsk, a usina nuclear Leningrado em Sosnovy Bor, conheceram o simulador analítico da unidade de energia VVER–1200, um complexo de prototipagem visual para demonstração em 3D de edifícios de usinas nucleares, a usina nuclear “Peschera” e outras instalações nucleares.

E na Atomexpo, em 22 de novembro, a Rosatom Energy Projects e o Departamento de Planejamento de Energia do Ministério de Eletrificação de Mianmar assinaram um Memorando de Entendimento sobre a criação de um estudo preliminar de viabilidade para a construção de uma usina nuclear de baixa potência em Mianmar.

### **Outro centro CITN**

Em 6 de fevereiro de 2023, ocorreu a inauguração do Centro de Informação de Tecnologias Nucleares em Rangum. A cerimônia contou com a presença de convidados de alto escalão Min Aung Hlaing e Alexey Likhachev, bem como os primeiros visitantes do centro que eram alunos de escolas e universidades de Mianmar. No mesmo dia, foi assinado um



## NOTÍCIAS ROSATOM

---


[Voltar para o índice](#)

Acordo Intergovernamental entre a Rússia e Mianmar sobre cooperação no campo do uso pacífico da energia nuclear.

O novo centro de informações foi criado para informar o povo de Mianmar sobre tecnologia nuclear, segurança contra radiação e inovação. O Centro promoverá o desenvolvimento do interesse dos jovens pelas especialidades científicas e elevará a um novo patamar a formação do pessoal necessário ao desenvolvimento da indústria nuclear do país.

O centro de Rangum revelou-se o mais moderno e avançado da rede de centros de informação (é o 25º centro da Rosatom e o 6º no exterior). A exposição interativa consiste em exposições únicas, pois os visitantes poderão construir uma “cidade do futuro” usando

seus conhecimentos, ver como funciona o reator RITM-200, medir sua radioatividade, aprender sobre radiofármacos e muito mais. O centro está equipado com uma moderna sala de vídeo. Filmes educativos ensinam aos alunos como é a energia nuclear, de onde vem e como é liberada, além de mostrar como é uma usina nuclear e onde as tecnologias nucleares são mais utilizadas.

Ao longo do ano, o centro de informações sediará seminários para os meios de comunicação e a comunidade de especialistas de Mianmar, o Festival de Ciência e Energia Nuclear e palestras de especialistas russos do MEPhI para estudantes universitários de Mianmar. 

[Ao início da seção](#)



## Sal líquido prescrito para actínídeos menores

Em dezembro de 2022, o Instituto Dollezhal de Pesquisa e Design (NIKIET, que faz parte da Rosatom), desenvolveu um projeto preliminar de uma instalação equipada com um reator de pesquisa com combustível de sal fundido circulante (IZhSR). Os autores consideram que a principal tarefa do projeto é o desenvolvimento de tecnologias para um reator de queimador de actínídeo menor de sal fundido em grande escala.

### Objetivo e princípio de funcionamento

Um reator de sal líquido é um reator nuclear no qual o combustível é dissolvido em um meio salino de fluoretos de metal (refrigerante), e o sal e o combustível juntos formam um núcleo homogêneo.

Os reatores de sal líquido têm várias características atraentes. Primeiro, ao contrário dos reatores nucleares heterogêneos, eles não requerem barras de combustível ou conjuntos de combustível.

Em segundo lugar, os reatores de sal líquido têm um alto nível de segurança, com base em retroalimentações negativas tanto na temperatura quanto na densidade do meio físsil. E como os coeficientes de temperatura





## TECNOLOGIAS DE REATORES

[Voltar para o índice](#)

e vácuo neles são negativos, acidentes graves são descartados. A pressão no circuito de combustível, que garante o bombeamento do meio salino ao longo do circuito, é pequena. Assim, a quantidade de energia armazenada que pode sair do loop em caso de perda de integridade é minimizada. E no caso de um aumento não autorizado da temperatura no circuito para um nível perigoso, uma válvula de alívio é acionada, cuja ação passiva é baseada em leis físicas naturais.

O principal objetivo dos reatores de sal líquido é a capacidade de organizar a tecnologia de transmutação contínua (ou “pós-combustão”) de actínídeos menores, que se acumulam no combustível nuclear usado de reatores de potência de nêutrons térmicos. Graças a esta oportunidade, o interesse em reatores de sal líquido na Rússia voltou após uma longa pausa (o desenvolvimento russo de reatores de sal

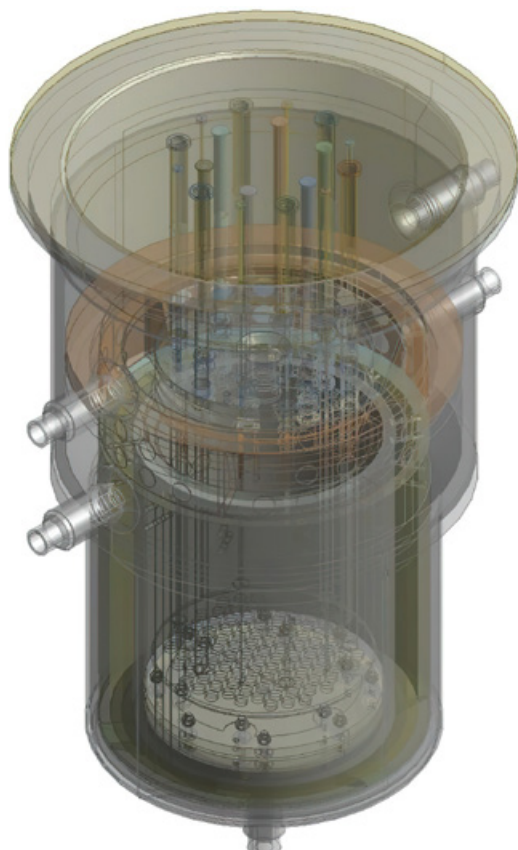
líquido cessou no início dos anos 1990). Os reatores de sal líquido são agora considerados parte de um ciclo fechado de combustível nuclear e um importante elemento tecnológico no processamento e descarte de combustível nuclear irradiado (SNF).

Supõe-se que uma instalação de produção dos reatores de sal líquido será construída no território da Planta de Mineração Química GHK (que faz parte da Rosatom) no Território de Krasnoyarsk. A escolha não é acidental, sendo esta usina especializada apenas na fase final de gestão e desmantelamento de resíduos radioativos.

### **Linha do tempo do projeto de construção do RSL do Reino Unido (reator de sal líquido)**

Os estudos de projeto e estimativas de projeto para o reator de sal líquido começaram no final de 2019. O programa de P&D já foi aprovado. Como parte deste programa, a fundação dos materiais estruturais, a planta do reator, o módulo de processamento de combustível irradiado e outros equipamentos, bem como a tecnologia de preparação de sal de lavagem e combustível e outras tecnologias já começaram. **“Suportes exclusivos de alta temperatura já estão sendo criados para testar as soluções técnicas de unidades individuais e verificar os códigos de programa desta instalação inovadora de reatores”**, disse Igor Tretyakov, projetista-chefe de reatores de pesquisa e isótopos da NIKIET.

Como parte do projeto, os projetistas elaboraram o circuito técnico principal e as soluções de distribuição para a planta do reator como um todo e os equipamentos adicionais incluídos nela. Ainda há muito trabalho da planta e design do projeto pela frente, como a justi-





## TECNOLOGIAS DE REATORES

[Voltar para o índice](#)

ficativa dos investimentos, desenvolvimento do desenho técnico da planta do reator e do módulo de processamento, implementação do programa de P&D e, por fim, o desenvolvimento da documentação e licenças do projeto. Neste ano, a Planta de Mineração Química deve obter a licença para construção. **“Isso significa que também devemos concluir uma parte significativa da pesquisa e desenvolvimento antes de 2024.”**, explicou Igor Tretyakov. O plano é obter a licença de construção em 2027 e concluí-la em 2031.

### Particularidades de reatores de sal líquido

A potência térmica dos reatores de sal líquido é de 10 MW. O principal material estrutural é uma liga de 80% de níquel. Prevê-se a fabricação de um circuito de combustível (ou primeiro circuito, em terminologia mais comum) que inclui uma carcaça, tubos e equipamentos térmicos. **“Os cientistas estudaram as propriedades de corrosão da interação do sal combustível com este material e, portanto, o escolheram por enquanto. Os prazos para a execução do projeto técnico são muito curtos, devemos seguir o caminho mais claro. Mas é bem possível que, com base nos resultados de P&D, consideremos outros materiais e outros sais.”**, disse Igor Tretyakov.

Supõe-se que aproximadamente 10% da composição de sal fundido será removida do circuito de combustível em determinados intervalos e novo combustível fundido será fornecido em seu lugar. Em princípio, não há necessidade de desligar o reator para recarregar, mas isso é uma questão de justificativa para cálculos analíticos e experimentais.

Espera-se que o reator seja construído na área da encosta da montanha da usina GHK.



O maciço rochoso é um isolamento adicional do ambiente externo. Além disso, o circuito de combustível e alguns outros equipamentos serão colocados em uma cápsula lacrada, que é uma barreira de segurança.

Para proteger o pessoal, está planejado que a maior parte da manutenção da planta do reator de sal líquido seja realizada por mecanismos robóticos, que também estão sendo desenvolvidos.

### Algumas palavras sobre o combustível

O Instituto de Pesquisa Bochvar para Materiais Inorgânicos de Alta Tecnologia (VNIINM, parte da Rosatom) está desenvolvendo combustível para reatores de sal líquido e métodos para seu processamento. O combustível no reator de sal líquido será uma fusão de fluoretos de vários metais. Como material fissionável no fundido, serão introduzidos fluoretos de actínídeos menores sujeitos a transmutação e, seguramente, no estágio inicial, plutônio.

Uma das tarefas em que o VNIINM trabalha é a produção de fluoretos de actínídeos menores. **“A síntese de fluoretos não é particular-**



## TECNOLOGIAS DE REATORES

[Voltar para o índice](#)

**mente difícil, os métodos são conhecidos há muito tempo. Mas para usar esses compostos como combustível para reatores de sal líquido, é necessário que eles atendam a requisitos técnicos rigorosos, principalmente quanto ao teor de oxigênio.”**, disse Alexey Ananyev, pesquisador principal do VNIINM, em entrevista ao jornal Strana Rosatom.

O VNIINM planeja usar fluoretos de lítio e berílio como base da composição do combustível. Eles são menos ativos contra materiais estruturais do que os fluoretos de lítio, sódio e potássio (FLiNaK). A obtenção de sais com a qualidade exigida é a segunda tarefa do VNIINM.

A terceira tarefa é eliminar o trítio, formado a partir do lítio durante a irradiação. O VNIINM já selecionou adsorventes para separação de trítio e desenvolveu um esquema para um sistema de limpeza de gás, e experimentos já estão em andamento. Ao mesmo tempo, os projetistas estão desenvolvendo equipamentos tecnológicos para módulos de preparação e processamento de combustível e sistemas de limpeza de gases.



Em geral, os trabalhos do projeto de criação de uma usina de reatores com reator de sal líquido e um módulo de reprocessamento estão em andamento, embora não sem as dificuldades inerentes a cada nova tecnologia, mas com um propósito firme. Experimentos em reatores de sal líquido serão o primeiro passo para dominar um dos estágios importantes de um ciclo fechado de combustível nuclear, que é a pós-combustão de actínides menores do combustível nuclear irradiado acumulado. <sup>NL</sup>

[Ao início da seção](#)



## Cooperação em energia nuclear

Nesta seção, falamos frequentemente sobre as tendências da tecnologia nuclear e da indústria de energia. No entanto, desta vez, falaremos sobre o lugar de Rosatom no que é a tendência (em grande parte imaginária) de “tornar-se independente” de tudo o que seja russo. Um artigo sobre o grau de dependência global da Rosatom foi publicado no final de fevereiro no site da revista Nature. No entanto, os fatos mostram que é correto falar em cooperação baseada em pragmatismo e boa vontade.

O artigo foi publicado no site da revista Nature Energy. É **“uma publicação on-line mensal que publica uma ampla gama de pesquisas energéticas de ponta, desde a geração e distribuição de eletricidade até o impacto da tecnologia e da política energética na sociedade”**. Não poderíamos ignorar uma publicação analítica em tal revista.

A tese mais convincente do artigo são as disposições sobre a importância da estatal para a indústria nuclear mundial. A nota observa que, desde o estabelecimento da Rosatom, sua atividade no mercado internacional de energia nuclear tem crescido continuamente, permitindo que ela ocupe seu lugar como fornecedora líder de serviços essenciais. Entre 2007 e 2017, a empresa russa iniciou a construção de 10 novos reatores, sendo que entre 2009 e 2018



## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

recebeu 23 das 31 encomendas feitas e representou aproximadamente metade de todas as unidades em construção no mundo. Através de sua subsidiária TVEL, a Rosatom fornece combustível nuclear, controlando 38% da capacidade de conversão e 46% da capacidade de enriquecimento de urânio no mundo, e também fornece serviços de descomissionamento de instalações nucleares e gerenciamento de resíduos radioativos. **“Dessa forma, entre 2000 e 2015, a Rússia atuou como executora de aproximadamente metade de todos os acordos internacionais sobre a construção de usinas nucleares, fornecimento de reatores e combustível nuclear, bem como sobre o descomissionamento de instalações nucleares e o gerenciamento de resíduos radioativos. Seus principais concorrentes em energia nuclear (China, França, Japão, Coreia do Sul e Estados Unidos) acumularam os 40% restantes”**, apontam os autores. Nem o acidente de Fukushima nem as convulsões políticas afetaram as posições da Corporação Estatal.

Porém, é estranho que os autores, sem motivo aparente, tenham parado em 2018. Vamos completar as informações. De acordo com o relatório anual da Atomenergoprom (que consolida o patrimônio civil da estatal) para 2021, a empresa foi líder mundial em número de projetos de construção de usinas nucleares no exterior (35 unidades de energia) e enriquecimento de urânio (38% do mercado mundial) e ficou em segundo lugar no mundo em termos de reservas de urânio, bem como em sua produção (15% do mercado mundial), e terceiro — no mercado de produção de combustível nuclear com uma participação de 17%. Desde então, apesar da introdução de várias sanções contra a Rússia, apenas a Finlândia se recusou a cooperar com a Rosatom, e o número de unidades de energia elétrica nas quais a Corporação Estatal participa foi reduzido para 34.



Salienta-se ainda que a principal vantagem da Rosatom reside na sua capacidade de trabalhar com base no princípio “one-stop-shop” (Balcão Único de Atendimento), atuando como o único fornecedor de uma gama completa de serviços. **“A forma como a Rosatom desenvolve seus projetos a torna uma parceira lucrativa para países novos no campo nuclear. Os termos específicos dos acordos variam caso a caso, mas a empresa se encarrega de todo o processo até o comissionamento da usina nuclear e sua transferência para especialistas nucleares locais, também treinados pela Rosatom.”**, diz o artigo. Isso é correto.

### **Perda de coerência lógica**

No entanto, segundo os autores, essas vantagens da Rosatom possibilitam a utilização dos projetos dos quais a Corporação participa para **“fazer lobby e espalhar sua influência pelo mundo”**. Mas, em primeiro lugar, a tese «a Rússia exerce pressão política» não decorre diretamente da tese “Rosatom tem vantagens”, deveria haver uma transição lógica entre eles, pelo menos por decência. No entanto, não há. Além disso, na frase seguinte, os autores do artigo citam a tese exatamente oposta: **“Minim**

## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

**e Vlcek, tendo estudado as atividades da Rosatom e suas relações com as autoridades russas, argumentam que a Corporação Estatal trabalha principalmente com fins lucrativos, permanecendo amplamente independente e cada vez mais autossuficiente.”**

E o resumo anterior do artigo de S. Thomas sobre a “incapacidade” da Rosatom de concluir todos os projetos nem confirma ou refuta a tese estabelecida, é apenas uma conversa sobre outro assunto. Assim, podemos afirmar a dispersão lógica, e mesmo a contradição das teses do artigo em vários lugares do texto.

### Erros e imprecisões

O artigo da Nature contém erros diretos. Por exemplo, a Usina Nuclear de Tarapur está incluída entre os projetos da Rosatom. De fato, as duas primeiras unidades com reatores de água fervente foram construídas por empresas americanas. E as outras duas unidades de energia com reatores de água pesada de empresas indianas.

O artigo afirma primeiro que «a Rosatom está implementando 73 projetos diferentes em 29 países” e, algumas linhas depois, que «o Estado russo estabeleceu relações no campo da

energia nuclear com 54 países”. A segunda figura está mais próxima da verdade.

Os autores também afirmam que uma operação militar especial na Ucrânia em 2022 levou ao cancelamento da construção de usinas nucleares não apenas na Finlândia, mas também na Jordânia e na Eslováquia. Não é certo. Na Jordânia, lá em 2018, decidiram que não precisavam de uma usina nuclear, mas de uma usina nuclear de baixa potência, e em maio foi assinado um acordo com a Rosatom Overseas (parte da Rosatom) sobre o desenvolvimento de um projeto para a criação de uma pequena usina nuclear. As negociações estão em andamento. E os representantes da indústria nuclear eslovaca provavelmente ficariam muito surpresos ao ler um artigo na Nature, porque em 31 de janeiro deste ano a terceira unidade da usina nuclear eslovaca Mochovce com um reator VVER-440 foi conectada à rede elétrica. Espera-se que uma quarta unidade de projeto semelhante seja conectada no final deste ano. Isto significa que ao longo de 2022, a Eslováquia acaba de concluir a construção de unidades de energia nuclear de projeto russo.

### Pressão do outro lado

Outro incidente no artigo também está relacionado à Eslováquia. Os autores lembram que a Eslováquia aceitou aviões russos com combustível, apesar da proibição de voos imposta pelos países da UE. Este exemplo deve apoiar a tese de que **«a dependência de combustível nuclear importado fornecido pela TVEL/Rosatom (com fornecimento contínuo de combustível para a Bulgária, República Tcheca e Finlândia e para um reator de pesquisa na Polônia) combinado com um sistema de energia inflexível e uma única usina nuclear aumenta a vulnerabilidade**





## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

a cortes de energia”. Mas este exemplo mostra exatamente o oposto. A vulnerabilidade da Eslováquia foi exacerbada não pela dependência de suprimentos de combustível, mas pela confiança nas sanções antirrussas da UE que fecharam os céus para aviões russos.

Alguns detalhes sobre o abastecimento de combustível para o reator de pesquisa na Polônia. O contrato foi assinado em 2015, ou seja, depois que a Crimeia passou a fazer parte da Rússia. Antes disso, o reator polonês operava com combustível francês. Considerando esses detalhes, deve-se reconhecer que o contrato definitivamente não é um legado histórico, a Polônia teve a oportunidade de escolher livremente um fornecedor e escolheu a Rosatom.

Os autores do artigo encontraram um exemplo completo de interrupção no fornecimento de combustível Rosatom, citado em artigo do portal The Insider: **“Em 2005, houve um incidente que passou despercebido pela mídia ucraniana e russa em meio à “Revolução Laranja”, quando a Ucrânia recebeu um lote de elementos combustíveis defeituosos cheios de pequenas esferas. Carregá-los no reator deveria levar à deformação, mas especialistas ucranianos descobriram o defeito a tempo e devolveram os conjuntos ao fabricante. Oficialmente, o defeito foi explicado por falhas na linha de montagem na Rússia, e depois disso, a investigação foi interrompida.”**

Os fatos acima mostram que mesmo no artigo dedicado às “armas energéticas”, é impossível atribuir algo mais do que um descuido técnico ao incidente. No contexto da “revolução laranja”, nem a menor tentativa de pressão política sobre a indústria energética e principalmente nuclear passaria despercebida. A menção desta entrega agora (artigo publicado no outono de 2022) nada mais é do que um teatro.

Assim, no artigo da Nature e nas fontes usadas para isso, ao longo da história da Rosatom, não havia pelo menos algum exemplo convincente da pressão política da Rússia por meio da energia nuclear.

### Então, há uma dependência?

O núcleo do artigo é um infográfico sobre a parte hipotética do fornecimento de eletricidade de usinas nucleares projetadas pela Rússia, se todos os projetos anunciados fossem concluídos até 2040, bem como uma tabela de pontuação “Níveis de cooperação com a Rússia em energia nuclear”. Essas tabelas fariam qualquer pessoa mais ou menos familiarizada com a situação rir. Como a Turquia — onde a Rosatom está construindo a usina nuclear Akkuyu com quatro unidades de energia sob o esquema BOO — e a Espanha — onde a Rosatom não tem projetos e cujo nível de cooperação é maior do que na Armênia — onde já existem usinas nucleares de projeto russo e fala-se em construir uma nova — podem estar lado a lado? Que os autores nos perdoem, mas a metodologia de cálculo do compromisso e os resultados de sua aplicação não correspondem à realidade e, portanto, não podem ser utilizados.

Quanto aos infográficos, eles são curiosos por si mesmos. Mas os comentários sobre esses tópicos também levantam questões. O parágrafo sobre países com alta porcentagem de geração de usinas nucleares projetadas pela Rússia refere-se à “grande preocupação dos seus parceiros na União Europeia e na OTAN”, no parágrafo sobre países com percentual médio de geração, em “alguma preocupação, principalmente de Israel e dos Estados Unidos”. No texto pode-se perceber que o grau de dependência é determinado não tanto pela participação da geração, mas



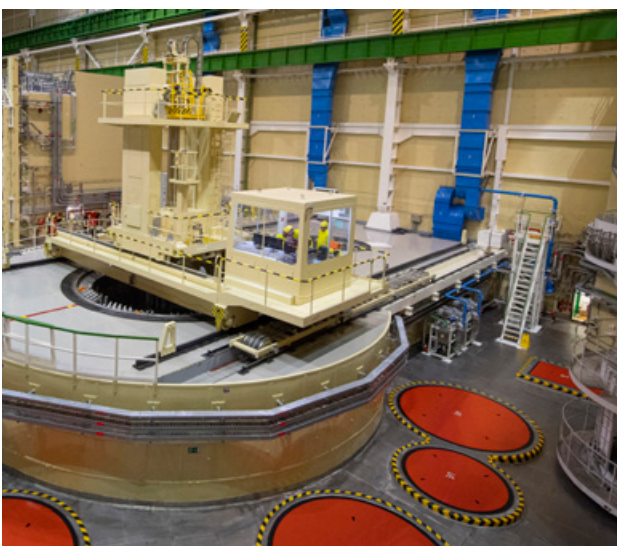
## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

pelo grau de preocupação de terceiros. E isso apenas reflete a realidade.

De um modo geral, as estimativas de dependência são contraditórias. A proporção de suprimentos é alta e o nível de interação é mediano, pois parece haver dependência, mas há também o exemplo da Ucrânia, que mostra que ela pode ser superada; um exemplo de alto nível de interação é ao mesmo tempo um exemplo de baixa participação no fornecimento de eletricidade. A partir dessas informações, apenas uma conclusão inteligível pode ser tirada: a qualidade da interação, ou seja, o impacto potencial na segurança da energia nuclear, não se correlaciona com o volume futuro de fornecimento de eletricidade de unidades projetadas na Rússia e menos ainda com influência política.

Para finalizar, vamos falar do mais importante, as armas energéticas. Os autores do artigo da Nature basearam sua compreensão das armas nucleares na definição dada no artigo de Karen Smith Stegen: «**O termo ‘arma energética’ significa que o estado fornecedor de energia usa seus recursos como uma ferramenta política para punir ou coagir seus consumidores (ou às vezes ambos).**».



Mas a situação atual em relação à construção de usinas nucleares e ao fornecimento de combustível nuclear é diferente. A arma, ou seja, instrumento político de punição e coerção, é utilizada contra clientes e fornecedores por terceiros. A UE fecha o céu e os países que compram combustível têm problemas de abastecimento. Os EUA impõem sanções e um navio de carga para a usina nuclear de Rooppur é impedido de entrar em Bangladesh. Mas, graças ao alto nível de profissionalismo dos funcionários da Rosatom e representantes da comunidade nuclear em outros países, as usinas nucleares continuam a ser construídas e o combustível continua a fornecer eletricidade limpa de usinas nucleares projetadas pela Rússia.

O instrumento político de punição e coerção foi usado, por exemplo, contra transportadores que entregavam combustível à usina nuclear de Rivne. Ficaram detidos durante um mês inteiro e, por fim, eles, civis, foram trocados como prisioneiros de guerra e, note-se, o combustível de que “depende” a usina nuclear de Rivne não foi devolvido.

Quando se fala em problemas hipotéticos de abastecimento, que são classificados como de maior risco, há vários pontos importantes a serem considerados. Primeiro, observamos mais de uma vez que o ciclo do combustível nuclear tem velocidades diferentes do mercado e da política de hidrocarbonetos. A recarga é realizada uma vez a cada 12–24 meses, e o combustível é normalmente fornecido à unidade cerca de um mês antes da recarga programada, ou seja, sempre pode-se esperar que uma das fases mais agudas passe. Além disso, existe a possibilidade fundamental de reconfigurar o núcleo com o mesmo combustível para estender o tempo de operação da unidade em vários meses. Em segundo lugar, Os detratores não conseguiram descobrir um



## TENDÊNCIAS

[Voltar para o índice](#)

caso de criação deliberada de problemas para o cliente por parte da Rosatom por causa da pressão política e para alcançar um resultado político, nem desde 2007 nem antes. Estatística zero.

### Algumas conclusões

O artigo da Nature faz parte de uma manipulação linguística, onde uma interação empresarial e comercialmente benéfica é chamada de “vício”, uma palavra do léxico médico com traços de matizes negativos de significado. Só podemos lamentar pelos autores da Nature, que se envolveram na manipulação infundada de palavras e na criação de tensão emocional prejudicial.

O artigo contém cálculos e estimativas, mas não há fatos que comprovem a intenção maliciosa e a pressão política da Rosatom. Na ausência de fatos, o pensamento do artigo oscila entre “Rosatom é perigosa” e “A confiança no Rosatom é exagerada”, focando em “Livrar-se da Rosatom é possível, mas levará muito tempo”.

De nossa parte, acrescentamos que também custará dinheiro. O fato de as entregas e, em geral, a cooperação com a Rosatom serem benéficas principalmente por razões comerciais e tecnológicas é evidenciado pelo feedback dos clientes da Rosatom. Aqui está um exemplo recente: Janne Wallenius, professor do Instituto Real Sueco de Tecnologia e diretor da Blykalla, que está desenvolvendo um pequeno reator refrigerado a chumbo, disse na rádio Ekot que a cooperação com a Rosatom em testar materiais estruturais para o reator congelou. Uma alternativa aos testes na Rússia é testar em um reator de pesquisa na Bélgica, mas levará mais tempo e será três vezes mais caro. No entanto, os cientistas nucleares



suecos não planejam recusar a cooperação com a Rússia. **“Estamos esperando o fim da guerra”**, disse o cientista sueco.

Deve-se reconhecer objetivamente que existem apenas alguns países no mundo com tecnologias desenvolvidas em energia nuclear. Se outro país pretende desenvolver essa forma de geração limpa e confiável que estimula o desenvolvimento da economia, pode fazê-lo por conta própria ou comprar tecnologia pronta. Além disso, mesmo o desenvolvimento independente implica cooperação. A história da China e o exemplo da Suécia acima mostram que a indústria nuclear se desenvolve de forma colaborativa. Se você recusar um provedor, você não ganha independência, apenas se torna dependente de outro provedor, muitas vezes em seu próprio detrimento. Como isso funciona pode ser visto no exemplo do gás: tendo abandonado o gás russo, os países europeus foram forçados a comprar GNL americano mais caro, o que exacerbou sua dependência política e militar dos Estados Unidos em relação à energia.

E, finalmente, o artigo da Nature mostra claramente que vários países de diversos con-



## TENDÊNCIAS

---

[Voltar para o índice](#)

tinentes, com diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico, estrutura política e cultura, estão cooperando com a Rosatom. Esses países concordaram em fazer parceria com a Rosatom em momentos diferentes e continuam negociando até agora. Informamos

nossos leitores sobre esses acordos regularmente. E estes são os fatos mais convincentes que provam que a cooperação com a Rosatom é uma escolha consciente e livre. <sup>NL</sup>

[Ao início da seção](#)