ROSATOM NEWSLETTER

.01

قصص

جيل متزايد من وحدات الطاقة
روسيا تدفع نحو تشغيل الطرق البحرية الشمالية على مدار العام
اختبار: ماذا تعرف عن المفاعلات الصغيرة المعيارية؟

.02

اتجاهات

اليورانيوم: نقص أم فائض؟

.03

الأخبار الإقليمية

الشرق الأوسط. ركيزة الاستقلال الطاقي

جيل متزايد من وحدات الطاقة

في أواخر شهر أبريل، بدأت التحضيرات للوصول إلى الحالة الحرجة الأولى في وحدة روبور 1 في بنغلاديش، وهو حدث بارز للبلاد وروساتوم وللمجتمع النووي العالمي. تواصل وحدات الطاقة التابعة لروس أتوم الارتفاع في مختلف أنحاء العالم، حيث تحافظ الشركة الروسية على مكانتها كالرائدة عالميًا في مجال بناء محطات الطاقة النووية خارج البلاد. إليكم نظرة عامة على أحدث التطورات في مواقع البناء التابعة لروساتوم.

محطة روبور للطاقة النووية (بنغلاديش)

في أواخر أبريل، تم البدء في تحميل الوقود النووي في الوحدة 1، وهي واحدة من المراحل الأساسية التي تسبق الوصول إلى الحالة الحرجة الأولية. وقد صرح المدير العام لروساتوم، أليكسي ليخاتشيوف، قائلاً: "اليوم، انضمت بنغلاديش إلى صفوف الدول التي تعتمد على الطاقة النووية السلمية كمصدر موثوق للتنمية المستدامة. لا شك أن محطة روبور للطاقة النووية ستصبح عنصرًا حيويًا في النظام الطاقي للبلاد. إن هذا المشروع يعد خطوة مهمة أخرى لروساتوم في تطوير الطاقة النووية العالمية وتعزيز العلاقات الودية مع شركائنا الدوليين."

كما أضاف وزير العلوم والتكنولوجيا البنغالي، فاكر محبوب أنام: "مشروع محطة روبور للطاقة النووية هو رمز للتقدم العلمي في بنغلاديش، ويظهر استعداد البلاد وقدرتها على اعتماد التكنولوجيا المتقدمة بشكل مسؤول وفعال."

ستضم محطة الطاقة النووية وحدتين مزودتين بمفاعلات VVER-1200.

محطة الضبعة للطاقة النووية (مصر)

في يناير، تم تسليم توربين بخاري لوحدة 1 وجسر رافعة قطبية إلى مصر. وفي مارس، تم تسليم حلقة احتفاظ – الهيكل الذي يثبت وعاء المفاعل – لنفس الوحدة. كما تمت عملية تركيب خزان تخفيف الضغط، والذي يُعد جزءًا من نظام تعويض ضغط المفاعل. استمر البناء في مبنى المفاعل، حيث بدأ تركيب المستوى الرابع من قشرة الاحتواء الداخلية (ICS) وتبطين حفرة المفاعل.

في الوحدة 2، تم الانتهاء من صب الخرسانة لسطح الأرضية بمبنى المفاعل عند ارتفاع +0.100 وأساس جسر الهواء للنقل في يناير. وفي فبراير، تم تركيب درع جاف لحفرة المفاعل، وبدأ العمل في صب المستوى الرابع من ICS في مبنى المفاعل. أما في مارس، فتم تركيب إطار دعم.

وفي الوحدة 3، اكتمل صب الخرسانة للمرحلة الأولى من المستوى الأول من ICS في فبراير.

تُبنى أربع وحدات مزودة بمفاعلات VVER-1200 في هذه المحطة النووية.

محطة أكويو للطاقة النووية (تركيا)

في الوحدة 1، تقترب التحضيرات من الاكتمال لإجراء اختبارات وظيفية باردة وساخنة باستخدام وقود وهمي محمل. الهدف الرئيسي لهذا العام هو الانتقال إلى الحالة الحرجة الأولية وتنفيذ الأنشطة التشغيلية اللاحقة.

أما في الوحدة 2، فقد تم تثبيت خزانات هيدروليكية لنظام الفيض غير النشط في مبنى المفاعل خلال شهر أبريل. سيتم ملء كل خزان بمحلول مائي يحتوي على حمض البوريك، الذي سيُحقن تلقائيًا في قلب المفاعل لتبريده إذا انخفض الضغط في دائرة التبريد الأولية. بعد ذلك، ستبدأ أعمال تركيب المستوى السادس وقبة ICS.

وفي شهر مارس، تم تركيب إطار احتفاظ في حفرة المفاعل للوحدة 4. الخطوة التالية تشمل ملء حفرة المفاعل بخرسانة من نوع خاص.

تُبنى أربع وحدات مزودة بمفاعلات VVER-1200 في هذه المحطة النووية.

محطة باكس للطاقة النووية (المجر)

في موقع بناء الوحدة 5 من باكس II، بدأ العمال يوم 5 فبراير في صب الخرسانة لقاعدة مبنى المفاعل. اعتبارًا من ذلك التاريخ، تم تصنيف الوحدة رسميًا على أنها "تحت الإنشاء" وفقًا لمعايير الوكالة الدولية للطاقة الذرية. سيستمر صب الخرسانة بشكل مستمر حتى نهاية عام 2026. وستحتاج قاعدة المبنى إلى ما يقرب من 9000 طن من الصلب المسلح و43,000 متر مكعب من خلط الخرسانة. وسيتم مراقبة العمل في كل مرحلة لضمان أعلى مستويات الجودة.

المرحلة التالية ستشهد بناء القشرة الداخلية والخارجية لمبنى المفاعل.

يتضمن تصميم المحطة وحدتين مزودتين بمفاعلات VVER-1200.

محطة كودانكولام للطاقة النووية (الهند)

في شهر أبريل، بدأت عملية غسل أنظمة السلامة في المفاعل المفتوح للوحدة الثالثة. تهدف هذه العملية إلى تنظيف جميع أنابيب المياه من الحطام المتبقي بعد التركيب، بالإضافة إلى اختبار عمل وحدات الضخ وأنظمة السلامة التشغيلية وأنظمة التشغيل العادية.

تعمل محطة الطاقة النووية حاليًا بوحدتين، مع أربعة وحدات أخرى تحت الإنشاء، جميعها مزودة بمفاعلات VVER-1000.

محطة الطاقة النووية في أوزبكستان

تم صب قاعدة خرسانية لمبنى المفاعل لوحدة الطاقة RITM-200N التي سيتم إنشاؤها في منطقة جيزاخ بأوزبكستان. وقد تم صب حوالي 900 متر مكعب من خليط الخرسانة، وذلك بعد تسوية أساس المؤسسة وتركيب نظم العزل المائي والتأريض. ومن المتوقع أن يكون الإنجاز الرئيسي التالي في الموقع هو صب الخرسانة الأولى لقاعدة مبنى المفاعل في يونيو 2026.

يتضمن تصميم المحطة وحدتين مزودتين بمفاعلات VVER-1000 واثنتين مزودتين بمفاعلات RITM-200N الصغيرة المعيارية.

محطتا تيانوان وشوداباو (الصين)

تقترب أعمال البناء لوحدة تيانوان السابعة ووحدة شوداباو الثالثة من الاكتمال. يقوم المهندسون الصينيون بإجراء عمليات ما قبل التشغيل في هاتين الوحدتين. ستكون الخطوة التالية هي تحميل الوقود النووي في وحدة تيانوان السابعة.

ستحتوي كل من المحطتين على وحدتين مزودتين بمفاعلات VVER-1200. وتجدر الإشارة إلى أن محطة تيانوان تعمل بالفعل بأربع وحدات مزودة بمفاعلات VVER-1000.

المحطات النووية في روسيا

تقوم شركة روساتوم ببناء وحدتين طاقتين في كل من مواقع محطات كورسك ولينينغراد، بالإضافة إلى وحدة تحتوي على مفاعل سريع من نوع BREST-OD-300 ضمن مشروع "اختراق". كما يتم التحضير للبدء الرسمي في بناء المفاعلات في مواقع محطات سمولينسكي وبلوبارسكي وبريموريه، فضلاً عن محطة المفاعل الصغيرة المعيارية في ياقوتيا.

روسيا تدفع نحو تشغيل الطرق البحرية الشمالية على مدار العام

في ظل الاضطرابات التي تعاني منها شحنات البضائع الدولية عبر الطرق الجنوبية، أصبحت الخيارات البديلة مثل الطريق البحري الشمالي ذات أهمية متزايدة. يعبر عدد متزايد من الجهات الفاعلة الدولية عن اهتمامهم بالشحن عبر الطريق البحري الشمالي. وفي هذا السياق، تزداد جهود روساتوم لضمان رحلات على مدار العام كمنظمة مشغلة للبنية التحتية للطريق.

لقد شهد سوق النفط – وسوق اللوجستيات بشكل عام – حالة من الفوضى المستمرة منذ فبراير الماضي. تم حظر العديد من الشحنات، وهناك مخاطر كبيرة مرتبطة بالشحن عبر مضيق باب المندب. ولا تزال ذكرى انهيار النقل في عام 2021، الذي تسبب به جنوح سفينة حاويات في قناة السويس، حاضرة في الأذهان. كل هذه التطورات تجبر شركات الشحن واللوجستيات على البحث عن طرق نقل بديلة بين أوروبا وآسيا. تشمل الخيارات الإبحار حول أفريقيا أو استخدام الشبكات الحديدية البرية. ولكن هناك بديل آخر: الطريق البحري الشمالي.

قال الرئيس الروسي فلاديمير بوتين في خطاب مصور خلال المنتدى الدولي الأول للنقل واللوجستيات الذي عُقد في سانت بطرسبرغ في بداية أبريل هذا العام: "بدأت المزيد من الدول والشركات تفكر خارج نطاق سرعة وتكلفة النقل – فقد أصبحت سلامة وقوة طرق النقل وسلاسل اللوجستيات، التي تكون أقل تعرضاً للأزمات والصراعات العسكرية والمخاطر الخارجية الأخرى، العامل الحاسم. تستطيع روسيا أن تقدم للعالم مثل هذه الحلول".

الميزة الأساسية للطريق البحري الشمالي هي تقليل زمن العبور (حوالي 20 يومًا) لمسارات الشحن بين شرق آسيا وغرب أوروبا. للمقارنة، يستغرق الطريق عبر قناة السويس 30-35 يومًا، بينما يستغرق الإبحار حول أفريقيا 40-45 يومًا.

الإبحار على مدار العام يصبح قريبًا

كان طول موسم الملاحة القصير يشكل تحديًا كبيرًا لحركة المرور في الطريق البحري الشمالي، لكن تم معالجة هذه المشكلة بنشاط في السنوات الأخيرة. هذا العام، كانت الظروف الجليدية في بحر كارا أشد قسوة مما كانت عليه في العام الماضي.

"على الرغم من ذلك، فإن الملاحة الموسمية في القطاع الغربي من الممر الشمالي الشرقي تسير تقريبًا وفق الجدول الزمني المحدد، تمامًا كما هو الحال في خدمة الحافلات العادية"، قال فلاديمير بانوف، الممثل الخاص لشركة روساتوم لتطوير القطب الشمالي، خلال منتدى ITLF.

تم إجراء رحلات تجريبية مبكرة ومتأخرة تحت مرافقة كاسحات الجليد النووية التابعة لشركة أتمفلوط. "لقد وسعنا بشكل كبير فترة الملاحة في القطاع الشرقي من الممر الشمالي الشرقي، مستفيدين من خبرة وقدرات ناقلات الغاز من فئة كريستوف دي مارجيري وكاسحات الجليد"، صرح سيرجي فرانك، رئيس مجلس شحن الممر الشمالي الشرقي، خلال المنتدى.

وأضاف فلاديمير بانوف: "لقد وضعنا كاسحات الجليد في حالة استعداد لضمان مرور السفن بأمان، بما في ذلك السفن غير المعتمدة لفئة الجليد. ربما يحدث تطوير الجزء

الشرقي من الممر الشمالي الشرقي والتحول إلى الملاحة على مدار العام في وقت أبكر مما نتوقع".

سوف تُجرى رحلات اختبار في وقت مبكر من هذا العام. بحلول عام 2026، تتوقع شركة Sovcomflot استلام ناقلتي غاز إضافيتين من فئة Arc7 ستعملان طوال العام على طول الممر الشمالي الشرقي. وصرح إيغور تونكوفيدوف، الرئيس التنفيذي لشركة Sovcomflot، في منتدى ITLF: "سيحدث هذا لأول مرة في تاريخ البشرية. نخطط لتنظيم خدمة على مدار السنة خلال موسم الملاحة 2026–2027". ويعتقد سيرجي فرانك أنه بحلول عامي 2028-2030، قد يتم تقليص فترة عبور السفن ذات فئة الجليد العالية في الممر الشمالي الشرقي إلى 12 ساعة.

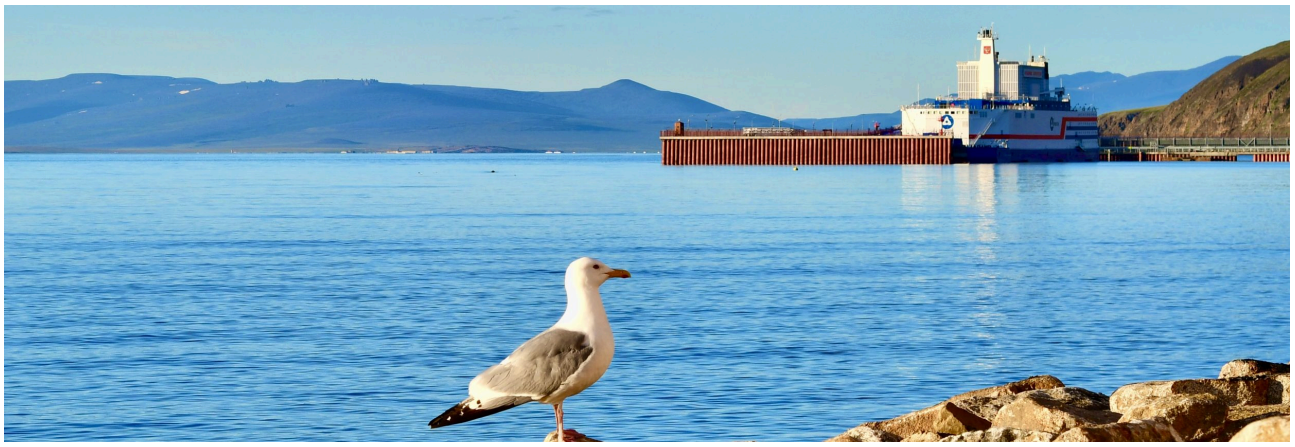
تعتبر كاسحات الجليد العنصر الأساسي لضمان الملاحة على مدار السنة. حاليًا، تعمل ثمانية كاسحات جليد بالطاقة النووية في القطب الشمالي، أربعة منها هي كاسحات جليد متعددة الأغراض من مشروع 22220. هناك ثلاثة كاسحات جليد أخرى من نفس التصميم (تشوكوتكا، لينينغراد، وستالينغراد) قيد البناء حاليًا. بالإضافة إلى ذلك، يجري بناء كاسحة الجليد "روسيا"، التي تعتبر الرائدة في سلسلة مشروع 10510، والتي تم تصميمها خصيصًا للملاحة على مدار العام في الممر الشمالي الشرقي، حيث ستكون أقوى كاسحة جليد في العالم.

يزداد الاهتمام الدولي بالممر الشمالي الشرقي. فقد قامت الشركات الصينية بتنفيذ رحلات حاويات لعدة سنوات وتقوم بتوسيع حجم الشحنات. وفي العام الماضي، تم تنفيذ رحلة عبور من الصين إلى غرب أوروبا عبر الممر الشمالي الشرقي لأول مرة. وهناك اهتمام كبير بالمسار من دول أخرى في شرق وجنوب آسيا أيضًا. تُجرى حاليًا مفاوضات مع إحدى هذه الدول لإجراء أول رحلة حاويات، والتي من المتوقع أن تتم في سبتمبر المقبل.

قال أليكسي ليخاتشيوف، المدير العام لشركة روساتوم، في منتدى ITLF إن حركة الشحن لهذا العام أعلى بنسبة 15% مقارنة بالسجلات السابقة. وعبر عن أمله في أن يتجاوز الرقم 40 مليون طن هذا العام.

اختبار: ماذا تعرف عن المفاعلات الصغيرة المعيارية؟

تُعتبر المفاعلات الصغيرة المعيارية (SMRs) واحدة من أبرز العروض لشركة روساتوم. وليس ذلك بمفاجئ، إذ تعتبر الشركة الروسية الأولى، ولحد الآن الوحيدة في التاريخ، التي قامت ببناء محطة طاقة نووية عائمة. وبالطبع، ليس هذا هو المشروع الوحيد للمفاعلات الصغيرة المعيارية الذي تعمل عليه روساتوم. دعونا نختبر معلوماتكم حول المفاعلات الروسية الصغيرة المعيارية.



1. ما اسم المحطة النووية العائمة الوحيدة التي تعمل في العالم (FNPP)؟

a) أركتيكا
b) سيفموربوت
c) أكاديميك لومونوسوف
d) الدائرة القطبية الشمالية
e) الرياح الشمالية

2. ما نوع المفاعل المثبت على هذه المحطة النووية العائمة؟

a) VVER-1000
b) RBMK-1000
c) BN-800
d) KLT-40S
e) RITM-200

3. ما هي القدرة الكهربائية الاسمية للمفاعلين الموجودين على هذه المحطة؟

a) 30 ميغاوات
b) 50 ميغاوات
c) 70 ميغاوات
d) 85 ميغاوات
e) 100 ميغاوات

4. ما المصطلح الجغرافي المستخدم في اسم محطة المفاعل بقدرة 10 ميغاوات التي يتم تطويرها حاليًا من قبل روساتوم؟

a) الشعاب
b) الرف
c) الجزيرة
d) الشاطئ
e) الرأس

5. المفاعل الصغير المعياري الرئيسي لشركة روساتوم هو RITM-200. أين تراكمت هذه المفاعلات بالفعل أكثر من 400 سنة تشغيل؟

a) في المراكز البحثية
b) على الغواصات النووية
c) في محطة بيلبينو للطاقة النووية
d) على أحدث كاسحات الجليد النووية
e) لم تتجمع تلك المدة بعد

6. كم عدد وحدات المفاعل RITM-200N التي ستقوم روساتوم ببنائها في أوزبكستان؟

a) 2
b) 3
c) 4
d) 0
e) 8

7. كم مرة يحتاج مفاعل RITM-200المصمم للوحدات العائمة إلى إعادة التزود بالوقود؟

a) سنويًا
b) كل سنتين
c) كل ثلاث سنوات
d) كل خمس سنوات
e) كل عشر سنوات

8. أي من المبردات التالية لا تُعتبر في تصاميم المفاعلات الصغيرة النمطية التي تطورها شركة روساتوم؟

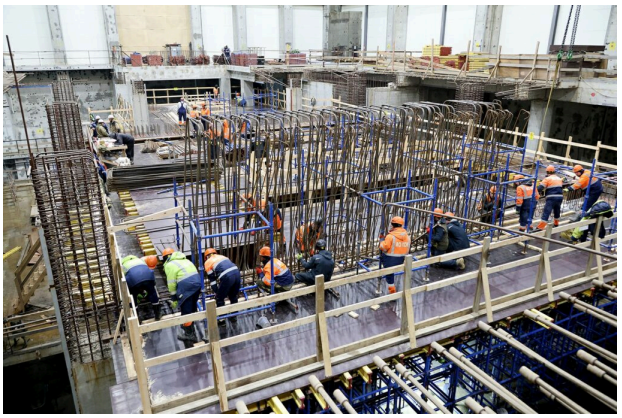
a) الماء الثقيل
b) الرصاص والبزموت
c) الهيليوم
d) الماء الخفيف
e) الرصاص

9. ما نوع المفاعل المستخدم في مشروع BREST-OD-300، الذي يقع ضمن تصنيف الوكالة الدولية للطاقة الذرية للمفاعلات الصغيرة النمطية؟

a) مفاعل الماء المضغوط (PWR/VVER)
b) مفاعل الماء المغلي (BWR)
c) مفاعل الغاز المبرد بدرجة حرارة عالية (HTGR)
d) مفاعل سريع مبرد بالصوديوم
e) مفاعل سريع مبرد بالرصاص

10. ما الميزة في المفاعلات الصغيرة النمطية التي تعتبر مهمة بشكل خاص للمستهلكين في المناطق المعزولة وصعبة الوصول؟

a) درجة عالية من التصنيع المسبق في المصنع
b) مساحة مضغوطة
c) انعدام الانبعاثات
d) توليد مستقر ومرونة تجاه تقلبات المناخ والطقس
e) جميع ما سبق



الإجابات الصحيحة:

1. **الأكاديمي لومانوسوف**. يُعتبر "أكاديمي لومانوسوف" المحطة النووية العائمة الوحيدة العاملة في العالم. وهي راسية في ميناء بيفك، المدينة الأكثر شمالًا في روسيا، الواقعة فوق الدائرة القطبية الشمالية في منطقة التربة الصقيعية. تم تسميتها على اسم العالم الروسي العظيم الأكاديمي ميخائيل لومانوسوف، وتم توصيل المحطة بالشبكة الكهربائية لأول مرة في 19 ديسمبر 2019.

2. KLT-40S تم تركيب مفاعلين من نوع KLT-40S يعملان بالماء المضغوط على متن "أكاديمي لومانوسوف". يمثلان استمرارية وتطور خط مفاعلات KLT المستخدمة في ناقل Sevmorput LASH، والمفاعلات KLT-40S المثبتة على كاسحات الجليد النووية "تايمير" و"فايغاش".

3. **70 ميغاوات**. تحت ظروف التشغيل الاسمية، يمكن لمفاعلين KLT-40S توفير 70 ميغاوات من الكهرباء للشبكة الأرضية و50 Gcal/h من الطاقة الحرارية لتسخين المياه الإقليمية. وهذا يكفي لتزويد حوالي 100,000 شخص بالكهرباء.

4. تقوم روساتوم بتطوير تصميم "Shelf-M"، وهو مصنع مفاعل صغير نمطي بقدرة تقريبية تبلغ 10 ميغاوات، يهدف لتزويد المناطق النائية بالطاقة، بما في ذلك المنصات البحرية والمنشآت الساحلية.

5. **على أحدث كاسحات الجليد النووية**. جميع كاسحات الجليد النووية الحديثة من مشروع 22220 مزودة بمفاعلات RITM-200. لقد أثبت تصميمها كفاءته العالية وسلامته في كل مرحلة من دورة حياتها.

6. **وحدتان**. في مارس من هذا العام، وقعت روساتوم وأوزاتوم ملحقًا لعقدهما، مما أدخل تكوينًا متكاملاً جديدًا لأكبر محطة طاقة نووية في البلاد. ستتكون المحطة من وحدتين كبيرتين من مفاعلات VVER-1000 ووحدتين صغيرتين من المفاعلات النمطية مع مفاعلات RITM-200N بسعة 55 ميغاوات لكل منهما. وعند تشغيل المحطة النووية بكامل طاقتها، ستولد حوالي 17.2 مليار كيلوواط ساعة سنويًا، مما يغطي حتى 14% من إجمالي استهلاك الطاقة في أوزبكستان.

7. **كل خمس سنوات**. سيكون المفاعل قادرًا على العمل لمدة تصل إلى خمس سنوات دون الحاجة لإعادة التزود بالوقود. حيث لا توجد عمليات التعامل مع الوقود النووي مخطط لها في موقع المحطة؛ إذ سيتم تنفيذ جميع هذه العمليات في مرفق متخصص.

8. **الماء الثقيل**. تقوم روساتوم بتطوير مفاعلات صغيرة نمطية تستخدم الماء الخفيف، والرأس، والرأس والبزموت، والهيليوم كمبردات، ولكن ليس الماء الثقيل.

9. **مفاعل سريع مبرد بالرصاص**. يعتبر BREST-OD-300 مفاعلًا مبتكرًا يعمل بالنيوترونات السريعة ويستخدم الرصاص كمبرد رئيسي. يقوم التصميم بتنفيذ مفهوم السلامة الكامنة ودورة وقود نووي مغلقة.

10. **جميع ما سبق**. تقدم المفاعلات الصغيرة النمطية عدة مزايا رئيسية مقارنة بمحطات الطاقة النووية التقليدية: درجة عالية من التصنيع المسبق في المصنع، مساحة مضغوطة، عدم وجود انبعاثات ضارة في الغلاف الجوي، وتوفير طاقة مستقرة. كما أن توليد الطاقة في مثل هذه المحطات لا يعتمد على المناخ أو الموسم.

اليورانيوم: نقص أم فائض؟

السؤال الرئيسي الذي يطرحه جميع الأطراف المعنية هو ما إذا كانت صناعة استخراج اليورانيوم قادرة على تلبية احتياجات أسطول المفاعلات النووية المتزايد. حاليًا، لا توجد إجابة حاسمة: موارد اليورانيوم متاحة بكثرة، لكن الإنتاج قد يتخلف عن الطلب.

السيناريو المرجعي الذي نشرته جمعية الطاقة النووية العالمية (WNA) يتوقع نمو أسطول المفاعلات من 372 جيجاوات الحالية إلى 449 جيجاوات بحلول عام 2030، وإلى 746 جيجاوات بحلول عام 2040، مما يشير إلى معدل نمو سنوي متوسط يبلغ 5.3%. وبالمقارنة مع توقعات عام 2023، من المتوقع إضافة 60 جيجاوات من المشاريع الجديدة بحلول عام 2040، والتي ستركز بشكل رئيسي في شرق وجنوب آسيا والدول الناشئة. ستعمل الزيادة في أسطول المفاعلات على تحفيز الطلب المتزايد على اليورانيوم الطبيعي كمادة خام رئيسية للوقود النووي. وفقاً للسيناريو المرجعي لجمعية الطاقة النووية من المتوقع أن يرتفع الطلب على اليورانيوم من 67,000 طن حالياً إلى أكثر من 150,000 طن سنوياً بحلول عام 2040. ولتقييم توازن العرض والطلب لليورانيوم الطبيعي، يجب أخذ عدة عوامل تتعلق بالطلب بعين الاعتبار.

استقرار الموارد

وفقا للإصدار لعام 2024 من كتاب اليورانيوم: الموارد والإنتاج والطلب (الكتاب الأحمر، الذي تُصدره الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية كل سنتين)، فإن الموارد المعروفة من اليورانيوم الموجودة في المواقع تصل إلى أكثر من 10.7 مليون طن، بينما تزيد الموارد القابلة للاستخراج، مع الأخذ بعين الاعتبار خسائر التعدين والمعالجة، عن 7.9 مليون طن.

الموارد المعروفة من اليورانيوم الموجودة في المواقع تصل إلى أكثر من 10.7 مليون طن

للوهلة الأولى، تبدو هذه الموارد كافية لتلبية احتياجات وحدات الطاقة النووية المستقبلية على مدار الخمسين عاماً المقبلة. إلا أن موارد اليورانيوم التي تقل تكلفة استرجاعها عن 80 دولاراً أمريكياً لكل كيلوغرام آخذة في الانكماش، حيث تمثل حالياً حوالي ربع إجمالي الموارد فقط. ورغم أن الاحتياطيات العالمية من اليورانيوم زادت بنسبة 28%، إلا أن الموارد في الفئة الأقل من 80 دولاراً لكل كيلوغرام انخفضت بنسبة 44%. علاوة على ذلك، ينتمي حوالي 90% من الموارد في هذه الفئة إلى المناجم العاملة وتحت الإنشاء، مما قد يعني أن جزءاً كبيراً من الموارد لم يُستكشف بشكل كافٍ، أو أن الموارد بتكلفة أقل من 80 دولاراً لكل كيلوغرام لم يتم اكتشافها بعد، أو أنها ببساطة غير موجودة في الطبيعة.

كما انخفضت الموارد في فئة أقل من 40 دولاراً لكل كيلوغرام من اليورانيوم. بعد إعادة تقييم الموارد في أوزبكستان والبرازيل بمقدار 103,000 طن، شهدت هذه الفئة انخفاضاً بنسبة 20%. بينما نمت الموارد ذات أعلى تكلفة استرجاع (أقل من 260 دولاراً لكل كيلوغرام) بنسبة 2% بسبب إدخال موارد جديدة أو موارد لم تُحتسب سابقاً من الكاميرون ومصر والهند وباكستان والسعودية، فقد انخفضت تقريباً بنفس القدر جراء إعادة تقييم شركة أورا نو لرواسب إيموارين في النيجر وباكوما في جمهورية أفريقيا الوسطى. ونتيجة لذلك، ظلت الموارد المعروفة إجمالاً دون تغيير تقريباً، بزيادة بلغت 0.2% فقط.

فيما يتعلق بشركات تعدين اليورانيوم، تتصدر روساتوم قائمة الموارد المستكشفة بفضل الأصول الموجودة في روسيا وكازاخستان وتنزانيا وناميبيا. وتليها شركة كازاتوبروم الكازاخستانية، ثم أورا نو الفرنسية، وشركة كاميكو الكندية، وصندوق الاستثمار الوطني للطاقة النووية الصينية (CNNC) وشركة الصين الوطنية للطاقة النووية (CGN). تمتلك كازاتومبروم أكبر الموارد بتكلفة استرجاع تقل عن 80 دولاراً لكل كيلوغرام من اليورانيوم. تحتل روساتوم المرتبة الثانية، تليها كاميكو، CGN، CNNC وأورا نو.

فيما يتعلق بشركات تعدين اليورانيوم، تتصدر روساتوم قائمة الموارد المستكشفة

ارتفاع الإنتاج

تظل كازاتومبروم الرائدة عالمياً في إنتاج اليورانيوم، حيث تسعى لزيادة الإنتاج. بينما أنتجت كازاخستان 21,109 طن من اليورانيوم في عام 2023، بلغ الرقم رقماً قياسياً قدره 25,839 طن في عام 2025، بزيادة قدرها 11% عن عام 2024. ويتم استهداف الإنتاج في عام 2026 ليصل إلى ما بين 27,500 و29,000 طن من اليورانيوم.

يرتبط هذا النمو في الإنتاج برواسب بودينوفسكايا (الكتل 6 و7) التي وصلت إلى طاقتها التصميمية البالغة 6,000 طن سنوياً. وفي عام 2025، أطلقت كازاتومبروم عمليات تجريبية في مشروع إنكاي-3، الذي يحتوي على احتياطيات من اليورانيوم تبلغ 83,100 طن. من المقرر أن تستمر المرحلة التجريبية لمدة أربع سنوات، ومن المخطط أن يبدأ التشغيل التجاري بين عامي 2030 و2032، ليصل إلى قدرة تصميمية تبلغ 4,000 طن من اليورانيوم سنوياً.

في عام 2025، تم اعتماد تعديلات على قانون التربة، مما يضمن أن حصة كازاتومبروم في عقود استخدام التربة الجديدة ستكون لا تقل عن 75%، و90% لتمديد العقود. اعتباراً من عام 2026، ستختلف معدلات الضريبة على استخراج المعادن حسب الإنتاج السنوي الفعلي بموجب كل اتفاقية لاستخدام التربة وسعر السوق السائد لليورانيوم.

في كندا، كانت هناك منجمان تحت الأرض هما مكارثر ريفر وسكار ليك يعملان في عام 2025. وفي منتصف ذلك العام، بدأت الشركة الفرعية الكندية لأورانو باستخراج اليورانيوم من منجم مكلاين ليك باستخدام تقنية "سابر" (التي تعتمد على استخراج الموارد من خلال ثقوب الوصول السطحي). وفقًا لشركة دينيسون ماينز، الشريك المشارك في ملكية مكلاين ليك، تم إنتاج 250 طناً من اليورانيوم في عام 2025.

أما في ناميبيا، فقد بلغ إنتاج ثلاثة مناجم (هوساب، روسينغ، ولانجر هاينريش) نحو 7,332 طناً في عام 2024، مما يمثل 12% من الإنتاج العالمي. وعلى مدى السنوات السبع الماضية، حافظت مناجم هوساب وروسينغ على مستويات إنتاج مستقرة، حيث أنتجت الأولى 4,437 طناً والثانية 2,205 أطنان من اليورانيوم على التوالي في عام 2024. ومن جهة أخرى، أنتج منجم لانجر هاينريش 690 طناً من اليورانيوم في عام 2024، وحوالي 1,540 طناً في عام 2025.

في أوزبكستان، شهدت الصناعة زيادة في الإنتاج على مدى السنوات القليلة الماضية. الهدف المحدد لعام 2025 هو إنتاج 6,000 طن من اليورانيوم، وتخطط الدولة بحلول عام 2030 للوصول إلى إنتاج أكثر من 7,000 طن سنوياً. وفقاً لتقرير صادر عن شركة SRK للاستشارات، كانت قاعدة موارد شركة نافوي يوران، اعتباراً من 1 يناير 2025، حوالي 116,000 طن من اليورانيوم. ومع ذلك، لا تحتوي أي من رواسبها الأربعين على موارد تتجاوز 10,000 طن من اليورانيوم، حيث تتراوح أكبر الرواسب بين 4,000 و9,000 طن من الموارد.

في أستراليا، من المتوقع أن يكون الإنتاج في عام 2025 أعلى قليلاً مقارنةً بعام 2024. ينتج منجم أوليمبيك دام التابع لشركة BHP حوالي 3,000-3400 طن من اليورانيوم سنوياً بشكل ثابت. ولم يكن عام 2025 استثناءً، حيث بلغ الإنتاج 3479 طناً.

وفي روسيا، بلغ إنتاج اليورانيوم في عام 2024 نحو 2,738 طناً. وقد حققت الشركات التابعة لروساتوم أهدافها الإنتاجية بنسبة 100%. وأفاد أليكسي ليخاتشيوف، المدير العام لروساوم، لجريدة سترانا روساتوم: "تؤكد روساتوم على امتلاكها لقاعدة موارد معدنية قوية تستمر لعقود قادمة، مما يجعلها تحتل مراكز ريادية في السوق العالمية لليورانيوم."

أما في الصين، فتشير البيانات الأولية إلى إنتاج اليورانيوم بنحو 2200 طن. في عام 2025، قامت الصين باستخراج اليورانيوم من أربعة مواقع (ثلاثة منها تستخدم تقنية الاسترداد في الموقع ومنجم واحد تحت الأرض). وتم تعليق العمليات في ثلاثة مناجم تحت الأرض بسبب ارتفاع تكاليف الإنتاج. وفقاً لشركة الصين الوطنية للطاقة النووية (CNNC)، بدأ الإنتاج التجريبي لليورانيوم في عام 2025 من منجم اليورانيوم الوطني رقم 1 الجديد الواقع في حوض أورديز، حيث تبلغ القدرة التصميمية للمنشأة 1000 طن من اليورانيوم سنوياً.

إغلاقات وشيكة

إن نمو الإنتاج دون وجود استكشاف ناجح أو توسيع قاعدة الموارد سيؤدي إلى إغلاق المناجم العاملة بين عامي 2030 وأواخر أربعينيات القرن الواحد والعشرين، وهذا ينطبق بشكل خاص على الرواسب التي بدأت عملياتها في أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين.

استجابة لهذه التوقعات، اتخذ منتجو اليورانيوم مؤخراً خطوات لتطوير موارد جديدة. تعتبر شركة روساتوم واحدة من هذه الشركات. حيث صرح فيكتور سفياتيتسكي، النائب الأول للرئيس التنفيذي ومدير الإدارة في روساتوم نيدرا، لمجلة فيستنيك أتمبروم: "تتمثل مهمتنا الأساسية في توسيع قاعدة موارد اليورانيوم لتلبية احتياجات صناعة الطاقة النووية الروسية. لقد توصلنا بالفعل إلى اتفاق مع الوكالة

الفيدرالية للموارد المعدنية ووزارة الموارد الطبيعية والبيئة لإنشاء مجموعة عمل تهدف إلى تطوير قاعدة الموارد. وفي عام 2026، سنكمل الجزء الأكبر من الأعمال الرأسمالية في رواسب شيروندوكوي، مما سيمكننا من استخراج حوالي 400 طن من اليورانيوم بدءًا من عام 2028. وسنبدأ أيضاً بأعمال النفق في المنجم رقم 6 في اتحاد التعدين والصناعات الكيميائية في بريارغونسك، وسنسعى جاهدين لإعادة مشروع إلكون إلى الحياة."

كما تُعتبر شركة كازاتومبروم مثالاً آخر على هذه المبادرات. ففي يناير 2025، أعلنت الشركة في استراتيجيتها المحدّثة للتطوير خلال الفترة من 2025 إلى 2034 أنها تهدف إلى تجديد واستغلال قاعدة مواردها المعدنية بكفاءة من خلال الاستكشاف وتحسين العمليات.

بالتالي، فإن الشركات التي ستنجح على المدى الطويل هي تلك التي تؤمن أفضل الاحتياطيات لمناجمها.

معوقات الصناعة

غالباً ما تعيق مشكلات اقتصادية وتنظيمية واجتماعية وغيرها نمو الإنتاج، وتشغيل القدرات الجديدة، وحتى أنشطة الاستكشاف.

تؤدي هذه العوامل إلى زيادة الوقت والتكاليف المطلوبة لاستعداد المواقع الجديدة.

تُعَدُّ إحدى المشكلات الرئيسية هي التضخم، حيث ترتفع أسعار المعدات والديزل والكهرباء وحمض الكبريتيك، بالإضافة إلى ارتفاع تكاليف العمالة. كما شهدت أسعار الفائدة ارتفاعًا، مما جعل الحصول على التمويل من البنوك أكثر صعوبة وتكلفة.

في بعض الأحيان، يُعَدُّ نقص العمالة أو المعدات أو المواد الكيميائية مشكلة حقيقية. على سبيل المثال، تأخرت إعادة تشغيل منجم مكارثر ريفر في كندا بسبب التحديات المتعلقة بتوظيف الكوادر المؤهلة وإعادة تشغيل المعدات بعد سنوات من التوقف. وفي كازاخستان، تراجعت الإنتاجية نتيجة نقص حمض الكبريتيك وتأخيرات في بناء البنية التحتية المساعدة.

تُعتبر الإجراءات التنظيمية المعقدة أيضًا عقبة أمام بدء المشاريع. ففي بعض البلدان، قد تستغرق إجراءات الحصول على التصاريح أكثر من عقد من الزمن. ويضطر الشركات إلى تحديث دراسات الجدوى وتأجيل القرارات الاستثمارية النهائية. يمكن أن تؤدي معارضة المجتمعات المحلية أيضًا إلى إلغاء مشروع المناجم، كما حدث مع رواسب جابيليوكا في أستراليا.

تلعب السياسة دورًا مهمًا في هذا السياق؛ وأبرز مثال على ذلك هو انتقال المناجم في النيجر إلى السيطرة الحكومية والنزاعات التي أعقبت ذلك مع شركة أورانو الفرنسية.

أهم النقاط

على مدار العقود القادمة، سيتم تلبية معظم احتياجات صناعة الطاقة النووية العالمية من خلال التعدين الطبيعي لخام اليورانيوم. وفقًا لتقديرات الوكالة النووية العالمية، ستبلغ هذه الطلبات 150000 طن بحلول عام 2040. ومع ذلك، فإن الإنتاج من جميع المصادر المحددة لن يتجاوز 70000 طن في ذلك الوقت. في المناجم العاملة، سيتقلص الإنتاج إلى النصف نتيجة استنزاف الموارد، لينخفض من 60200 طن الحالية إلى 29500 طن. إن إطلاق المناجم الجديدة التي كانت متوقفة أو تحت الإنشاء أو المخطط لها سيعوض القدرة المتقاعدة، ولكن جزئيًا فقط، ليصل إلى 50000 طن. وبدء تشغيل المناجم المحتملة اعتبارًا من عام 2030 قد يضيف 20000 طن أخرى بحلول عام 2040، لكن مستقبلها لا يزال محفوفًا بالمخاطر وعدم اليقين. وستضيف الإمدادات من المصادر الثانوية المحددة بين عامي 2024 و2040 حوالي 5000 طن من اليورانيوم.

وبالتالي، على الرغم من وجود موارد كافية من اليورانيوم "في الأرض"، فإن الطلب على اليورانيوم قد يتجاوز العرض من المصادر المحددة بمقدار 75000 طن في عام 2040. ومن المتوقع أن يتم تلبية هذا الطلب من خلال الإمدادات من ما يُعرف بـ "المصادر غير المحددة". وتشمل هذه المصادر الثانوية غير المحسوبة، فضلاً عن المناجم المتوقفة والرواسب غير المطورة التي لا تمتلك الشركات خططًا واضحة بشأنها حتى الآن.

في ظل هذه الظروف، سيكون هناك حاجة إلى جهود هائلة في الاستكشاف الجيولوجي، ونشر تقنيات التعدين المتطورة، وزيادة الاستثمار، وتحسين البيئة التنظيمية لإدخال أصول جديدة من اليورانيوم في دورة الوقود النووي.

موقف روساتوم

تشير تطورات قاعدة الموارد إلى أن اليورانيوم الرخيص في السوق العالمية أصبح نادرًا. ومن المتوقع أن يحدث نمو أسطول المفاعلات العالمي في ظل خروج مشاريع

اليورانيوم الكبيرة ذات التكلفة المنخفضة من الخدمة وتراجع المصادر الثانوية. في هذا السياق، تجد روساتوم نفسها في وضع متميز للغاية، حيث تمتلك المؤسسة النووية الروسية قاعدة عالية الجودة من موارد اليورانيوم داخل روسيا وخارجها. وهي قادرة على ضمان نمو طويل الأمد في إنتاج اليورانيوم وتلبية احتياجات دورة الوقود النووي الخاصة بالمؤسسة.

وفي الوقت نفسه، تعمل روساتوم على تطوير أنظمة الطاقة من الجيل الرابع التي لن تتطلب اليورانيوم الطبيعي. وقد صرح أليكسي ليخاتشيوف، المدير العام لروساتوم، لجريدة "سترانا روساتوم" بأن تنسيق جميع مجالات النشاط المتعلقة بدورة الوقود النووي أصبح الآن تحت إشراف "مجلس اليورانيوم". وصرح قائلاً: "إن توسيع خطوط إنتاجنا، وإنشاء أنظمة الطاقة من الجيل الرابع المستقلة عن قاعدة الموارد، والشروع في البناء على نطاق واسع للوحدات الطاقية محليًا ودوليًا سيتطلب مقاربات جديدة لإدارة دورة الوقود النووي بالكامل ضمن نظام الطاقة النووية ثنائي المكونات الذي يتضمن كل من المفاعلات الحرارية ومفاعلات النيوترونات السريعة."

تم إنشاء لجنة لدورة الوقود النووي بهدف تنسيق هذا العمل، وتضم في عضويتها تقريبًا جميع كبار التنفيذيين في المؤسسة النووية. ستعمل اللجنة كنوع من "مجلس اليورانيوم"، حيث تحدد استراتيجياتها وتكتيكاتها في هذا المجال الحاسم، كما أكد أليكسي ليخاتشيوف. ستقوم روساتوم بتوسيع طاقاتها في مجالات التخصيب وتصنيع الوقود وإعادة معالجة الوقود المستهلك، وستشكل برنامج يورانيوم وطني يهدف إلى تقليل الاستهلاك المحدد لليورانيوم الطبيعي عبر تقنيات دورة الوقود النووي المغلقة، وفي ذات الوقت سوف تعمل على توسيع قاعدة الموارد لزيادة حصة توليد الطاقة النووية.

ركيزة الاستقلال الطاقي

يعتبر موقع بناء محطة الطاقة النووية المصرية مركزاً لاستقطاب المديرين التنفيذيين الروس والمسؤولين الحكوميين. وبعد تشغيل جميع الوحدات الأربعة، سيلبي مشروع الضبعة نحو 10% من احتياجات مصر الكهربائية. ويؤكد الخبراء أن الطاقة النووية ضرورية لتعزيز أمن الطاقة في البلاد.

في أبريل، قام وفد من لجنة الطاقة التابعة لمجلس الدوما الروسي بزيارة موقع البناء النووي في مصر.

أطلع أليكسي كونونينكو، مدير مشروع بناء الضبعة، النواب الروس على تقدم المشروع، مؤكدًا أن جميع المعالم الرئيسية للبناء المخطط لها لعام 2025 قد تم تحقيقها، ومعظمها تم قبل الجدول الزمني المحدد في العقد. وفي نوفمبر، تم تركيب وعاء الضغط الخاص بالوحدة الأولى في موضعه التصميمي. وأكد أليكسي كونونينكو مرة أخرى أن روسيا ستدعم شركاءها المصريين في كل مرحلة من مراحل دورة حياة المشروع، بما في ذلك إمدادات الوقود النووي وصيانة المحطة وإدارة الوقود المستهلك.

استعرض الوفد المرافق الأساسية في الأحياء السكنية للعمال، والتي تضم روضة أطفال ومدرسة ومجمعًا رياضيًا ومركزًا ترفيهيًا. كما تم اطلاعهم على تطوير البنية التحتية الاجتماعية والسكنية، بالإضافة إلى ترتيبات معيشة موظفي مشروع البناء وعائلاتهم.

واختتم نيكولاي شولجينوف، رئيس لجنة الطاقة بمجلس الدوما: "بالإضافة إلى إنشاء صناعة نووية عالية التقنية في البلاد، تبني روسيا البنية التحتية اللازمة، بما في ذلك الخدمات الاجتماعية. كما تشارك بالتقنيات المتقدمة وتساعد في تدريب الكوادر وتطوير الإطار التنظيمي".

أيضًا في أبريل، قام أليكسي ليخاتشيوف، المدير العام لروساتوم، بزيارة عمل إلى مصر. وتمت الاجتماعات في القاهرة الجديدة مع محمود إسماعيل، وزير الكهرباء والطاقة المتجددة، ورئيس الوزراء مصطفى مدبولي. ناقشت الأطراف تطوير التعاون في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية وتقدم مشروع بناء محطة الضبعة.

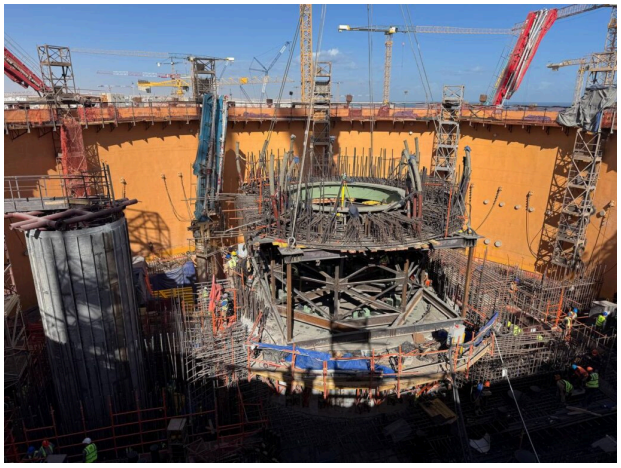
التركيز على الاستقرار

عند بدء التشغيل، ستغطي الوحدات الأربع في محطة الضبعة للطاقة النووية، بإجمالي قدرة تصل إلى 4800 ميغاوات، ما يصل إلى 10% من استهلاك الكهرباء في مصر.

ويبرز الخبراء أهمية الطاقة النووية في تعزيز قوة الشبكة الوطنية للطاقة.

ويقول إيغور سيرغييف، أستاذ مساعد في قسم الاقتصاد العالمي وباحث أول في معهد الدراسات الدولية بجامعة موسكو للعلاقات الدولية: "لا يزال إجمالي استهلاك الطاقة الأولية في مصر يتزايد. على الرغم من استقرار استهلاك الفرد من الطاقة الأولية، إلا أن هناك زيادة في إنتاج الكهرباء لكل فرد. كما أن إجمالي إنتاج الكهرباء ينمو، وهو ما يتماشى تمامًا مع مستوى وطبيعة المرحلة الحالية للتنمية الاقتصادية في البلاد. يمكننا توقع مزيد من الزيادة في الاستهلاك، مما سيؤدي إلى الحاجة لتوسيع قدرات التوليد".

في الوقت نفسه، يشير الخبير إلى أن مزيج الوقود والطاقة في البلاد لا يزال يعتمد بشكل كبير على الهيدروكربونات. فعلى سبيل المثال، يمثل النفط والغاز أكثر من 90% من إجمالي استهلاك الطاقة الأولية، ويُنتَج 80% من الكهرباء بواسطة الغاز. وفي الآونة الأخيرة، أصبحت البلاد مرة أخرى مستوردًا صافياً للطاقة، حيث أدت احتياجاتها المتزايدة إلى زيادة في واردات الغاز الطبيعي المسال.



يُعتبر عامل الطاقة عادةً أحد أبرز نقاط الضعف الخارجية في اقتصاد البلاد. إن الأزمة العالمية الحالية في مجال الطاقة تدفع الخبراء إلى الحديث بشكل متزايد عن أهمية وجود موارد طاقة محلية مستقرة وقدرات تُقلل من اعتماد الاقتصاد الوطني على تقلبات السوق العالمية، بالإضافة إلى توفير الحماية ضد الانقطاعات المفاجئة في الإمدادات. وهذا يعد أمرًا بالغ الأهمية لدولة سريعة التنمية مثل مصر، كما يشير إيغور سيرغييف.

ويؤكد الخبير أن إنتاج الطاقة النووية المحلية يُعتبر أحد أسس نظام الطاقة الذي يعمل بشكل موثوق في ظل الصدمات الخارجية المتزايدة وعدم اليقين العام في الاقتصاد العالمي وقطاع الطاقة. واختتم إيغور سيرغيف: "هناك دافع رئيسي آخر للتعاون مع روسيا في هذا المجال، لا يقتصر على ضمان أمن الطاقة وقابلية التنبؤ بالإمدادات فحسب، بل يتمثل أيضًا في الحصول على تقنيات وحلول جديدة لمصر".