

ROSATOM NEWSLETTER

01.

МАҚАЛАЛАР

Empowering better future: Ресей атом саласына 80 жыл
Оқу – атом энергетикасының жарығы
БРИКС кванттық форумына қош келдіңіз



**YEARS
OF RUSSIAN
NUCLEAR INDUSTRY**



02.

НЕГІЗГІ БАҒЫТТАР

Жаһандық баланс

03.

АЙМАҚ ЖАНАЛЫҚТАРЫ

Қазақстан. ВВЭР-1200: Ресей
флагманы Қазақстан үшін



Empowering better future: Ресей атом саласына 80 ЖЫЛ

2025 жылдың тамызында Ресейдің атом саласы 80 жылдығын атап өтеді: 1945 жылы 20 тамызда КСРО Мемлекеттік қорғаныс комитеті жанынан Арнайы комитет құру туралы қаулыға қол қойылды, оған уранның атомішілік энергиясын пайдалану жөніндегі барлық жұмыстарға басшылық жүктелді. Осы күннен бастап кеңестік атом жобасы басталды. Ресейлік атомшылардың қазіргі буыны өзінің ұлы негізін қалаушылардың жұмысын жалғастыруда және атом технологиясының жаңа мүмкіндіктерін ашады.



Елдің ең жақсы математиктері, физиктері, химиктері мен инженерлері энергетиканың мүлдем жаңа – атомдық түрін жасады. Физик Игорь Курчатов – атом жобасын басқарған ғалым – 1940 жылдардың аяғында уран ядроларының бөліну энергиясы негізінде әлемдегі алғашқы электр станциясын салуды ұсынды. 1954 жылы 26 маусымда әлемдегі алғашқы атом электр станциясы Обна атом электр станциясы желіге электр энергиясын берді. Сол жылы КСРО Министрлер Кеңесі бүкіл КСРО бойынша АЭС-тің ауқымды құрылыс бағдарламасын мақұлдады.

Обна АЭС басқа елдерде де атом энергетикасына жол салды. Қазір әлемде жалпы қуаты 376 ГВт-тан асатын 416 атом энергоблоктары жұмыс істейді. Ресейде жалпы қуаты 26,8 ГВт болатын 36 энергия блогы сенімді және таза атом энергиясын өндіреді.

Ресейлік атомшылар серіктестерге одан да қызықты шешімдер ұсына отырып, атом энергетикалық технологияларын үнемі жетілдіріп отырады. Сонымен, әртүрлі модификациядағы ВВЭР реакторлары ірі АЭС-тің әлемдік нарығында үлкен сұранысқа ие болды. «Росатомның» шетелдік тапсырыстар портфелінде 10 елде ВВЭР реакторлары бар

жоғары қуатты АЭС – 33 блок салуға арналған.

«Росатом» – қуаты аз атом станциялары (ҚААС) сегментіндегі көшбасшы. Ресейлік атомшылар «Академик Ломоносов» қалқымалы энергия блогы (ҚЭБ) бар атом жылу электр станциясын әлемдегі алғашқы және әлі күнге дейін жалғыз салушы болып табылады. РИТМ-200 реакторлары бар тағы төрт қалқымалы энергия блогы Чукоткадағы БАИМ ГОК-ты электрмен жабдықтау үшін салынуда. Мемлекеттік корпорация басқа елдердің серіктестерімен түрлі модификациялы ПЭБ құрылысын талқылайды, Якутияда (Ресей) жер үсті ҚААС құрылысына дайындалуда және Өзбекстандағы ҚААС – алты блок құрылысының әлемдегі алғашқы экспорттық жобасын жүргізеді.

«Росатом» IV буынды реакторлық жүйелерінің тұжырымдамасын ұсынды, ол қауіпсіздік, экономика параметрлерін едәуір жақсартуды және ядролық отын циклінің (ЯОЦ) тұйықталуын – пайдаланылған отынды қайта өңдеуді және байытудан кейін қалған уранды ЯОЦ-ға тартуды көздейді. Бұл тәсіл өндірілген уранның энергетикалық әлеуетін барынша пайдалануға мүмкіндік береді, бұл өндіріске деген қажеттілікті де, сондай-ақ радиоактивті қалдықтардың көлемін де азайтады.



Бұл принциптер «Серпіліс» жобасы аясында жүзеге асырылады: Ресейде – қорғасын жылу тасымалдағышы бар жылдам нейтронды реакторы бар бірегей БРЕСТ-ОД-300 энергоблогы, сол алаңда отынды қайта өңдеу және фабрикациялау-рефабрикациялау модульдері салынуда. Жылдам нейтронды реакторлар ресейлік атом өнеркәсібінің негізгі тақырыбы болып табылады: бірінші реактор, БР-2, 1956 жылы іске қосылды, содан бері зерттеу және энергетикалық жылдам реакторлар салынды, олардың кейбіреулері әлі де жұмыс істейді. Сондай-ақ, «Росатом» халықаралық атом қауымдастығы үлкен қызығушылық танытатын КЖЗР зерттеу реакторын салуда.

Жаңа көшбасшылық

Ресейдің атом саласы әрқашан көп қырлы болды: жаңа материалдар, есептеу қондырғылары зерттелді және жасалды, ядролық медицина және тағы басқалар дамыды. Осы құзыреттердің негізінде «Росатомда» Мемлекеттік корпорация жетекші орын алатын тұтас индустриялар дамыды.

«Росатом»-ның ТВЭЛ отын дивизионы 3D басып шығару саласын дамытады: ұнтақтар, 3D принтерлер шығарады және тұтастай алғанда Ресей мен шет елдердің өнеркәсібіне аддитивті технологияларды енгізуде шешуші рөл атқарады. Сондай-ақ «Росатом» литийионды аккумуляторлар шығаратын кәсіпорындар салады, олар үшін материалдарды әзірлеуге ықпал етеді, отандық электромобильдерді жасауға қатысады. Росатомның үш дивизионы Ресейде электр зарядтау инфрақұрылымын орналастыруға қатысады. Тау-кен дивизионы литий карбонаттары мен гидроксидтерін және магниттер мен қозғалтқыштар жасау үшін қолданылатын сирек кездесетін металдардың жеке концентраттарын өндіру жобаларын пысықтайды. «Росатом» құрылымындағы магниттік өндіріс те жоспарланған. Композиттік материалдар дивизионы шикізаттан бастап шыны және көмір композиттерден жасалған

компоненттер мен бұйымдарға дейінгі толық технологиялық тізбектерді құрды. Жел энергетикасы дивизионы Ресейде жел парктерін салады және пайдаланады және басқа елдерде де осындай жобаларды жүзеге асырады.

«Росатом» Солтүстік теңіз жолының (СТЖ) логистикалық әлеуетін ашады. Әлемдегі жалғыз атом мұзжарғыш флотының арқасында сол арқылы жүк тасымалы көлемі жыл сайын артып келеді. СТЖ жаһандық логистикада барған сайын танымал және сұранысқа ие бағытқа айналууда.

«Росатом» ядролық медицинаны дамытады. Мемлекеттік корпорация медициналық изотоптарды өндіру сегментінде жетекші орын алады, радиофармпрепараттар (РФП) жасайды, оларды науқастарды диагностикалау мен емдеу үшін енгізуге ықпал етеді. «Росатом» өз тәжірибесімен басқа елдермен бөліседі. Сонымен Боливияда бірегей Ядролық зерттеулер мен технологиялар орталығы салынуда, оған циклотрондық кешен, көп мақсатты сәулелену орталығы, радиобиология және радиозэкология зертханалары, зерттеу реакторы кіреді.

«Росатом» жинақталған зиянды заттарды жою арқылы планетаны таза етеді: қалалық қоқыс орындарын, қауіпті химиялық өндірістерді, ядролық және радиациялық қауіпті объектілерді қалпына келтіреді.

Ең жаңа технологиялар

Ресейдің атом саласы өзінің пайда болған кезінен бастап және әлі күнге дейін ғылыми және инженерлік ізденіс шыңында тұр. «Росатом» термоядролық және кванттық технологияларды, суперкомпьютерлер мен жасанды интеллектті, органдардың биофабрикациясын, Ресейдің ғарыштық бағдарламаларын құруға және қолдануға қатысады. Ресейлік атомшылар Ресей мен әлемнің болашақ технологиялық құрылымын қалыптастырады. Олардың еңбектерінің жемісі планетадағы адамдарға, тіпті одан тыс жерлерге де көптеген ондаған жылдар бойы пайда әкеледі.

Оқу – атом энергетикасының жарығы

«Росатом» әртүрлі елдердің мамандарын оқытады, содан кейін олар атом саласында жұмыс істейді. 2019 жылдан 2024 жылға дейін МАГАТЭ-мен бірлесіп «Росатом» техникалық академиясы (ТАР) өткізетін халықаралық бағдарламалар бойынша ғана 60-тан астам елден 1900-ден астам адам оқудан өтті. ТАР өз курстарын ұйымдастырады. «Росатом» техникалық академиясының проректоры Мария Халецкая толығырақ айтады.



– ТАР-дың МАГАТЭ-мен ынтымақтастығы туралы айтып беріңізші.

— Тараптар ядролық инфрақұрылым бойынша оқу іс-шараларын өткізе бастаған кезде ТАР 2011 жылдан бастап МАГАТЭ-мен белсенді ынтымақтасады. 2018 жылы ТАР, МАГАТЭ және «Росатом» Авариялық-техникалық орталығы ядролық қауіпсіздік, радиациялық қорғау және авариялық ден қою құзыреттерін арттыру үшін ынтымақтастық жөніндегі практикалық уағдаластықтарға қол қойды. Келісім шеңберінде ТАР базасында Құзыреттерді дамытудың бірлескен орталығы құрылды.

2019 жылы ТАР атом энергетикасы, физикалық ядролық қауіпсіздік және энергетикалық емес қолданбалар сияқты үш саладағы бағдарламалар бойынша әлемнің түкпір-түкпірінен атом саласының өкілдерін оқытатын МАГАТЭ-нің (орталықтың) алғашқы және жалғыз ынтымақтастық орталығы болды. 2024 жылдың қазан айында ТАР орталықтың мәртебесін арттырды және МАГАТЭ-мен ынтымақтастықты кеңейтті.

ТАР МАГАТЭ-мен бірге жыл сайын атом энергетикасы және білімді басқару саласындағы менеджмент бойынша мектептер өткізеді. Бұдан басқа, ТАР ядролық инфрақұрылымды дамытуды зерттейтін INT2024 және төмен қуатты

технологияларды дамытуға арналған INT2023 жобалары шеңберінде оқу іс-шараларын іске асырады.

– Тыңдаушылар қай елдерден келеді?

– Әлемнің түкпір-түкпірінен. Азия, Африка және Таяу Шығыс елдерінен көптеген тыңдаушылар бар. 2024 жылы Куба мен Кувейт, ал 2025 жылы Мьянма оқуға алғаш рет қосылды, онда ресейлік дизайндағы төрт төмен қуатты блоктың құрылысы жоспарланған. Тыңдаушылардың ең үлкен ағыны – «Росатом» ірі атом электр станцияларын салатын елдерден: Египет, Түркия, Бангладеш, Беларусь.

– Оқу іс-шаралары туралы толығырақ айтып беріңізші.

– Олар төрт түрге бөлінеді. Біріншісі – ядролық сала, басқару жүйелері, кадрлар мен инфрақұрылымды дамыту тәсілдері туралы жалпы түсінік қалыптастыратын мектептер. Қатысушылар – саланы стратегиялық түсінуге мүдделі жас мамандар, бастауыш және орта буын менеджерлері.

Екінші түрі – қолданбалы тақырыптарды зерттейтін, техникалық ерекшеліктерге терең бойламастан негізгі білімді бекітетін курстар. Олар кең аудиторияға жарамды.

Үшінші түрі – белгілі бір саладағы білімді тереңдетуге ұмтылатын тәжірибелі мамандарға арналған семинар-практикумдар. Мұнда нақты жағдайлар талқыланады және тәжірибе алмасады.

Төртіншісі – бұл топтық ғылыми сапарлар. Олар ең озық аудиторияға жарамды және қатысушы елдердің нақты қажеттіліктеріне сәйкес қалыптасады.

Бағдарламалардың барлық түрлерінің ерекшелігі – курс тақырыбын ескере отырып, атом саласы объектілеріне техникалық турлар.

– Биыл қандай курстар өтіп жатыр?

– Бұл атом саласы объектілерін салу үшін алаңдарды таңдау, қуаты аз атом станцияларын (ҚААС) техникалық-экономикалық негіздеу, білімді басқару, мүдделі тараптармен өзара іс-қимыл, тұйық ядролық отын циклі және радиоактивті қалдықтармен жұмыс істеу, IV буын реакторларына арналған стратегиялық басқару және цифрлық шешімдер бойынша курстар.

Мәселен, осы жылдың мамыр айында ТАР мен МАГАТЭ атом электр станцияларын салу үшін, оның ішінде қуаты аз алаңды таңдау бойынша курс өткізді. Оған Армения, Бразилия, Қазақстан, Шри-Ланка және Замбия сияқты 18 елден 20-дан астам қатысушы қатысты. МАГАТЭ сарапшылары атом электр станциясын салуға көмек туралы айтып, агенттікке қатысушы елдерде жинақталған тәжірибелерімен бөлісті. Тыңдаушылар ядролық бағдарламаны іске асыру кезеңдерін таныстырып, қиындықтардың қай жерде пайда болғанын және оларды қалай жеңуге болатынын айтып берді. Олар сондай-ақ Калинин атом электр станциясына барды.



– Оқу күндізгі ме?

– Әдетте, иә, бірақ қажет болған жағдайда қатысушыларды бейне-конференц-байланыс арқылы қосатын онлайн-формат та қатысады.

– Қатысуға қалай өтініш беруге болады?

– Тек МАГАТЭ – InTouch + ресми платформасы арқылы.

ТАР және МАГАТЭ тақырыптарды, күндерді, форматтарды, бағдарламаларды және озық тәжірибелерімен бөлісе алатын және өз практикаларында мысалдар көрсете алатын оқытушыларды анықтайды және келіседі.

– Курстар қалай аяқталады?

– ТАР және МАГАТЭ бірлескен курстары финалдық тестілеуді көздемейді. Қорытындылар бойынша қатысушы оқудан өткені туралы сертификат алады.

– ТАР-дың өз курстары да бар. Олар туралы толығырақ айтып беріңіз.

– ТАР «Ядролық білім беру трансфері» жобалық кеңсесі шетелдік жоғары оқу орындарының оқытушылары мен аспиранттары үшін Train-the-Trainers форматында қысқа мерзімді курстар өткізеді. Білім тек технологиялар туралы ғана емес, сонымен қатар мамандарды даярлаудың бейінді ЖОО бағдарламаларын қалай құру туралы да беріледі.

– Бұл курстар не туралы?

– «Росатомның» негізгі экспорттық өнімдері зерттелуде – бұл ВВЭР-1200 бар АЭС және РИТМ-200 бар ҚААС, сондай-ақ радиациялық технологиялардың энергетикалық емес қолданылуы – бұл ядролық медицина, көпфункционалды сәулелену орталықтары, зерттеу реакторлары мен циклотрондар. Соңғы жылдары біз ядролық инфрақұрылым курстарын қостық. Пилоттық режимде радиоактивті қалдықтарды көму пункттерін құру және жаңадан қосылған елдердің энергетикалық секторын стратегиялық жоспарлау бойынша курстар сәтті өтті. Бағдарламаны жаңартылатын энергия технологияларын зерделеу және оңтайлы энергиямен қамтамасыз ететін ықтимал сценарийлерді талдау есебінен кеңейтуді, сондай-ақ ұлттық ядролық бағдарламаны (NEPIO, Nuclear Energy Programme Implementing Organization) іске асыру жөніндегі курсты әзірлеуді жоспарлап отырмыз.

Train-the-Trainers курстары барлық форматтарда өтеді: күндізгі, сырттай, гибриді және өзі дайындалатын сырттай. Биыл 40-тан астам елдің өкілдері қатысты, тізімді Сомали мен Малави толықтырды.

– Қайсысы ең көп сұранысқа ие?

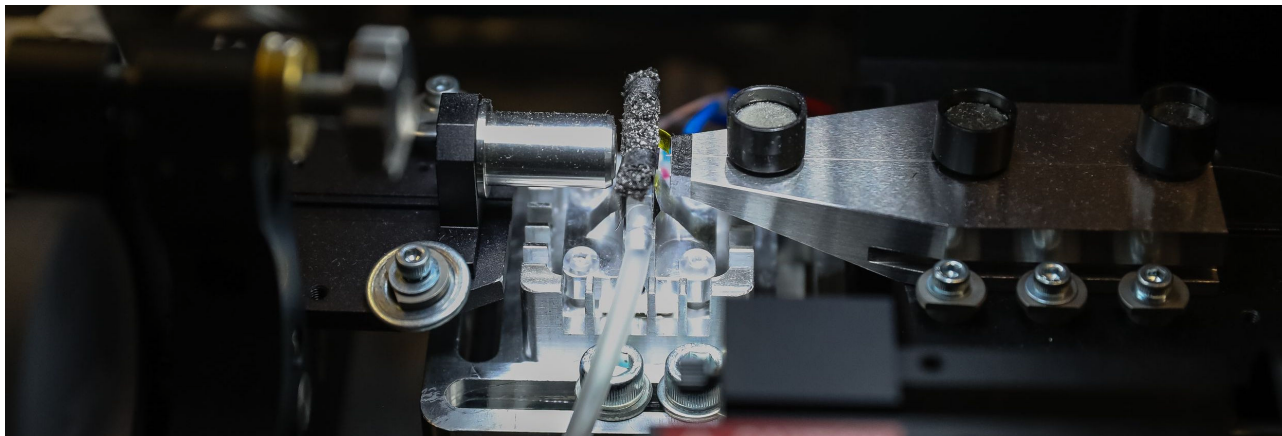
– Зерттеу реакторлары, ҚААС және ядролық медицина курстары.

– Курстар қалай ұйымдастырылады?

– Салалық тапсырыс берушінің сұранысы бойынша оқуға өтінімдер жиынтығы екі-үш ай бұрын ашылады. Олар бір-екі аптаға созылады, тақырыпқа терең бойлау курстары үшін кіріс сынағы қажет болуы мүмкін. Бағдарламаға қайта тапсыру мүмкіндігімен қорытынды тестілеу енгізілген.

БРИКС кванттық форумына қош келдіңіз

Кванттық технологиялар бойынша халықаралық форум 2026 жылы Ресейде өтеді. Ол ғылым, технология және инновация саласындағы БРИКС іс-шаралар күнтізбесіне енгізілген. Бұған дейін осы жылдың 6-7 шілдесінде Бразилияның Рио-де-Жанейро қаласында өткен БРИКС XVII саммитінде бірлестік елдері кванттық технологиялардың дамуын қолдады.



Күнтізбедегі кванттық форум

Халықаралық кванттық технологиялар форумы БРИКС елдерінің іс-шаралар күнтізбесіне енгізілген.

«Росатом» – академиялық институттарды, университеттерді, өнеркәсіптік компанияларды және стартаптарды қамтитын ресейлік кванттық технологияларды дамыту экожүйесінің негізгі қатысушыларының бірі. Ресей үкіметімен келісім бойынша 2020 жылдан бастап «Росатом» кванттық есептеулер бағытына жауап береді, ал 2026 жылдан бастап корпорацияның жауапкершілік саласына кванттық сенсорларды дамыту кіреді. «Росатом» кванттық жобасы тиісті ғылыми зерттеулерді жалғастыруды, сондай-ақ атом өнеркәсібінде және басқа салаларда кванттық инновацияларды практикалық қолдануды дамытуды көздейді. Жобаның маңызды құрамдас бөлігі – кванттық білім беруді дамыту.

Сондай-ақ, «Росатом» кванттық бағыт бойынша халықаралық ынтымақтастықты дамытуды қолдайды. «Елеулі әлеуетке ие бола отырып, біз елдердің жоғары технологияларға әділ қол жеткізуін қолдаймыз, өйткені, сайып келгенде, ғылыми-техникалық прогрестің мақсаты бүкіл әлемдегі адамдардың өмір сүру сапасын жақсарту болып табылады. Біз халықтардың болашақ технологиялар саласындағы

ынтымақтастыққа деген ұмтылысын және кванттық технологияларды БРИКС күн тәртібіне енгізуді толығымен қолдаймыз», – деді «Росатом» кванттық технологиялар жөніндегі директоры Екатерина Солнцева.

БРИКС елдерінің ғылым және білім министрлерінің 13-кездесуінің қорытындылары бойынша декларацияда (Саммит аясында өтті) кванттық технологиялар басымдықтардың біріне айналғаны атап өтілді: «Біз Бразилияның жасанды интеллектті, кванттық технологияларды және өнеркәсіптегі инновацияларды 2025 жылға арналған басымдықтар ретінде қарастыру туралы ұсынысын озық технологияларды және ұлттық қайта индустрияландыру процестерін қарқынды дамытудың жаңа контекстінде жоғары бағалаймыз. Осы тақырыптарда биылғы жылы ғылым, технология және инновация саласындағы БРИКС-тің әртүрлі диалогтары мен бастамаларына баса назар аударылды». Естеріңізге сала кетейік, БҰҰ 2025 жылды кванттық ғылым мен технологияның Халықаралық жылы деп жариялады.

Ресейдегі кванттық эволюция

Ресейлік кванттық жобаны жандандыру 2020 жылы кванттық технологиялар бойынша бірқатар жол карталарына қол қоюмен басталды. «Росатом» үйлестіретін «Кванттық

есептеу» жол картасының бөлігі ретінде 2025 жылдың басында барлық төрт басым платформада жұмыс істейтін кванттық есептегіштер құрылды: иондарда 50 кубиттік, атомдарда 50 кубиттік, фотондарда 35 кубиттік және асқын өткізгіштерде 16-кубиттік. Сондай-ақ кванттық оңтайландыру, кванттық химия, кванттық модельдеу, үлкен деректерді өңдеу және т.б. сынақ және модельдік есептерді шешу үшін 34 кванттық алгоритм әзірленді. Кванттық есептегіштерге қол жеткізуді қамтамасыз ету бойынша болашақ қызмет ретінде отандық бұлтты платформа құрылды. 2030 жылға дейінгі кванттық жобаның фокусы кванттық технологияларды өнеркәсіптің әртүрлі салаларында, ең алдымен атом саласында практикалық қолдану болады.



Ресейлік ғалымдар алға қойған мақсаттардың бірі, – кванттық регистрлерді масштабтау (кубиттер санын көбейту) және операциялардың дәлдігін арттыру. Сондай-ақ, жоспарларда кванттық құрылғыларды миниатюризациялау бар. 2030 жылға қарай ресейлік кванттық есептеу бағдарламасының нәтижесі 300 кубиттік ресейлік кванттық процессордың құрылуы болады. Ең бастысы – практикалық мәселелерді шешуге көшу керек.

Кванттық есептеулерді оңтайландыру, жаңа материалдарды, соның ішінде дәрілік субстанцияларды жасау мәселелерін шешу үшін пайдалану болжанады, дербестендірілген медициналық технологиялар дамиды, логистикалық операциялар біршама арзанырақ және тиімдірек болады.

Кванттық технологиялар атом саласында да қолданылады. Осылайша, IV буынды атом энергетикалық жүйесін құруға бағытталған «Серпіліс» жобасы шеңберінде кванттық шабыттандырылған алгоритмдерді пайдалана отырып, өндірістік қуаттарды оңтайлы жүктеу және тұтынушылар арасында ядролық отынды бөлу үшін ұзақ мерзімді өндірістік жоспардың және ядролық отынды жеткізудің тестілік оңтайландыру мәселесі шешілді.

«Росатом» кванттық есептеулерді қолдану ісінде – логистикада, машина жасауда, ядролық отынмен жұмыс жасауда мұқият алға жылжып келеді. Әрине, төртінші буын АЭС жобаларында – бұл бірегей үлгі, мұнда біздің түсінігіміз бойынша, кванттық технологиясыз мүлдем іс жүрмейді. Біз өнеркәсіптік кванттық компьютердің пайда болуына қарай практикалық қызметке дайын болуымыз үшін кванттық есептеулер мен алгоритмдерді қолдана отырып, индустриялық мәселелерді шешуді үйрену қажет», – деді «Росатом» бас директоры Алексей Лихачев 2025 жылдың маусымында Санкт-Петербург Халықаралық экономикалық форумы шеңберінде «Кванттық серпіліс: ғылымға инвестиция салудан бизнес-жобаларға қарай» бизнес-таңғы асында сөйлеген сөзінде.

Жаһандық баланс

Соңғы бірнеше он жылдықта АЭС үшін уранды ең ірі тұтынушы елдер және уранды ең ірі өндіруші елдер іс жүзінде сәйкес келмеді. Қазір жағдай біртіндеп өзгеруде: АЭС бар елдер уран өндіруді бастау, қалпына келтіру немесе едәуір ұлғайту бойынша қадамдар жасауда, ал уран қоры бар елдер өздерінде атом станцияларын салуды жоспарлап отыр. «Росатом» бүкіл әлемде атом технологиясының дамуына ықпал ететін екі процеске де қатысады.



Атом өнеркәсібінде көптеген жылдар бойы уран өндірісінің ірі орталықтары оны атом станцияларында қолданатын ең ірі орталықтармен сәйкес келмеді. Қазақстан, Австралия, Намибия, Өзбекстан және Нигер өндірілген барлық уранды экспорттайды. Керісінше – Еуропа елдері мен АҚШ уранның барлығын дерлік импорттайды. Оңтүстік Африка, Үндістан және Қытай қажетті уранның бір бөлігін импорттайды. Ресей, сондай-ақ ішінара Қытай басқа елдерде уран өндіретін кәсіпорындар құруға бәс қойды. Ресей үшін Қазақстанмен ынтымақтастық ең табысты және ұзақ болды.

Соңғы жылдары атом энергетикасы кезекті ренессансты бастан кешуде және жоғарыда сипатталған жағдай өзгере бастады. Қазақстан, Өзбекстан және Намибия өздерінде атом электр станцияларын салуға күш сала бастады, ал АҚШ, Бразилия, Аргентина және Швеция атом станцияларының паркін ұлғайтуды ғана емес, сонымен қатар табиғи уран концентраттарының өзіндік өндірісін жандандыруды жоспарлап отыр.

Қазақстан

Қазақстан уран өндіру көлемі бойынша әлемдік көшбасшы мәртебесін он жарым жылдан астам уақыт бойы сақтап келеді. 2024 жылы елде 23 270 тонна уран өндірілді. Бұл көлемнің бір бөлігі – «Росатоммен» бірлескен кәсіпорындарда.

Барлық қазақстандық уран экспортталады: 1999

жылы Маңғыстау атом-энергетикалық комбинатында реактор тоқтатылғаннан кейін елде жұмыс істеп тұрған атом электр станциялары қалмады.

Соңғы жылдары жағдай өзгерді. Өткен жылы Қазақстанда референдум өткізіп, атом станцияларын салуға ел халқының келісімін алды. Бірнеше АЭС салу жоспарлануда. Бірінші АЭС «Росатом» басқаратын халықаралық консорциум салады – оның ұсынысын атом саласын дамыту мәселелері жөніндегі Қазақстандық ведомствоаралық комиссия ең үздік деп тапты. Осы жылдың маусым айында Петербург Халықаралық экономикалық форумында (ПХЭФ) «Росатом» бас директоры Алексей Лихачев пен Қазақстан Республикасы Атом энергиясы агенттігінің төрағасы Алмасадан Сәтқалиев Қазақстанда үлкен қуатты АЭС салу жобасы бойынша негізгі іс-шараларды іске асырудың жол картасына қол қойды. «Қазақстандық атом электр станциялары» мен «Атомстройэкспорт» («Росатом» инжинирингтік дивизионы) шекті келісімге қол қойды. Онда Алматы облысының Жамбыл ауданында жобаны іске асыру кезіндегі ынтымақтастықтың негізгі қағидаттары айқындалған.

Әлемдегі кеніштерден уран өндірушілердің Топ-3 (т U, WNA 2022 деректері бойынша):

Қазақстан – 21 227
Канада – 7351
Намибия – 5613

Өзбекстан

Өзбекстан – уран өндіру саласындағы жаһандық көшбасшылардың бірі: ол 2022 жылы World Nuclear Association (WNA) бағалауы бойынша 3300 тонна уран өндірді. Бұл елде энергетикалық атом электр станциялары ешқашан болған емес.

Өзбекстан атом энергетикасындағы жолын ресейлік дизайндағы қуаты аз атом станцияларынан (ҚААС) бастайды. 2024 жылы «Росатом» ел үкіметімен әрқайсысының қуаты 55 МВт РИТМ-200 реакторлары бар алты блок салуды көздейтін шартқа қол қойды, біріншісіне энергия жіберу 2029 жылға жоспарланған. Бұл – ҚААС құрылысына әлемдегі алғашқы экспорттық келісімшарт. Еліміздің Джизак облысында ҚААС негізіне іргетас құюға дайындық жұмыстары жүргізілуде, ал Ресейде ол үшін алғашқы реактор өндірісі басталды. Сондай-ақ «Росатом» ПХЭФ алаңдарында және Өзбекстан Министрлер Кабинеті жанындағы Атом энергиясын дамыту агенттігі келісім жасасты, оның шеңберінде тараптар Өзбекстанда әрқайсысының қуаты 1 ГВт ВВЭР-1000 реакторларымен екі энергоблок (төрт энергоблокқа дейін ұлғайту мүмкіндігімен) салу мүмкіндігін зерделейтін болады.

Намибия

Namibian Uranium институтының деректері бойынша, 2023 жылы елдегі уран өндірісінің көлемі 8283 тоннаны құрады. Елдегі мүлдем жаңа уран өндіретін аймақты ашатын және Намибияның шығысындағы экономикалық даму деңгейін көтеретін негізгі жоба – «Росатом» дамытатын Wings жобасы.

Сонымен қатар Намибия елде атом электр станциясының құрылысын талқылауды бастауға ниетті. Бұл туралы Намибия Президенті Нетумби Нанди-Ндайтва мәлімдеді: «Намибияда атом электр станциясы қашан болатынын айта алмасам да, талқылаулар осы қаржы жылында басталатынына нақты сендіре аламын». Ел үшін өзін-өзі генерациялау маңызды мақсат болып табылады, өйткені Намибия Оңтүстік Африкадан электр энергиясының импортына тәуелді және жеткізілім тұрақсыз болуы мүмкін. Нетумби Нанди-Ндайтва елдегі жер қойнауы әлеуетін барынша пайдаланғысы келеді. «Біз пайдалы қазбаларды экспорттап қана қоймай, оларды осында қайта өңдеуіміз керек. Біз құн тізбегінен орын алуымыз керек», – деп мәлімдеді президент.

«Росатом» бұл жоспарларды қолдауға дайын.

«Атом энергиясы Африка елдерінің тұрақты энергия жүйесі үшін берік негіз бола алады. «Росатом» осы мақсатқа жету үшін бірқатар шешімдер әзірледі. <...> Біз Намибияның атом энергиясын пайдалану мүмкіндіктерін зерттеп жатқанына қуаныштымыз, бұл шешім елді Африка континентіндегі ең ірі энергетикалық ойыншылардың біріне айналдыруы мүмкін», – деді Райан Колльер, «Росатом Орталық және Оңтүстік Африка» аймақтық орталығының бас директоры, өткен жылдың күзінде Намибиядағы ядролық ғылым және технологиялар жөніндегі II конференцияда сөйлеген сөзінде.

Атом энергоблоктарының белгіленген қуатының көлемі бойынша Топ-3 (МАГАТЭ-нің 2025 жылғы деректері бойынша ГВт):

АҚШ – 96,95
Франция – 63
Қытай – 55,32

Бразилия

Қазір Бразилияда жиынтық қуаты 1,88 ГВт болатын «Ангра» атом электр станциясының екі энергия блогы жұмыс істейді. Ел АЭС паркін кеңейту және уран өндіруді ұлғайту мүмкіндіктерін зерттеп жатыр. Бұл жоспарларды жүзеге асыру «Росатоммен» өзара іс-қимылды қамтиды. Сонымен, осы жылдың мамыр айында Ресей президенті Владимир Путинмен кездесуде Бразилия президенті Лула да Силва Бразилия қуаты аз атом станцияларын салу мәселесінде Ресеймен ынтымақтастыққа мүдделі екенін айтты. Сонымен қатар Бразилия Үкіметі мен «Росатом» елдегі уран мен литийді бірлесіп өндіру туралы келіссөздер жүргізуде.

Швеция

Бұл елде уран кем дегенде 15 жыл өндірілмейді, ал 2018 жылдан бастап уран өндіруге заңмен тыйым салынған. Алайда өткен жылы жүргізілген талдаудан кейін Швеция үкіметі бұл тыйымды жоюдың орындылығы туралы қорытынды шығарды. Тиісті заң жобасы 2026 жылдың 1 қаңтарына дейін ел парламентіне тапсырылады деп күтілуде. Швецияда жобалары бар шетелдік геологиялық барлау компаниялары бұл шешімді белсенді түрде алға жылжытуда.

Швецияда жалпы қуаты 7 ГВт болатын алты атом энергоблок электр энергиясын өндіреді. Ел үкіметі елде 2035 жылға қарай жалпы электр қуаты 2,5 ГВт болатын атом блоктарын салу керек деп жариялады. Келесі он жылдықта тағы 4-тен 10-ға дейін жаңа блоктар салынуы керек

(қорытынды шешім қабылданбайды).

Аргентина

Елде екі атом станциясында үш блок жұмыс істейді: екеуі — «Атуча» АЭС-те және біреуі — «Эмбальсе» АЭС-те, олардың жиынтық қуаты 1,64 ГВт құрайды. 2024 жылдың желтоқсанында Аргентина Үкіметі атом саласын дамыту жоспарын — Аргентинаның Ядролық жоспарын ұсынды. Ол «Атуча» АЭС алаңында өз дизайнында ҚААС салуды, ядролық инфрақұрылымды жаңғыртуды, сондай-ақ елде уран өндіруді ұйымдастыруды көздейді. Кем дегенде соңғы 12 жыл, WNA мәліметтері бойынша, Аргентинада уран өндірілмеген. Аргентинаның ядролық жоспары Франция президенті Эммануэль Макронды қызықтырды, ол маусым айында Ниццада БҰҰ-ның мұхиттар жөніндегі халықаралық конференциясында Аргентина президенті Хавьер Милеймен ядролық жоспарды жүзеге асыру кезінде ынтымақтастық туралы келіссөздер жүргізді, сондай-ақ онымен қатарына уран кіретін маңызды пайдалы қазбаларды әзірлеудегі ынтымақтастықты көздейтін өзара түсіністік туралы меморандумға қол қойды.

АҚШ

2025 жылдың мамырында АҚШ президенті Дональд Трамп 2050 жылға қарай американдық атом энергетикасының қуатын қазіргі деңгейден (шамамен 97 ГВт) 400 ГВт-қа дейін кеңейтуге ықпал ететін төрт жарлыққа қол қойды. 2030 жылға қарай мақсат — қолданыстағы блоктардың мүмкіндіктерін арттыру арқылы 5 ГВт қуат қосу және тағы 10 жоғары қуатты блоктардың құрылысын жүргізу. Сондай-ақ жарлықтардың бірінде АҚШ-тың әртүрлі байыту дәрежесіндегі уранға деген қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жеткілікті конверсиялық және байыту қуатын арттыру жоспарын әзірлеу талабы бар. Басқасында американдық атом компанияларын таңдаулы серіктес ету мәселесі қойылады. Нысаналы көрсеткіш те қойылды — кемінде 20 «123» жаңа келісім жасасу (одан әрі ынтымақтастық үшін базалық).

АҚШ-та уран өндіру көлемін ұлғайтуға ұмтылуда. Бірақ әзірге бұл соншалық нәтиже бермейді. Energy Information Administration компаниясының 2025 жылдың бірінші тоқсанындағы есебінде айтылғандай, онсыз да төмен уран өндірісі 310 533 фунт U3O8 (120 тоннадан аз) төмендеді, бұл 2024 жылдың төртінші тоқсанымен салыстырғанда шамамен 65 мың фунтқа (25 тонна) аз.

Ресей

«Росатом» — атом өнеркәсібінің әлемдік көшбасшысы: әлемнің 60-тан астам елінде жұмыс істейді, ал АЭС салуға арналған шетелдік тапсырыстар портфелінде — 10 елде қуаты жоғары 33 блок және Өзбекстанда қуаты аз атом станцияларын салудың әлемдегі алғашқы экспорттық жобасы — алты блок бар.

Ресей әлемдегі достас елдердің серіктестеріне уран өндіру өнеркәсібі мен атом энергетикасын дамытуға көмек ұсына отырып, атом электр станцияларын салады және уран өндіруді кеңейтеді. 2042 жылға дейін электр энергетикасы объектілерін орналастырудың Бас схемасына сәйкес Ресейде осы мерзімге қарай қуаттылығы әртүрлі 38 блок салынады. Блоктардың жиынтық қуаты 18,9 ГВт-қа өседі (қазір — 26,8 ГВт). Атом энергетикасының үлесі 25%-ға дейін өседі. Ресей кеніштерінде уран өндірісін ұлғайту жоспарлануда.

39 блок

«Росатом» АЭС құрылысына арналған шетелдік тапсырыстар портфелі

Кейбір қорытындылар

Атом және уран салаларының аз инвестицияланғандығын ескере отырып, қандай жоспарлар және қандай жылдамдықпен жүзеге асырылатынын болжау қиын. Алайда, тренд айқын: үкіметтер, атом энергоблоктарының және уран компанияларының иелері ядролық отын циклінің (ЯОЦ) жетіспейтін буындарын өзінде мүмкіндігінше толық аяқтау үшін жеткізу тізбегін кеннен атом электр станцияларына дейін тұйықтауға тырысады.

Әрине, тенденция кеңірек және ЯОЦ әрбір буынын локализациялауға деген ұмтылыс бар. Бірақ уран өндірумен байланысты АЭС салу — бұл ең қауіпсіз және бағасы мен қолда бары бойынша қол жетімді технология нұсқасы.

Мақалада Қытайдың стратегиясы бөлек қарастырылмайды, өйткені ол өзгеріссіз қалады: елде атом энергетикалық блоктары дәйекті түрде салынууда және олардың қажеттіліктерін табиғи уранмен қамтамасыз ету үшін күш салынууда (соның ішінде ішкі ресурстар есебінен).

Мақала болжамды сұраныс пен тұтынудың тепе-теңдігін сақтау, әсіресе мерзімдерге байластыру мәселесін қоймайды. Алайда, Қазақстан мен Өзбекстан өздеріне АЭС салып, бірінші кезекте өзін-өзі қамтамасыз етуге мүдделі болатыны анық. Бұл Намибия, Бразилия, Аргентина және жалпы уран өндірілетін және АЭС бар барлық елдерге қатысты болуы мүмкін. Бұл уранның осы көлемі басқа тұтынушыларға қол жетімді болмайтынын білдіреді.

Бірақ бұл уранның жақын арада тапшылығы мен оның бағасының өсуі туралы қорқыныспен нарықты жандандыруға тырысатын инвестициялық талдаушылар қорқытатын тәуекел емес. Әлемдік атом өнеркәсібі ұзақ уақыт бойы өндіргенге қарағанда аз шығарады. Уранның споттық нарықта сауда-саттық заты ретінде аз орын алатыны маңызды, нақты мәмілелер ұзақ мерзімді келісімшарттар сегментіне көбірек ауысады. Соңғы жылы, 2024 жылдың шілдесінен бастап, ұзақ мерзімді баға споттық бағаның өзгеруіне қарамастан шамамен \$80/фунт U3O8 бір деңгейде тұр.

Ұзақ мерзімді мәмілелер үлкен көлемдегі жеткізілімдерді және ұзақ жоспарлау көкжиектерін қамтиды. Олар жаңа кен орындарын ашуға, тұрақты жұмыс істейтін кеніштерді құруға, сондай-ақ байытудан қалған уранды және сәулеленген отынның құнды компоненттерін өңдеуге тартуға мүмкіндік беретін ядролық отын циклін тұйықтауға жүйелі шешімдер мен жүйелі инвестицияларды талап етеді. Мұның бәрі, жинақтай келгенде, атом генерациялау қуаттарының көп жылдық жұмысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл нақты «Росатом» мен жалпы Ресейдің жасап жатқан ісі. Сондықтан «Росатоммен» ынтымақтастық – бұл сенімді.

ВВЭР-1200: Ресей флагманы Қазақстан үшін

Қазақстанда ВВЭР-1200 реакторларымен қуаттылығы жоғары АЭС салу жұмыстары басталды. Жобаны «Росатом» бастаған Халықаралық консорциум жүзеге асырады. Реакторлардың бұл түрі және станцияның қауіпсіздігі мен тиімділігі қалай қамтамасыз етілетіні туралы толығырақ біздің материалдан оқысыз.



8 тамызда Алматы облысының Үлкен кентінде, Балқаш көлінің жағалауында АЭС салу бойынша алғашқы жұмыстар – оңтайлы алаңды таңдау және жобалау құжаттамасын дайындау үшін инженерлік ізденістер басталды. «Росатом» инженерлік дивизионының мамандары алғашқы барлау ұңғымасын бұрғылауға және топырақ сынамаларын іріктеуге кірісті. Бұл зерттеулер болашақ станцияның сенімділігі мен қауіпсіздігі үшін сейсмикалық тұрақтылықты, гидрогеологиялық ерекшеліктерді және аумақтың басқа параметрлерін бағалауға мүмкіндік береді. Осы кезең аясында барлығы кемінде 50 ұңғыма жүргізілді, олардың тереңдігі 30-дан 120 метрге дейін құрайды. Алынған деректер негізінде АЭС-тің нақты орналасуы туралы шешім қабылданады.

«Үлкендегі инженерлік ізденістердің басталуы – бұл Қазақстанның қазіргі тарихындағы алғашқы қуаты үлкен атом электр станциясына апаратын жолдың басы. Бұл кезеңде біз оның болашақ атом станциясына жарамдылығына толық сенімді болу үшін алаңды мұқият зерттеуге күш саламыз. «Росатом» Қазақстанның дамуы үшін осы стратегиялық маңызды жобаны іске асыру үшін барлық жинақталған тәжірибені қолдануға дайын», – деп атап өтті «Росатом» мемлекеттік корпорациясының бас директоры Алексей

Лихачев.

Флагман: ВВЭР-1200

Қазақстандағы АЭС-те ВВЭР-1200 реакторы орнатылады. Қысымдағы жеңіл суы бар реакторлар (Pressurized Water Reactor, PWR) атом энергиясын бейбіт жолмен игеру дәуірінің басында құрылды. Бүгінгі таңда олар әлемдік атом энергетикасында басымдық алады: МАГАТЭ деректері бойынша, әлемде жұмыс істейтін 416 реактордың 306-сы PWR типіне жатады.



Осы үлкен халықаралық топтамадағы негізгі

ұстанымдардың бірі – ресейлік ВВЭР. Бұл ресейлік атом энергетикасының негізі. Мұндай реакторларды табысты пайдаланудың көп жылдық тарихы бар және тиімділік пен қауіпсіздікті арттыру бағытында үздіксіз дамып келеді.

ВВЭР-1200 – «Росатомның» флагмандық жобасы, 3+ буындағы ең заманауи, технологиялық және қауіпсіз ресейлік реактор. Ол осы типтегі реакторларды конструкциялау мен пайдаланудың барлық тәжірибесін жинады. Оның қызмет ету мерзімі – 60 жыл, оны тағы 20 жылға ұзарту мүмкіндігі бар. ВВЭР-1200-дің басқа да маңызды сипаттамалары – қуатты маневрлеу мүмкіндігі, белгіленген қуатты пайдаланудың жоғары коэффициенті (90%), отынды қайта жүктеместен 18 ай жұмыс істеу мүмкіндігі.

ВВЭР-1200 блогында екі контур бар. Тұйық және герметикалық бірінші тізбекте реактор орналасқан. Онда жүретін ядролық бөліну реакциясы нәтижесінде жоғары қысыммен (16,2 МПа) және температурамен (328,8 °C дейін) реактор арқылы өтетін бор қосылған химиялық тұзсыздандырылған су түрінде жылу тасымалдағышты қыздыратын орасан зор энергия бөлінеді. Жылу тасымалдағыштың айналымы бірінші тізбектің ішінде төрт қуатты негізгі айналым сорғыларының көмегімен жүзеге асырылады.

Реактордан қыздырылған су бу генераторларына түседі, онда ол жылуды екінші тізбектегі суға жібереді, ол қайнайды, нәтижесінде бу пайда болады. Екі тізбекті конструкция тізбектердің бір-бірінен толық оқшаулануын қамтамасыз етеді, яғни реактордың ішіндегі су бу генераторларының ішіндегі сумен физикалық түрде байланыста болмайды және оған жылу алмасу беті арқылы жылу береді. Осының арқасында радиоактивті судың бірінші тізбектен тыс түсуіне жол берілмейді.

Түзілген бу үлкен бу құбырлары арқылы турбинаға жіберіледі, онда оның энергиясы бу турбинасының білігін айналдырады. Біліктің айналуы электр генераторына беріледі, ол айналу арқылы электр энергиясын өндіреді. Генератор өндіретін электр қуаты күшейткіш трансформаторларға түседі, содан кейін элегаздық ток өткізгіштер арқылы тарату құрылғысына түседі және одан әрі желіге беріледі.

Қауіпсіздік бірінші орында

ВВЭР-1200 реакторы бар блок экстремалды және ықтималдығы өте аз әсерлерге төтеп беруге арналған: 9 баллға дейінгі жер сілкінісі, құйын мен 60 м/с дейін дауыл, цунами және 10 метрге дейінгі толқындар.

Жобада қауіпсіздіктің тәуелсіз – белсенді және пассивті жүйелері қолданылады. Белсенді жүйелер ықтимал штаттан тыс жағдайларға тез жауап беру үшін әзірленген. Пассивті қауіпсіздік жүйелерінің жұмысы электр қуаты болмаған кезде де және оператордың қатысуынсыз қамтамасыз етіледі. Шағын материалда барлық жүйелер туралы айту мүмкін емес, сондықтан олардың бірнешеуін ғана атап өтеміз.

Пассивті қауіпсіздік жүйесінің маңызды элементтерінің бірі – «балқыма тұзағы» -ресейлік атомшылардың ноу-хауы. Бұл салмағы 144 тонналық болат ыдыс болып табылады, ол штаттан тыс жағдайда белсенді аймақтың балқыма фрагменттерін мықтап ұстайды және олардың реактор ғимаратының герметикалық қабатынан асып кетуіне жол бермейді.



Пассивті қауіпсіздік жүйесінің тағы бір элементі – белсенді аймақтың апаттық салқындату жүйесі реактордың көлемінен бірнеше есе көп су көлемімен белсенді аймақты салқындатуға арналған. Реакторды басқару және қорғау жүйесі сияқты, электрмен жабдықтау мүлдем болмаған жағдайда да 72 сағат бойы өз қызметін атқарады.

Жылуды пассивті тарату жүйесі (ЖПТЖ) реактордың белсенді аймағынан екінші тізбек арқылы қалдық жылу бөлуді қамтамасыз етеді.

ВВЭР-ге бүкіл әлем бас иеді

Бүгінгі таңда «Росатом» бүкіл әлем бойынша ВВЭР-1200 реакторларымен блоктар салуда.

«Росатомның» екі ірі атом құрылысы – түріктің «Аккую» АЭС-і және Египеттегі «Эль-Дабаа» АЭС-і. Екі алаңда бір уақытта ВВЭР-1200 реакторлары бар төрт-төрттен блок салынуда. ВВЭР-1200 екі реакторы бар Венгриялық «Пакш-2» АЭС-і – Еуропалық Одақ аумағындағы алғашқы осындай жоба. Бангладештегі «Руппур» АЭС те ВВЭР-1200 бар екі блоктан тұрады, екеуі де белсенді түрде салынуда. Сондай-ақ, «Росатом» Қытайдағы екі атом электр станциясының құрылысына қатысады: «Сюйдапу» АЭС-індегі № 3 және 4 блоктар және «Тяньвань» АЭС-інде № 7 және 8 блоктар, барлығы – ВВЭР-1200 реакторларымен.

«ВВЭР-1200 реакторлары қазірдің өзінде Ресейде және одан тыс жерлерде жұмыс істейді – Ресейде төрт блок және Беларусьсияда екеу. Бұл технологияны Венгрия, Египет, Түркия, Бангладеш және Қытайдағы серіктестеріміз де таңдады. Алда көп жұмыс күтіп тұр, біз Ресей мен Қазақстан басшылығының көмегі мен қолдауына сенеміз», – деп атап өтті «Росатом» бас директоры Алексей Лихачев.