

# ЯДЕРНОЕ ОБЩЕСТВО КАЗАХСТАНА

№ 2-3 (68-69) 2025

ҚАЗАҚСТАН АТОМ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ЖАҒАНДЫҚ ДИАЛОГЫ: WNE 2025  
КӨРМЕСІНДЕГІ ҚАЗАТОМӨНЕРКӘСІП  
КАЗАХСТАН В ЦЕНТРЕ МИРОВОЙ АТОМНОЙ ПОВЕСТКИ  
KAZAKHSTAN AT THE CENTER OF THE GLOBAL NUCLEAR AGENDA

ӘЙЕЛДЕРДІҢ ИНДУСТРИАЛДЫҚ БОЛАШАҚҚА КӨЗҚАРАСЫ  
ЖЕНСКИЙ ВЗГЛЯД НА ПРОМЫШЛЕННОЕ БУДУЩЕЕ  
A WOMEN'S VIEW ON THE INDUSTRIAL FUTURE

ИНЖЕНЕР, ЖАҒАШЫЛ ЖӘНЕ ЖАСАМПАЗ  
ИНЖЕНЕР, НОВАТОР И СОЗИДАТЕЛЬ  
ENGINEER, INNOVATOR, AND BUILDER



# САРЫҚАНАТТЫ СФЕКС

Сфекс желтокрылый – *Sphex flavipennis*



В Казахстане обитает около 40 видов роющих ос (семейство Sphecidae), и сфекс желтокрылый (каз. — «сарықанатты сфекс») длиной 26–32 мм — самый крупный из них.

Сфекса желтокрылого можно встретить на юге, юго-востоке и юго-западе Казахстана: в пустыне Кызылкум, на Барсакельмесе и Куланды у Аральского моря, в долине реки Иле, в пустыне Бетпақдала, на полуострове Мангышлак и в Северном Прикаспии, а также в Западном Прибалхашье; в предгорьях и низкогорьях хребтов: Заилийского Алатау, Жетысуского (Джунгарского) Алатау, Каратау, Каржантау и Киргизского.

## УГРОЗЫ ДЛЯ ВИДА

**Разрушение гнёзд:** сфекс строит гнёзда в земле, и хозяйственная деятельность, выпас скота и движение транспорта могут привести к сокращению местообитаний ос.

**Уничтожение человеком:** редкую осу убивают, путая с шершнем, или ловят для энтомологических коллекций.

**IV категория.**  
Сокращающийся в численности вид.

# МАЗМҰНЫ СОДЕРЖАНИЕ CONTENT

ҚАЗАҚСТАН АТОМ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ЖАҒАНДЫҚ ДИАЛОГЫ: WNE 2025 КӨРМЕСІНДЕГІ ҚАЗАТОМӨНЕРКӘСІП КАЗАХСТАН В ЦЕНТРЕ МИРОВОЙ АТОМНОЙ ПОВЕСТКИ KAZAKHSTAN AT THE CENTER OF THE GLOBAL NUCLEAR AGENDA	2	ЖЕНСКИЙ ВЗГЛЯД НА ПРОМЫШЛЕННОЕ БУДУЩЕЕ A WOMEN'S VIEW ON THE INDUSTRIAL FUTURE	
ИДЕЯЛАРДАН БАСТАМАЛАРҒА ДЕЙІН «PROFATOMFEST 2025» ОТ ИДЕЙ К ИНИЦИАТИВАМ «PROFATOMFEST 2025» FROM IDEAS TO INITIATIVES: "PROFATOMFEST 2025"	6	АТОМ САЛАСЫНА ЕҢБЕК СІҒІРГЕН ҚЫЗМЕТКЕР ЗАСЛУЖЕННЫЙ РАБОТНИК АТОМНОЙ ОТРАСЛИ HONORARY WORKER OF NUCLEAR SPHERE	
АТОМ САЛАСЫНЫҢ БЕЙБІТШІЛІК ПЕН ПРОГРЕСС ЖОЛЫНДАҒЫ 80 ЖЫЛЫ 80 ЛЕТ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ НА СЛУЖБЕ МИРУ И ПРОГРЕССУ 80 YEARS OF THE NUCLEAR INDUSTRY IN THE SERVICE OF PEACE AND PROGRESS	12	ИНЖЕНЕР, ЖАҒАШЫЛ ЖӘНЕ ЖАСАМПАЗ ИНЖЕНЕР, НОВАТОР И СОЗИДАТЕЛЬ ENGINEER, INNOVATOR, AND BUILDER	62
ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР УРАН ӨНДІР КӘСІПОРЫНДАРЫ ҮШІН МАМАНДАРДЫ ДАЯРЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ ЭЛЕМЕНТІ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ LABORATORY TRAINING AS A KEY ELEMENT IN PREPARING SPECIALISTS FOR URANIUM MINING ENTERPRISES	16	АҚЫЛМАНДАР САРАБЫ МОЗГОВОЙ ШТУРМ BRAIN STORM	
БОЛАШАҚҚА ҚОСҚАН ҮЛЕС ВКЛАД В БУДУЩЕЕ CONTRIBUTION TO THE FUTURE	20	ГЕООРТАНЫҢ ГАЗ ТОМОГРАФИЯСЫ: ТҮПНҰСҚА ҚҰЖАТҚА НЕГІЗДЕЛГЕН ШОЛУ ГАЗОВАЯ ТОМОГРАФИЯ ГЕОСРЕД: ОБЗОР ПО МАТЕРИАЛАМ ИСХОДНОГО ДОКУМЕНТА GAS TOMOGRAPHY OF GEOLOGICAL MEDIA: A REVIEW BASED ON THE SOURCE DOCUMENT	70
ТИІМДІ ШЕШІМ = КЕШЕНДІ НӘТИЖЕ ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ = КОМПЛЕКСНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ EFFECTIVE SOLUTION = COMPREHENSIVE RESULT	24	ИГР РЕАКТОРЫНЫҢ ТӘЖІРИБЕЛІК ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНДА НАТРИЙДІҢ ҚАЙНАУЫН МОДЕЛЬДЕУ ... 80 МОДЕЛИРОВАНИЕ КИПЕНИЯ НАТРИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ РЕАКТОРА ИГР MODELING OF SODIUM BOILING IN EXPERIMENTAL DEVICES OF THE IGR REACTOR	
ЭНЕРГИЯ МЕРЕКЕСІ ЭНЕРГИЯ ПРАЗДНИКА ENERGY OF CELEBRATION	30	ОҚД БОЛАТТАРЫНДА ТЫҒЫЗ НАНОДИСПЕРСТ ІҚҰРЫЛЫМДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ҮШІН ҰШҚЫН ПЛАЗМАЛЫҚ КҮЙДІРУ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛОТНОЙ НАНОДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ В ДУО-СТАЛЯХ OPTIMIZATION OF SPARK PLASMA SINTERING PARAMETERS FOR THE FORMATION OF A DENSE NANODISPERSED STRUCTURE IN ODS STEELS	91
ЖЕР ҚОЙНАУЫН ДАМЫТУДЫҢ БАСТАУЫ БОЛҒАН АДАМДАР ЛЮДИ, С КОТОРЫХ НАЧИНАЮТСЯ НЕДРА PEOPLE WHO MARK THE BEGINNING OF THE SUBSURFACE	38	SCADA БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМА ЖҮЙЕСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН «СЫНИ» РЕЖИМДЕ РЕАКТОР ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҚЫЛАУҒА АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАНЫ ӘЗІРЛЕУ РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РЕАКТОРА ИГР В РЕЖИМЕ «КРИТИКА» НА БАЗЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ SCADA SOFTWARE DEVELOPMENT FOR MONITORING THE IGR REACTOR PARAMETERS IN "CRITICALITY" MODE BASED ON A SCADA SYSTEM	98
2025 ЖЫЛДЫҢ ҮЗДІК ИНЖЕНЕРІ ЛУЧШИЙ ИНЖЕНЕР-2025! BEST ENGINEER – 2025!	42	УРАНДЫ ЖЕРАСТЫ ҰҒЫМАЛЫҚ СІЛТІЛЕУ КЕЗІНДЕ СОҒЫЛАУ ҰҒЫМАЛАРЫН ХИМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ ӘДІСТЕМЕЛЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИК ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТКАЧНЫХ СКВАЖИН ПРИ ПОДЗЕМНОМ СКВАЖИННОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF CHEMICAL TREATMENT METHODS FOR PUMPING WELLS IN IN-SITU URANIUM LEACHING	103
ЯДРОЛЫҚ САЛАДАҒЫ ӘЙЕЛДЕР ЖЕНЩИНЫ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ WOMEN IN NUCLEAR		ӘЙЕЛДЕРДІҢ ИНДУСТРИАЛДЫҚ БОЛАШАҚҚА КӨЗҚАРАСЫ	52
WINCA ЯДРО ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ АЙМАҚТЫҚ КӨШБАСШЫЛЫҚТЫ НЫҒАЙТУДА WINCA УКРЕПЛЯЕТ РЕГИОНАЛЬНОЕ ЛИДЕРСТВО В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ WINCA STRENGTHENS REGIONAL LEADERSHIP IN THE NUCLEAR INDUSTRY	48		



## ҚАЗАҚСТАН АТОМ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ЖАҢАНДЫҚ ДИАЛОГЫ: WNE 2025 КӨРМЕСІНДЕГІ ҚАЗАТОМӨНЕРКӘСІП

Қазақстандық делегация Париж қаласында өткен атом өнеркәсібінің ең ірі халықаралық алаңы — World Nuclear Exhibition (WNE) көрмесіне қатысты. Бұл ауқымды шара атом энергетикасы саласындағы соңғы технологиялық жетістіктер мен инновациялық шешімдерді ұсынатын 80-нен астам елден келген 1 000-ға жуық жетекші компанияны бір алаңға жинады.

WNE 2025 көрмесі қауіпсіздік, тұрақтылық және көміртексіздендіру қағидаттарына негізделген атом энергетикасының болашағын айқын көрсетеді. Франция, АҚШ, Қытай, Жапония, Оңтүстік Корея, Біріккен Араб Әмірліктері және өзге де елдердің компаниялары төмен көміртекті энергетикаға көшуге бағытталған заманауи әзірлемелерін таныстырды.

Қазақстан атынан көрмеге белсене қатысып отырған Қазатомөнеркәсіп — табиғи уран өндіру бойынша әлемдік көшбасшы әрі еліміздің атом саласындағы стратегиялық мүдделерін халықаралық деңгейде ілгерілетіп келе жатқан компания. Қазатомөнеркәсіп жаһандық энергетикалық қауіпсіздікті нығайтуға, сондай-ақ қауіпсіз және орнықты ядролық энергетиканы дамытуға елеулі үлес қосып келеді.

Көрме аясында Orano компаниясының сессиясында Қазатомөнеркәсіптің стратегия және халықаралық даму жөніндегі бас директоры Дастан Кошербаев саланың қазіргі ахуалы мен даму перспективаларына тоқталып, компанияның негізгі стратегиялық басымдықтарын таныстырды. Оның айтуынша, халықаралық әріптестік, тұрақты өндіріс және жауапты жеткізу тізбегі — алдағы кезеңдегі басты бағыттардың бірі.

WNE 2025 көрмесіне қатысу Қазатомөнеркәсіп үшін халықаралық диалогты тереңдетуге, жаңа серіктестіктер орнатуға және Қазақстанның атом өнеркәсібіндегі рөлін одан әрі нығайтуға мүмкіндік береді.

«Қазатомөнеркәсіп» ҰАҚ» АҚ  
баспасөз қызметі



## КАЗАХСТАН

В ЦЕНТРЕ

## МИРОВОЙ АТОМНОЙ ПОВЕСТКИ

Казахстанская делегация приняла участие в World Nuclear Exhibition (WNE) — крупнейшей международной выставке атомной отрасли в Париже. Это глобальная платформа, объединяющая около 1000 компаний из более чем 80 стран мира и демонстрирующая передовые технологии и ключевые тренды развития ядерной энергетики.

Выставка WNE 2025 наглядно отражает будущее атомной энергетики, ориентированной на безопасность, устойчивое развитие и декарбонизацию. Компании из Франции, США, Китая, Японии, Южной Кореи, ОАЭ и других стран представляют инновационные решения, способствующие переходу к низкоуглеродной экономике и укреплению энергетической безопасности.

Активным участником выставки выступил Казатомпром — мировой лидер по добыче природного урана и ключевой представитель Казахстана на глобальной атомной арене. Компания последовательно вносит вклад в развитие безопасной и устойчивой ядерной энергетики, расширяя международное сотрудничество и укрепляя доверие со стороны партнёров по всему миру.

В рамках деловой программы, на сессии компании Orano, главный директор по стратегии и международному развитию Казатомпрома Дастан Кошербаев представил обзор текущего состояния отрасли, обозначил прогнозы её дальнейшего развития и рассказал о стратегических приоритетах компании в условиях глобальной трансформации энергетики.

Участие в WNE 2025 в очередной раз подтверждает статус Казатомпрома как одного из ключевых игроков мировой атомной отрасли и подчёркивает стремление Казахстана к активному участию в формировании устойчивого энергетического будущего.

Пресс-служба  
АО «НАК «Казатомпром»



## KAZAKHSTAN AT THE CENTER OF THE GLOBAL NUCLEAR AGENDA

The Kazakh delegation took part in the World Nuclear Exhibition (WNE), the largest international exhibition of the nuclear industry held in Paris. This global platform brings together around 1,000 companies from more than 80 countries and showcases advanced technologies and key trends in nuclear energy development.

WNE 2025 clearly reflects the future of nuclear energy, focused on safety, sustainable development, and decarbonization. Companies from France, the United States, China, Japan, South Korea, the UAE, and other countries are presenting innovative solutions that support the transition to a low-carbon economy and strengthen energy security.

Kazatomprom, the world's leading producer of natural uranium and Kazakhstan's key representative on the global nuclear stage, was an active participant in the exhibition. The company consistently contributes to the development of safe and sustainable nuclear energy, expanding international cooperation and strengthening trust among partners worldwide.

As part of the business program, during a session hosted by Orano, Kazatomprom's Chief Strategy and International Development Officer, Dastan Kosherbayev, presented an overview of the current state of the industry, outlined forecasts for its further development, and highlighted the company's strategic priorities in the context of the global energy transition.

Participation in WNE 2025 once again confirms Kazatomprom's status as one of the key players in the global nuclear industry and underscores Kazakhstan's commitment to actively shaping a sustainable energy future.

Press Service  
NAC Kazatomprom JSC



## ИДЕЯЛАРДАН БАСТАМАЛАРҒА ДЕЙІН «PROFATOMFEST 2025»

№ 2-3 (68-69) 2025

2025 жылдың 17-18 қазаны аралығында Алматы маңындағы «Arman dala» денсаулық сақтау орталығында Ядролық өнеркәсіп қызметкерлерінің кәсіподағы ұйымдастырған «PROFATOMFEST 2025» халықаралық жастар форумы тәжірибе мен идеялармен алмасу үшін тамаша платформа болды, онда ядролық өнеркәсібінде жұмыс істейтін жастар өздерін толық көрсете және өзекті мәселелерді талқылай алды.

Жастар форумы жастар бастамаларын қолдау үшін мемлекеттік және мемлекеттік органдардың, бизнес қауымдастықтардың және басқа да мекемелердің шақырылған өкілдерінің көмегімен коммуникативтік орта құруға бағытталған кәсіби және жеке даму үшін тамаша орынға айналды.

Форумға жұмысшы жастардың шамамен 60 өкілі және ядролық сала кәсіпорындарының кәсіподақ төрағалары, ядролық сала ардагерлері, сондай-ақ Қазақстан Республикасы Кәсіподақтар федерациясының, Қазақстан Республикасы Мәдениет және ақпарат министрлігінің, Ресей Ядролық қоғамының және Өзбекстан Республикасы Энергетиктер, мұнай, газ және геология кәсіподақтарының өкілдері қатысты.

Форумды Ядролық өнеркәсіп қызметкерлері кәсіподағының төрағасы Қасымжан Баянжанұлы Мәдиев ашып, Қазақстандағы кәсіподақ қозғалысының 120 жылдығының маңыздылығын, гендерлік теңдік мәселелерін, Жұмысшы мамандықтар жылының маңыздылығын және оны одан әрі дамытудағы жастардың рөлін атап өтті.

Қазақстан Республикасы Мәдениет және ақпарат министрлігінің Отбасы және жастар істері комитетінің төрағасы Қайрат Тельманұлы Қамбаров, Өзбекстан Республикасы Энергетика министрлігінің басшысы және кәсіподақ төрағасы Рустамжан Исмоилжонұлы Хакимов және Ресей Ядролық қоғамының атқарушы директоры Евгений Борисович Сидоров форумға қатысушыларға құттықтау сөздерімен және табыс

пен жемісті жұмыстелеп, жастардың ядролық сала мен еліміздің дамуындағы маңызды рөлін атап өтті.

Қазақстан Республикасы Кәсіподақтар федерациясы атынан «Келешек» республикалық жастар кеңесінің төрағасы Аян Сәкенұлы Сәлімгереев құттықтау сөзін сөйлеп, «Қазақстандағы кәсіподақ қозғалысына 120 жыл» атты бейнеролик көрсетті, сондай-ақ жастар қозғалысының дамуы мен қазіргі заманғы жағдайда кәсіподақтардың рөлі туралы талқылау өткізді.

Ядролық ғылым, энергетика және өнеркәсіп ардагерлері кеңесінің өкілі Бауыржан Мұхтарханұлы Ибраев сөз сөйлеп, ұрпақтар сабақтастығының маңыздылығын және ядролық өнеркәсіптің ұлттық өнеркәсіпті дамытуға қосқан үлесін атап өтті.

Форумның модераторы және тренинг сессиясының жетекшісі командалық білім беру және жеке тиімділік саласындағы танымал маман, MOT бизнес-тренері және сертификатталған коуч Лауэра Заки Ахметжан болды.

Кәсіподақ жастары арасында көшбасшылық дағдыларын, тиімді коммуникацияны және командалық жұмысты дамытуға бағытталған интерактивті тренинг-

тер, панельдік талқылаулар және модульдер тартымды және қызықты түрде өткізілді. Форумда келесі тақырыптар бойынша дәрістер мен панельдік талқылаулар өтті:

- Қазақстандағы кәсіподақ қозғалысының тарихы,
- кәсіподақ қызметінде жасанды интеллектті пайдалану,
- әлеуметтік әділеттіліктің бөлігі ретінде гендерлік теңдік,
- ядролық өнеркәсіп кәсіпорындарындағы табысты кәсіподақ тәжірибелерімен бөлісу.

Жастар форумына белсенді қатысқан спикерлер:

- Айзара Тілеуғабылқызы Юсупова, «KAP Technology» ЖШС бастауыш кәсіподақ ұйымының төрайымы және кәсіподақ жастар кеңесінің төрайымы;
- Лаззат Қадырбекқызы Ақбергенова, «KAP Logistics» ЖШС бастауыш кәсіподақ ұйымының төрайымы;
- Ерлан Талғатұлы Сапаров, «Семізбай-У» ЖШС бастауыш кәсіподақ ұйымының төрағасы;
- Нұрсұлтан Ерғанатұлы Батаев, «Қаратау» ЖШС бастауыш кәсіподақ ұйымының төрағасы;
- Динара Әбілбекова, «АТИ» ЖШС бастауыш кәсіподақ ұйымының төрайымы;
- Шолпан Тәуекелқызы Тәуекелова, «Ақбастау» АҚ бастауыш кәсіподақ ұйымының төрайымы.

Форум қатысушыларынан оң пікірлер алды. Атап айтқанда, Жанна Башикова («Үлбі металлургиялық зауыты» АҚ жұмысшыларының жергілікті кәсіподағы) іс-шара идеялар мен тәжірибе алмасу үшін шабыттандыратын алаң болғанын және ұсынылған тақырыптар тек ақпараттық қана емес, сонымен қатар мотивациялық болғанын атап өтті.

Яна Заплата («ҮМЗ» АҚ) ұйымдастырушылықтың жоғары деңгейін, бағдарламаның байлығын және спикерлердің кәсібилігін атап өтті, әсіресе Бауыржан Мұхтарханұлы Ибраевтың баяндамасын ерекше атап өтті.

«Волковгеология» АҚ, «Уранэнерго» ЖШС, «АТИ» ЖШС, «Семізбай-У» ЖШС және «KAP Logistics» ЖШС өкілдері де форумның өнімді, достық және шабыттандыратын атмосферасы үшін алғыстарын білдірді.

Форум барысында қатысушылар кәсіподақ қозғалысындағы өзекті мәселелерді талқылады, практикалық тәжірибе алмасты, кәсіби және жеке байланыстарды нығайтты. Жастарды кәсіподақ қызметіне тартуға, олардың көшбасшылық әлеуетін дамытуға және жұмыс күшіндегі ынтымақтастықтың жаңа тәсілдерін әзірлеуге ерекше назар аударылды.

Форум соңында кәсіподақ төрағаларына Қазақстан Республикасы Кәсіподақтар Федерациясы мен Ядролық өнеркәсіп қызметкерлері кәсіподағының Құрмет грамоталары табысталды, ал форумның белсенді қатысушыларына сыйлықтар табысталды. «PROFATOMFEST 2025» форумының өзі ядролық өнеркәсібіндегі жастар кәсіподақ қозғалысын нығайтудағы тағы бір маңызды қадам болды.

«АӨҚСК» ҚБ  
баспасөз қызмет



№ 2-3 (68-69) 2025

Фото с <https://twitter.com/atomkz>

## ОТ ИДЕЙ К ИНИЦИАТИВАМ «PROFATOMFEST 2025»

Прекрасной площадкой для обмена опытом и идеями, где работающая молодежь атомной отрасли могла всесторонне раскрыться и обсудить актуальные вопросы стал международный молодежный форум «PROFATOMFEST 2025», организованный Отраслевым профсоюзом работников атомной промышленности на базе оздоровительного центра «Arman dala», близ города Алматы, с 17 по 18 октября 2025 года.

Молодежный форум стал отличным местом для профессионального и личностного развития, цель которого создание коммуникативной среды с помощью приглашенных представителей общественных и государственных структур, бизнес-сообществ и других институтов для поддержки молодежных инициатив.

Форум объединил порядка 60-ти представителей трудовой молодежи и председателей профсо-

## FROM IDEAS TO INITIATIVES: “PROFATOMFEST 2025”

An excellent platform for exchanging experience and ideas – where working youth of the nuclear industry could fully realize their potential and discuss pressing issues – was the international youth forum “PROFATOMFEST 2025.” The forum was organized by the Sectoral Trade Union of Nuclear Industry Workers and held at the Arman Dala Wellness Center near the city of Almaty from October 17 to 18, 2025.

The youth forum became an effective venue for professional and personal development, aimed at creating a communicative environment through the involvement of invited representatives of public and government bodies, business communities, and other institutions to support youth initiatives.

The forum brought together around 60 representatives of working youth and trade union chairper-

sons from nuclear industry enterprises, veterans of the nuclear industry, as well as representatives of the Federation of Trade Unions of the Republic of Kazakhstan, the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan, the Nuclear Society of Russia, and the Trade Union of Energy, Oil, Gas, and Geology Workers of the Republic of Uzbekistan.

The forum was opened by Kassymzhan Bayanzhanovich Madiev, Chairman of the Sectoral Trade Union of Nuclear Industry Workers, who emphasized the significance of the 120th anniversary of Kazakhstan’s trade union movement, the issues of gender equality and the Year of Skilled Trades, as well as the role of youth in its further development.

Welcoming remarks and wishes for success and productive work were delivered by Kairat Telmanovich Kambarov, Chairman of the Committee for Family and Youth Affairs of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan; Rustamjon Ismoiljonovich Khakimov,

Forum opened by the Chairman of the Sectoral Trade Union of Nuclear Industry Workers, Kassymzhan Bayanzhanovich Madiev, who noted the significance of the 120th anniversary of the trade union movement in Kazakhstan, the issues of gender equality and the Year of Skilled Trades, as well as the role of youth in its further development.

Welcoming remarks and wishes for success and productive work were delivered by Kairat Telmanovich Kambarov, Chairman of the Committee for Family and Youth Affairs of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan; Rustamjon Ismoiljonovich Khakimov,

Forum opened by the Chairman of the Sectoral Trade Union of Nuclear Industry Workers, Kassymzhan Bayanzhanovich Madiev, who noted the significance of the 120th anniversary of the trade union movement in Kazakhstan, the issues of gender equality and the Year of Skilled Trades, as well as the role of youth in its further development.



гетики Республики Узбекистан, председатель профсоюза - Рустамжон Исмоилжонович Хакимов и через видеобращение, исполнительный директор Ядерного общества России - Евгений Борисович Сидоров.

От Федерации профсоюзов Республики Казахстан с приветственной речью и демонстрацией видеоролика «120 лет профсоюзному движению Казахстана», а так же развитию молодёжного движения и роли профсоюзов в современных условиях выступил председатель Республиканского молодёжного совета «Келешек» Аян Сәкенұлы Сәлімгереев.

От Совета ветеранов атомной науки, энергетики и промышленности выступил Бауржан Мухтарханович Ибраев, подчеркнув значимость преемственности поколений и вклад атомной отрасли в развитие национальной промышленности.

Модератором форума и ведущей обучающих сессий выступила известная в Казахстане и за его пределами специалист в области командообразования и личной эффективности, бизнес-тренер MOT, сертифицированный коуч - Лауэра Заки Ахметжан.

Интересно и увлекательно были проведены интерактивные тренинги, панельные дискуссии и модули, направленные на развитие лидерских компетенций, эффективной коммуникации и командного взаимодействия среди профсоюзной молодежи.

В рамках форума состоялись лекции и панельные дискуссии, посвящённые:

- истории становления профсоюзного движения в Казахстане,
- применению искусственного интеллекта в профсоюзной деятельности,
- вопросам гендерного равенства как части социальной справедливости,
- обмену успешными практиками профсоюзной работы на предприятиях атомной отрасли.

Активное участие в работе молодёжного форума, в качестве спикеров выступили:

- Юсупова Айзара Тлеугабыловна, председатель первичной профсоюзной организации ТОО «KAP Technology», председатель Совета профсоюзной молодежи;
- Акбергенова Лаззат Кадырбековна, председатель первичной профсоюзной организации ТОО «KAP Logistics»;
- Сапаров Ерлан Талгатович, председатель первичной профсоюзной организации ТОО «Семизбай-У»;
- Батаев Нурсултан Ерганатович, председатель

Administrative Director of the Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan and Chairman of the Trade Union; and, via video address, Evgeny Borisovich Sidorov, Executive Director of the Nuclear Society of Russia. They all emphasized the important role of youth in the development of the nuclear industry and the country.

On behalf of the Federation of Trade Unions of the Republic of Kazakhstan, Ayan Sakenuly Salimgereyev, Chairman of the Republican Youth Council “Keleshek,” delivered a welcoming speech, presented the video “120 Years of the Trade Union Movement of Kazakhstan,” and spoke about the development of the youth movement and the role of trade unions in modern conditions.

From the Council of Veterans of Nuclear Science, Energy, and Industry, Baurzhan Mukhtarkhanovich Ibrayev addressed the participants, emphasizing the importance of generational continuity and the contribution of the nuclear industry to the development of national industry.

The forum moderator and facilitator of the training sessions was Lauera Zaki Akhmetzhan, a specialist widely recognized in Kazakhstan and abroad in the fields of team education and personal effectiveness, an ILO business trainer, and a certified coach.

Interactive trainings, panel discussions, and modules were conducted in an engaging and dynamic manner, focusing on the development of leadership competencies, effective communication, and team interaction among trade union youth.

As part of the forum, lectures and panel discussions were held on the following topics:

- the history of the formation of the trade union movement in Kazakhstan;
- the application of artificial intelligence in trade union activities;
- issues of gender equality as a component of social justice;
- the exchange of successful practices of trade union work at nuclear industry enterprises.

The following participants took an active part in the youth forum as speakers:

- Ayzara Tleugabylovna Yusupova, Chair of the Primary Trade Union Organization of KAP Technology LLP and Chair of the Trade Union Youth Council;
- Lazzat Kadyrbekovna Akbergenova, Chair of the Primary Trade Union Organization of KAP Logistics LLP;
- Erlan Talgatovich Saparov, Chair of the Primary Trade Union Organization of Semizbay-U LLP;

первичной профсоюзной организации ТОО «Каратау»;

- Абилбекова Динара Абилбековна, председатель первичной профсоюзной организации ТОО «ИВТ»;
- Тауекелова Шолпан Тауекелкызы, председатель первичной профсоюзной организации АО «СП Акбастау»;

Форум получил положительные отклики от участников. В частности, Жанна Башикова (Локальный профсоюз работников АО «Ульбинский металлургический завод») отметила, что мероприятие стало вдохновляющей площадкой для обмена идеями и опытом, а представленные темы были не только информативными, но и мотивирующими.

Яна Заплата (АО «УМЗ») подчеркнула высокий уровень организации, насыщенность программы и профессионализм спикеров, особенно выделив выступление Ибраева Бауржана Мухтархановича.

Представители АО «Волковгеология», ТОО «Уранэнерго», ТОО «ИВТ», ТОО «Семизбай-У», ТОО «KAP Logistics» также выразили благодарность за продуктивную, дружескую и вдохновляющую атмосферу форума.

В ходе форума участники обсудили актуальные вопросы профсоюзного движения, обменялись практическим опытом, укрепили профессиональные и личные связи. Особое внимание было уделено вопросам вовлечения молодёжи в профсоюзную деятельность, развитию её лидерского потенциала и формированию новых подходов к взаимодействию в трудовых коллективах.

В завершение форума Почетными грамотами Федерации профсоюзов Республики Казахстан и Отраслевого профсоюза работников атомной отрасли были награждены председатели профсоюзов, а активные участники форума отмечены символическими подарками. Сам Форум «PROFATOMFEST 2025» стал очередным важным шагом в укреплении молодёжного профсоюзного движения в атомной отрасли.

пресс служба  
ОО «ОПРАП»

Press Service  
PA «OPRAP»

- Nursultan Erganatovich Batayev, Chair of the Primary Trade Union Organization of Karatau LLP;
- Dinara Abilbekovna Abilbekova, Chair of the Primary Trade Union Organization of IVT LLP;
- Sholpan Taukelkyzy Taukelova, Chair of the Primary Trade Union Organization of Akbastaу SP JSC.

The forum received positive feedback from participants. In particular, Zhanna Bashikova (Local Trade Union of Employees of Ulba Metallurgical Plant JSC) noted that the event became an inspiring platform for exchanging ideas and experience, and that the topics presented were not only informative but also motivating.

Yana Zaplatina (UMP JSC) emphasized the high level of organization, the rich program, and the professionalism of the speakers, highlighting in particular the presentation by Baurzhan Mukhtarkhanovich Ibrayev.

Representatives of Volkovgeologia JSC, Uranenergo LLP, IVT LLP, Semizbay-U LLP, and KAP Logistics LLP also expressed their gratitude for the productive, friendly, and inspiring atmosphere of the forum.

During the forum, participants discussed current issues of the trade union movement, exchanged practical experience, and strengthened professional and personal ties. Special attention was paid to engaging young people in trade union activities, developing their leadership potential, and forming new approaches to interaction within labor collectives.

At the conclusion of the forum, Chairs of trade union organizations were awarded Certificates of Honor from the Federation of Trade Unions of the Republic of Kazakhstan and the Sectoral Trade Union of Nuclear Industry Workers, while active participants of the forum received symbolic gifts. The “PROFATOMFEST 2025” forum itself became another important step in strengthening the youth trade union movement in the nuclear industry.



# АТОМ САЛАСЫНЫҢ БЕЙБІТШІЛІК ПЕН ПРОГРЕСС ЖОЛЫНДАҒЫ 80 ЖЫЛЫ

2025 жылдың 15 қазанында Алматы қаласында Қазақстан-Британ техникалық университетінде Қазақстанның ядролық қоғамы қауымдастығы ғылыми-техникалық прогресті, энергетикалық тәуелсіздікті және елдің тұрақты дамуын қамтамасыз ететін негізгі бағыттардың бірі – ядролық саланың 80 жылдығын атап өтуге арналған салтанатты жиналыс өткізілді.

Іс-шараға Қазақстан Республикасы Атом энергиясы агенттігінің өкілдері, атом саласы кәсіпорындарының басшылары мен ардагерлері, ғалымдар, сарапшылар, журналистер, студенттер және ТМД елдерінен келген қонақтар қатысты. Салтанатты рәсімді аша отырып, қауымдастық президенті В.С. Школьник қатысушыларға құттықтау сөзін арнап, Қазақстанның болашағы үшін ядролық энергетиканың маңыздылығын және оның дамуына елеулі үлес қосқан ардагерлер мен отандық мамандардың ролін атап өтті.

Спикерлер өз сөздерінде Қазақстанның энергетика саласы дамуында қиын кезеңді бастан кешіріп жатқанын атап өтті. Саланың тарихында өрлеуі мен құлдырау кезеңі болды, бірақ қазір еліміз алғаш рет экономиканың тұрақтылығына әсер етуі мүмкін күрделі энергетикалық дағдарысқа тап болып отыр.

Бүгінгі таңда ядролық технологияны пайдаланбайтын салаларды елестету қиын: жартылай өткізгіштер мен қауіпсіздік жүйелерін өндіру, ауыл шаруашылығы, ғарышты зерттеу және металлургия. Қатерлі ісік пен жүрек ауруларын диагностикалау мен емдеуді қажет ететін адамдардың саны артып келе жатқандықтан, ядролық медицина құралдары мен әдістері дамып келеді. Ядролық энергияны бейбіт мақсатта пайдаланудың арқасында радиоизотоптық диагностика, сәулелік терапия және томография адамзат үшін қолжетімді болды. Мұның бәрі адамдардың өмірін жайлы, қауіпсіз және өнімді етеді, ал әлемнің таза және қолжетімді электр энергиясына деген қажеттілігі ядролық энергияны одан әрі дамыту қажеттілігін көрсетуде.

Ядролық саланың ардагерлері дәл осы берік іргетастың үстінде тұр – бұл тірі мұра және ел үшін шынайы мақтаныш көзі. Олардың білімі, адал еңбегі және болашаққа деген сенімі бүгінде ядролық энергетика мен ғылымның дамуына негіз болды. Олар алғашқы болып жол ашып, жоғары кәсіби жауапкершілік пен ғылыми адалдық дәстүрлерін орнатты. Қазіргі мамандар бұны үшін бұл ардагерлер даналық көзі және өз мамандығы мен еліне жанқиярлықпен қызмет етудің үлгісі болып қала береді. Олардың үлесін санмен өлшеу мүмкін емес – ол олардың жұмысын жалғастыратын ғалымдар, инженерлер және құрастырушы ұрпақтарында сақталған.

Уран өндіру саласындағы әлемдік көшбасшы және бейбіт ядролық энергетика саласындағы ғылыми зерттеулерді белсенді түрде дамытатын Қазақстан жаһандық энергетикалық қауіпсіздікті нығайтуға айтарлықтай үлес қосып келе жатқаны атап өтілді.

Кездесу барысында салалық кәсіпорындардың ардагерлері мен қызметкерлеріне марапаттар табысталды, сондай-ақ осы күрделі және жауапты салаға өзін арнағандардың барлығына алғыс пен ризашылық сөздері айтылды.

Салтанатты рәсімді қорытындылай келе, ұйымдастырушылар ядролық саланың мерейтойы оның жүріп өткен жолы үшін мақтаныш қана емес, сонымен қатар алға жылжудың маңызды көрсеткіші екенін атап өтті. Қазақстан халықаралық ядролық қауымдастықта сенімді серіктес және ядролық энергияны қауіпсіз және бейбіт мақсатта пайдалануда көшбасшы болып қала беруге ниетті.

*Алия Демесинава,  
ҚЯҚ*



15 октября 2025 года Ассоциацией «Ядерное общество Казахстана» на базе Казахстанско-Британского технического университета в г. Алматы было проведено торжественное собрание, приуроченное к 80-летию атомной отрасли — одной из ключевых сфер, обеспечивающих научно-технический прогресс, энергетическую независимость и устойчивое развитие страны.

В мероприятии приняли участие представители Агентства Республики Казахстан по атомной энер-

On 15 October 2025, the Kazakhstan Nuclear Society Association held a ceremonial meeting at the Kazakh-British Technical University in Almaty to mark the 80th anniversary of the nuclear industry — one of the key sectors ensuring scientific and technological progress, energy independence, and the country's sustainable development.

The event was attended by representatives of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Atomic Energy, executives and veterans of nuclear industry enterprises,

# АТОМНОЙ ОТРАСЛИ НА СЛУЖБЕ МИРУ И ПРОГРЕССУ

# 80

## LETS YEARS OF THE NUCLEAR INDUSTRY IN THE SERVICE OF PEACE AND PROGRESS

гии, руководители и ветераны предприятий атомной отрасли, учёные, эксперты, журналисты, студенты, а также гости из стран СНГ. Открывая торжественное собрание с приветственным словом к участникам обратился Президент ассоциации В.С. Школьник, подчеркнув значимость атомной энергетики для будущего Казахстана, роль ветеранов и отечественных специалистов, внёсших весомый вклад в её становление.

В своих выступлениях спикеры отмечали, что энергетика Казахстана переживает сложный период своего развития. История отрасли знала и взлёты, и падения, но сейчас страна впервые стоит перед лицом серьёзного энергетического кризиса, способного повлиять на устойчивость экономики.

scientists, experts, journalists, students, as well as guests from CIS countries. Opening the ceremony with welcoming remarks, the President of the Association, V.S. Shkolnik, emphasized the importance of nuclear energy for Kazakhstan's future and highlighted the role of veterans and national specialists who made a significant contribution to the industry's formation.

In their speeches, the speakers noted that Kazakhstan's energy sector is going through a challenging period of development. The history of the industry has seen both achievements and setbacks; however, today the country is facing a serious energy crisis for the first time — one that could affect the stability of the economy.



Сейчас трудно представить отрасли, в которых не использовались бы ядерные технологии: это производство полупроводников и систем безопасности, сельское хозяйство, космическая и металлургическая промышленность. Поскольку всё больше людей нуждается в диагностике и лечении онкологических и кардиологических заболеваний, развиваются средства и методы ядерной медицины. Радиоизотопная диагностика, лучевая терапия, томография стали доступны человечеству благодаря мирному атому. Всё это делает жизнь людей комфортнее, безопаснее и продуктивнее, а потребность мира в чистой и доступной электроэнергии лишь подтверждает необходимость дальнейшего развития атомной энергетики.

Именно на этом прочном фундаменте стоят ветераны атомной отрасли — живая история и настоящая гордость страны. Их знания, самоотверженный труд и вера в будущее позволили создать основу, на которой сегодня развивается атомная энергетика и наука. Именно они первыми прокладывали путь, закладывали традиции высокой профессиональной ответственности и научной честности. Для нынешнего поколения специалистов ветераны остаются источником мудрости и примером беззаветного служения своей профессии и Родине. Их вклад невозможно измерить цифрами — он сохранён в поколениях учёных, инженеров и конструкторов, которые продолжают их дело.

Отмечалось, что Казахстан, будучи мировым лидером по добыче урана и активно развивая научные исследования в области мирного атома, продолжает вносить значительный вклад в укрепление глобальной энергетической безопасности.

В ходе собрания состоялось награждение ветеранов и сотрудников предприятий отрасли, прозвучали слова благодарности и признательности всем, кто посвятил себя этой сложной и ответственной сфере.

Завершая торжественное собрание, организаторы отметили, что юбилей атомной отрасли — не только повод для гордости за пройденный путь, но и важный ориентир для движения вперёд. Казахстан намерен и впредь оставаться надёжным партнёром в международном ядерном сообществе и лидером в области безопасного и мирного использования атомной энергии.

Алия Демесинова,  
ЯОК

It is now difficult to imagine industries that do not use nuclear technologies: semiconductor manufacturing and security systems, agriculture, the space and metallurgical industries. As the number of people requiring diagnosis and treatment of oncological and cardiovascular diseases continues to grow, nuclear medicine tools and methods are advancing. Radioisotope diagnostics, radiation therapy, and tomography have become available to humanity thanks to the peaceful atom. All of this makes people's lives more comfortable, safer, and more productive, while the global demand for clean and affordable electricity only reinforces the need for the further development of nuclear energy.

It is on this solid foundation that the veterans of the nuclear industry stand — living history and a true source of national pride. Their knowledge, selfless labor, and faith in the future made it possible to create the basis on which nuclear energy and science are developing today. They were the first to pave the way, establishing traditions of high professional responsibility and scientific integrity. For the current generation of specialists, veterans remain a source of wisdom and an example of devoted service to their profession and their country. Their contribution cannot be measured in numbers — it is preserved in generations of scientists, engineers, and designers who continue their work.

It was also noted that Kazakhstan, as a global leader in uranium production and an active developer of research in the field of the peaceful atom, continues to make a significant contribution to strengthening global energy security.

During the meeting, veterans and employees of industry enterprises were honored, and words of gratitude and appreciation were expressed to everyone who has devoted themselves to this complex and responsible field.

Concluding the ceremony, the organizers emphasized that the anniversary of the nuclear industry is not only a reason to take pride in the path already traveled, but also an important milestone for moving forward. Kazakhstan intends to continue to be a reliable partner in the international nuclear community and a leader in the safe and peaceful use of nuclear energy.

Aliya Demesinova  
Kazakhstan Nuclear Society (KNS)





## ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР УРАН ӨНДІРУ КӘСІПОРЫНДАРЫ ҮШІН МАМАНДАРДЫ ДАЯРЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ ЭЛЕМЕНТІ

Қазақстан ядролық университеті, ең алдымен, уран өндіру кәсіпорында-рында кадрларды дайындайды, қайта даярлау және біліктілігін арттыру жұ-мыстарын жүзеге асырады, сондай-ақ Компания қызметкерлері үшін міндет-ті, бейіндік және корпоративтік оқыту курстарын ұйымдастырып, өткізеді.

Университет білім беру стандарттарына, қажеттіліктеріне және Компания-ның стратегиялық мақсаттарына сәйкес жүзеге асырылатын үздіксіз, мақсат-ты және жүйелі түрде ұйымдастырылған оқу процесін қамтамасыз етеді.

Жоғары білікті мамандарды даярлау тек теориялық білімді ғана емес, со-нымен қатар уран құрамдас кенді өндіру мен өңдеудің негізінде жатқан физикалық және химиялық процестермен жұмыс істеуде практикалық тәжі-рибені де талап етеді.

Зертханалық жұмыс оқытудың маңызды құрамдас бөлігі болып табыла-ды, теориялық негіздерді нығайтады, кәсіби дағдыларды дамытады және физикалық және химиялық процестердің ерекшеліктерін түсіндіреді. Оны әзірлеуде әртүрлі деңгейдегі және лауазымдардағы мамандарға қойылатын барлық біліктілік талаптары ескеріледі. Зертханалық жұмыс бейіндік мамандарға арналған барлық оқу бағдарламаларында міндетті болып табы-лады.

Университетте «Уран технологиясындағы физика-химиялық процестер. Гео-технологиялық процестер зертханасы» және «Уран технологиясындағы физика-химиялық процестер. Өнім ерітінділерін өңдеуге арналған химия-лық технологиялар зертханасы» сияқты бейіндік зертханалар сәтті жұмыс істейді.



KAZAKHSTAN  
NUCLEAR  
UNIVERSITY



Осы саладағы мамандарды даярлауда геотехникалық процестердің, жөн-деу және қалпына келтіру жұмыстарының, сорбцияның, тұндырудың, экст-ракцияның және басқа да технологиялық операциялардың механизмде-рін түсінуге байланысты практикалық құзыреттіліктерді дамыту ерекше маңызды. Осындай зертханалық жұмыстарды орындау барысында тың-даушылар белсенді қатысады, ал сабақтарды оқытушылар мен Компания-ның білікті мамандары жүргізеді. 2025 жылы университеттің зертханала-рында Компанияның өндіру кәсіпорындарына арналған бейіндік курстарда 200-ден астам тыңдаушы оқудан өтті. Зертханалық жұмыс оларға химиялық және спектрофотометриялық талдау әдістерін, сондай-ақ уран құрамдас шикізатты өндіру мен өңдеудің технологиялық процестерін басқару әдіс-терін меңгеруге мүмкіндік береді.

Осылайша, уран өндіру технологиясының физикалық және химиялық процестері бойынша зертханалық жұмыстар уран өндіру өнеркәсібі үшін мамандарды даярлаудың ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл тыңдаушы-ларға құнды тәжірибелік дағдыларды игеруге, алынған білімді сыни тұрғыдан бағалауға және қатаң қауіпсіздік пен дәлдік талап-тары бойынша жұмысқа дайындалуға мүмкіндік береді. Зертханалық практи-кумды ұйымдастырудағы кешенді тә-сіл атом өнеркәсібі саласында табыс-ты мансап үшін қажетті кәсіби компе-тенциялардың қалыптасуын қамтама-сыз етеді.

ҚЯУ



## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Казахстанский ядерный университет осуществляет подготовку, переподготовку и повышение квалификации персонала, преимущественно, уранодобывающих предприятий, организует и проводит обязательные, профильные, корпоративные курсы обучения сотрудников Компании.

Университет обеспечивает непрерывный, целенаправленный и планомерно организованный учебный процесс, осуществляемый в соответствии с образовательными стандартами, потребностью и стратегическими целями Компании.

Подготовка высококвалифицированных специалистов требует не только теоретических знаний, но и практического опыта работы с физико-химическими процессами, которые лежат в основе добычи и переработки ураносодержащей руды.

Лабораторные работы при этом являются важным компонентом обучения, обеспечивая закрепление теоретических основ, формирования профессиональных навыков, а также понимания специфики физико-химических процессов. При их разработке учтены все квалификационные требования, предъявляемые к специалистам различных уровней подготовки и должностей. Лабораторные работы в обязательном порядке включены во все программы обучения профильных специалистов.

В университете успешно функционируют такие профильные лаборатории как:

- «Физико-химические процессы технологии урана. Лаборатория геотехнологических процессов»,
- «Физико-химические процессы технологии урана. Лаборатория химической технологии переработки продуктивных растворов».

В рамках подготовки специалистов в этой области особое значение приобретает формирование практических компетенций, связанных с пониманием механизмов геотехнологических процессов, ремонтно-восстановительных работ, сорбции, осаждения, экстракции и других технологических операций.

При выполнении подобных лабораторных работ слушатели активны, а занятия проводят преподаватели и квалифицированные специалисты Компании. За 2025 год в лабораториях университета прошли обучение свыше 200 слушателей профильных курсов добывающих предприятий Компании. Лабораторные работы позволяют им освоить методы химического, спектрофотометрического анализа, овладеть способами управления технологическими процессами добычи и переработки ураносодержащего сырья.

Таким образом, лабораторные работы по физико-химическим процессам технологии добычи урана являются неотъемлемой частью подготовки специалистов для уранодобывающей отрасли. Они позволяют слушателям приобрести ценные практические навыки, критически осмыслить полученные знания и подготовиться к работе в условиях высоких требований к безопасности и точности. Комплексный подход к организации лабораторного практикума обеспечивает формирование профессиональных компетенций, необходимых для успешной карьеры в области атомной промышленности.

КЯУ

## LABORATORY TRAINING AS A KEY ELEMENT IN PREPARING SPECIALISTS FOR URANIUM MINING ENTERPRISES

The Kazakhstan Nuclear University provides training, retraining, and advanced professional development primarily for personnel of uranium mining enterprises. It organizes and delivers mandatory, specialized, and corporate training courses for Company employees.

The University ensures a continuous, focused, and systematically organized educational process carried out in accordance with educational standards, as well as the Company's needs and strategic objectives.

The preparation of highly qualified specialists requires not only theoretical knowledge but also practical experience in working with the physicochemical processes underlying the extraction and processing of uranium-bearing ore.

Laboratory work is a vital component of the training process, reinforcing theoretical foundations, developing professional skills, and fostering an understanding of the specific features of physicochemical processes. All laboratory modules are designed in full compliance with qualification requirements for specialists at various levels of training and positions. Laboratory work is a mandatory part of all educational programs for specialized professionals.

The University successfully operates specialized laboratories such as:

- "Physicochemical Processes of Uranium Technology. Geotechnological Processes Laboratory"
- "Physicochemical Processes of Uranium Technology. Laboratory of Chemical Processing of Productive Solutions"

In training specialists in this field, particular importance is given to the development of practical competencies related to understanding the mechanisms of geotechnological processes, repair and restoration operations, sorption, precipitation, extraction, and other technological procedures. During laboratory sessions, participants are actively engaged, and classes are conducted by university instructors together with qualified Company specialists.

In 2025, more than 200 participants from the Company's mining enterprises completed training courses in the University's laboratories. Laboratory work enables them to master methods of chemical and spectrophotometric analysis and to acquire skills in controlling technological processes involved in the extraction and processing of uranium-bearing raw materials.

Thus, laboratory training in the physicochemical processes of uranium extraction technology is an integral part of preparing specialists for the uranium mining industry. It allows participants to gain valuable practical skills, critically assess acquired knowledge, and prepare for work in environments with high safety and precision requirements. A comprehensive approach to organizing laboratory practice ensures the development of professional competencies necessary for a successful career in the nuclear industry.

KNU

# БОЛАШАҚҚА ҚОСҚАН ҮЛЕС

Кәсіптік бағдар беру және ақпараттық-түсіндіру жұмыстары аясында «Оңтүстік тау-кен-химия комбинаты (ЮМХК)» ЖШС «Ақдала» кенішінің өкілдері Түркістан облысының Созақ ауданындағы КММ «Ланде Бекенов атындағы жалпы білім беру мектебіне» барды.

Сапардың мақсаты — орта мектеп оқушыларын компанияның қызметі және оның Қазақстан Республикасындағы тау-кен және атом өнеркәсібін дамытудағы рөлі туралы ақпараттандыру, сондай-ақ жастар арасында ғылымның, өнеркәсіптің дамуына және елдің әл-ауқатына айтарлықтай үлес қосатын жұмысшы, инженерлік және ғылыми мамандықтарға саналы қызығушылықты қалыптастыру болды.

Кездесу барысында 8-11 сынып оқушыларына «Ақдала» кенішінің өндірістік қызметі, уран өндіру, геология, инженерия және өндіріс технологиялары саласындағы сұранысқа ие мамандықтар, сондай-ақ радиациялық қауіпсіздік және қоршаған ортаны қорғау талаптары туралы ақпарат ұсынылды. Қазақстан экономикасының тұрақты дамуындағы және елдің энергетикалық және өнеркәсіптік қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі ядролық индустрияның маңыздылығына ерекше назар аударылды.

Іс-шара ашық диалог форматында өтті. Оқушылар белсенді қызығушылық танытып, мансап таңдау, білім алу жолдары, жұмыс жағдайлары және мансаптық өсу перспективалары туралы сұрақтар қойды. Кеніш өкілдері білікті мамандарды даярлау және жастармен жұмыс істеу саланың ұзақ мерзімді дамуының маңызды бөлігі және елдің болашағына инвестиция екенін атап өтті.

Мұндай кездесулер жастардың ғылым мен өндіріске деген қызығушылығын арттыруға, кадрлық әлеуетті дамытуға және әрбір маманның өнеркәсіптің және Қазақстан Республикасының әл-ауқатының дамуына қосатын үлесінің маңыздылығын арттыруға көмектеседі.

«ОТХК» БК» ЖШС  
баспасөз қызметі



# ВКЛАД В БУДУЩЕЕ

В рамках профориентационной и разъяснительной работы представители рудника «Акдала» ТОО «СП «ЮГХК» посетили КГУ «Общеобразовательная школа имени Ланде Бекенова» Созакского района Туркестанской области.

Целью визита стало информирование учащихся старших классов о деятельности предприятия, его роли в развитии горнодобывающей и ядерной отрасли Республики Казахстан, а также формирование у молодежи осознанного интереса к рабочим, инженерным и научным профессиям, вносящим значимый вклад в развитие науки, промышленности и благосостояние страны.

В ходе встречи учащимся 8-11 классов была представлена информация о производственной деятельности рудника «Акдала», востребованных профессиях в сфере добычи урана, геологии, инженерии, производственных технологий, а также о требованиях радиационной безопасности и охраны окружающей среды. Особое внимание было уделено значению ядерной отрасли в устойчивом развитии экономики Казахстана и обеспечении энергетической и промышленной безопасности страны.

Мероприятие прошло в формате открытого диалога. Школьники проявили активный интерес, задавали вопросы о выборе профессии, путях получения образования, условиях труда и перспективах профессионального роста. Представители рудника подчеркнули, что подготовка квалифицированных кадров и работа с молодежью являются важной частью долгосрочного развития отрасли и инвестициями в будущее страны.

Подобные встречи способствуют повышению интереса молодежи к науке и производству, формированию кадрового потенциала и осознанию значимости вклада каждого специалиста в развитие промышленности и благосостояние Республики Казахстан.

пресс-служба  
ТОО «СП «ЮГХК»

# CONTRIBUTION TO THE FUTURE

As part of its career guidance and outreach activities, representatives of the Akdala Mine of JV «SMCC» LLP visited the Lande Bekenov Secondary School in the Sozak District of the Turkestan Region.

The purpose of the visit was to inform senior school students about the company's operations, its role in the development of Kazakhstan's mining and nuclear industries, and to foster a conscious interest among young people in blue-collar, engineering, and scientific professions that make a meaningful contribution to the advancement of science, industry, and the country's prosperity.

During the meeting, students in grades 8-11 were presented with information on the production activities of the Akdala Mine, in-demand professions in uranium mining, geology, engineering, and production technologies, as well as requirements related to radiation safety and environmental protection. Special emphasis was placed on the importance of the nuclear industry for the sustainable development of Kazakhstan's economy and for ensuring the country's energy and industrial security.

The event was held in an open-dialogue format. The students showed strong interest and asked questions about career choice, educational pathways, working conditions, and prospects for professional growth. Mine representatives emphasized that training qualified personnel and engaging with young people are integral to the industry's long-term development and constitute investments in the country's future.

Such meetings help increase young people's interest in science and industry, contribute to building human capital, and raise awareness of the significance of each specialist's contribution to industrial development and the well-being of the Republic of Kazakhstan.

Press Service  
JV «SMCC» LLP



Информационный  
Центр по  
Атомным  
Технологиям

Задачи:

- популяризация науки и технического образования;
- распространение базовых знаний об атомной отрасли;
- активная работа с профессиональным научным сообществом;
- экологическое воспитание и борьба с радиофобией.



**Жоба көрсеткіштері:**

- бу шығыны 7,67%-ға төмендеді
- жылдық экономикалық тиімділік 14 555 000 теңге құрайды

**Рационалдық ұсыныстың авторлары:**

- «В» цехының меңгерушісі Андрей Гофман,
- технологиялық бөлім бастығының орынбасары Юрий Варывдин,
- ұнтақ өндірісі бөлімінің бастығы Павел Крыжановский,
- ұнтақ өндірісі бөлімінің технологы Станислав Демидов.

# ТИІМДІ ШЕШІМ = КЕШЕНДІ НӘТИЖЕ

Үлбі металлургиялық зауытының уран өндірісі кешенінің В цехының инженерлер командасы «Қазатомөнеркәсіп» ҰАҚ инновациялық байқауында үшінші орын алды. Енгізілген инновация тек техникалық мәселені шешіп қана қоймай, сонымен қатар айтарлықтай экономикалық пайда әкелді.

УП-ның В цехының инновациялық тобының «Реагент дайындау процесінің тиімділігін арттыру арқылы табиғи уран оксидін өндірудің техникалық және экономикалық көрсеткіштерін жақсарту» жобасы «Экономикалық тиімділік тудыратын ең үздік инновациялық ұсыныс» номинациясында жеңіске жетті.

**Мәселенің түйіні**

Табиғи уран химиялық концентратын экстракциялық тазарту кезінде деиондалған су (пермеат) және пермеат пен азот қышқылының ерітіндісі тазарту ерітіндісі ретінде қолданылады. SOKOL-M қондырғысынан шыққан пермеат 8-14°C температураға жетеді. Уранды органикалық фазадан сулы фазаға тазарту процесін орындау үшін кемінде 60°C температура қажет. Ол үшін пермеат пен қышқылдандырылған ерітінді бұмен 80-90°C температураға дейін қыздырылады. Сонымен қатар, уранды экстракциялау процесінен шыққан рафинаттар бейтараптандыру қондырғысына шамамен 60°C температурада түседі, онда қалдық азот қышқылын аммиак суымен бейтараптандыруға байланысты ол 70-80°C дейін көтеріледі. Температураны 80°C-қа дейін көтеру рН өлшегіштерінің сенсорларының (шыны электродтарының) істен шығуына әкеледі.

**Мәселенің шешімі**

Бу шығынын және рафинатты бейтараптандыру температурасын азайту үшін, деионданған суды бейтараптандыру кезіндегі рафинаттардың температурасын пайдаланып қыздыру арқылы дайындау процесін өзгерту ұсынылды.

**Павел Крыжановский,**

УП «В» цехының ұнтақ өндірісі бөлімінің бастығы:

– Осы мақсатта рафинатты бейтараптандыру реакторында катушка жасалды, ол арқылы пермеат алдын ала қыздыру үшін өткізіледі. Катушка - жылу алмастырғыш - Үлбі жобалау институты жобалаған, ал бірінші рафинатты бейтараптандыру реакторында құрылыс-монтаж жұмыстарын ҮМЗ-нің еншілес кәсіпорны «МАШЗАВОД» ЖШС жүргізді. Катушка - үлкен реактордың ішінде орналасқан спираль тәрізді түтік, онда араластыру құрылғысының үздіксіз жұмыс істеуіне байланысты ыстық ерітінді үнемі қозғалады. Катушканың бүкіл бөлігі осы ерітіндіге батырылады, ал ол арқылы суық су ағып, катушканың түтік қабырғаларының үлкен біріктірілген бетімен жылу беру арқылы қыздырылады. Басқаша айтқанда, ыстық рафинаттар артық жылуын пермеатқа беру арқылы салқындатылады, ал пермеат тиісінше қыздырылады, бұл қажетті температураға жету үшін аз буды қажет етеді.

Қолданыстағы өндіріс орындарын жаңғыртуға бағытталған рационалдық ұсыныс бірден бірнеше мәселені шешті.

**Андрей Гофман,**

УП «В» шеберханасының меңгерушісі:

– Инвестициялық жобаны іске асыру бізге жабдықтарымызды — рН өлшегіштерін қорғауға, реагенттерді дайындау процесінің тиімділігін арттыруға және қымбат энергия көзі — буды тұтынуды азайтуға мүмкіндік берді, бұл біздің өнімдеріміздің шығынын айтарлықтай азайтуға әкелді.

**Разия Сертаева,**  
Үлбі металлургиялық зауытының баспасөз қызметі

## ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ = КОМПЛЕКСНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

Группа инженеров цеха «В» уранового производства Ульбинского металлургического завода заняла третье место в конкурсе рационализаторов НАК «Казатомпром». Реализованная новация не только решила техническую проблему, но и принесла значительный экономический эффект.

Проект коллектива рационализаторов цеха «В» УП «Улучшение технико-экономических показателей производства закиси-оксида природного урана за счет увеличения эффективности процесса приготовления реагентов» стал победителем в номинации «Лучшее рационализаторское предложение, создающее экономический эффект».

### Авторы рацпредложения:

- Андрей Гофман, начальник цеха «В»;
- Юрий Варывдин, заместитель начальника-технолог;
- Павел Крыжановский, начальник отделения по производству порошков;
- Станислав Демидов, технолог отделения по производству порошков.

### Цифры проекта:

- потребление пара снижено на 7,67%;
- годовой экономический эффект составляет 14 555 000 тенге.

### Суть вопроса

В процессе экстракционного аффинажа химического концентрата природного урана в качестве реэкстрагирующего раствора используется деионизированная вода (пермеат) и раствор пермеата и азотной кислоты. Пермеат с установки СОКОЛ-М поступает с температурой 8-14°C. Для проведения процесса реэкстракции урана из органической фазы в водную необходима температура процесса не ниже 60°C. Для обеспечения данного условия пермеат и подкисленный раствор подогревают паром до температуры 80-90°C. Вместе с тем, рафинаты с процесса экстракции урана поступают на нейтрализацию с температурой около 60°C, где она увеличивается до 70-80°C за счет реакции нейтрализации остаточной азотной кислоты аммиачной водой. Повышение температуры до 80°C ведет к выходу из строя датчиков (стеклянных электродов) рН-метров.

### Решение найдено

Для снижения потребления пара и температуры нейтрализации рафинатов было предложено изменить процесс приготовления деионизированной



## EFFECTIVE SOLUTION = COMPREHENSIVE RESULT

A group of engineers from unit “V” of the uranium production division at the Ulba Metallurgical Plant took third place in the rationalization competition held by NAC Kazatomprom. The implemented innovation not only solved a technical problem but also delivered a significant economic effect.

The project developed by the team of rationalizers from unit “V” of the Uranium Production Division, titled “Improving the technical and economic performance of natural uranium dioxide–trioxide production by increasing the efficiency of reagent preparation,” won in the category “Best rationalization proposal generating an economic effect.”

### Authors of the rationalization proposal:

- Andrey Gofman, Head of unit “V”;
- Yuriy Varyvдин, Deputy Head for Technology;
- Pavel Kryzhanovskiy, Head of the Powder Production Department;
- Stanislav Demidov, Process Engineer of the Powder Production Department.

### Project figures:

- steam consumption reduced by 7.67%;
- annual economic benefit: 14,555,000 tenge.

### The issue

During the extraction refining of natural uranium chemical concentrate, deionized water (permeate) and a solution of permeate with nitric acid are used as the re-extracting medium. The permeate from the SOKOL-M unit enters the process at a temperature of 8-14 °C. To carry out the re-extraction of uranium from the organic phase into the aqueous phase, a process temperature of at least 60 °C is required. To ensure this condition, the permeate and the acidified solution are heated with steam to 80-90 °C.

At the same time, the raffinate from the uranium extraction process are sent to neutralization at a temperature of about 60°C, where it increases to 70-80°C due to the neutralization reaction of residual nitric acid with aqueous ammonia. A temperature rise to 80°C leads to failure of sensors (glass electrodes) of pH meters.

### A solution found

To reduce steam consumption and lower the neutralization temperature of the raffinate, it was pro-

воды путем ее подогрева за счет температуры рафинатов в процессе их нейтрализации.

**Павел Крыжановский,**

начальник отделения

по производству порошков цеха «В» УП:

– Для этого был изготовлен змеевик в реакторе нейтрализации рафинатов, через который пропускается пермеат для предварительного нагрева. Змеевик – теплообменник – был спроектирован Ульяновским проектно-конструкторским институтом, строительно-монтажные работы выполнены в первом реакторе нейтрализации рафинатов силами дочернего предприятия УМЗ – ТОО «МАШЗАВОД». Змеевик представляет собой спиралевидную трубу, расположенную внутри большого реактора, в котором движется горячий раствор за счет постоянной работы перемешивающего устройства. Весь змеевик погружен в этот раствор, а внутри по нему движется холодная вода, которая нагревается за счет теплопередачи через большую суммарную площадь стенок трубы змеевика. Иными словами, горячие рафинаты, отдавая свое избыточное тепло пермеату, охлаждаются, а пермеат, соответственно, нагревается, требуя меньше пара для достижения нужной температуры.

Рацпредложение, направленное на модернизацию существующих производственных участков, решило сразу несколько проблем.

**Андрей Гофман,**

начальник цеха «В» УП:

– Реализация инвестиционного проекта позволила защитить наше оборудование – pH-метры, увеличить эффективность процесса приготовления реагентов и сократить потребление дорогостоящего энергоносителя – пара, что привело к значительному снижению себестоимости выпускаемой продукции.

*Разиya Сертаяева,  
пресс-служба Ульяновского  
металлургического завода*

posed to modify the deionized water preparation process by heating it using the temperature of the raffinates during their neutralization.

**Pavel Kryzhanovskiy,**

Head of the Powder Production

Department, unit “V”:

– For this purpose, a coil was installed in the raffinate neutralization reactor, through which the permeate is passed for preliminary heating. The coil heat exchanger was designed by the Ulba Design and Engineering Institute, and the construction and installation work in the first raffinate neutralization reactor was carried out by UMZ’s subsidiary, Mashzavod LLP. The coil is a spiral-shaped tube located inside a large reactor in which a hot solution circulates due to continuous operation of the agitator. The entire coil is immersed in this solution, while cold water flows inside it and is heated through heat transfer across the large total surface area of the coil tube walls. In other words, the hot raffinates, giving up their excess heat to the permeate, are cooled, while the permeate is heated accordingly, requiring less steam to reach the desired temperature.

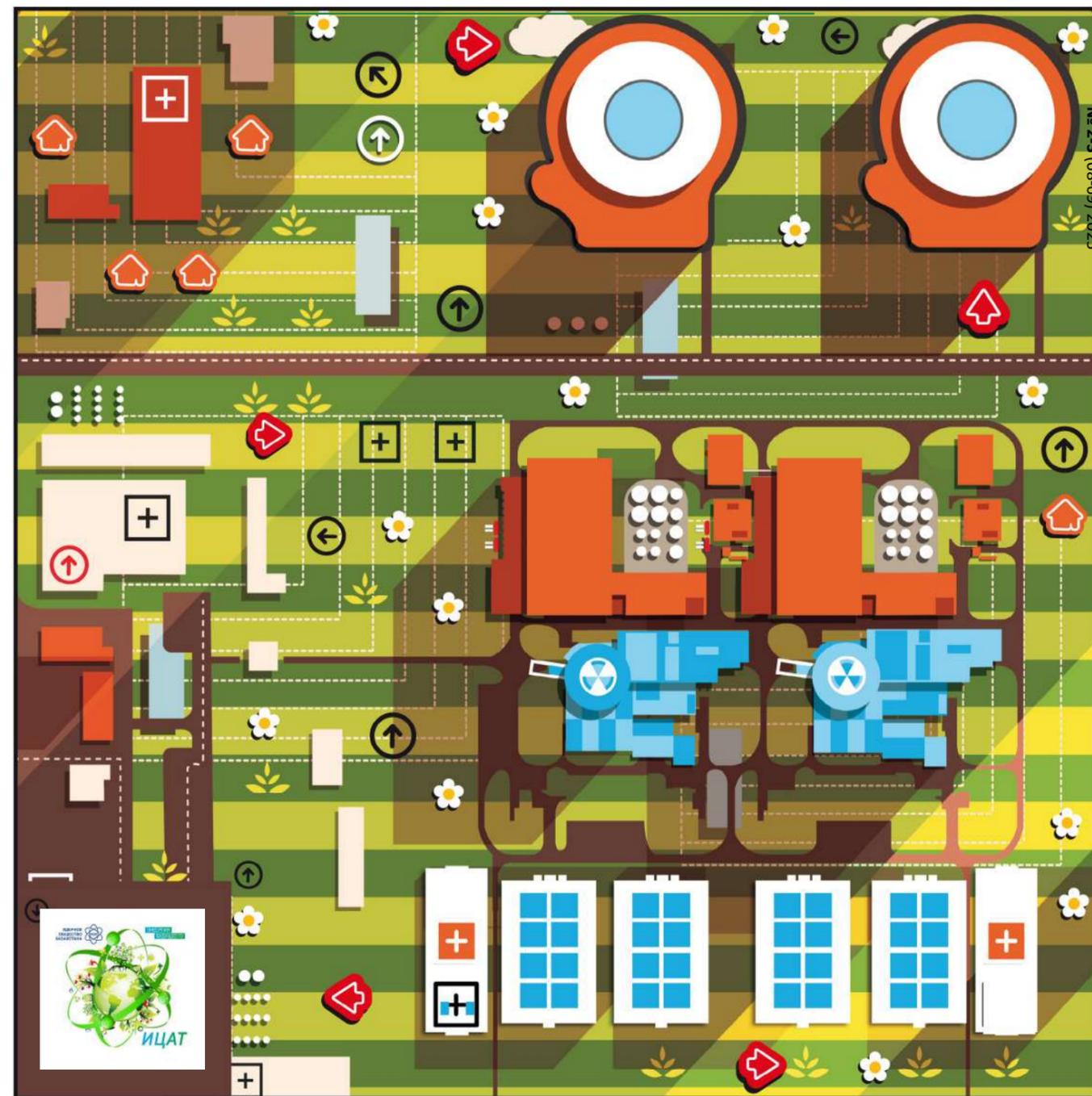
The rationalization proposal aimed at modernizing existing production units addressed several issues at once.

**Andrey Gofman,**

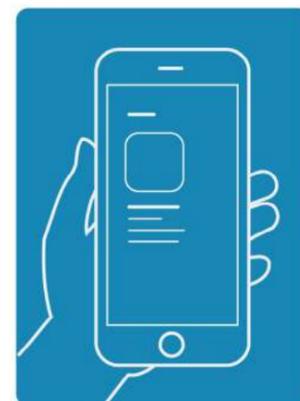
Head of unit “V”:

– Implementation of the investment project made it possible to protect our equipment – pH meters – increase the efficiency of reagent preparation, and reduce consumption of the costly energy carrier, steam, which resulted in a significant reduction in production costs.

*Raziya Sertayeva,  
Press Service of the Ulba Metallurgical Plant*



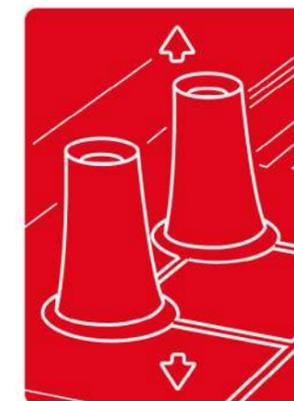
СКАЧАЙ  
ПРИЛОЖЕНИЕ



НАВЕДИ  
НА РИСУНОК



ИЗУЧАЙ СТАНЦИЮ  
СО ВСЕХ СТОРОН



ЗАПУСКАЙ И СМОТРИ  
СЦЕНАРИИ



## ЭНЕРГИЯ МЕРЕКЕСІ

Желтоқсан айында Үлбі металлургиялық зауыты мен қытайлық CGNPC-URC компаниясының еншілес кәсіпорны «Үлбі-ТВС» ЖШС өзінің 10 жылдық мерейтойын атап өтті.

Мерейтойшылар Көрме және ақпарат орталығында қонақтарды қабылдады, олардың арқасында отын құрастырмаларын (ОҚ) өндіру бойынша ауқымды жоба «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК бас компаниясы «ҮМЗ» АҚ-ның мақтанышына айналып қана қоймай, сонымен қатар Қазақстанды ядролық индустриядағы дамудың жаңа деңгейіне көтерді.

Кездесуге Қазақстан Республикасы Атом энергиясы агенттігінің, «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК, CGNPC-URC, Framatome, «Қазақстан Халық банкі», «ИВТ» ЖШС, ҮМЗ және «Үлбі-ТВС» компанияларының басшылары қатысты. Сондай-ақ қонақтардың арасында Қазақстан Республикасы Ұлттық ядролық орталығының, «Атомспецтранс» АҚ, «Қазақстан темір жолы» Ұлттық компаниясы» АҚ, Ядролық технологиялар қауіпсіздігі ғылыми-техникалық орталығының және «МАШЗАВОД» ЖШС өкілдері болды.



Сондай-ақ, «Үлбі-ТВС» компаниясына Қазақстан Республикасы Атом энергиясы агенттігінің төрағасы **Алма-садам Сатқалиев** жеке мерейтойлық құттықтау хатын: «Болашақта «Үлбі-ТВС» компаниясының Қазақстанның ядролық отын циклін дамытуға және ядролық энергияны бейбіт мақсатта пайдалану саласындағы халықаралық ынтымақтастықты кеңейтуге елеулі үлес қосатынына сенімдімін» - деп жолдады.

«Үлбі-ТВС» – біз расымен мақтан тұтатын кәсіпорын. Ол заманауи, ең жаңа технологиялармен жабдықталған және шынымен де ерекше. Осы жетістіктердің барлығы команданың адалдығының, жауапкершілігінің және басшылықтың мұқият бақылауының арқасында мүмкін болды. Кәсіпорын жұмысына қатысушылардың барлығына табыс пен өркендеуді тілеймін!», - деп атап өтті Қазақстан Республикасы Атом энергиясы агенттігі төрағасының орынбасары **Әсет Махамбетов**.

«Үлбі ТВС» – заманауи жабдықтармен жабдықталған нысан. Біз командамыз зауытты салыстырмалы түрде қысқа мерзімде жылына 200 тонна уран өндіру жобалық қуатына жеткізгеніне мақтанамыз. Бірлескен жобамызға және жаңа міндеттерді сәтті шешу үшін білімі мен тәжірибесі маңызды болып табылатын қызметкерлерімізге бақ-береке тілеймін», - деді «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК» АҚ басқарма төрағасы **Мейіржан Юсупов**.

Бас компания үшін «Үлбі-ТВС» жобасы – оның өндірісі мен бизнесін артараптандырудағы ең маңызды стратегиялық қадамдардың бірі болып табылады. «Үлбі-ТВС» өндірісін іске қосу – Қазақстанның бүкіл әлем бойынша атом электр станцияларына ядролық отын жеткізетін елдердің қатарына қосылуына мүмкіндік берген қадам, - деп атап өтті «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК» Ядролық отын циклі департаментінің директоры **Елдос Ярмұхамедов**.

Қытайлық серіктестер «Үлбі-ТВС» командасына ұзақ мерзімді ынтымақтастығы үшін алғыс білдірді.

Онжылдық тынымсыз еңбек таңғажайып нәтижелер берді. «Үлбі-ТВС» Қытайға отын жинақтарының 15 партиясын жеткізді, оның 10-ы атом электр станцияларындағы реакторларға тиелді. Мен бәрімізді осы мерейтоймен және осы жетістікпен құттықтаймын!, - деді CGNPC-URC компаниясының бас директоры **Qiu Bin** жиналғандарға.

Мерекелік іс-шараларға қатысумен қатар, Framatome өкілдері ҮМЗ уран өндірісі қондырғысымен келіссөздер жүргізіп, өндіріс желісінің 2026 жылғы сертификаттауын және ағымдағы мәселелерді талқылады.

Қазақстанда отын құрастыру өндірісінің құрылуының 10 жылдығы – «Үлбі-ТВС», ҮМЗ, Қазатомөнеркәсіп және CGNPC-URC арасындағы командалық жұмыс пен берік серіктестіктің мерекесі. Бірлескен күш-жігеріміздің арқасында біз тиімділік, сапа және сенімділік үлгісіне айналған әлемдік деңгейдегі нысан құрдық, - деді Framatome компаниясының АМЕА платформасының келісім-шарттар мен қызметтер жөніндегі вице-президенті **Nicolas Moreau**.

Жобаны сәтті жүзеге асыруда қаржылық қолдауы баға жетпес рөл атқарған Қазақстан Халық банкінің қатысуын елемеге болмайды.

Банкіміздің атынан барлық «Үлбі-ТВС» ұжымын осы мерейтоймен құттықтаймын! Сіздің компанияңыз - Қазақстандағы алғашқы және жалғыз ядролық отын өндірушісі. Егемен мемлекетіміздің тарихында мұндай жобалар бұрын-соңды болған емес, - деді Қазақстан Халық банкі басқарма төрағасының орынбасары **Ольга Вурос**.



Өскеменге келген Франция елшілігінің делегациясы да зауыт қызметкерлерін мерейтойымен құттықтады.

**Сергей Бежецкий,**  
«ҮМЗ» АҚ Басқарма төрағасы:

*Біз кеше ғана «Үлбі-ТВС» жобасын іске қосқан сияқтымыз, ал бүгін оның он жылдығын атап өтіп жатырмыз. Бұл сапар қиын болды — жобалау, құрылыс, пандемия — әрбір іс-шара барынша берілгендік пен командалық жұмысты талап етті. Команданың үйлесімді күш-жігерінің, мемлекеттік органдардың, Қазатомөнеркәсіптің және серіктестеріміздің қолдауының арқасында біз жобаны сәтті аяқтап, зауытты жобалық қуатына жеткіздік. Бұл үлкен жеңіс және сенімді қадам. Зауытқа тұрақтылық, өркендеу және жаңа жеңістер тілеймін!*

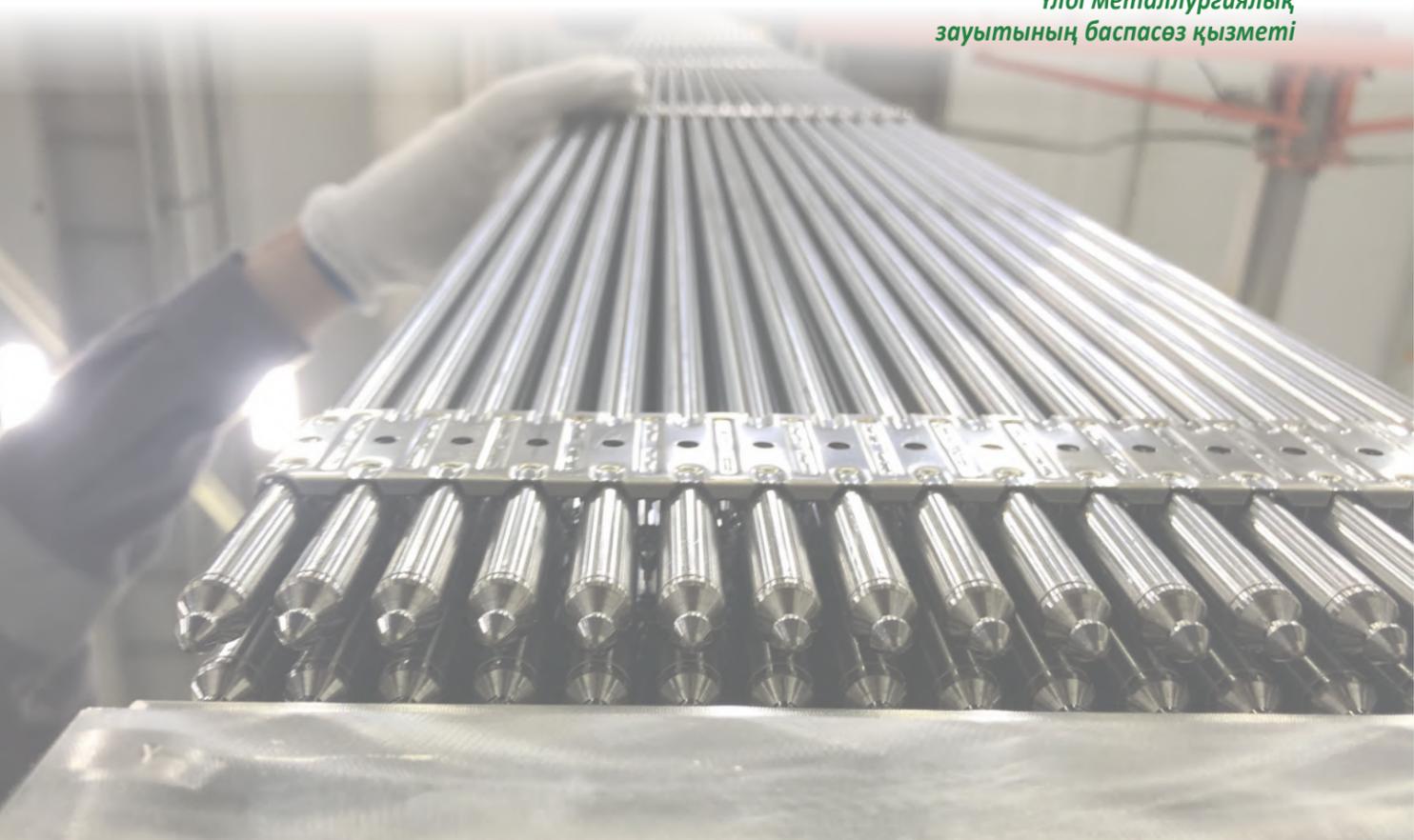
**Владимир Вахненко,**  
«ҮМЗ» АҚ Басқарма төрағасының бірінші орынбасары және бас инженері:

*Бірінші күн қиын болды — мен компанияның жалғыз қызметкері болдым, команда құруымыз керек, және бұл ең маңызды мәселе болды. Мақсат ауқымды — жобаны өте қысқа мерзімде, небәрі екі жарым жылда аяқтау! Біз қарапайым зауыт салуды бастадық, бірақ ақырында тарих жасадық — Орталық Азиядағы өзінің отын таблеткаларын шығаратын алғашқы зауыт. Бұл шынымен де Қазақстан үшін үлкен жетістік.*

**Арман Сүлейменов,**  
«Үлба-ТВС» ЖШС бас директоры:

*«Үлба-ТВС» ЖШС үшін онжылдық — өсу, технология және сенімді прогресс кезеңі. Компания қазақстандық мамандар ең жоғары халықаралық стандарттарға сай өнімдер жасайтын әлемдік деңгейдегі ядролық инженерия орталығына айналуға ұмтылады. Біздің мақсатымыз — Қазақстанның жоғары технологиялық өнімдердің сенімді жеткізушісі ретіндегі мәртебесін нығайту және елдің экспорттық әлеуетін дамыту. Компанияның ең үлкен байлығы — оның қызметкерлері. Біз кәсіби өсу, қауіпсіздік мәдениетімізді арттыру және инженерлердің жаңа буынын оқыту үшін жағдайлар жасаймыз. Мен кәсіби мамандар командасымен және серіктестеріміздің қолдауымен айтарлықтай табыстарға жететінімізге сенімдімін.*

**Үлбі металлургиялық зауытының баспасөз қызметі**



## ЭНЕРГИЯ ПРАЗДНИКА

**В декабре ТОО «Ульба-ТВС», дочернее предприятие Ульбинского металлургического завода и китайской компании CGNPC-URC, отметило 10-летний юбилей.**

Юбиляры принимали в Выставочно-информационном центре гостей, благодаря которым амбициозный проект по выпуску тепловыделяющих сборок (ТВС) стал не только гордостью АО «УМЗ», головной компании НАК «Казатомпром», но и вывел Казахстан на новый уровень развития атомной отрасли.

На встрече присутствовали руководители Агентства Республики Казахстан по атомной энергии, НАК «Казатомпром», CGNPC-URC, Framatome, Народного Банка Казахстана, ТОО «ИВТ», УМЗ, «Ульба-ТВС». Среди гостей также были представители Национального ядерного центра РК, АО «Атомспецтранс», АО «НК «Қазақстан темір жолы», Научно-технического центра безопасности ядерных технологий, ТОО «МАШЗАВОД».

Также в адрес «Ульба-ТВС» пришло личное поздравление с юбилеем от **Алмасадама Саткалиева**, Председателя Агентства Республики Казахстан по атомной энергии: *«Уверен, что в будущем «Ульба-ТВС» внесет значительный вклад в развитие ядерно-топливного цикла Казахстана и расширение международного сотрудничества в области мирного использования атомной энергии».*

*«Ульба-ТВС» — это предприятие, которым мы действительно гордимся. Оно современное, оснащенное по последнему слову техники и по-настоящему уникальное. Все достижения стали возможны благодаря упорству коллектива, их ответственности и внимательному контролю со стороны руководства. Желаю всем, кто связан с работой предприятия, дальнейших успехов и процветания!»* — отметил заместитель Председателя Агентства Республики Казахстан по атомной энергии **Асет Махамбетов**.

## ENERGY OF CELEBRATION

**In December, Ulba-FA, a limited liability partnership and a subsidiary of the Ulba Metallurgical Plant and the Chinese company CGNPC-URC, celebrated its 10th anniversary.**

The anniversary celebrants welcomed guests at the Exhibition and Information Center — partners whose support helped turn the ambitious project for the production of fuel assemblies (FAs) into not only a point of pride for JSC UMP, the parent company of NAC Kazatomprom, but also a milestone that elevated Kazakhstan to a new level in the development of the nuclear industry.

The event was attended by executives of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Atomic Energy,



NAC Kazatomprom, CGNPC-URC, Framatome, Halyk Bank of Kazakhstan, IHT LLP, UMP, and Ulba-TV. Guests also included representatives of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan, Atomspetstrans JSC, NC Kazakhstan Temir Zholy JSC, the Nuclear Technology Safety Center, and Mashzavod LLP.

Ulba-TV also received a personal anniversary message from **Almassadam Satkaliyev**, Chairman of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Atomic Energy: *“I am confident that in the future Ulba-TV will make a significant contribution to the development of Kazakhstan’s nuclear fuel cycle and to the expansion of international cooperation in the peaceful use of atomic energy.”*



«Ульба ТВС» – это предприятие, оснащенное современным оборудованием. Мы гордимся тем, что коллектив за достаточно короткий срок вывел завод на проектную мощность – 200 тонн по урану в год. Желаю процветания нашей общему проекту и сотрудникам, чьи знания и опыт являются ключевыми элементами для успешного решения новых вызовов, – сказал председатель правления АО «НАК «Казатомпром» **Меиржан Юсупов**.

*“Ulba-TVS is an enterprise we are truly proud of. It is modern, equipped with state-of-the-art technology, and genuinely unique. All these achievements became possible thanks to the team’s perseverance, responsibility, and close oversight by management. I wish everyone connected with the enterprise continued success and prosperity,”* noted **Asset Makhambetov**, Deputy Chairman of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Atomic Energy.

*тавило 15 партий топливных сборок в Китай, из которых 10 загружены в реакторы на АЭС. Поздравляю всех нас с юбилеем и этим достижением! – выступил перед собравшимися генеральный директор CGNPC-URC **Qiu Bin**.*

Представители Framatome, помимо участия в праздничных мероприятиях, провели переговоры с уран-производством УМЗ, обсудили сертификацию производственной линии в 2026 году и текущие вопросы.

*to nuclear power plants worldwide,”* emphasized **Yeldos Yarmukhamedov**, Director of the Nuclear Fuel Cycle Department at NAC Kazatomprom.

The Chinese partners thanked the Ulba-TVS team for many years of cooperation.

*“A decade of diligent work has delivered impressive results. Ulba-TVS has already supplied 15 batches of fuel assemblies to China, 10 of which have been*



*December 3, 2025.  
Ust-Kamenogorsk.  
We celebrate our 10th  
anniversary*

Для головной компании проект «Ульба-ТВС» – один из важнейших стратегических шагов в рамках диверсификации производства и бизнеса. Запуск производства «Ульба-ТВС» – это шаг, позволивший Казахстану войти в число стран, поставляющих ядерное топливо для атомных электростанций по всему миру, – отметил директор департамента ЯТЦ НАК «Казатомпром» **Елдос Ярмухамедов**.

Китайские партнеры поблагодарили коллектив «Ульба-ТВС» за многолетнее сотрудничество.

Десятилетие усердной работы принесло впечатляющие результаты. «Ульба-ТВС» уже пос-

*“Ulba-TVS is a facility equipped with modern equipment. We are proud that, in a relatively short time, the team brought the plant to its design capacity – 200 tons of uranium per year. I wish prosperity to our joint project and to the employees whose knowledge and experience are key to successfully meeting new challenges,”* said **Meirzhan Yussupov**, Chairman of the Management Board of NAC Kazatomprom JSC.

*“For the parent company, the Ulba-TVS project is one of the most important strategic steps in the diversification of production and business. The launch of Ulba-TVS made it possible for Kazakhstan to join the ranks of countries supplying nuclear fuel*

*Десятилетие создания производства ТВС в Казахстане – это торжество командной работы и надежного партнерства между «Ульба-ТВС», УМЗ, Казатомпромом и CGNPC-URC. Совместными усилиями мы создали завод мирового уровня, ставший образцом эффективности, качества и надежности, – поздравил вице-президент по контрактам и услугам АМЕА платформы Framatome **Nicolas Moreau**.*

Нельзя не отметить участие Народного Банка Казахстана, финансовая поддержка которого сыграла неоценимую роль в успешной реализации проекта.

От лица нашего банка я поздравляю весь коллек-

*loaded into reactors at nuclear power plants. Congratulations to all of us on the anniversary and this achievement!”* said **Qiu Bin**, CEO of CGNPC-URC.

In addition to participating in the celebrations, representatives of Framatome held meetings with UMP’s uranium production division, discussing certification of the production line in 2026 and current issues.

*“A decade of fuel assembly production in Kazakhstan is a triumph of teamwork and reliable partnership between Ulba-TVS, UMP, Kazatomprom, and CGNPC-URC. Together, we have created a world-class plant that has become a benchmark for efficiency, quality, and reliability,”* congratulated





тив «Ульба-ТВС» с юбилеем! Ваше предприятие – первое и единственное производство топлива для атомных станций в Казахстане. В истории суверенного государства подобных проектов не существовало, – сказала заместитель Председателя Правления АО «Народный Банк Казахстана» **Ольга Вурос**.

Также с юбилеем коллектив завода-юбилера поздравила делегация Посольства Франции, приехавшая в Усть-Каменогорск.

**Сергей Бежецкий,**

председатель правления АО «УМЗ»:

*Казалось, совсем недавно мы начали проект «Ульба-ТВС», а сегодня уже отмечаем его десятилетие. Этот путь был непростым – проектирование, строительство, пандемия – каждое событие требовало максимальной отдачи и сплоченности команды. Благодаря слаженной работе коллектива, поддержке государственных органов, Казатомпрома и наших партнеров мы успешно завершили проект и вывели предприятие на проектную мощность. Это большая победа и уверенный шаг вперед. Желаю предприятию стабильности, процветания и новых побед!*

**Владимир Вахненко,**

первый заместитель председателя правления – главный инженер АО «УМЗ»:

*Первый день был непростым – я был единственным работником компании, предстояло набирать команду, и это было главным и самым важным вопросом. Задача стояла амбициозная – реализовать проект в сверхкороткий срок, всего за два с половиной года! Мы начинали строить просто завод, а создали историю – первый в Центральной Азии завод по производству тепловыделяющих сборок с собственным производством топливных таблеток. Это действительно масштабное достижение для Казахстана.*

**Арман Сүлейменов,**

генеральный директор ТОО «Ульба-ТВС»:

*Следующее десятилетие для ТОО «Ульба-ТВС» – это время роста, технологий и уверенного движения вперед. Компания стремится стать центром ядерного инжиниринга мирового уровня, где казахстанские специалисты создают продукцию, соответствующую самым высоким международным стандартам. Наша цель – укрепление статуса Казахстана как надежного поставщика высокотехнологичной продукции*

**Nicolas Moreau**, Vice President for Contracts and Services, AMEA Platform, Framatome.

The contribution of Halyk Bank of Kazakhstan also deserves special mention, as its financial support played an invaluable role in the successful implementation of the project.

*“On behalf of our bank, I congratulate the entire Ulba-TVS team on the anniversary! Your enterprise is the first and only nuclear fuel production facility in Kazakhstan. Projects of this scale had no precedent in the history of the sovereign state,” said **Olga Vuross**, Deputy Chairwoman of the Management Board of Halyk Bank of Kazakhstan JSC.*

The anniversary was also marked by congratulations from a delegation of the French Embassy, which visited Ust-Kamenogorsk.

**Sergey Bezhetzky,**

Chairman of the Management Board of UMP JSC:

*“It seems only yesterday that we launched the Ulba-TVS project, and today we are celebrating its tenth anniversary. The journey was not easy – design, construction, the pandemic – each stage demanded maximum dedication and team unity. Thanks to the coordinated efforts of the workforce, the support of government bodies, Kazatomprom, and our partners, we successfully completed the project and brought the enterprise to its design capacity. This is a major victory and a confident step forward. I wish the enterprise stability, prosperity, and new achievements.”*

**Vladimir Vakhnenko,**

First Deputy Chairman of the Management Board and Chief Engineer of UMP JSC:

*“The first day was not easy – I was the only employee, and assembling a team was the main and most important task. The goal was ambitious: to implement the project in an extremely short timeframe – just two and a half years! We started by building simply a plant, but ended up creating history – the first fuel assembly manufacturing plant in Central Asia with its own fuel pellet production. This is truly a large-scale achievement for Kazakhstan.”*

**Arman Suleimenov,**

CEO of Ulba-TVS LLP:

*“The next decade for Ulba-TVS will be a time of growth, technology, and confident progress. The company aims to become a world-class nuclear engineering center where Kazakhstani specialists create products that meet the highest inter-national*

*and development of the country's export potential. The main value of the company – this is people. We create conditions for professional growth, increasing the safety culture and preparing a new generation of engineers. I am confident that with our team of professionals and*

*standards. Our goal is to strengthen Kazakhstan's status as a reliable supplier of high-tech products and to develop the country's export potential. Our greatest asset is our people. We create conditions for professional growth, enhanced safety culture, and the training of a new generation of engineers. I am*



*поддержке наших партнеров мы добьемся значительных успехов.*

**Пресс-служба  
Ульбинского металлургического завода**

*confident that with our team of professionals and the support of our partners, we will achieve significant success.”*

**Press Service  
Ulba Metallurgical Plant**

# ЖЕР ҚОЙНАУЫН ДАМУТУДЫҢ БАСТАУЫ БОЛҒАН АДАМДАР

15 қарашада Қазақстанда Бұрғылаушы күні атап өтілді — бұл кәсіби мереке жер қойнауын ашатын және елдің өнеркәсіптік дамуының негізін қалайтын мамандард. Қазатомпром құрамында бұрғылау жұмыстары «Волковгеология» АҚ-да шоғырланған және бұл мақала олардың жұмысына арналады.

Бұрғылаушының жұмысы тек техникалық операция ғана емес, ол күрделі, жауапты және шынымен де батырлық жұмыс. Ол жоғары кәсібилікті, физикалық төзімділікті, дәлдікті және толық берілгендікті талап етеді. Бұрғылау – жер қойнауындағы ресурстарды уранды, тау-кен өндірісін, мұнай мен газды игерудің бастамасы. Әрбір бұрғыланған метр – жаңа ресурстарға, жаңа жобаларға және ел экономикасы үшін жаңа мүмкіндіктерге апаратын қадам.

Қазақстандағы бұрғылау тарихы алғашқы барлау ұңғымаларынан бастап заманауи жоғары технологиялық нысандарға дейін ондаған жылдарды қамтиды. Бірақ бір нәрсе өзгеріссіз қалады – бұрғылаушылардың негізгі рөлі. Бүгінгі таңда бұл мамандар геологиялық барлаудың сәтті жүргізілуі және ядролық өнеркәсіптің тұрақты дамуы үшін жауапты.

«Волковгеология» мақтан тұтатын адамдар

Бұрғылау экспедициясының жұмысшылары қалалардан алыс, кейде қатал климаттық жағдайларда жұмыс істейді. Олардың командалық жұмысы, өзара қолдауы, мол тәжірибесі және күнделікті берілгендігі тиімді геологиялық барлаудың негізін құрайды. «Волковгеология» бұрғылау мамандарының жұмысын жоғары бағалайды. Олардың үлесі бүкіл «Қазатомпром» тобы үшін стратегиялық тұрғыдан маңызды.

Бұрғылаушы күніне орай «Волковгеологияның» барлық бөлімшелері салтанатты жиналыстар, марапаттау рәсімдері және спорттық жарыстар өткізілді. «Волковгеология» АҚ Басқарма Төрағасы Ерлан Ташимов «ГРЭ-5», «Оңтүстік ВГ» және «ГРЭ-23» экспедицияларына барып, жұмысшыларды құттықтап, оларға кәсібилігі мен жұмысының маңыздылығын мойындай отырып, Құрмет грамоталары мен Алғыс хаттарын тапсырды.

«ГРЭ-5» филиалы ұйымдастырған «Қазатомпром» тобы компаниялары арасындағы волейбол турнирі мерекеге ерекше әсер қалдырды. Қатысушылар қатарында «SaUran», «ОРТАЛЫК», «ЮГХК», «Инкай», «KAP Logistics» және «Волковгеология» командалары болды. Ойын динамикалық және қызықты өтті. Командалар жоғары деңгейдегі дайындық көрсетті, ал жеңімпаздарға естелік сыйлықтар табысталды.

«ГРЭ-23»-тегі мерекелік шара да маңызды оқиғаларға толы болды. Қызметкерлер мини-футбол, арқан тарту және шахмат ойындарынан жарысты. Іс-шара «Арман» мәдени орталығында өткен концертпен аяқталды, онда жергілікті өнерпаздар мерекелік атмосфера жасады.

«Оңтүстік ВГ» – «Волковгеологияның» ең ірі бөлімшесі, онда 1 700-ден астам маман жұмыс істейді. Мұнда да ең үздік қызметкерлер марапатталды. Кәсіби мерекелеріне орай Ерлан Лесбекұлы қызметкерлерге естелік сыйлықтар табыстап, олардың тәжірибесі мен экспедицияның дамуына қосқан маңызды үлестері үшін алғысын білдірді.

Бұрғылаушы болу – батылдықты, мықты денсаулықты, ішкі күш-жігерді және әрбір қадамда сенімділікті талап ететін мықты мінезді адамдарға арналған мамандық. Біз сіздің жұмысыңызды бағалаймыз, кәсібилігіңізді бағалаймыз және әрқайсыңызбен мақтанамыз.

Мадина Төлебаева,  
«Волковгеология» АҚ

Бұрғылаушы маман,  
Құрмет төрі есапан!



# ЛЮДИ, С КОТОРЫХ НАЧИНАЮТСЯ НЕДРА

15 ноября в Казахстане отметили День буровика – профессиональный праздник специалистов, чья работа открывает глубины земли и формирует основу индустриального развития страны. В структуре Казатомпрома буровое дело сосредоточено в АО «Волковгеология», и именно их труду посвящён этот материал.



Работа буровика — это не просто техническая операция, а сложный, ответственный и по-настоящему героический труд. Он требует высокого профессионализма, физической выносливости, точности и полной самоотдачи. Именно с бурения начинается освоение недр – урановых, горнорудных, нефтегазовых. Каждый метр пробуренной скважины — это шаг к новым ресурсам, новым проектам и новым возможностям для экономики страны.

История бурового дела в Казахстане насчитывает десятилетия: от первых поисковых скважин до современных высокотехнологичных объектов. Но неизменным остаётся одно — ключевая роль буровиков. Сегодня это специалисты, на плечах которых лежит успешная геологоразведка и устойчивое развитие атомной отрасли.

## Люди, которыми гордится «Волковгеология»

Работники буровых экспедиций трудятся вдали от городов, порой в суровых климатических услови-

# PEOPLE WHO MARK THE BEGINNING OF THE SUBSURFACE

On November 15, Kazakhstan celebrated Driller's Day – a professional holiday honoring specialists whose work unlocks the depths of the Earth and lays the foundation for the country's industrial development. Within the structure of Kazatomprom, drilling operations are concentrated at JSC Volkovgeologia, and it is to their work that this feature is dedicated.

The work of a driller is far more than a technical operation; it is complex, demanding, and truly heroic labor. It requires a high level of professionalism, physical endurance, precision, and complete dedication. It is drilling that marks the beginning of subsurface development – whether uranium, hard-rock minerals, or oil and gas. Every meter of a drilled borehole is a step toward new resources, new projects, and new opportunities for the national economy.

The history of drilling in Kazakhstan spans decades – from the first exploratory wells to today's high-technology facilities. One thing, however, remains unchanged: the pivotal role of drillers. Today, they are the specialists upon whose shoulders successful geological exploration and the sustainable development of the nuclear industry rest.

## People Volkovgeologia Is Proud Of

Employees of drilling expeditions work far from cities, often in harsh climatic conditions. Their unity, mutual support, vast experience, and daily dedication form the foundation of effective geological exploration. At Volkovgeologia, the contribution of drilling specialists is highly valued, as it is strategically important for the entire Kazatomprom Group.

To mark Driller's Day, ceremonial events, award ceremonies, and sports competitions were held across all Volkovgeologia divisions. Erlan Tashimov, Chairman of the Management Board of JSC Volkovgeologia, visited the GRE-5, Ontustik VG, and GRE-23 expeditions, congratulated the employees, and presented Certificates of Honor and Letters of Appreciation, highlighting their professionalism and the significance of their work.

A special festive atmosphere was created by a

ях. Их сплочённость, взаимовыручка, колоссальный опыт и ежедневная преданность делу — это та основа, на которой строится эффективность геологоразведки. В «Волковгеологии» высоко ценят труд специалистов, занятых в бурении. Их вклад – стратегически важен для всей группы «Казатомпром».

В честь Дня буровика во всех подразделениях «Волковгеологии» состоялись торжественные встречи, награждения и спортивные состязания. Председатель Правления АО «Волковгеология» Ерлан Ташимов посетил экспедиции «ГРЭ-5», «Оңтүстік ВГ» и «ГРЭ-23», поздравил работников и вручил Почётные грамоты и Благодарственные письма, отметив профессионализм и значимость их труда.

Особую атмосферу празднику придал волейбольный турнир среди предприятий группы Казатомпром, организованный филиалом «ГРЭ-5». Участниками стали команды «SaUran», «ОРТАЛЫК», «ЮГХК», «Инкай», «KAP Logistics» и «Волковгеология». Игра прошла динамично и эмоционально. Команды продемонстрировали высокий уровень подготовки, а победители были награждены памятным подарками.

Не менее насыщенно прошёл праздник в «ГРЭ-23». Здесь сотрудники соревновались в мини-футболе, перетягивании каната и шахматах. Завершилось мероприятие концертной программой в ДК «Арман», где местные артисты создали праздничную атмосферу.

«Оңтүстік ВГ» — крупнейшее подразделение «Волковгеологии», в котором работает более 1 700 специалистов. Здесь также чествовали лучших сотрудников. В честь профессионального праздника Ерлан Лесбекович вручил работникам памятные подарки и выразил благодарность за их мастерство и важный вклад в развитие экспедиции.

Буровик — это призвание сильных характером людей, требующий мужества, крепкого здоровья, внутренней устойчивости и уверенности в каждом шаге. Мы ценим ваш труд, дорожим вашим профессионализмом и гордимся каждым из вас.

*Мадина Толебаева,  
АО «Волковгеология»*

volleyball tournament among enterprises of the Kazatomprom Group, organized by the GRE-5 branch. Teams from SaUran, ORTALYK, JV «SMCC» LLP, Inkai, KAP Logistics, and Volkovgeologia took part. The matches were dynamic and emotional, with teams demonstrating a high level of preparation, and the winners were awarded commemorative prizes.

The celebration at GRE-23 was no less eventful. Employees competed in mini-football, tug-of-war, and chess. The festivities concluded with a concert program at the Arman Cultural Center, where local performers created a celebratory atmosphere.

Ontustik VG, the largest division of Volkovgeologia, employs more than 1,700 specialists. Here, too, the best employees were honored. On the occasion of the professional holiday, Erlan Lesbekovich presented commemorative gifts to staff members and expressed gratitude for their skill and valuable contribution to the development of the expedition.

Being a driller is a calling for people of strong character – it requires courage, robust health, inner resilience, and confidence in every step. We value your work, appreciate your professionalism, and are proud of each and every one of you.

*Madina Tolebayeva,  
JSC Volkovgeologia*





ИТОГИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ЗА 2024–2025  
ЗАДАЧИ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ ПОСЛАНИЯ ГЛАВЫ ГОСУДАРСТВА «КАЗАХСТАН В ЭПОХУ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»:  
АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ И ИХ РЕШЕНИЕ ЧЕРЕЗ ЦИФРОВУЮ



ҚҰЛЫБАЕВ  
Асқар Алтынбекұлы

SATBAYEV  
UNIVERSITY



Қараша айында Алматыда 10-шы мерейтойлық Ұлттық «2025 жылдың үздік инженері» байқауының нәтижелері жарияланды. Елдегі ірі индустриалды-инновациялық жобаларды жүзеге асыруға ерекше үлес қосқан мамандардың қатарында ҰМЗ өндіріс бөлімінің бастығы Александр Борсук та болды.

Іс-шара еліміздің инженерлік корпусының флагманы – Қазақстан Республикасы Ұлттық инженерлік академиясының (ҚР ҰИА) жалпы жиналысы аясында өтті. Қазақстанның барлық аймақтарынан жетпіс бес өтінім келіп түсті. Іріктеу комиссиясының жұмысының қорытындысы бойынша 2025 жылғы ең үздік 11 инженер таңдалды, оның ішінде **Александр Борсук** та бар.

Александр Николаевичтің бүкіл мансабы Үлбі металлургиялық зауытымен байланысты болды, онда 1981 жылы Томск политехникалық университетін бітіргеннен кейін оператордан бериллий өндірісінің директорына дейін көтерілді. Бригадир, технолог, цех бастығы және өндіріс жөніндегі директордың орынбасары қызметтерін атқара отырып, Александр Борсук технологиялық процестерді жетілдіруге, бериллий гидроксиді, әртүрлі типтегі негізгі қорытпалар мен ерітінділерді, бериллий металлы және өнімдерін шығаратын жаңа өндіріс алаңдарын жаңғыртуға және құруға, сондай-ақ жаңа перспективалы өнімдерді шығаруға қатысты аймақ жұмыстарына басшылық етті.

2013 жылдан бастап ол зауыттың өндіріс бөлімінің басшысы қызметін атқарды. Ол уран, бериллий және тантал өндіріс орындарын, сондай-ақ ҰМЗ тау-кен өндіру және қайта өңдеу кешенін басқарады.

Александр Николаевич Үлбі металлургия зауытының қызметкерлерімен, мамандандырылған жоғары оқу орындарымен және ғылыми ұйымдармен бірлесіп, шамамен 40 мақала, 28 қызметтік өнертабыс (патент) және 50-ден астам рационализаторлық ұсыныстар жариялады, оларды енгізу оған өнім түрлерін кеңейтуге, өндірілетін өнімдердің сапасын жақсартуға және олардың құнын төмендетуге мүмкіндік берді.

Александр Борсуктың еңбек жолы шамамен 45 жылды құрайды және ҰМЗ басшылығының көптеген мақтауларымен атап өтілді. 2002 жылы ол В.П. Потанин атындағы зауыт сыйлығымен, дипломмен және лауреат төсбелгісімен марапатталды. Сондай-ақ, ол Энергетика және минералды ресурстар министрлігінің Құрмет грамотасымен, 1-ші дәрежелі «ҚР атом өнеркәсібінің еңбек сіңірген қызметкері» құрмет белгісімен және «Қазатом-өнеркәсіп» ҰАК АҚ құрылғанына 20 жыл» мерейтойлық төсбелгісімен марапатталды. 2018 жылы оның портреті зауыттың Құрмет галереясында көрсетіліп, оған «Зауыт ардагері» атағы берілді. 2019 жылы ол Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің «Атом саласының үздігі» төсбелгісімен марапатталды. 2021-2022 жылдары «ҚР Тәуелсіздігінің 30 жылдығы» мерейтойлық медалімен және «Самұрық-Қазына» Ұлттық әл-ауқат қоры» АҚ Құрмет белгісімен марапатталды.

– «Бұл іс-шараға қатысу маған үлкен құрмет болды», - дейді Александр Николаевич. «Байқаудың мақсаты – елдегі инженерлік қозғалысты дамыту, осы мамандықтың және техникалық шығармашылыққа арналған мамандардың беделін көтеру. Мен үшін байқауда жеңіске жету, ең алдымен, жұмысыма қанағаттанушылық сыйлады. Әрине, 45 жыл ішінде мен көп нәрсені бастан кешірдім. Бірақ ең бастысы, бұл маған әрқашан идеяларды жүзеге асыруға және әріптестеріммен бірлескен жұмысымыздан нақты нәтижелерді көруге мүмкіндік берді, өйткені әрбір жеңіс кәсіби мамандар командасынсыз мүмкін емес».

*Разия Сертаева,  
Үлбі металлургиялық  
зауытының баспасөз қызметі*

# 2025 ЖЫЛДЫҢ ҮЗДІК ИНЖЕНЕРІ!

## ЛУЧШИЙ ИНЖЕНЕР-2025!

В ноябре в Алматы подвели итоги X юбилейного Республиканского конкурса «Лучший инженер-2025». В числе профессионалов, которые внесли выдающийся вклад в реализацию крупных промышленных и инновационных проектов страны – начальник производственного управления УМЗ Александр Борсук.



Мероприятие прошло в рамках сессии общего собрания Национальной инженерной академии Республики Казахстан (НИА РК) – флагмана инженерного корпуса страны. На конкурс из всех регионов Казахстана поступило 75 заявок. По итогам работы конкурсной комиссии определены 11 лучших инженеров 2025 года, одним из которых стал Александр Борсук.

Вся трудовая деятельность Александра Николаевича связана с Ульбинским металлургическим заводом, где он после окончания Томского политехнического университета с 1981 года прошел трудовой путь от аппаратчика до директора бериллиевого производства. Работая в должностях мастера, инженера-технолога, начальника цеха, заместителя директора по производству, Александр Борсук принимал участие и руководил работами по совершенствованию технологических процессов, модернизации и созданию новых производственных участков получения гидроксида бериллия, различ-

## BEST ENGINEER – 2025!

In November, the results of the 10th anniversary National Competition Best Engineer – 2025 were announced in Almaty. Among the professionals who have made an outstanding contribution to the implementation of major industrial and innovative projects in the country was **Alexander Borsuk**, Head of the Production Directorate of the Ulba Metallurgical Plant (UMP).

The event was held as part of a session of the General Assembly of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan (NEA RK), the flagship organization of the country's engineering community. A total of 75 applications were submitted from all regions of Kazakhstan. Based on the deliberations of the competition committee, 11 best engineers of 2025 were selected, including Alexander Borsuk.



Alexander Nikolaevich's entire professional career has been associated with the Ulba Metallurgical Plant. After graduating from Tomsk Polytechnic University, he joined the plant in 1981 and progressed from a process operator to Director of Beryllium Production. While working as a foreman, process engineer, workshop head, Deputy Director for Production, and in other managerial roles, Alexander Borsuk participated in and led efforts to improve technological processes, modernize and establish new production facilities for beryllium hydroxide, various master alloys and alloys, metallic beryllium and beryllium products, as well as to launch new types of advanced products into production.

ных видов лигатур и сплавов, металлического бериллия и изделий из него, постановке на производство новых видов перспективной продукции.

С 2013 года работает в должности начальника производственного управления завода. Курирует деятельность уранового, бериллиевого, танталового производств и горно-обогатительного комплекса УМЗ.

В соавторстве с работниками Ульбинского металлургического завода, профильных вузов и научных организаций Александр Николаевич имеет порядка 40 опубликованных статей, на его счету 28 служебных изобретений (патентов) и более 50 рационализаторских предложений, внедрение которых позволило увеличить ассортимент, повысить качество выпускаемой продукции и снизить ее себестоимость.

Трудовой путь Александра Борсука насчитывает почти 45 лет и отмечен многочисленными благодарностями руководства УМЗ. В 2002 году Александр Николаевич удостоен заводской премии им. В.П. Потанина с вручением диплома и нагрудного знака лауреата. Награжден Почетной грамотой Министерства энергетики и минеральных ресурсов, Почетным нагрудным знаком «Заслуженный работник атомной отрасли РК» I степени, Юбилейным знаком «20 лет со дня образования АО «НАК «Казатомпром». В 2018 году портрет размещен на Галерее почета завода и присвоено звание «Ветеран завода». В 2019 – награжден знаком «Атом саласының үздігі» (Отличник атомной отрасли) Министерства энергетики РК. В 2021-2022 годах награжден Юбилейной медалью «Независимости Республики Казахстан 30 лет» и Нагрудным знаком АО «ФНБ «Самрук-Қазына».

– Мне было почетно принять участие в этом мероприятии, – отмечает Александр Николаевич. – Цель конкурса – развитие инженерного движения в стране, повышение престижа этой профессии и специалистов, посвятивших себя техническому творчеству. Для меня победа в конкурсе дала, прежде всего, удовлетворение от своей работы. Понятно, что за 45 лет деятельности было многое. Но главное, что она всегда давала мне возможность воплощать идеи в реальность, видеть конкретный результат нашего совместного труда с коллегами, ведь каждая победа невозможна без команды профессионалов.

Разиya Сертаева,  
пресс-служба Ульбинского  
металлургического завода

Since 2013, he has served as Head of the Plant's Production Directorate, overseeing the uranium, beryllium, and tantalum operations, as well as the mining and processing complex of UMP.

Co-authoring with employees of the Ulba Metallurgical Plant, specialized universities, and research organizations, Alexander Nikolaevich has published around 40 scientific papers. He holds 28 service inventions (patents) and more than 50 rationalization proposals, the implementation of which has expanded the product range, improved product quality, and reduced production costs.

Alexander Borsuk's professional career spans nearly 45 years and has been marked by numerous commendations from UMP management. In 2002, he received the V.P. Potanin Plant Award, along with a diploma and a laureate badge. He has been awarded an Honorary Certificate of the Ministry of Energy and Mineral Resources, the Honorary Badge Distinguished Worker of the Nuclear Industry of the Republic of Kazakhstan (First Degree), and the Jubilee Badge 20 Years since the Establishment of NAC Kazatomprom JSC. In 2018, his portrait was placed on the Plant's Hall of Honor, and he was awarded the title Plant Veteran. In 2019, he received the badge Atom Salasynyn Uzdygi (Outstanding Worker of the Nuclear Industry) from the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. In 2021–2022, he was awarded the Jubilee Medal 30 Years of Independence of the Republic of Kazakhstan and the Badge of Samruk-Kazyna National Welfare Fund JSC.

“It was an honor for me to take part in this event,” Alexander Nikolaevich noted. “The purpose of the competition is to develop the engineering movement in the country and to enhance the prestige of the profession and of specialists who have devoted themselves to technical creativity. For me, winning the competition primarily brought a sense of satisfaction from my work. Over 45 years of professional activity, there have been many achievements, but the most important thing is that my work has always allowed me to turn ideas into reality and to see tangible results of our collective efforts with colleagues, because no victory is possible without a team of professionals.”

Raziya Sertayeva,  
Press Service  
Ulba Metallurgical Plant

ЯДРОЛЫҚ САЛАДАҒЫ  
ӘЙЕЛДЕР

ЖЕНЩИНЫ  
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ



WOMEN in NUCLEAR



## WINCA ЯДРО ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ АЙМАҚТЫҚ КӨШБАСШЫЛЫҚТЫ НЫҒАЙТУДА

Орталық Азиядағы әйелдердің ядролық желісінің (WINCA) алғашқы жыл сайынғы кездесуі 24-27 маусым аралығында Ларнака қаласында (Кипр) Кипрдің құрлықтағы, теңіздегі және порттағы қауіпсіздік орталығында (CYCLOPS) өтті. Кездесуді Джеймс Мартин атындағы Таратпаушылық зерттеулер орталығы (CNS) АҚШ Энергетика министрлігінің Ядролық қауіпсіздік басқармасының (DOE/NNSA) және Лос-Аламос ұлттық зертханасының қолдауымен ұйымдастырылды.

Іс-шараға Орталық Азиядан мемлекеттік органдарда, ғылыми-зерттеу мекемелерінде, өнеркәсіптік кәсіпорындарда, қоғамдық ұйымдарда және білім беру мекемелерінде жұмыс істейтін 30 әйел маман қатысты. Кездесудің күн тәртібінде желінің 2023 жылы іске қосылғаннан бергі жетістіктері, тұрақты даму және ілгерілетуі стратегиясы талқыланды. WINCA ұлттық үйлестірушілері (Қазақстан, Тәжікстан, Өзбекстан, Қырғызстан және Түрікменстан) өз елдеріндегі қызметі туралы есептерін ұсынды, қол жеткізілген нәтижелерді, ағымдағы қиындықтарды және болашақ жоспарларды талқылады.

Күн тәртібінде аймақтық және халықаралық сарапшылардың ядролық-құтқару жүйелерінің қауіпсіздігі саласындағы жұмыстары, ядролық және онымен байланысты салаларға әлеуетті дамыту мен таланттарды тартуға бағытталған іс-шаралары туралы баяндамалары болды. Орталық Азиядағы

ядролық энергетиканың болашағы мен қиындықтары, жаңа кадрларды даярлау және әйелдердің техникалық білімге қатысуын арттыру, сондай-ақ инженерия, басқару және ғылым саласындағы әйелдердің табысты мысалдары туралы баяндамалар ерекше қызығушылық тудырды.

Айта кету керек, бұл кездесу қаралып отырған мәселелер бойынша аймақаралық тәжірибе алмасуды нығайту мақсатында Black Sea Women in Nuclear Network- Arab Women Network in CBRN Security желісімен бірлесіп өткізілді.

Бағдарлама соңында Кипрдің құрлық, ашық теңіз және порт қауіпсіздігі орталығы (CYCLOPS) мобильді радиацияны анықтау жабдықтарындағы соңғы жетістіктерді және басқа да тәжірибелік көрсеткіштерді ұсынды.

Күн, теңіз, мықты әйелдер, қуатты идеялар және ортақ стратегиялық ойлау – мұның бәрі нағыз синергия әсерін тудырды. **Nicosia**

Осылайша, Орталық Азиядағы әйелдердің ядролық желісінің (WINCA) алғашқы жыл сайынғы кездесуі аймақтық ынтымақтастықты дамыту, әйелдердің кәсіби мүмкіндіктерін кеңейту және ядролық және радиологиялық қауіпсіздік саласындағы диалогты нығайту жолындағы маңызды қадам болды.

Алия Демесинова,  
«ҚЯҚ»



# WINCA

## УКРЕПЛЯЕТ РЕГИОНАЛЬНОЕ ЛИДЕРСТВО В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С 24 по 27 июня в г. Ларнаке (Кипр) на базе Кипрского центра по безопасности суши, открытого моря и портов (CYCLOPS) прошла первая ежегодная встреча Сети женщин в ядерной отрасли Центральной Азии (WINCA). Встреча была организована Центром исследований нераспространения Джеймса Мартина (CNS) при поддержке Международного управления по ядерной безопасности Национальной администрации по ядерной безопасности Министерства энергетики США (DOE/NNSA) и Национальной лаборатории Лос-Аламоса.

Мероприятие собрало 30 специалистов – женщин из Центральной Азии, работающих в государственных органах, научных учреждениях, промышленных предприятиях, общественных организациях и учебных заведениях. В программе встречи были обсуждены прогресс сети с момента её открытия в 2023 году, стратегия ее устойчивого развития и продвижение. Национальные координаторы WINCA (Казахстан, Таджикистан, Узбекистан, Кыргызстан и Туркме-

# WINCA

## STRENGTHENS REGIONAL LEADERSHIP IN THE NUCLEAR INDUSTRY

From 24 to 27 June, the first annual meeting of the Women in Nuclear Central Asia Network (WINCA) was held in Larnaca, Cyprus, at the Cyprus Center for Land, Open Sea and Port Security (CYCLOPS).

The event was initiated by the James Martin Center for Nonproliferation Studies (CNS) with support from the U.S. Department of Energy's National Nuclear Security Administration's (DOE/NNSA) International Nuclear Security Office and Los Alamos National Laboratory.

The event brought together about 30 specialists - women from Central Asia working in government agencies, research institutions, industrial enterprises, public organizations and educational institutions.

The main topics of the meeting were summing up the results of the first year of the network's work, the strategy for its further development and the role of women in strengthening nuclear and radiological safety in the region. WINCA national coor-

динаторы представили отчёты о деятельности в своих странах, рассказали о достигнутых результатах, текущих вызовах и планах на будущее.

Повестка дня также включала презентации региональных и международных экспертов об их работе в области безопасности ХБРЯ и мероприятиях, направленных на развитие потенциала и привлечение талантов в ядерную и смежные области. Особый интерес вызвали доклады на темы о перспективах и вызовах атомной энергетики в Центральной Азии, подготовке новых кадров и расширения участия женщин в техническом образовании, а также успешные примеры женщин в инженерии, управлении и науке и т. п.

Примечательно, что данная встреча прошла при сотрудничестве с Black Sea Women in Nuclear Network-Arab Women Network in CBRN Security в целях укрепления межрегионального обмена опытом рассматриваемых проблем.

В завершении Программы Кипрский центр по безопасности суши, открытого моря и портов (CYCLOPS) представил последние достижения мобильного оборудования для обнаружения радиации и другие практические демонстрации.

dinators presented reports on their activities in their countries, noting the achieved results, challenges and plans.

Of particular interest were the presentations by international and regional experts on security in the field of chemical, biological, radiation and nuclear (CBRN) threats, as well as the training of new personnel. The participants discussed the prospects of nuclear energy in Central Asia, expanding women's access to technical education and successful examples of women's leadership in engineering, management and science.



A separate block of the program was devoted to cooperation with international networks - Black Sea Women in Nuclear and Arab Women Network

Солнце, море, сильные женщины, мощные идеи и общее стратегическое мышление — всё это создало эффект настоящей синергии.

Таким образом, первая ежегодная встреча Сети женщин в ядерной области Центральной Азии (WINCA) стала значимым шагом на пути к развитию регионального сотрудничества, расширению профессиональных возможностей женщин и укреплению диалога в области ядерной и радиологической безопасности.

Алия Демесинова,  
«ЯОК»

in CBRN Security. Such partnership allowed to expand interregional exchange of experience and strengthen professional ties.

At the conclusion of the Programme, the Cyprus Centre for Land, High Seas and Port Security (CYCLOPS) presented the latest advances in mobile radiation detection equipment and other practical demonstrations.

This meeting became not just a working platform, but a real space for exchanging ideas. The sun, the sea, the energy of strong women and a common strategic vision created an atmosphere of synergy. The first annual WINCA meeting was an important step in developing regional cooperation, strengthening the role of women in the nuclear industry and creating a new safety culture in Central Asia.

Алия Демесинова,  
NSK



# ӘЙЕЛДЕРДІҢ ИНДУСТРИАЛДЫҚ БОЛАШАҚҚА КӨЗҚАРАСЫ

Қазақстан мен Ресей 2026 жылы Қазақстан төрағалық ететін Халықаралық кеңес аясында өнеркәсіптегі әйелдердің мүддесі үшін бастамаларды біріктіруді ұсынды

8-9 желтоқсанда алты елден келген кәсіби әйелдер Астанада әйелдердің өнеркәсіптік секторға интеграциялануындағы халықаралық үрдістерді, жас мамандарға арналған тәлімгерлік және жаһандық әйелдер күн тәртібі аясында еларалық бастамаларды жүзеге асыруды талқылау үшін кездесті.

Конгресстің пленарлық отырысында Ресей мен Қазақстанның әйелдеркәсіби қауымдастықтарының өкілдері Халықаралық өнеркәсіп пен технология саласындағы әйелдерді ілгерілету және дамыту кеңесіне қатысатын 20 елдің әйелдері үшін іс-шаралар мен бастамалардың біріктірілген жоспарын жасау және Кеңеске



Қазақстанның төрағалығы аясында жұмыс топтарының барлық тақырыптарын: әйелдер кәсіпкерлігі, ғылымдағы әйелдер және STEM-дегі әйелдер мен қыздарды ескере отырып, одан әрі әдістемелік қолдау көрсету бастамасын ұсынды.

Форумда Қазақстанның Ядролық қоғамының, «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК-ның, «Росатом» мемлекеттік корпорациясының, Қазақстан Республикасының Атом энергиясы жөніндегі агенттігінің, «ЯТҚ» FTO, «Атамекен», KAZENERGY, Қазақстанның Азаматтық Альянсының, «АлЭС» АҚ СЭС, МИФИ ҰЗЯУ, Qazaq Green Power, Қазақстанның Халық партиясының, TechnoWomen, «Медицина ССБ», «Россети» ААҚ, Винча ядролық зерттеу институтының, Түркияның Қорғаныс өнеркәсібі академиясының, Сібір-Орал мұнай-газ химия компаниясының және басқа да ұйымдардың 30-дан астам сарапшысының спикерлері қатысты.

Конгресті аша отырып, Қазақстан Республикасы Атом энергиясы агенттігі төрағасының орынбасары **Тимур Мифтахұлы Жанткин** конгресс ұйымдастырушыларына алғысын білдіріп, биылғы жыл Қазақстан үшін маңызды екенін, себебі еліміз «Росатоммен» серіктестікте Балқаш атом электр станциясының құрылысын бастағанын атап өтті.

*«Жоба жергілікті компаниялар үшін дамудың қозғаушы күші болып табылады. Жұмыстың шамамен 30%-ы қазақстандық компаниялар мен мамандардың қатысуымен жүзеге асырылады. Бұл Қазақстанда толыққанды атом өнеркәсібін құруға, жаңа жұмыс орындарын құруға және жергілікті кадрлардың біліктілігін арттыруға ықпал етеді. Атом электр станциясын салуға 10 000-ға дейін жұмысшы қажет болады, ал оны күтіп ұстауға шамамен 2000 адам қажет болады. Ал*

*мұнда кәсібилігі мен құзыреттілігі прогрестің қозғаушы күшіне айналып келе жатқан құрметті әйелдеріміз үшін барлық мүмкіндіктер ашық».*

Конгрестің іскерлік бағдарламасы жұмыскер әйелдерді, соның ішінде Қазақстан, Ресей, Түркия, Египет және Сербиядағы ірі өнеркәсіптік компаниялардың топ-менеджерлерін жинады, олар Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Тоқаев жариялаған «Жұмысшы мамандықтары» жылы аясында әйелдердің жұмысқа қатысуының және олардың шекарааралық ынтымақтастығының маңыздылығын талқылады.

Конгрестің алғашқы күнінде Қазақстанның Ядролық Қоғамы және Росатом әйелдер қауымдастығы Росатом мемлекеттік корпорациясы мен Еуразиялық әйелдер форумы кеңесінің қолдауымен Women Career Lab атты практикалық тәлімгерлік семинар өткізді. 120-дан астам жас әйел жетекші сарапшылармен бірге өнеркәсіп саласындағы мансап таңдауына, еңбек нарығындағы қазіргі үрдістерге және болашақтағы қиындықтарға қатысты стереотиптерді зерттеп, жеке мансап жоспарларын жасады. Бірінші Women Career Lab қатысушылары өз мансаптарын қайта құруға және табысты мансап құруға мүмкіндік беретін табысты дағдылар мен құзыреттер жиынтығын дамытуға бірегей мүмкіндік алды.

Мотивациялық бағыттағы сарапшылардың қатарында «Samruk-Kazyna Onda» ЖШС, «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК» АҚ, Қазақстан Республикасы Ұлттық ядролық орталығының Астана филиалы, «Қазақстан Халық партиясы» ҚҰ, «Тұтынушылардың құқықтарын қорғау және бәсекелестікті дамыту үкіметтік емес ұйымы» ҚҰ, Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің Қоғамдық кеңесі және «Қарашығанақ Петролеум Оперейтинг» компаниясының әйел басшылары болды.

*«Алғашқы Women Career Lab Қазақстандағы кәсіби әйелдермен ынтымақтастығымыздың логикалық жалғасы болды, себебі өнеркәсіп пен технология саласындағы жас әйелдерге тәлімгерлікті дамыту және қолдау біздің іскерлік ынтымақтастығымыздың маңызды аспектісі болып табылады. Жоба Ресей мен Қазақстанның өнеркәсіп салаларында әйелдерге тәлімгерлікті дамытудың бастапқы нүктесіне айналды, әртүрлі салалардағы мансаптық мүмкіндіктердің кең ауқымын ұсынды және, әрине, Қазақстандағы «Жұмысшы мамандықтары» жылын ескере отырып, біз жас әйелдер мен қыздар арасында жұмысшы мамандықтарын насихаттауға баса назар аудардық. Зертхана жетекші өнеркәсіптік компаниялардың, өндірістік нысандардың, ғылыми-зерттеу институттарының және кәсіби қауымдастықтардың сарапшыларын біріктірді. Іс-шарадан кейін басқа серіктес елдерде, соның ішінде биыл төрағалығы Қазақстан Республикасына берілген Өнеркәсіп пен технология саласындағы әйелдер жөніндегі халықаралық кеңестің қызметі арқылы озық тәжірибелерді қайталау туралы келісімге қол жеткізілді», - деді жоба ұйымдастырушысы, «Росатом» әйелдер қауымдастығының басшысы, «Ядролық өнеркәсіптің бірлескен әйелдері» қорының негізін қалаушы және Ресей Федерациясы Федерация Кеңесі жанындағы Еуразиялық әйелдер форумы кеңесінің мүшесі **Александра Рябых**.*



Women Career Lab тұрақты стереотиптердің мамандыққа тәуелсіз екенін және қатысушылардың көпшілігі қызмет көрсетуді және компанияның тұрақты дамуына қосқан үлесін мансапқа ұмтылудың негізгі мотивациясы ретінде қарастыратынын көрсетті. Зертханаға қатысушылар өздерін дамытуға көмектесетін негізгі құзыреттіктерді анықтады: коммуникация, тәлімгерлік, командалық жұмыс және корпоративтік әйелдер қауымдастықтарының болуы. Сарапшылармен бірлесіп, олар жас әйелдерге өнеркәсіп пен технология саласында мансап құруға көмектесетін әйелдер көшбасшылығын ілгерілетуге арналған жаңа құралдар мен бастамаларды әзірледі.

Өмірдің негізгі құрамдас бөлігі отбасылық және жұмыс арасындағы тепе-теңдікті сақтау. Сарапшылармен бірлесіп, біз саладағы әйелдер көшбасшылығын ілгерілетудің жаңа құралдарын зерттедік. Біз стереотиптер мен кедергілерді анықтадық және ел бойынша нақты салаларда йелдер көшбасшылығын ілгерілетудің жаңа құралдарын, форматтарын және бастамаларын



анықтау үшін жұмыс істедік. Маңызды нәтиже – бүгінде қазақстандық әйелдер қызмет көрсету мен компанияны дамытуды өздерінің негізгі мансаптық мақ-

саттары ретінде анықтайды. Біз сондай-ақ мансаптық өсуге мүмкіндік беретін күшті құзыреттіктерді анықтадық. Зертханаға қатысушылардың барлығы мансаптық өсуге қызығушылық танытты, бірақ отбасылық міндеттерді мансаптық өсумен теңестірудің маңыздылығын түсінді. Олардың негізгі ресурсы отбасы болып табылады.

*«30 жылға жуық уақыт бойы жұмыс істеп келе жатқан біздің қауымдастығымыз ядролық индустриядағы, тіпті кез келген технологиялық сектордағы әйел мамандардың жұмысы назардан тыс қалмауы үшін қолдан келгеннің бәрін жасап жатқанын айтқым келеді. Және біз STEM саласындағы мүмкіндігінше көп қыздарды жоғары технологиялық салаларда жұмыс істеуге тарту үшін қолдан келгеннің бәрін жасап жатырмыз, соның ішінде Росатом әйелдер қауымдастығымен бірлескен жобалар және Қазақстанның ірі өнеркәсіптік компанияларының қолдауы арқылы», - деп атап өтті жоба ұйымдастырушысы, «Қазақстан ядролық қоғамы» қауымдастығының директоры және WiN Қазақстан президенті Тоғжан Сейфуллина.*

Алия Демесинова,  
ҚЯО



# ЖЕНСКИЙ ВЗГЛЯД НА ПРОМЫШЛЕННОЕ БУДУЩЕЕ

Казахстан и Россия вышли с предложением консолидировать инициативы в интересах женщин в промышленности в рамках Международного совета под председательством Казахстана в 2026 году.

8-9 декабря в Астане женщины-профессионалы из 6 стран обсудили международные тренды интеграции женщин в промышленный сектор экономики, развитие проектов наставничества для молодых специалистов и реализацию межстрановых инициатив в рамках глобальной женской повестки.

На пленарной сессии конгресса представители женских профессиональных сообществ России и Казахстана выдвинули инициативу о создании консолидированного плана мероприятий и инициатив женщин 20 стран-участниц Международного совета по поддержке и развитию женщин в промышленности и технологиях и их дальнейшую методологическую поддержку в рамках председательства Казахстана в Совете с учетом всех тематик рабочих групп: женское предпринимательство, женщины в науке, женщины и девочки в STEM.

# A WOMEN'S VIEW ON THE INDUSTRIAL FUTURE

Kazakhstan and Russia have put forward a proposal to consolidate initiatives in the interests of women in industry within the framework of the International Council under Kazakhstan's chairmanship in 2026.

On December 8-9 in Astana, women professionals from six countries discussed international trends in the integration of women into the industrial sector of the economy, the development of mentoring projects for young specialists, and the implementation of cross-country initiatives within the framework of the global women's agenda.

At the plenary session of the congress, representatives of women's professional communities from Russia and Kazakhstan put forward an initiative to create a consolidated action plan and a set of initiatives by women from 20 member countries of the International Council to support and promote women in industry and technology, as well as to provide their further methodological support within Kazakhstan's chairmanship of the Council, taking into account all thematic areas of the working groups:



Спикерами форума стали более 30 экспертов из Ядерного общества Казахстана, АО «НАК «Казатомпрома», ГК «Росатом», Агентства Республики Казахстан по атомной энергии, НТЦ «БЯТ», Атамекен, KAZENERGY, Гражданского альянса Казахстана, ГЭС АО «АлЭС», НИЯУ МИФИ, Qazaq Green Power, Народной Партии Казахстана, TechnoWomen, «ВТБ Медицина», ПАО «Россети», Института ядерных исследований Винча, Академия оборонной промышленности Турции, СИБУР и других организаций.

Открывая конгресс, заместитель председателя Агентства Республики Казахстан по атомной энергии **Жантикин Тимур Мифтахович** поблагодарил организаторов Конгресса и отметил, что этот год важен для Казахстана, в стране приступили к строительству атомной электростанции «Балхаш» совместно с Росатомом,

*«Проект – драйвер развития для местных компаний. Порядка 30% работ будут реализовано с привлечением казахстанских предприятий и специалистов. Это станет стимулом для создания в Казахстане полноценной атомной отрасли, новых рабочих мест и роста квалификации местных кадров. При строительстве АЭС потребуется до 10 тысяч рабочих, а обслуживать ее будут около 2 тысяч человек. И тут все пути открыты нашим уважаемым*

women’s entrepreneurship, women in science, and women and girls in STEM.

More than 30 experts from the Nuclear Society of Kazakhstan, NAC Kazatomprom JSC, Rosatom State Corporation, the Agency of the Republic of Kazakhstan for Atomic Energy, the Nuclear Technology Safety Center (NTSC), Atameken, KAZENERGY, the Civil Alliance of Kazakhstan, AIES JSC Hydropower Plants, National Research Nuclear University MEPhI, Qazaq Green Power, the People’s Party of Kazakhstan, TechnoWomen, VTB Medicine, Rosseti PJSC, the Vinča Institute of Nuclear Sciences, the Turkish Defense Industry Academy, SIBUR, and other organizations served as speakers at the forum.

Opening the congress, **Timur Miftakhovich Zhantikin**, Deputy Chairman of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Atomic Energy, thanked the organizers and noted that this year is particularly important for Kazakhstan, as the country has begun construction of the Balkhash Nuclear Power Plant in cooperation with Rosatom.

*“The project is a driver of development for local companies. About 30% of the work will be carried out with the involvement of Kazakhstani enterprises and specialists. This will stimulate the creation of a full-fledged nuclear industry in Kazakh-*

*женщинам, чей профессионализм и компетенция становятся движущей силой прогресса».*

Деловая программа конгресса объединила женщин рабочих профессий, топ-менеджеров крупных промышленных компаний Казахстана, России, Турции, Египта и Сербии, которые обсудили важность участия женщин в рабочих профессиях и их межстрановой кооперации в рамках Года рабочих профессий, объявленного Президентом Республики Казахстан Касым-Жомартом Токаевым.

В нулевой день работы Конгресса Ядерное общество Казахстана и Женское сообщество Росатома при поддержке Госкорпорации «Росатом» и Совета Евразийского женского форума провели практическую лабораторию наставничества Women Career Lab, в рамках которой более 120 молодых девушек вместе с ведущими экспертами исследовали стереотипы при выборе профессий в промышленном секторе экономики, актуальные тенденции на рынке труда и вызовы будущего, а также выработывали индивидуальные карьерные планы. Участницы первой Women Career Lab получили уникальную возможность разобрать свою карьеру на «частицы» и создать свой успешный набор навыков и компетенций, которые позволят построить успешную карьеру.

*stan, new jobs, and the growth of qualifications among local personnel. The construction of the NPP will require up to 10,000 workers, and around 2,000 people will be employed in its operation. Here, all opportunities are open to our respected women, whose professionalism and competence are becoming a driving force of progress.”*

The business program of the congress brought together women in skilled trades, as well as top manager of major industrial companies from Kazakhstan, Russia, Turkey, Egypt, and Serbia. They discussed the importance of women’s participation in skilled professions and cross-country cooperation within the framework of the Year of Skilled Trades, declared by the President of the Republic of Kazakhstan, Kassym-Jomart Tokayev.

On the zero day of the Congress, the Nuclear Society of Kazakhstan and the Rosatom Women’s Community, with the support of Rosatom State Corporation and the Council of the Eurasian Women’s Forum, held the practical mentoring laboratory Women Career Lab. As part of the laboratory, more than 120 young women, together with leading experts, explored stereotypes in career choice within the industrial sector of the economy, current labor market trends and future challenges, and developed individual career plans. Participants of the first Wo-



Экспертами мотивационного трека выступили женщины-руководители ТОО «Samruk-Kazyna Ondeu», АО «НАК «Казатомпром», Астанинского филиала РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», ОО «Народная Партия Казахстана», ОО «Защита прав потребителей и развитие конкуренции», Общественного совета Министерства Энергетики Республики Казахстан, «Карачаганак Петролеум Оперейтинг».



«Первая карьерная лаборатория Women Career Lab стала логичным продолжением нашего сотрудничества с женщинами-профессионалы Казахстана, поскольку развитие наставнического направления и поддержка девушек в промышленности и технологиях – важный трек нашей деловой кооперации. Проект стал отправной точкой формирования института женского наставничества в промышленном секторе России и Казахстана, представил палитру карьерных возможностей в различных отраслях и, конечно, учитывая Год рабочих профессий в Казахстане, мы сделали фокус на продвижение среди молодых девушек и женщин рабочих специальностей. Лаборатория объединила экспертов из ведущих индустриальных компаний, производств, научных институтов и профессиональных ассоциаций. По итогам мероприятия достигнута договоренность тиражировать лучшую практику в другие страны-партнеры, в том числе в рамках деятельности Международного совета по поддержке женщин в промышленности и технологиях, председательство в котором в этом году передано Республике Казахстан», - поделилась организатор проекта, руководитель Женского сообщества Росатома, соучредитель Фонда «Объединение женщин атомной отрасли», член Совета Евразийского женского форума при СФ РФ **Александра Рябых**.

men Career Lab were given a unique opportunity to break down their careers into “particles” and create their own successful set of skills and competencies that will enable them to build a successful career.

Women leaders from Samruk-Kazyna Ondeu LLP, NAC Kazatomprom JSC, the Astana Branch of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (RSE), the Public Association “People’s Party of Kazakhstan,” the Public Association “Consumer Rights Protection and Competition Development,” the Public Council of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan, and Karachaganak Petroleum Operating acted as experts in the motivational track.

*“The first Women Career Lab became a logical continuation of our cooperation with women professionals of Kazakhstan, as the development of mentoring and support for young women in industry and technology is an important track of our business cooperation. The project became a starting point for the formation of an institute of women’s*

*mentoring in the industrial sector of Russia and Kazakhstan, showcased a wide range of career opportunities across various industries, and, taking into account the Year of Skilled Trades in Kazakhstan, we placed special emphasis on promoting skilled trades among young women. The laboratory brought together experts from leading industrial companies, manufacturing enterprises, research institutes, and professional associations. As a result of the event, an agreement was reached to replicate this best practice in other partner countries, including within the activities of the International Council for the Support of Women in Industry and Technology, whose chairmanship was transferred this year to the Republic of Kazakhstan,”* shared the project organizer, Head of the Rosatom Women’s Community, co-founder of the Association of Women of the Nuclear Industry Foundation, and member of the Council of the Eurasian Women’s Forum under the Federation Council of the Russian Federation, **Alexandra Ryabykh**.

Within the framework of Women Career Lab, it was revealed that persistent stereotypes are not profession-specific, and that the majority of participants view service and their contribution to a company’s sustainable development as the main motivation for building a career. The participants of the Lab identified key competencies that support their professional growth,

В рамках Women Career Lab выявлено, что сохраняющиеся стереотипы не зависят от профессии и большинство участниц видят служение и свой вклад в устойчивое развитие компании - главным мотивом строить карьеру. Участницы Лаборатории определили сильные компетенции, которые помогают им в развитии: коммуникация, опыт наставников, командная работа и наличие корпоративных женских сообществ. Вместе с экспертами разработали новые инструменты и инициативы по продвижению женского лидерства, которые помогут молодым девушкам в построении карьеры в сферах промышленности и технологий.

Важной составляющей является баланс жизни семья и работа. Прорабатывали вместе с экспертами новые инструменты по продвижению женского лидерства в промышленности – выявили стереотипы и барьеры и работали над задачей выявления новых инструментов, форматов и инициатив для продвижения женского лидерства в конкретной индустрии в стране. Важным результатом стало то что сегодня казахские девушки выделяют для себя служение и развитие компании в качестве главной цели в построении своей карьеры. Выявили сильные компетенции, которые позволяют продвигаться по карьере. Все участницы лаборатории показали заинтересованность в своем карьерном развитии, тем не менее понимая важность гармоничного совмещения семейных обязанностей с карьерным ростом. Главным ресурсом является семья.

*«Хотела бы сказать, что наша ассоциация, которой уже порядка 30 лет, делает все возможное для того, чтобы работа женщин-специалистов атомной отрасли, да и в принципе любой технологической отрасли не оставалась незамеченной. И мы делаем все возможное, чтобы привлечь как можно больше девушек в STEM в работу в высокотехнологических отраслях, в том числе через реализацию совместных проектов с Женским сообществом Росатома при поддержке крупнейших индустриальных компаний Казахстана», -* подчеркнула организатор проекта, директор Ассоциации «Ядерное общество Казахстана», Президент WiN Казахстан **Тогжан Сейфуллина**.

**Алия Демесинова,**  
ЯОК

including communication skills, mentors’ experience, teamwork, and the presence of corporate women’s communities. Together with experts, they developed new tools and initiatives to promote women’s leadership that will help young women build careers in the industrial and technology sectors.

An important component is maintaining a balance between family life and work. Together with experts, participants worked on new tools to promote women’s leadership in industry – identifying stereotypes and barriers and addressing the challenge of developing new instruments, formats, and initiatives to advance women’s leadership in specific industries within the country. An important outcome was the finding that today Kazakh women identify service and company development as the primary goal in building their careers. Strong competencies that enable career advancement were also identified. All participants of the Lab demonstrated a strong interest in their career development, while clearly recognizing the importance of harmoniously balancing family responsibilities with professional growth. Family was identified as the key resource.



*“I would like to note that our association, which has been operating for nearly 30 years, does everything possible to ensure that the work of women specialists in the nuclear industry – and, in general, in any technology-driven sector – does not go unnoticed. We are making every effort to attract as many young women as possible to STEM and to careers in high-tech industries, including through the implementation of joint projects with the Rosatom Women’s Community, with the support of Kazakhstan’s largest industrial companies,”* emphasized the project organizer, Director of the Nuclear Society of Kazakhstan Association and President of WiN Kazakhstan, **Togzhan Seifullina**.

**Алия Демесинова,**  
Nuclear Society of Kazakhstan

**АТОМ САЛАСЫНА  
ЕҢБЕК СІҢІРГЕН  
ҚЫЗМЕТКЕР**



**ЗАСЛУЖЕННЫЙ  
РАБОТНИК  
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

**HONORARY  
WORKER  
OF NUCLEAR SPHERE**

## ИНЖЕНЕР, ЖАҢАШЫЛ ЖӘНЕ ЖАСАМПАЗ

№ 2-3 (68-69) 2025

**Бейсекей Әли Төлегенұлы** – өмірі мен қызметі кәсібiлiгiн, адалдығын және жаңашыл ойлауын үлгi ететiн адам. Оның мансабы 1963 жылы 19 қыркүйекте дүниеге келген Қызылорда облысының Шиелi ауылынан басталады.

Әли Төлегенұлы жас кезiнен бастап технология мен инженерияға қызығушылық танытты. 1980 жылы Кентау тау-кен металлургия техникумына түсiп, 1985 жылы шахта құрылыс инженерi мамандығы бойынша бiтiрдi. Оқуды бiтiргеннен кейiн бiрден Жезқазған шахта туннелiн қазу тресiнде туннельшi болып жұмыс iстей бастады, ұзақ кәсiби мансабының алғашқы қадамын жасады.

1988 жылы отбасылық жағдайларға байланысты туған өлкесi Қызылорда облысына оралып, әртүрлi салаларда жұмыс iстеудi жалғастырды, тәжiрибе жинақтады және кәсiби шеберлiгiн шыңдады.

### Ядролық өнеркәсіптегі мансап

2000 жылдан бастап Әли Төлегенұлы мансабын «Қазатомөнеркәсiп» ҰАК» еншiлес компаниясы «РУ-6» ЖШС-да ұңғыма операторы болып жалғастырды, онда ол өзiн бiлiктi және жауапты маман ретiнде көрсеттi. Небәрi бiр жылдан кейiн ол геотехникалық сынақ алаңының бригадирi болып тағайындалды. Бiлiктiлiгiн арттыру үшін ол Қазақ ұлттық техникалық университетiн «Жерасты тау-кен жұмыстары» мамандығы бойынша бiлiм алды.

«Хорасан-1» кенiшiнде құрылыс басталған кезде «Қызылқұм» ЖШС-не нағыз бiлiктi мамандар қажет болды. «Қызылқұм» ЖШС басшылығының өтiнiшi бойынша Әли Төлегенұлы «Хорасан-1» кенiшiнiң негiзгi аймақтарының ұйымдастыруға шақырылды. 2007 жылдың маусым айында ол ГСА – ЖҚКЖ (геотехнологиялық сынақ алаңы – жөндеу және қалпына келтiру жұмыстары) бөлiмiнiң басшысы болды, онда оның басшылығымен жаңа өндiрiстiк бөлiмшелер құрылды, бұл кенiштiң тиiмдiлiгiн арттырды және ресурстарды оңтайландырды.

### Жаттығудан үзiндi

ГСА аймағындағы жағдайлардың бiрiнiң мысалы кәсiбилiк пен тәжiрибенiң дұрыс шешiмдер қабылдауға қалай көмектесетiнiн көрсетедi ...

2008 жылы газ құбырының бiр бөлiгiн салу кезiнде маңызды оқиға болды. Жөндеушi жұмысшы қышқыл құбырдан 50 метр қашықтықта жұмыс iстеп жатқан. Жұмысты бақылау үшін Әли Төлегенұлы жұмыстың барысы туралы сұрады. Жөндеушi жұмысшы: «Жарайды, бiрақ масалар менiң жұмыс iстеуiме кедергi келтiрiп жатыр», - деп жауап бердi. Қыркүйек айы, күндiз әрi желдi ауа-райы едi. Әли Төлегенұлы жұмысты тоқтатып, ағып кетудi анықтау үшін қышқыл құбырының айналасында желмен жүрудi ұсынды. Бес минуттан кейiн механик қышқыл ағынын тоқтатуды сұрады, ағып кету анықталды. Әли Төлегенұлы бұл оқиғаны инженерияда тек ақыл ғана емес, сонымен қатар тәжiрибе де маңызды екенiн көрсететiн мысал ретiнде еске алады.

### Отбасы және құндылықтар

Жұбайы Роза Иманғалиқызы Әли Төлегенұлымен бiрге үш ұл мен бiр қыз тәрбиелеп өсiрдi, олардың барлығы жоғары бiлiм алып, өз салаларында табысты жұмыс iстейдi. Бейсекей отбасы еңбекқорлықтың, бiрлiктiң және сыйластық тәрбиесiнiң үлгiсiне айналды.

### Салаға қосқан үлесi

Әли Төлегенұлы 41 жылдан астам кәсiби тәжiрибесiмен, оның iшiнде 26 жылын Қызылорда облысындағы атом өнеркәсiбiнде, оның iшiнде 19 жылын Хорасан-1 кенiшiнде өткiзiп, уран өндiрудi дамытуға елеулi үлес қосты. Оның есiмi инженерлiк инновациялармен тығыз байланысты: оның басшылығымен



геотехнологиялық сынақ алаңы – жөндеу және қалпына келтiру жұмыстарын құру бойынша бiрегей жобалар жүзеге асырылды, бұл өндiрiс тиiмдiлiгiн айтарлықтай арттырды.

### Философия және ұстаным

Әли Төлегенұлының өмiрлiк ұстанымы:

*«Тек алға - жұмыс iстемейтiн адам қателеспейдi».*

Бұл сөздер оның жұмыс пен өмiрге деген көзқарасын көрсетедi, әрiптестерi мен жастарды кәсiби және жеке жетiстiктерге шабыттандырады.

Әли Төлегенұлы әрдайым қолданатын принципi:

*«Қол астындағыларға балаларыңыздай қараңыз».*

Ол өз қызметкерлерiн қолдайды, олардың дамуына көмектеседi, оларға кәсiби жауапкершiлiктi үйретедi және сенiм мен өзара құрмет атмосферасын жасайды.

Оның бастамасымен ГСА аймағының жаңа блоктарының құрылысы өз ресурстарымызды пайдалана отырып ұйымдастырылды, бұл дегенiмiз ресурстарды үнемдеудi қамтамасыз еттi және кенiштiң тиiмдiлiгiн арттырды.

### Марапаттар мен құрмет

Көпжылдық адал еңбегi және ядролық саланы дамытуға қосқан үлесi үшін ол көптеген марапаттарға ие болды:

- Қола және күмiс «Атом саласының еңбек сiңiрген қайраткерi» төсбелгiлерi;
- Әкiмдiктер мен компания басшылығының алғыс хаттары мен грамоталары.

Бүгiнде Бейсекей Әли Төлегенұлы инженерлiк шеберлiктiң, еңбекқорлықтың және жаңашылдықтың символы болып табылады. Оның өмiрлiк еңбегi мамандардың жаңа буынын шабыттандырады және адалдықтың, патриотизмнiң, үздiксiз жетiстiкке ұмтылудың үлгiсi болып қала бередi.

*«Қызылқұм» ЖШС  
Әкiмшiлiгi*

№ 2-3 (68-69) 2025

## ИНЖЕНЕР, НОВАТОР И СОЗИДАТЕЛЬ

**Бейсекей Али Төлегенұлы** – человек, чья жизнь и труд стали примером профессионализма, преданности делу и инновационного мышления. Его путь начинается в посёлке Шиели Кызылординской области, где он родился 19 сентября 1963 года.

С юных лет Али Төлегенұлы проявлял интерес к технике и инженерному делу. В 1980 году он поступил в Кентауский горно-металлургический техникум, который окончил в 1985 году, став инженером-шахтостроителем. Сразу после окончания техникума он начал работать проходчиком в Жезказганском шахтопроходческом тресте, сделав первый шаг в большой профессиональной карьере.

В 1988 году по семейным причинам он вернулся в родной регион – Кызылординскую область, где продолжил трудовую деятельность в разных отраслях, приобретая опыт и совершенствуя профессиональные навыки.

### Карьера в атомной отрасли

С 2000 года Али Төлегенұлы продолжил карьеру в ТОО «РУ-6» АО «НАК «Казатомпром» в должности оператора геотехнологической скважины, где быстро зарекомендовал себя, как компетентный и ответственный специалист. Уже через год его назначили мастером участка геотехнологического полигона. Для повышения квалификации он окончил Казахский национальный технический университет по специальности «Подземная разработка полезных ископаемых».

С началом строительства рудника «Хорасан-1» ТОО «Кызылқум», понадобились настоящие профессионалы. По просьбе руководства ТОО «Кызылқум» Али Төлегенұлы был приглашён для организации работы ключевых участков на руднике «Хорасан-1». С июня 2007 года он возглавил участок ГТП-РВР (геотехнологический полигон – ремонтно-восстановительных работ), где под его руководством были созданы новые производственные блоки, что позволило повысить эффективность работы рудника и оптимизировать ресурсы.

### Эпизод из практики

Пример одного из случаев на участке ГТП показывает, как профессионализм и опыт помогают принимать правильные решения...

В 2008 году на строительстве участка ГТП произошёл показательный случай. Слесарь-ремонтник

## ENGINEER, INNOVATOR, AND BUILDER

**Beisekey Ali Tolegenuly** is a person whose life and work exemplify professionalism, dedication, and innovative thinking. His journey began in the village of Shieli, Kyzylorda Region, where he was born on September 19, 1963.

From an early age, Ali Tolegenuly showed a strong interest in technology and engineering. In 1980, he enrolled in the Kentau Mining and Metallurgical Technical College, graduating in 1985 as a mining construction engineer. Immediately after graduation, he began working as a tunnel worker at the Zhezkazgan Mine – Sinking Trust, taking his first step toward a long and distinguished professional career.

In 1988, for family reasons, he returned to his home region – the Kyzylorda Region – where he continued working in various sectors, gaining experience and refining his professional skills.

### Career in the Nuclear Industry

In 2000, Ali Tolegenuly continued his career at RU – 6 LLP of NAC Kazatomprom JSC as a geotechnological well operator, where he quickly established himself as a competent and responsible specialist. Within a year, he was appointed site supervisor of a geotechnological field. To further enhance his qualifications, he graduated from Kazakh National Technical University with a degree in Underground Mining of Mineral Resources.

With the start of construction of the Khorasan – 1 Mine of Kyzylkum LLP, highly skilled professionals were needed. At the request of Kyzylkum's management, Ali Tolegenuly was invited to organize the operations of key sections at the Khorasan – 1 Mine. From June 2007, he headed the GTF–RRO (geotechnological field – repair and recovery operations). Under his leadership, new production blocks were established, significantly improving operational efficiency and optimizing resource use at the mine.

### A Practical Episode

One example from the GTF section clearly illustrates how professionalism and experience help ensure correct decision – making.

In 2008, during construction at the GTF site, a telling incident occurred. A maintenance fitter was working about 50 meters away from an acid pipeline. While checking on the progress, Ali Tolegenuly asked how the work was going. The fitter replied, “Everything is fine, but the mosquitoes are unbearable.” It was September,

working at a distance of 50 meters from the acid pipeline. For control of work, Ali Tolegenuly was interested in the progress of work. The fitter-repairman answered: “Good, but mosquitoes don't let you work.” It was September, daytime, windy weather. Ali Tolegenuly suggested stopping work and walking around the acid pipeline from the leeward side to check for a possible leak. Five minutes later, the fitter contacted him to stop the acid flow – a leak had indeed been detected. Ali Tolegenuly recalls this episode as an example of how engineering work requires not only intellect, but also experience.

### Семья и ценности

Вместе с супругой Розой Имангалиевной Али Төлегенұлы воспитал троих сыновей и дочь, все они получили высшее образование и успешно работают по специальности. Семья Бейсекей стала примером трудолюбия, сплочённости и достойного воспитания.

### Вклад в отрасль

За 41 лет трудовой деятельности, из которых 26 лет – в атомной отрасли в Кызылординской области, включая 19 лет работы на руднике «Хорасан-1», Али Төлегенұлы внёс значительный вклад в развитие добычи урана. Его имя прочно связано с инженерными инновациями: под его руководством реализованы уникальные проекты по созданию участков ГТП и РВР, что позволило повышать эффективность производства.

### Философия и кредо

Жизненное кредо Али Төлегенұлы:

*«Только вперед — не ошибается тот, кто не работает».*

Эти слова отражают его подход к делу и жизни, вдохновляя коллег и молодёжь на профессиональные и личные достижения.

Али Төлегенұлы всегда придерживается принципа:

*«Относись к подчинённым, как к своим детям».*

Он поддерживает своих сотрудников, помогает им развиваться, учит профессиональной ответственности и создает атмосферу доверия и взаимного уважения.

По его инициативе было организовано строительство новых блоков участка ГТП своими силами, что обеспечило дополнительную экономию ресурсов и повышению эффективности работы рудника.

daytime, with windy weather. Ali Tolegenuly suggested stopping work and walking around the acid pipeline from the leeward side to check for a possible leak. Five minutes later, the fitter contacted him to stop the acid flow – a leak had indeed been detected. Ali Tolegenuly recalls this episode as an example of how engineering work requires not only intellect, but also experience.

### Family and Values

Together with his wife, Roza Imangaliyevna, Ali Tolegenuly raised three sons and a daughter. All of them obtained higher education and are successfully employed in their respective fields. The Beisekey family is a model of diligence, unity, and strong values.

### Contribution to the Industry

Over 41 years of professional activity – 26 of them in the nuclear industry of the Kyzylorda Region, including 19 years at the Khorasan – 1 Mine – Ali Tolegenuly has made a significant contribution to the development of uranium mining. His name is closely associated with engineering innovation: under his leadership, unique projects were implemented to establish GTF and RRO sections, resulting in increased production efficiency.

### Philosophy and Credo

Ali Tolegenuly's life credo is:

*“Only move forward – those who do not work are the ones who make no mistakes.”*

These words reflect his approach to both work and life, inspiring colleagues and young professionals to achieve personal and professional success.

He consistently follows another guiding principle:

*“Treat your subordinates as you would your own children.”*

He supports his employees, helps them grow, instills a sense of professional responsibility, and fosters an atmosphere of trust and mutual respect.

On his initiative, new GTF production blocks were constructed using the mine's own resources, resulting in additional cost savings and improved operational efficiency.

### Recognition and Awards

For many years of dedicated service and his contribution to the development of the nuclear industry, he has received numerous awards, including:

### Признание и награды

За многолетний добросовестный труд и вклад в развитие атомной отрасли он был удостоен многочисленных наград:

- Бронзового и серебряного нагрудных знаков «Атом саласының еңбек сіңірген қайраткері» («Заслуженный работник атомной отрасли»);
- Благодарственных писем и дипломов от акиматов и руководства компаний.

Сегодня Бейсекей Әли Төлегенұлы – символ инженерного мастерства, трудовой этики и новаторства. Его жизненный путь вдохновляет новое поколение специалистов и остаётся примером преданности делу, патриотизма и постоянного стремления к совершенству.

Администрация  
ТОО «Кызылқум»

- Bronze and silver badges “Atom salasynyn enbek sińirgen qairatkeri” (Distinguished Worker of the Nuclear Industry);
- Letters of Appreciation and diplomas from regional akimats and company management.

Today, Beisekey Ali Tolegenuly stands as a symbol of engineering excellence, strong work ethics, and innovation. His life path inspires a new generation of specialists and remains a powerful example of dedication, patriotism, and an unwavering pursuit of excellence.

Administration  
Kyzylkum LLP



Ядерное общество Казахстана

## ВETERАНЫ АТОМНОЙ НАУКИ, ЭНЕРГЕТИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



010000, Республика Казахстан, Астана,  
пр. Кунаева, 29/1, 15 этаж, офис 1507  
Тел/Факс: +7 (7172) 34 86 96

*АҚЫЛМАНДАР  
САРАБЫ*

*МОЗГОВОЙ  
ШТУРМ*

*BRAIN  
STORM*

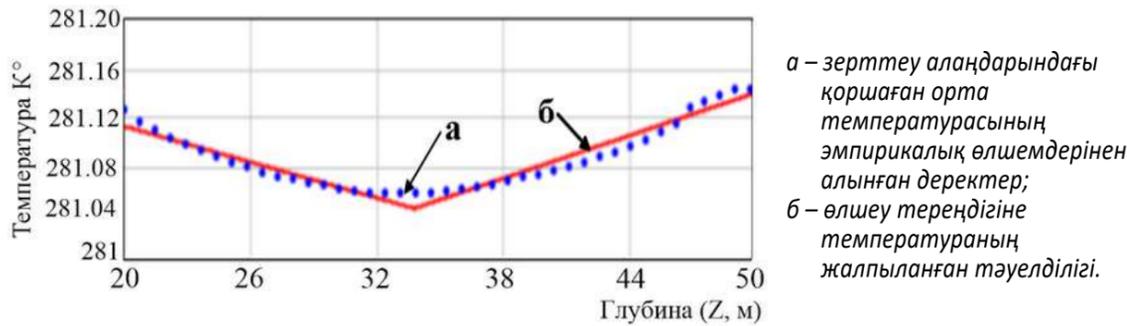
# ГЕООРТАНЫҢ ГАЗ ТОМОГРАФИЯСЫ: ТҮПНҰСҚА ҚҰЖАТҚА НЕГІЗДЕЛГЕН ШОЛУ

Мурзадилов Т.Д., Шайторов В.Н., Жолдыбаев А.К.,  
Кушербаева Н.Н., Шульга М.В.

Геофизикалық зерттеулер институты ҚР ҰЯО, Қурчатов, Қазақстан

Қазақстан Республикасы Ұлттық ядролық орталығының Геофизикалық зерттеулер институтының (Қурчатов қ.) командасы жер қойнауына «қарап шығудың» жаңа тәсілін әзірлеуде, ол сейсмикалық немесе электромагниттік өлшеулерге емес, жер қойнауындағы газ мөлшері туралы деректерге сүйенеді. Негізгі ой қарапайым: егер бізде концентрация өлшенетін беткі нүктелер торы болса, онда осы «беткі саусақ іздерінен» біз газ қозғалысының суретін және тау жыныстарының көлем бойынша азды-көпті өткізгіштігін — бетінен төмен қарай қалпына келтіре аламыз. Мақсат мынада: жер бетіне жақын газ өлшемдерін геологиялық орта көлеміне экстраполяциялау, содан кейін тереңдіктегі тау жыныстарының өткізгіштігі мен сорбциялық қасиеттерін бағалау.

Теориялық негіз статистикалық физиканың перколяция теориясы деп аталатын саласы болып табылады [1,2]. Бұл тәсілде геологиялық орта үздіксіз, «кеуек тәрізді» көлем ретінде емес, кездейсоқ құрылымдалған, бірақ байланысқан газ өткізгіш кеңістік ретінде қарастырылады, онда заттың тасымалдануы бірнеше бір өлшемді арналар — кеуектер мен жарықтар арқылы жүреді. Бұл арналардың топологиясы күрделі және әртүрлі, дегенмен, есептеулер үшін маңыздысы жеке өткелдер емес, олардың мүмкін болатын кеңістіктік жүзеге асырылу статистикасы. Бұл статистикалық тәсіл бізге бетіндегі байқалған өрістерді (концентрациялар, ағындар) тау жыныстары массивіндегі қажетті параметрлермен байланыстыруға мүмкіндік береді.

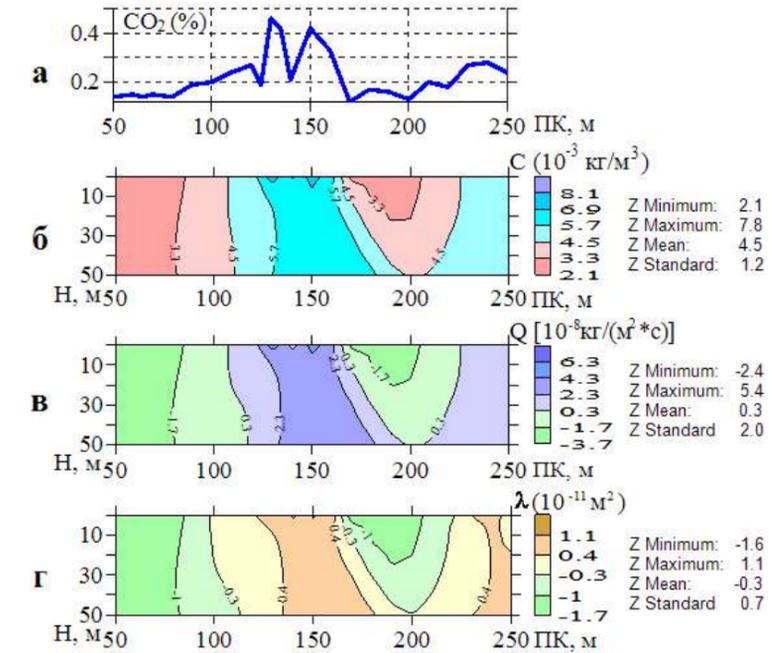


Сурет – 1. Өлшеу тереңдігіне байланысты температура өрісінің моделі

Практикалық қорытынды мынада. Егер бетіндегі өлшенген концентрация өрісі белгілі болса, біріншіден, «бағыт метрикасын» таңдауға болады - ортаның газды әртүрлі бағытта (ішке және бүйірге) қаншалықты оңай өткізетінін бағалау. Екіншіден, осы метрика мен арна статистикасын пайдаланып, тереңдіктегі үш негізгі шаманы есептеу: ортадағы газ концентрациясы, газ ағынының тығыздығы және газ өткізгіштігі [3]. Процедура беттік есептеудің өрісте нақты өлшенген нәрсемен сәйкес келуін қамтамасыз етуге арналған - бұл сапаны бақылаудың және модельдің деректерді байланыстырудың маңызды элементі. Негізінде, физикалық тұрғыдан мөлдір болжамдар мен газ миграциясы жолдарының статистикасына негізделген газ атмосфералық геохимиясының кері есебін шешуге арналған алгоритм ұсынылды.

Үлгіде нақты әлемдегі жерлеу жағдайларын ескереді. Қабатталған қабаттарда бүйірлік температура өзгерістері (1-сурет) әдетте аз болады, сондықтан тамыз-қыркүйек айларындағы тереңдіктің бөліктік сызықтық температура өрісінің үлгісі, орталық және оңтүстік Қазақстанға тән, демонстрациялық мақсаттар үшін қолданылады. Бұл тек формальды түрде ғана маңызды емес: газ қасиеттері, демек, ағындар мен өткізгіштіктерді түсіндіру температураға байланысты.

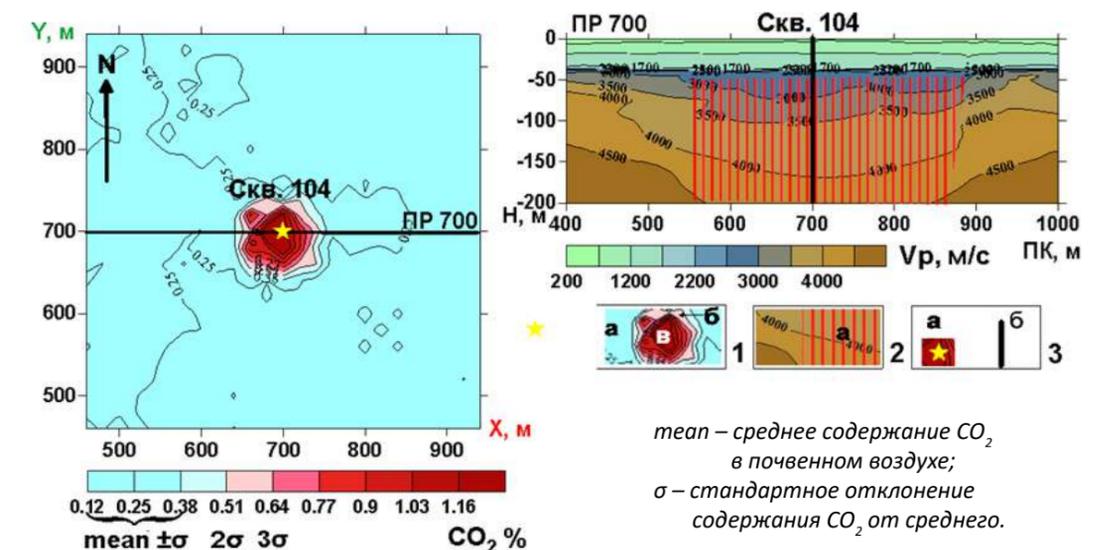
Жұмыс екі алгоритм бойынша жүргізіледі – профиль және аумақ. Біріншісі ЯФИ ЖВЗМ (жоғары вольтты зымыран кешені) жанындағы алаңға қатысты. Кіріс деректері топырақ ауасындағы CO<sub>2</sub> құрамының профильдік өлшемдері болып табылады. Бұлар концентрацияның, ағын тығыздығының



б – концентрация CO<sub>2</sub>, в – ағын тығыздығы, г – газ өткізгіштігі.

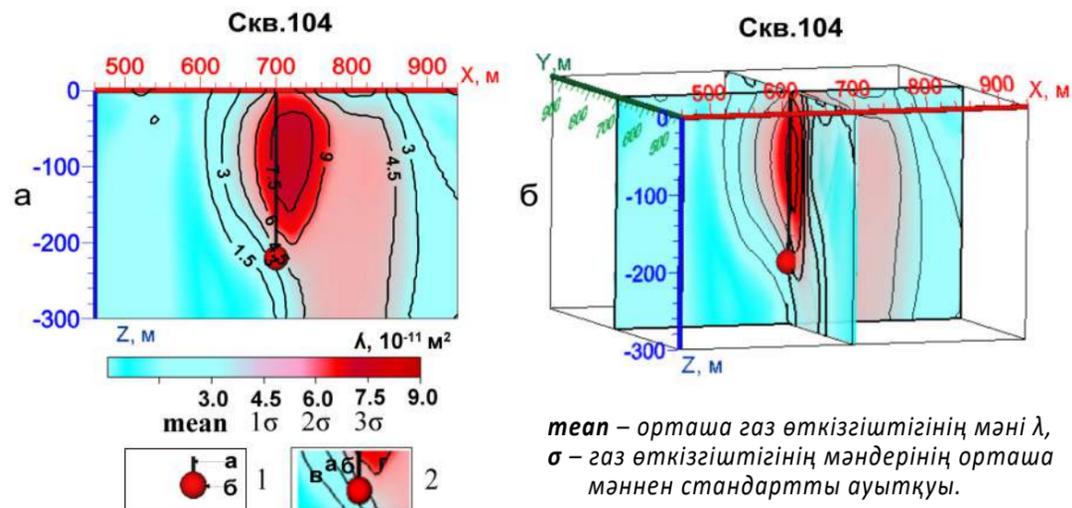
Сурет – 2. ЯФИ ЖВЗМ-ге іргелес аймақ, 1-профиль. 2023 жылғы атмосфералық геохимиялық зерттеу нәтижелері бойынша көмірқышқыл газы концентрациясының, оның ағын тығыздығының және газ өткізгіштігінің 50 метр тереңдікке дейінгі таралуы есептелген

және газ өткізгіштігінің 50 метрге дейінгі тереңдікке таралуын есептеу үшін қолданылады [4]. Нәтижелер CO<sub>2</sub> жоғары аймақтарында ағындар да, өткізгіштік те тереңдікпен артатынын көрсетеді, бұл үлгі жоғарғы аномалиялар мен тереңірек сүзу жолдары арасындағы байланыстарды көрсетеді (2-сурет). Бұл инженерлік бағалау үшін негізгі көрсеткіш: мұндай аймақтар газ көтерілетін өткізгіштіктің жоғарылауының ықтимал тік «бағандарын» көрсетеді.



1 – топырақ ауасындағы CO<sub>2</sub> мөлшерінің изосызықтары: а – орташа (±1σ), б – 2-3σ диапазонында жоғары, в – қалыптан тыс жоғары (>3σ); 2 – бойлық толқын жылдамдығының (Vp) изосызықтары және осы параметрдің төмендетілген мәндерінің аймағы (а); 3 – жер асты ядролық жарылысы (ЖЯЖ) ұңғымасы: жоспарланған орналасуы (а) және 700 профильді қимада (б).  
Сурет – 3. Сары-Өзен аймағы 104 ұңғымадағы ЖЯЖ эпицентрінің ауданы. 480×480 м аумақтағы (а) және ЖЯЖ эпицентрі арқылы өтетін бойлық толқын жылдамдығының (б) қимасы бойынша атмосфералық геохимиялық зерттеу деректеріне негізделген топырақ ауасындағы CO<sub>2</sub> мөлшерінің картасы.

Екіншісі – 1970 жылы шамамен 225 м тереңдікте жер асты ядролық жарылысы болған Сары-Өзен алаңындағы 104 ұңғыма аймағындағы аумақтық зерттеу. Зерттеу тығыз 20 x 10 м тор бойынша жүргізілді, ал жер бетіндегі карта эпицентрге жақын жерде шамамен 100 x 80 м өлшемді CO<sub>2</sub> құрамының аномальды жоғары контрастты аймағын көрсетеді. Газ томографиясы алгоритмі бұл картаны көлденең қимаға және жарылыстан кейінгі газ өткізгіштігінің 3D моделіне айналдырады. Көлденең қима бетінен шамамен 200 м тереңдікке дейін өткізгіштігі жоғары тігінен созылған аймақты көрсетеді, шыңдары 40-150 м диапазонында болады (3-сурет). Бұл шөгінді жыныстардағы жер асты жарылыстарының типтік ерекшелігі болып табылатын құлау бағанының пайда болуының дәлелі ретінде түсіндіріледі.



1 – 104 ұңғыма: а – ұңғыма оқпанының сынығы, б – жер асты ядролық жарылысының гипоцентрі (ЖЯЖ);  
2 – газ өткізгіштігінің изосызықтары: а – орташа мәндері, б, в -  $\pm 1\sigma$ , г -  $\geq 2\sigma$ .  
Сурет – 4. Сары-Өзен алаңы, 104 ұңғымада орналасқан ЖЯЖ эпицентрінің ауданы.  
Y = 700 м кезінде (а) фронтальды көлденең қима бойындағы және (б) көлеміндегі қимадағы газ томографиясының кері есебін шешуге арналған алгоритмді қолдана отырып, геологиялық ортаның жарылыстан кейінгі газ өткізгіштігін бағалау

Негізгі мәселе – тәуелсіз әдістерді қолдану арқылы тексеру. Сол Сары-Өзен аймағы үшін сейсмикалық деректер берілген: серпімді толқын жылдамдығы әдістері эпицентрден шамамен  $\pm 140-160$  метр қашықтықта декомпрессия аймағын анықтайды. Есептелген газ моделімен салыстыру проблемалық аймақтың орналасуындағы келісімді көрсетеді: механикалық қасиеттер декомпрессияны көрсететін аймақта, газ томографиясы өткізгіштіктің жоғарылауын көрсетеді. Бұл тәсілдің физикалық жарамдылығының пайдасына маңызды дәлел: әртүрлі сипаттағы сигналдар «механикалық» және «газ» табиғатына сәйкес келеді.

Тәжірибелік тұрғыдан алғанда, бұл әдіс айтарлықтай артықшылықтар береді. Далалық жұмыстар салыстырмалы түрде қарапайым және экологиялық таза, себебі ол атмосфералық геохимиялық зерттеуді қамтиды; әдіс өткізгіштік пен сүзілу жолдарына, яғни газ миграциясына тікелей әсер ететін параметрлерге сезімтал; алгоритм өткізгіштік анизотропиясын, тереңдіктегі температуралық режимдерді және тау жыныстарының сорбциялық қасиеттерін ескереді, бұл түсіндіруді «қара жәшік» емес, тексерілетін болжамдары бар дәйекті физикалық реконструкцияға айналдырады.

Сонымен қатар, шектеулер де бар. Нәтиженің сапасы өлшеу торының ауданы мен тығыздығына байланысты: аудан неғұрлым кішірек және нүктелер неғұрлым сирек болса, көлемді қалпына келтірудегі белгісіздік соғұрлым жоғары болады. Қабылданған температура үлгісі типтік жағдайлар үшін жеткілікті, бірақ нақты жағдайларда оны жетілдіру қажет болады. Тұқыдардың сорбциялық қасиеттері әртүрлі: қарапайым изотермалар бірінші жуықтау ретінде жақсы жұмыс істейді, бірақ кейбір жағдайларда зертханалық деректерге сәйкес жергілікті калибрлеу қажет. Соңында, мысалдар CO<sub>2</sub>-ны баса көрсеткенімен, басқа газдар өздерінің коэффициенттерін және олардың тұқымдармен өзара әрекеттесуін қосымша зерттеуді қажет етеді.

Қолдану салаларына жасанды нысандарды бақылау кіреді (қалдық қоймалары, жер асты қуыстары, ықтимал ағып кету аймақтары), геодинамикалық зерттеулер (жарық аймақтары, карст, белсенді газсыздандыру аймақтары), жер асты жарылыстары мен жасанды апаттардан кейінгі диагностика және сейсмикалық және электромагниттік деректермен интеграция кіреді. ЯФИ ЖВЗМ және Сары-Өзен аймақтарындағы мысалдар әртүрлі бақылауларды бірлесіп пайдалану тұрақты және физикалық тұрғыдан түсінікті деректерді беретінін көрсетеді.

Нәтижесінде: газ томографиясының кері есебін шешуге арналған алгоритм ұсынылды және тексерілді – беттік концентрацияны өлшеуден бастап газ өткізгіштігінің, ағындардың және тереңдіктегі концентрацияның таралуының көлемдік бағалауларына дейін. Бұл тасымалдау арнасы желісінің статистикалық сипаттамасына және температура жағдайлары мен сорбцияны ескеруді қоса алғанда, физикалық тұрғыдан маңызды үлгі-деректерді байланыстыруға негізделген. Нақты әлемдегі қолданбаларда әдіс тәуелсіз геофизикалық бақылауларға сәйкес келетін терең өткізгіш құрылымдарды ашады. Іс жүзінде бұл газ томографиясы инженерлік және зерттеу қолданбалары үшін классикалық геофизикалық арсеналға пайдалы және салыстырмалы түрде арзан қосымша болатынын білдіреді.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасының Атом энергиясы жөніндегі агенттігі BR24792713 «Қазақстан Республикасында ядролық энергетиканы дамыту» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында қаржыландырды.

### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Эфрос Б.И., Шкловский А.Л. Теория протекания и проводимость сильно неоднородных сред // УФН, 117 том, 1975. - №3. – С. 401 – 435.
2. Зеленый Л.М., Милованов А.В. Фрактальная топология и странная кинетика: от теории перколяции к проблемам космической электродинамики // УФН, 174 том, 2004. - №8. – С. 809 – 852.
3. Сорбционный метод исследования пористой структуры наноматериалов и удельной поверхности наноразмерных систем // ИОНЦ «Нанотехнологий и перспективных материалов». Екатеринбург, 2008. - С. 9 – 11.
4. Сорохтин О.Г. Развитие Земли/Земля. Статья «Дегазация углекислого газа». <http://gemp/ru> (дата обращения 14.03.2025).

## ГАЗОВАЯ ТОМОГРАФИЯ ГЕОСРЕД: ОБЗОР ПО МАТЕРИАЛАМ ИСХОДНОГО ДОКУМЕНТА

Мурзадилов Т.Д., Шайторов В.Н.,  
Жолдыбаев А.К., Кушербаева Н.Н.,  
Шульга М.В.

Институт геофизических исследований НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан

Работа коллектива Института геофизических исследований НЯЦ РК (Курчатов) посвящена новому способу «заглянуть» в недра, опираясь не на сейсмоку или электромагнитные измерения, а на данные о содержании газов в подпочвенном слое. Исходная идея проста: если у нас есть сетка точек на поверхности, где измерены концентрации, то по этим «поверхностным отпечаткам» можно восстановить картину того, как газ движется и где породы более или менее проницаемы в объёме — от поверхности вниз. Так формулируется цель: экстраполировать приповерхностные измерения газов в объём геологической среды и далее оценить проницаемость и сорбционные свойства пород по глубине.

Теоретической основой служит раздел статистической физики — теория перколяции [1,2]. Геологическая среда в таком подходе рассматривается не как сплошной «губчатый» объём, а как случайно структурированное, но связанное газопроницаемое пространство, в котором перенос вещества идёт по множеству одномерных каналов — порам и трещинам. Топология этих каналов сложна и разнообразна, однако для расчётов важны не отдельные ходы, а статистика их возможных реализаций в пространстве. Этот статистический подход и позволяет связать наблюдаемые на поверхности поля (концентрации, потоки) с искомыми параметрами в толще пород.

Практический вывод таков. Если известно поле измеренной концентрации на поверхности, можно, во-первых, подобрать «метрику направленности» — оценить, насколько среда охотнее пропускает газ в разных направлениях (вглубь и вбок), а во-вторых, используя эту метрику и статистику каналов, вычислить по глубине три ключевые величины: концентрацию газа в среде, плотность газового потока и газопроницаемость [3]. Процедура построена так, чтобы расчёт на поверхности согласовывался с тем, что реально измерено

## GAS TOMOGRAPHY OF GEOLOGICAL MEDIA: A REVIEW BASED ON THE SOURCE DOCUMENT

Murzadilov T.D., Shaitorov V.N., Zholdybayev A.K.,  
Kusherbayeva N.N., Shulga M.V.

Institute of Geophysical Research,  
National Nuclear Center of the Republic of  
Kazakhstan, Kurchatov, Kazakhstan

The work of the research team from the Institute of Geophysical Research of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (Kurchatov) is devoted to a new method of “looking” into the subsurface, relying not on seismic or electromagnetic measurements, but on data on gas content in the near-soil layer. The basic idea is simple: if a grid of surface points with measured gas concentrations is available, these “surface fingerprints” can be used to reconstruct the pattern of gas migration and to identify zones of higher or lower rock permeability within the volume — from the surface downward. Thus, the objective is formulated as the extrapolation of near-surface gas measurements into the volume of the geological medium, followed by an assessment of the permeability and sorption properties of rocks with depth.

The theoretical foundation of the approach is provided by a branch of statistical physics — the theory of percolation [1,2]. Within this framework, the geological medium is treated not as a continuous “spongy” volume, but as a randomly structured yet connected gas-permeable space in which mass transfer occurs through a multitude of one-dimensional channels — pores and fractures. The topology of these channels is complex and diverse; however, for calculations it is not the individual pathways that are important, but the statistics of their possible realizations in space. This statistical approach makes it possible to link surface-observed fields (concentrations, fluxes) with the sought-after parameters within the rock mass.

The practical conclusion is as follows. If the measured concentration field at the surface is known, it is possible, first, to determine a “directionality metric,” that is, to assess how readily the medium transmits gas in different directions (vertically and laterally), and second, using this metric together with channel statistics, to calculate with depth three key quantities: gas concentration in the me-

diu, gas flux density, and gas permeability [3]. The procedure is designed so that the calculated surface values are consistent with those actually measured in the field, which is an important element of quality control and model-data consistency. In essence, an algorithm is proposed for solving the inverse problem of gas atmo-geochemistry, based on physically transparent assumptions and the statistics of gas migration pathways.

The model accounts for realistic geological conditions. In layered formations, lateral temperature variations (Figure 1) are usually small; therefore, for demonstration purposes, a piecewise linear model of the temperature field versus depth typical of central and southern Kazakhstan for the August-September period is adopted. This choice is not merely formal: gas properties, and hence the interpretation of gas fluxes and permeabilities, depend on temperature.

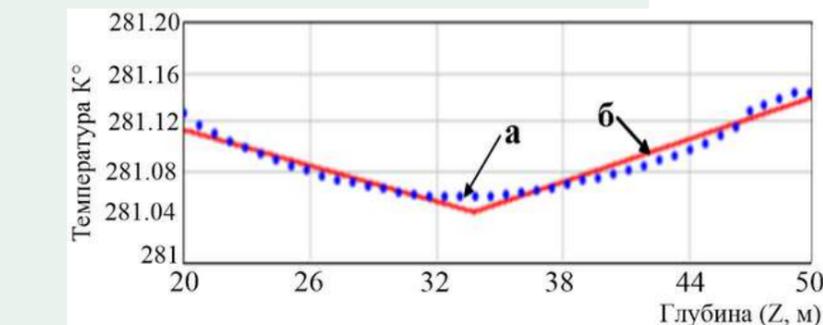


Рисунок – 1. Модель температурного поля в зависимости от глубины измерений /  
Figure 1. Model of the temperature field as a function of measurement depth

Работы выполняются по двум алгоритмам — профильным и площадным. Первая относится к площадке у ВВРК ИЯФ. Входными данными служат профильные измерения содержания CO<sub>2</sub> в почвенном воздухе. По ним рассчитаны распределения концентрации, плотности потока и газопроницаемости на глубины до 50 метров [4]. В результатах видно, что в зонах повышенного CO<sub>2</sub> наблюдается рост и потоков, и проницаемости с глубиной, то есть модель фиксирует связи между верхними аномалиями и более глубокими путями фильтрации (Рисунок 2). Для инженерной оценки это ключевой признак: такие зоны указывают на вероятные вертикальные «столбики» повышенной проницаемости, по которым газ поднимается вверх.

Вторая — площадная съёмка в районе скважины 104 на площадке Сары-Узень, где в 1970 году был проведён подземный ядерный взрыв на глубине около 225 м. Съёмка велась по густой сети 20×10 м, и на поверхностной карте видна контрастная зона аномально высоких содержаний CO<sub>2</sub> размером примерно 100×80 м близ эпицентра. Алгоритм газовой томографии переводит такую карту в сечение и трёхмерную модель поствзрывной газопроницаемости. В разрезе выделяется верти-

merely formal: gas properties, and hence the interpretation of gas fluxes and permeabilities, depend on temperature.

The work is carried out using two algorithms — profile-based and areal. The first applies to the site near the WWR-K reactor of the Institute of Nuclear Physics. The input data consist of profile measurements of CO<sub>2</sub> content in soil air. Based on these data, distributions of concentration, flux density, and gas permeability were calculated down to depths of up to 50 m [4]. The results show that in zones of elevated CO<sub>2</sub> both the fluxes and the permeability increase with depth; that is, the model captures links between near-surface anomalies and deeper filtration pathways (Figure 2). For engineering assessment, this is a key indicator: such zones point to probable vertical “columns” of enhanced permeability through which gas migrates upward.

The second is an areal survey in the vicinity of borehole 104 at the Sary-Uzen site, where an underground nuclear explosion was conducted in 1970 at a depth of about 225 m. The survey was carried out on a dense 20 × 10 m grid, and the surface map shows a pronounced zone of anomalously high CO<sub>2</sub> contents with dimensions of approximately

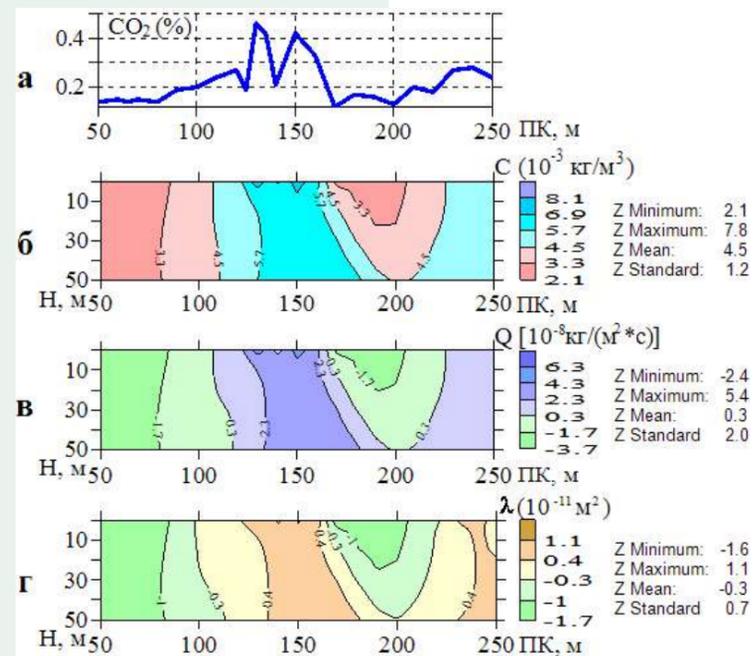
а — данные эмпирических измерений температуры среды на объектах исследований / empirical measurements of the medium temperature at the investigated sites;  
б — обобщенная зависимость температуры от глубины измерений / generalized dependence of temperature on measurement depth.

кально вытянутая область повышенной проницаемости от поверхности до глубин порядка 200 м, с максимумами на интервале 40-150 м (Рисунок 3). Это интерпретируется как след формирования столба обрушения — типичного элемента для подземных взрывов в осадочных породах.

Ключевой момент — проверка независимыми методами. Для той же площадки Сары-Узень приведены данные сейсморазведки: методы по скоростям упругих волн показывают зону разуплотнения на удалениях порядка  $\pm 140-160$  м от эпицентра. Сопоставление с расчётной газовой моделью демонстрирует согласование по положению про-

100 × 80 м near the epicenter. The gas-tomography algorithm converts such a map into a cross-section and a three-dimensional model of post-explosion gas permeability. In the section, a vertically elongated zone of increased permeability is distinguished, extending from the surface to depths of about 200 m, with maxima in the 40-150 m interval (Figure 3). This is interpreted as evidence of the formation of a collapse chimney — a typical feature of underground explosions in sedimentary rocks.

A key point is verification by independent methods. For the same Sary-Uzen site, seismic survey data are presented: methods based on elastic-



б – концентрация  $CO_2$  /  $CO_2$  concentration; в/с – плотность потока / flux density;  $g/d$  – газопроницаемость. / gas permeability

Рисунок – 2. Площадка, прилегающая к ВВРК ИЯФ, профиль 1. Расчетные распределения концентрации углекислого газа, плотности его потока и газопроницаемости на глубину до 50 метров по данным атмогеохимической съёмки 2023 г. / Figure 2. Site adjacent to the WWR-K reactor of the Institute of Nuclear Physics, Profile 1. Calculated distributions of carbon dioxide concentration, its flux density, and gas permeability to depths of up to 50 m based on the 2023 atmogeochemical survey.

блемной зоны: там, где механические свойства указывают на разуплотнение, газовая томография показывает повышенную проницаемость. Это важный аргумент в пользу физической состоятельности подхода: согласуются сигналы разной природы — «механический» и «газовый».

С практической точки зрения метод даёт заметные преимущества. Полевые работы относительно просты и экологичны, поскольку речь идёт об атмогеохимической съёмке; метод чувствителен к проницаемости и путям фильтрации, то есть к параметрам, напрямую влияющим на миграцию газов; в алгоритме учитываются анизотропия

wave velocities reveal a zone of decompaction at distances of approximately  $\pm 140-160$  m from the epicenter. Comparison with the calculated gas model demonstrates agreement in the position of the problematic zone: where the mechanical properties indicate decompaction, gas tomography shows increased permeability. This provides an important argument in favor of the physical validity of the approach, as signals of different nature — the “mechanical” and the “gas” signals — are consistent.

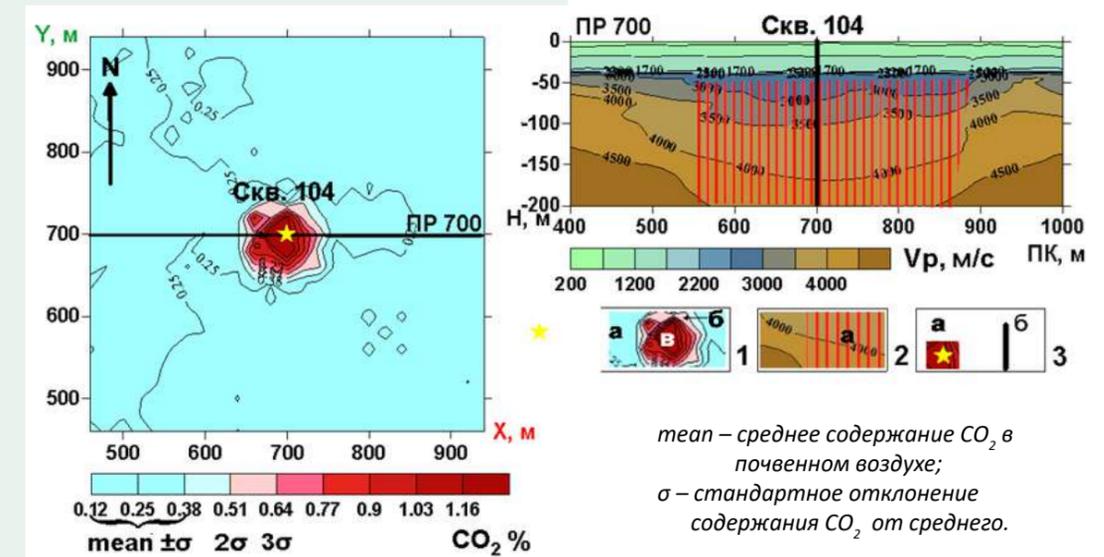
From a practical standpoint, the method offers clear advantages. Fieldwork is relatively simple and environmentally benign, as it relies on atmoche-

проницаемости, температурный режим по глубине и сорбционные свойства пород, что делает интерпретацию не «чёрным ящиком», а последовательной физической реконструкцией с проверяемыми допущениями.

Есть и ограничения. Качество результата зависит от площади и густоты сетки измерений: чем меньше область и разреженнее точки, тем выше неопределённость при реконструкции объёма. Принятая температурная модель адекватна типичным условиям, но в специфических обстановках её потребуется уточнять. Сорбционные характе-

mical surveying; the method is sensitive to permeability and filtration pathways, i.e., parameters that directly control gas migration; the algorithm accounts for permeability anisotropy, the depth-dependent thermal regime, and the sorption properties of rocks, which makes the interpretation not a “black box” but a consistent physical reconstruction based on testable assumptions.

There are also limitations. The quality of the results depends on the area covered and the density of the measurement grid: the smaller the area and the sparser the sampling points, the higher the un-



1 – изолинии содержания  $CO_2$  в почвенном воздухе: а – средние ( $\pm 1\sigma$ ), б – повышенные в интервале 2-3 $\sigma$ , в – аномально высокие ( $\geq 3\sigma$ ) / 1 – isolines of  $CO_2$  content in soil air: (a) mean values ( $\pm 1\sigma$ ), (b) elevated values in the 2–3 $\sigma$  range, (c) anomalously high values ( $\geq 3\sigma$ ); 2 – изолинии скорости продольных волн ( $V_p$ ) и область (а) пониженных значений этого параметра / 2 – isolines of P-wave velocity ( $V_p$ ) and the zone (a) of reduced values of this parameter; 3 – скважина подземного ядерного взрыва (ПЯВ): плановое положение (а) и в сечении профиля 700 (б) / 3 – borehole of the underground nuclear explosion (UNE): plan-view location (a) and position in the section of Profile 700 (b).

Рисунок – 3. Площадка Сары-Узень, район эпицентра ПЯВ в скважине 104. Карта содержания  $CO_2$  в почвенном воздухе по данным атмогеохимической съёмки на площади 480×480 м (а) и разрез скорости продольных волн (б) через эпицентр ПЯВ / Figure 3. Sary-Uzen site, area of the UNE epicenter in borehole 104. Map of  $CO_2$  content in soil air based on atmogeochemical survey data over an area of 480 × 480 m (a) and a P-wave velocity section (b) across the UNE epicenter.

ристики пород разнообразны: простые изотермы хорошо работают как первое приближение, но в ряде случаев нужна локальная калибровка по лабораторным данным. Наконец, хотя примеры акцентируют  $CO_2$ , для других газов потребуются собственные коэффициенты и дополнительные исследования по взаимодействию с породами.

Сферы применения включают мониторинг техногенных объектов (хвостохранилища, подземные полости, потенциальные зоны утечек), геодинамические исследования (разломные зоны, карст, области активной дегазации), постсобы-

certainty in the volumetric reconstruction. The adopted temperature model is adequate for typical conditions, but in specific settings it may require refinement. Sorption characteristics of rocks are diverse: simple isotherms work well as a first approximation, but in some cases local calibration using laboratory data is required. Finally, although the examples focus on  $CO_2$ , other gases will require their own coefficients and additional studies of gas-rock interactions.

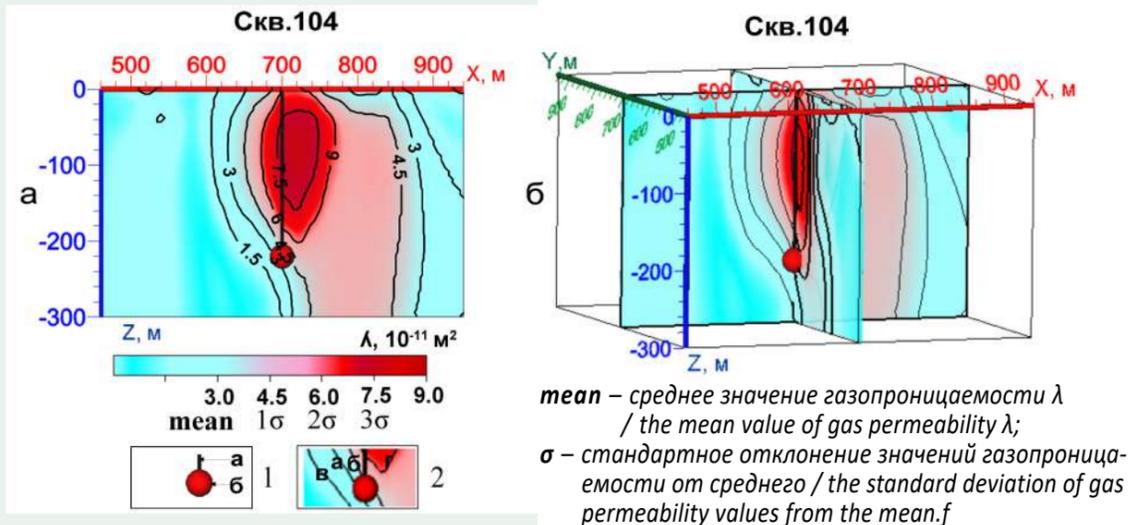
The fields of application include monitoring of anthropogenic facilities (tailings storage facilities, un-

тийную диагностику после подземных взрывов и техногенных аварий, а также комплексирование с сейсмическими и электромагнитными данными. Примеры на площадках у ВВРК ИЯФ и Сары-Узень показывают, что совместное использование разных наблюдений даёт согласованные и физически понятные картины.

Итог таков: предложен и апробирован алгоритм решения обратной задачи газовой томографии — от поверхностных измерений концентраций к объёмным оценкам газопроницаемости, потоков и распределения концентрации по глу-

derground cavities, potential leakage zones), geodynamic studies (fault zones, karst, areas of active degassing), post-event diagnostics after underground explosions and technological accidents, as well as integration with seismic and electromagnetic data. Examples from the sites near the WWR-K reactor of the Institute of Nuclear Physics and at Sary-Uzen demonstrate that the combined use of different observations yields consistent and physically interpretable results.

In summary, an algorithm for solving the inverse problem of gas tomography has been proposed and



1 – скважина 104 / borehole 104: а – фрагмент ствола скважины / fragment of the borehole shaft, б – гипоцентр подземного ядерного взрыва (ПЯВ) / hypocenter of the underground nuclear explosion (UNE); 2 – изолинии газопроницаемости / gas permeability isolines: а – средние значения / mean values, (б,в) / (b,c) -  $\pm 1\sigma$ , з/д -  $\geq 2\sigma$

Рисунок – 4. Площадка Сары-Узень, район эпицентра ПЯВ в скважине 104. Оценка поствзрывной газопроницаемости геологической среды по разработанному алгоритму решения обратной задачи газовой томографии в разрезе по фронтальному сечению (а) при  $Y=700$  м и в объеме (б) / Figure 4. Sary-Uzen site, area of the UNE epicenter in borehole 104. Assessment of post-explosion gas permeability of the geological medium using the developed algorithm for solving the inverse problem of gas tomography, shown in a cross-section along the frontal section (a) at  $Y = 700$  m and in three dimensions (b).

бине. Основой служит статистическое описание сети каналов переноса и физически осмысленная привязка модели к данным, включая учёт температурного режима и сорбции. На реальных объектах метод выявляет глубинные проницаемые структуры, согласующиеся с независимыми геофизическими наблюдениями. Практически это означает, что газовая томография может стать полезным и сравнительно недорогим дополнением к классическому геофизическому арсеналу для инженерных и исследовательских задач.

Данные исследования финансировались Агентством Республики Казахстан по атомной энергии в рамках научно-технической программы BR24792713 «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан».

validated – from surface measurements of concentrations to volumetric estimates of gas permeability, fluxes, and depth-dependent concentration distributions. The approach is based on a statistical description of the transport-channel network and a physically meaningful linkage of the model to the data, including consideration of the thermal regime and sorption. Applied to real sites, the method reveals deep permeable structures consistent with independent geophysical observations. In practical terms, this means that gas tomography can become a useful and relatively low-cost complement to the classical geophysical toolkit for engineering and research applications.

This study was funded by the Atomic Energy Agency of the Republic of Kazakhstan under the scientific

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эфрос Б.И., Шкловский А.Л. Теория протекания и проводимость сильно неоднородных сред // УФН, 117том, 1975. - №3. – С. 401 – 435.
2. Зеленый Л.М., Милованов А.В. Фрактальная топология и странная кинетика: от теории перколяции к проблемам космической электродинамики // УФН, 174том, 2004. - №8. – С. 809 – 852.
3. Сорбционный метод исследования пористой структуры нано-материалов и удельной поверхности нано-размерных систем // ИОНЦ «Нано-технологий и перспективных материалов». Екатеринбург, 2008. - С. 9 – 11.
4. Сорохтин О.Г. Развитие Земли/Земля. Статья «Дегазация углекислого газа». <http://gemp/ru> (дата обращения 14.03.2025).

and technical program BR24792713 “Development of Nuclear Energy in the Republic of Kazakhstan.”

## REFERENCES

1. Efros, B.I.; Shklovskii, A.L. Percolation theory and conductivity of strongly inhomogeneous media. Physics-Uspexhi, Vol. 117, 1975, No. 3, pp. 401–435.
2. Zelenyi, L. M.; Milovanov, A. V. Fractal topology and strange kinetics: from percolation theory to problems of space electrodynamics. Physics-Uspexhi, Vol. 174, 2004, No. 8, pp. 809–852.
3. Sorption method for studying the porous structure of nanomaterials and the specific surface area of nanoscale systems. Research and Educational Center “Nanotechnologies and Advanced Materials”, Yekaterinburg, 2008, pp. 9–11.
4. Sorokhtin, O.G. Earth Evolution / Earth. Article “Carbon Dioxide Degassing”. Available at: <http://gemp/ru> (accessed March 14, 2025).

# ИГР РЕАКТОРЫНЫҢ ТӘЖІРИБЕЛІК ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНДА НАТРИЙДІҢ ҚАЙНАУЫН МОДЕЛЬДЕУ

Қабылқажов Е. А., Сураев А.С., Витюк Г.А.

ҚР ҰЯО РМК «Атом энергиясы институты» филиалы, Курчатова, Қазақстан

Бұл зерттеу импульсті графит реакторының типтік эксперименттік реактор қондырғыларында (ЭҚ) натрийдің қайнауын модельдейді. Модельдеу VOLUME OF FLUID әдісін қолдана отырып, ANSYS FLUENT бағдарламалық жасақтамасын пайдаланып орындалады. Нәтижелер ANSYS FLUENT функциясы реактордың сәулелену жағдайында натрийдің қайнауын модельдеуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. ЭҚ көлеміндегі натрийдің булануының динамикалық көрінісі алынды.

## КІРІСПЕ

Натриймен салқындалатын жылдам реактор технологиясы қазіргі уақытта қарқынды дамуда. Бұл реактор түрі IV Буын энергетикалық реакторларын дамыту үшін перспективалы бағыт болып табылады, ол ең алдымен қауіпсіздіктің жоғарылауымен сипатталады. Сондықтан, ядроның өлшемдік және материалдық сипаттамалары бойынша ерекшеленетін әзірленіп жатқан реактор конструкциялары үшін ауыр апаттар бойынша қолданыстағы эксперименттік деректерді кеңейту осы кезеңде маңызды және өзекті міндет болып табылады. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері жобалау қауіпсіздігін талдауда қолданылатын заманауи есептеу кодтарын тексеру үшін қолданылады. Сонымен қатар, алынған деректер ауыр апат кезінде отын элементінің (элементтерінің) және отын жинақтарының (ОЖ) бұзылуы процестерінің параметрлерінің ерекше (бұрын зерттелген) ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік береді [1].

Зерттеу импульсті графит реакторы (ИГР) өзінің нейтрондық сипаттамаларының арқасында жылдам нейтронды ядролық реакторлардағы ауыр апаттар туралы эксперименттік деректерді жинауға мүмкіндік береді [2]. Реакторда натрий бар эксперименттік құрылғыларда (ЭҚ) эксперименттер жүргізілді және жүргізілуде. ЭҚ термиялық күйін модельдеу кезінде ең сенімді нәтижелерге қол жеткізу үшін реакторлық эксперимент кезінде натрийдің қайнау процесін нақты ескеру қажет.

Натрий қайнауын модельдеу мәселесі тек тәжірибелік реактор құрылғылары үшін ғана емес, сонымен қатар жылдам нейтронды реакторлардың белсенді аймақтарындағы қайнау үшін де өзекті. Реактор өзегіндегі стационар емес натрий қайнау процестерін есептеу талдауының қажеттілігі, ең алдымен, қауіпсіздікті негіздеу тұрғысынан, сондай-ақ отын жинақтарында натрийдің апаттық қайнауын анықтауға және апаттық қорғаныс сигналын жасауға арналған басқару және бақылау жүйелерін әзірлеу кезінде туындайды. Қазіргі заманғы жылдам реакторлардың қауіпсіздігін техникалық негіздеуге өзектегі отын жинақтарының ағын қимасындағы әртүрлі бітелулерден туындаған жобалық және жобадан тыс апаттарды, негізгі айналым сорғыларына электрмен жабдықтаудағы үзілістермен және апаттық қорғаныс сіңіргіш шыбықтарының бір мезгілде істен шығуымен қатар жүретін жобадан тыс апаттарды, сондай-ақ модератор материалдарының өзекке түсуін қарастыру кіреді [3].

Натрий қайнату арнайы бағдарламалық кодтарды [3] және ANSYS FLUENT [4-5] сияқты кеңінен қолданылатын CFD бағдарламалық пакеттерін пайдаланып модельденеді. Бұл мақалада ANSYS FLUENT бағдарламалық модулін пайдаланып, натрий қайнатудың әдіснамалық есептеу зерттеуі ұсынылған. Бұл зерттеулер натрий қайнатуды ескере отырып, реактордың тәжірибелік құрылғысының жылулық күйін бағалау әдіснамасын әзірлеуге негіз болады.

## ANSYS FLUENT көпфазалы ағынды модельдеу бағдарламалық жасақтамасының мүмкіндіктері

ANSYS FLUENT - сұйықтық және газ ағындарын (CFD, Computational Fluid Dynamics) сандық модельдеуге, сондай-ақ жылу беру, химиялық реакциялар, жану, турбуленттілік, көп фазалы ағындар және басқа да күрделі физикалық құбылыстардың байланысты процестеріне арналған мамандандырылған бағдарламалық жасақтама.

[4-5] жұмыстарда ANSYS FLUENT бағдарламасының көмегімен натрийдің қайнауы модельденген. [4] жұмыста жылу құбырындағы натрийдің булану-конденсация процесі модельденген — булану-конденсация фазасының ауысу принципіне негізделген пассивті жылу алмасу құрылғысы. Бұл жұмыста *evaporation-condensation* (булану-конденсация) моделін қолдана отырып, VOF есептеу әдісі қолданылады. [5] жұмыста қыздыруға ұшыраған екі өлшемді құбырдағы натрийдің қайнауы *Eulerian* әдісі мен RPI моделін қолдана отырып модельденген. Бұл модельдеуде натрийдің пульсациялық қайнауы байқалады, онда көпіршіктердің периодты түрде пайда болуы, өсуі және құлауы жүреді.

ANSYS FLUENT көп фазалы ағындарды есептеудің әртүрлі есептеу әдістерін ұсынады. Көп фазалы ағындар - бұл орта арқылы бір уақытта ағып өтетін екі немесе одан да көп бөлек фазалардан тұратын типтік сұйықтық ағындары. Ағынның фазалық шкаласы әрқашан молекулалық шкаладан үлкен болуы керек. Бұл ағындар әртүрлі формада болады. Көп фазалы ағындардың мысалдарына сел ағындары, бу-су қоспалары және тасымалдау шламдары және т.б. жатады.

Қайнауы газ-сұйықтық ағыны деп санау керек. Еркін беттік ағындар газ бен сұйықтық ағындары арасында анық белгіленген шекаралардың болуымен сипатталады және екі фаза да үздіксіз болып саналады.

ANSYS FLUENT бағдарламасы көпфазалы ағынды модельдеудің келесі түрлерін ұсынады:

- *Volume of fluid* (Сұйықтық көлемі әдісі);
- *Mixture* (Аралас үлгі);
- *Eulerian* (Эйлер үлгісі);
- *Wet Steam* (Ылғал бу үлгісі).

Көпфазалы ағындарды модельдеу үшін ең танымал VOF әдісі екі немесе одан да көп араласпайтын сұйықтықтарды бір импульс теңдеулері жиынтығын шешу және әрбір сұйықтықтың көлемдік үлесін бүкіл домен бойынша бақылау арқылы модельдеуге мүмкіндік береді.

Модельге қосатын әрбір қосымша фаза үшін айнымалы енгізіледі: есептеу ұяшығындағы фазаның көлемдік үлесі. Әрбір басқару көлемінде барлық фазалардың көлемдік үлестерінің қосындысы бірге тең. Егер ұяшықтағы  $q$ -шы үлестің көлемдік үлесі  $\alpha_q$  деп белгіленсе, онда есептеу кезінде үш күй мүмкін:

- $\alpha_q = 0$  - элементте  $q$ -ші бөлшек жоқ;
- $\alpha_q = 1$  - элемент  $q$ -ші бөлшекпен толтырылған;
- $0 < \alpha_q < 1$  - соңғы элемент ішінара  $q$ -ші бөлшектің сұйықтығымен толтырылған.
- қасиеттер ұқсас есептеледі.

Үздіксіздік және ағын теңдеулерінде қолданылатын сұйықтықтың термофизикалық қасиеттері есептеу элементіндегі әрбір фракцияның көлемдік үлесін ескеру арқылы анықталады. Мысалы, элементтегі тығыздық келесі формула бойынша есептеледі:

$$\rho = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \rho_i$$

Мұндағы:

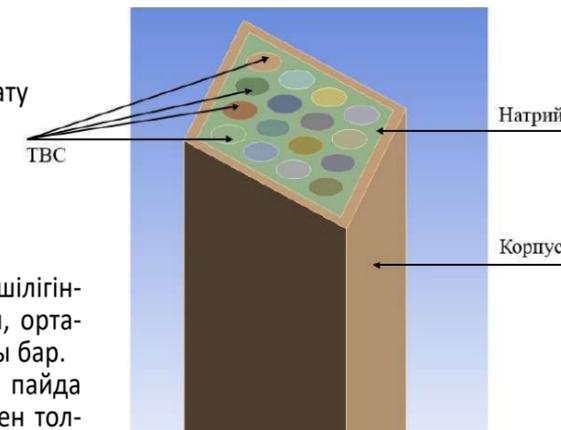
$\rho_i$  -  $q$ -шы фракция тығыздығы,  $n$  - фракциялар саны.

VOF моделі скалярлық функцияның тасымалын дәл жақындату және сандық диффузияны болдырмау үшін жоғары сапалы торды және дұрыс таңдалған адвекция сызбасын қажет етеді.

## Есептеу моделін құру

ИГР реакторында сыналған реактор қондырғыларының көпшілігінде отын жинақтары, әртүрлі қорғаныш болат конструкциялары, орталық дренаж құбыры, балқыма ұстағыш және жылу оқшаулағышы бар.

Реакторлық тәжірибе кезінде балқытылған отын жинақтары пайда болады, олар ішкі дренаж құбырына құйылып, сұйық натриймен толтырылған балқыма ұстағыш деп аталатын жерге ауысады, осылайша натриймен салқындалатын ядролық реактордың өзегінен балқытылған отынды алу процесін қайталайды.



Сурет 1 – Натриймен салқындалатын типтік ЭҚ моделі

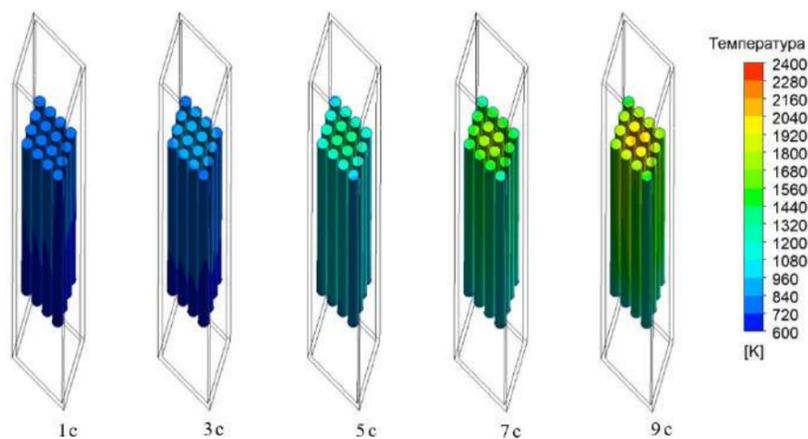
ЭҚ отын жинақтарына натрий салқындатқышын берумен байланысты тәжірибелерді де ескеру қажет. Бұл жағдайлар жылдам реактор өзегінің жұмысын имитациялайды. Мұндай реакторлық тәжірибелер күтпеген апаттардың болуына байланысты қауіпті, бұл, әрине, натрийдің қайнау қаупін тудырады. Бұл мақалада жылдам реактордан алынған натриймен салқындатылған отын жинақтамасы болып табылатын типтік тәжірибелік қондырғының моделі қолданылады (1-сурет).

Геометриялық модельді құрастырғаннан кейін, Meshing бағдарламалық модулі ЭҚ шекті көлемді моделін (торын) құрастырады. Тор 611 100 элементтен тұрады.

### Төлем шарттары

ЭҚ үлгісінде натрий инъекциясымен салқындатылатын отын жинағын қамтиды. Натрий массасының ағын шығыны 1,6 кг/с-қа орнатылған. Материалдардың термофизикалық қасиеттері әдебиетке сәйкес қойылған [6-8]. Отын жинағында натрийдің қайнауын қамтамасыз ету үшін  $10^9$  Вт/м<sup>3</sup> көлемдік ішкі энергияның бөлінуі көрсетілген. Бұл энергияның бөлінуі ЭҚ отын жинағында нақты тәжірибелер кезінде жүзеге асырылады [9]. ЭҚ-да натрийдің енгізілуі модельдеу басталғаннан кейін 3 секундтан кейін тоқтатылады, бұл отын жинағы мен натрий температурасының жоғарылауына әкеледі.

### Есептеу нәтижелері



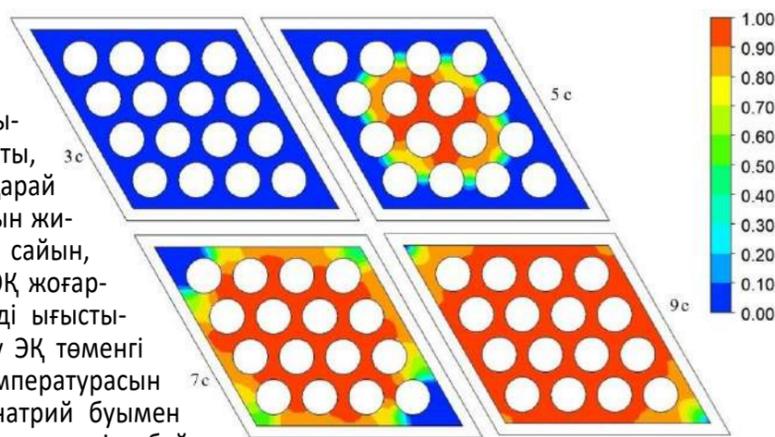
Сурет 2 – Отын жинағының температурасын бөлу

ЭҚ жылу күйін есептеу сұйық натрийдің көлемдік үлесінің және оның буының әртүрлі уақыт мәндері үшін таралуын көрсетті. ЭҚ ішіндегі температураның таралуы да алынды (2-сурет). Есептеу кезінде натрий беру 3 секундта тоқтатылды.

ЭҚ натрий температурасы айналым 3,0 с-та тоқтағаннан кейін тез көтеріле бастайды, ал 3,9 с-та натрий қайнау температурасына жетеді. 4,0 с-та газ тәрізді натрийдің бірінші фракциясы түзіле бастайды. 3-суретте отын жинағының

көлденең қимасындағы газ тәрізді натрий фракциясының таралуы көрсетілген.

Пайда болған натрий фракциясы, тығыздығының төмендігіне байланысты, реактор өзегінің жоғарғы бөлігіне қарай жылжи отырып, оны тастап кетеді. Отын жинағының температурасы жоғарылаған сайын, газ тәрізді натрийдің көлемі артады, ЭҚ жоғарғы бөлігін толтырады, сұйық натрийді ығыстырады. Отын жинағынан шыққан жылу ЭҚ төменгі бөлігіне ауысып, сұйық натрийдің температурасын арттырады. Отын аралық кеңістікті натрий буымен толтыру жылу беру коэффициентінің төмендеуіне байланысты отын жинағының температурасының жоғарылауына әкеледі.



Сурет 3 – Отын жинағының көлденең қимасындағы газ тәрізді натрий фракциясының таралуы

### Қорытынды

Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығының қызметкерлері пайдаланатын лицензияланған ANSYS FLUENT бағдарламалық жасақтамасы көп фазалы ағындарды модельдеуге арналған есептеу әдістерін қамтиды. Олардың ішінде VOLUME OF FLUID әдісі натрий қайнатуын модельдеу үшін қолданылады.

VOLUME OF FLUID есептеу әдісін қолдану натрий булануының айқын динамикалық көрінісін алуға мүмкіндік береді, ол типтік электр станцияларының мысалдарын қолдана отырып көрсетілген.

Есептеу нәтижелері ИГР реакторының тәжірибелік құрылғылары үшін натрийдің қайнауын модельдеудің орындылығын көрсетеді. Алынған газ тәрізді натрий сұйық натрийді ығыстырып, ЭҚ бос орынды толтырады. Өз кезегінде, реактордағы сұйық натрий мөлшерінің төмендеуі оның компоненттерінің температурасының күрт жоғарылауына әкеледі. Сондықтан, тәжірибе кезінде натрийдің жылулық күйін дәл бағалау реакторды іске қосудың қауіпсіз жүргізілуін талдауда маңызды рөл атқарады.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасының Атом энергиясы жөніндегі агенттігі BR24792713 «Қазақстан Республикасында ядролық энергетиканы дамыту» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында қаржыландырды.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Batyrbekov E. et al. Experimental opportunities and main results of the impulse graphite reactor use for research in safety area //Annals of Nuclear Energy. – 2023. – Т. 182. – С. 109582.
2. Батырбеков Э.Г., Скаков М.К., Витюк В.А., Бакланов В.В., Вурим А.Д., Пахниц А.В., Камияма К., Мацуба К. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПОДДЕРЖКУ БЕЗОПАСНОСТИ РЕАКТОРОВ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ С НАТРИЕВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ. Вестник НЯЦ РК. 2018; (3): 117-121. <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2018-3-117-121>.
3. Vanderhaegen M., Belguet A. L. A review on sodium boiling phenomena in reactor systems //Nuclear Science and Engineering. – 2014. – Т. 176. – №. 2. – С. 115-137.
4. Bodi J., Ponomarev A., Mikityuk K. Analysis of sodium boiling initiated by unprotected loss of flow in European sodium fast reactor core with different subassembly designs //Nuclear Engineering and Design. – 2022. – Т. 399. – С. 112014.
5. Wang D., Ma Y., Hong F. Three-dimensional CFD simulation of geyser boiling in high-temperature sodium heat pipe //Nuclear Engineering and Technology. – 2024. – Т. 56. – №. 6. – С. 2029-2038..
6. International Atomic Energy Agency. Thermophysical Properties of Materials for Nuclear Engineering: A Tutorial and Collection of Data. – 2008.
7. Haynes W. M. CRC handbook of chemistry and physics, (Internet Version 2011) //Taylor Francis Group: Boca Raton, FL. – 2011.
8. Чиркин, В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники / В.С. Чиркин. – М.: Атомиздат, 1968.– 121–128, 291–294, 237–239 с.
9. Батырбеков Э.Г., Вурим А.Д., Гайдайчук В.А., Витюк В.А. Импульсный графитовый реактор: опыт эксплуатации и применения для испытаний твэлов и ТВС.- ООИ «Ишим», 2023.- 208 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КИПЕНИЯ НАТРИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ РЕАКТОРА ИГР

Кабыдлқақов Е.А., Сураев А.С., Витюк Г.А.  
Филиал "Институт Атомной Энергии" РГП НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан

В работе проводится моделирование кипения натрия в типовых реакторных экспериментальных устройствах (ЭУ) импульсно графитового реактора. Моделирование проводится на программе ANSYS FLUENT, с использованием метода VOLUME OF FLUID. Результаты работы показывают, что функциональные возможности программы ANSYS FLUENT позволяют проводить моделирование кипения натрия в условиях реакторного облучения. Получена динамическая картина парообразования натрия в объеме ЭУ.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время продолжается интенсивное развитие технологии быстрых реакторов с натриевым теплоносителем. Этот тип реактора является одним из перспективных направлений разработок энергетических реакторов Поколения IV, которые будут характеризоваться, в первую очередь, повышенной безопасностью. В этой связи, на современном этапе важной и актуальной задачей является расширение имеющейся экспериментальной базы данных по тяжелым авариям применительно к разрабатываемым проектам реакторов, отличающихся размерно-материальными характеристиками активной зоны. Результаты экспериментальных исследований используются для верификации современных расчетных кодов, используемых при анализе безопасности проектов. Помимо этого, полученные данные позволят выявить отличительные (от ранее изученных) особенности параметров процессов разрушения теплоделяющего элемента (ТВЭЛ) и теплоделяющих сборок (ТВС) в ходе тяжелой аварии [1]. Исследовательский импульсный графитовый реактор (ИГР) благодаря своим нейтронно-физическим характеристикам позволяет получать экспериментальные данные по тяжелым авариям в ядерных реакторах на быстрых нейтронах [2]. На реакторе проводились и проводятся опыты на экспериментальных устройствах (ЭУ), содержащих натрий. При моделировании теплового состояния ЭУ необходимо в явном виде учитывать процесс

## MODELING OF SODIUM BOILING IN EXPERIMENTAL DEVICES OF THE IGR REACTOR

Kabydlkakov E.A., Suraev A.S., Vityuk G.A.  
Branch "Institute of Atomic Energy," RSE NNC RK,  
Kurchatov, Kazakhstan

This work presents modeling of sodium boiling in typical reactor experimental devices (EDs) of the Impulse Graphite Reactor (IGR). The simulations are performed using the ANSYS FLUENT software with the Volume of Fluid (VOF) method. The results demonstrate that the functional capabilities of ANSYS FLUENT make it possible to model sodium boiling under reactor irradiation conditions. A dynamic picture of sodium vapor formation within the volume of the experimental device is obtained.

### INTRODUCTION

At present, the technology of fast reactors with sodium coolant continues to develop intensively. This reactor type is considered one of the promising directions for Generation IV power reactors, which are expected to be characterized primarily by enhanced safety. In this regard, an important and relevant task at the current stage is the expansion of the existing experimental database on severe accidents as applied to the reactor projects under development, which differ in the dimensional and material characteristics of the core. The results of experimental studies are used to verify modern computational codes employed in safety analyses. In addition, the obtained data make it possible to identify distinctive (relative to previously studied) features of the parameters of fuel pin and fuel assembly degradation processes during a severe accident [1]. The research impulse graphite reactor (IGR), owing to its neutron-physical characteristics, enables the acquisition of experimental data on severe accidents in fast neutron nuclear reactors [2]. Experiments have been and continue to be conducted at the reactor using experimental devices containing sodium. When modeling the thermal state of an experimental device, it is necessary to explicitly account for the sodium boiling process during a reactor experiment in order to obtain the most reliable results. The problem of modeling sodium boiling is re-

levant not only for reactor experimental devices, but also for boiling phenomena in the cores of fast neutron reactors themselves. The need for computational analysis of nonstationary sodium boiling processes in the reactor core arises primarily in the context of safety justification and in the development of monitoring and control systems intended to detect emergency sodium boiling in fuel assemblies and to generate reactor protection signals. Within the technical safety justification of modern fast reactors, both design-basis and beyond-design-basis accidents are considered, including those caused by various blockages of the coolant flow area in fuel assemblies of the core, beyond-design-basis accidents accompanied by loss of power supply to the main circulation pumps and simultaneous failures of emergency shutdown absorber rods, as well as the ingress of moderating substances into the core [3].

To model sodium boiling, both dedicated computer codes [3] and widely used CFD software packages such as ANSYS FLUENT are employed [4–5]. In this work, methodological computational studies of the sodium boiling process are carried out using the ANSYS FLUENT module. These studies will serve as a basis for developing a methodology to assess the thermal state of a reactor experimental device, taking into account the sodium boiling process.

### Functional Capabilities of ANSYS FLUENT for Multiphase Flow Modeling

ANSYS FLUENT is specialized software for the numerical simulation of fluid and gas flows (CFD, Computational Fluid Dynamics), as well as related processes such as heat transfer, chemical reactions, combustion, turbulence, multiphase flows, and other complex physical phenomena.

In Refs. [4–5], sodium boiling is modeled using ANSYS FLUENT. In Ref. [4], the evaporation-condensation process of sodium in a heat pipe is simulated. A heat pipe is a passive heat-transfer device based on the *evaporation-condensation* phase-change principle. That study employs the VOF (Volume of Fluid) method together with the *evaporation-condensation* model. In Ref. [5], sodium boiling in a two-dimensional heated tube is modeled using the *Eulerian* approach and the RPI model. The simulations demonstrate pulsating sodium boiling characterized by periodic bubble nucleation, growth, and collapse.

ANSYS FLUENT provides a variety of computational approaches for modeling multiphase flows. A multi-phase flow is a flow consisting of two or more

кипения натрия во время реакторного эксперимента для получения наиболее достоверных результатов. Проблема моделирования кипения натрия является актуальной не только с точки зрения реакторных экспериментальных устройств, но и с точки зрения кипения в самих активных зонах реактора на быстрых нейтронах. Необходимость расчетного анализа нестационарных процессов кипения натрия в активной зоне реактора возникает, прежде всего, при обосновании его безопасности, при разработке систем контроля и управления, предназначенных для обнаружения аварийного вскипания натрия в ТВС и формирования сигнала аварийной защиты. В составе технического обоснования безопасности современных быстрых реакторов рассматриваются проектные и запроектные аварии, обусловленные различными блокировками проходного сечения ТВС активной зоны, запроектные аварии, сопровождающиеся нарушениями энергоснабжения главных циркуляционных насосов и одновременными отказами поглощающих стержней аварийной защиты, попаданиями замедляющих веществ в активную зону [3]. Для моделирования кипения натрия применяются как отдельные программные коды [3], так и широко распространённые программные пакеты для CFD моделирования, такие ANSYS FLUENT [4–5]. В данной работе проводится методические расчетные исследования процесса кипения натрия в программном модуле ANSYS FLUENT. Данные исследования послужат основой для разработки методики оценки теплового состояния реакторного экспериментального устройства, с учетом процесса кипения натрия.

### Функциональные возможности программы ANSYS FLUENT для моделирования многофазных течений

ANSYS FLUENT – это специализированное программное обеспечение для численного моделирования течений жидкостей и газов (CFD, Computational Fluid Dynamics), а также связанных с ними процессов теплопередачи, химических реакций, горения, турбулентности, многофазных потоков и других сложных физических явлений.

В работах [4–5] проводится моделирование кипения натрия с использованием программы ANSYS FLUENT. В работе [4] проводится моделирование процесса испарения-конденсации натрия в тепловой трубе – это пассивное устройство теплообмена, основанное на принци-

пе фазового перехода *испарение-конденсация*. В данной работе используется расчетный метод VOF, с использованием модели *evaporation-condensation* (испарения-конденсация). В работе же [5] проводится моделирование кипения натрия в двухмерной трубе, которая подвергается нагреву с использованием метода *Eulerian* и модели RPI. В данном моделировании наблюдается пульсирующее кипение натрия, при котором происходит периодическое образование, рост и схлопывание пузырьков.

В программе ANSYS FLUENT существует множество расчетных методов предназначенных для расчета многофазных течений. Многофазное течение – это обычное течение жидкости, состоящие из двух или более отдельных фаз одновременно протекающие в среде, масштаб фаз течения должны быть всегда больше молекулярного. Данные течения существуют в множестве различных форм. Примерами многофазных течения являются селевой грязевой поток, пароводяная смесь, транспортная пульпа и т.д.

Кипение следует рассматривать как газожидкостное течение. Течения со свободной поверхностью характеризуются наличием четко выраженных границ между газовыми и жидкостными течениями и обе фазы рассматриваются как непрерывными.

В программе ANSYS FLUENT существуют следующие виды моделирования многофазных течений:

- *Volume of fluid* (Метод объема жидкости);
- *Mixture* (Модель смеси);
- *Eulerian* (Модель Эйлера);
- *Wet Steam* (Модель влажного пара).

Метод VOF, является наиболее популярным для моделирования многофазных течений, позволяет моделировать две или более несмешивающиеся жидкости, решая единый набор уравнений импульса и отслеживая объемную долю каждой из жидкостей по всей области.

$$p = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot p_i$$

Где:  $p_i$  – плотность  $i$ -ой фракции,  
 $n$  – количество фракций.

Для каждой дополнительной фазы, которую вы добавляете в свою модель, вводится переменная: объемная доля фазы в вычислительной ячейке. В каждом контрольном объеме доли объема всех фаз суммируются в единицу. Если долю объема  $q$ -ой фракции в ячейке обозначить как  $\alpha_q$ , то при расчете возможны три состояния:

distinct phases that simultaneously move within a medium, where the characteristic phase length scales are much larger than molecular scales. Such flows occur in many forms; examples include debris (mud) flows, steam-water mixtures, slurry transport, and others.

Boiling should be treated as a gas-liquid flow. Free-surface flows are characterized by clearly defined interfaces between the gas and liquid phases, with both phases considered as continuous media.

The following multiphase flow modeling approaches are available in ANSYS FLUENT:

- *Volume of Fluid (VOF) method*;
- *Mixture model*;
- *Eulerian model*;
- *Wet Steam model*.

The VOF method is the most widely used approach for multiphase flow simulations. It enables modeling of two or more immiscible fluids by solving a single set of momentum equations and tracking the volume fraction of each phase throughout the computational domain.

For each additional phase included in the model, a variable representing the phase volume fraction in a computational cell is introduced. In each control volume, the sum of the volume fractions of all phases equals unity. If the volume fraction of the  $q$ -th phase in a cell is denoted as  $\alpha_q$ , three possible states can occur:

- $\alpha_q = 0$ : the  $q$ -th phase is absent in the cell;
- $\alpha_q = 1$ : the cell is completely filled with the  $q$ -th phase;
- $0 < \alpha_q < 1$ : the cell is partially filled with the  $q$ -th phase;
- The material properties are computed accordingly.

The thermophysical properties used in the continuity and momentum equations are evaluated by accounting for the volume fraction of each phase

where  $p_i$  is the density of the  $i$ -th phase and  $n$  is the number of phases.

within a computational cell. For example, the density in a cell is calculated as:

Accurate application of the VOF model requires a high-quality computational mesh and an appropriately selected advection scheme to precisely approximate scalar transport and to avoid numerical diffusion.

- $\alpha_q = 0$  – в элементе  $q$ -ая фракция отсутствует;
- $\alpha_q = 1$  – элемент заполнен  $q$ -ой фракцией;
- $0 < \alpha_q < 1$  – конечный элемент частично заполнен жидкостью  $q$ -ой фракции;
- свойства вычисляются аналогично.

Используемые в уравнениях неразрывности и движения теплофизические свойства жидкости определяются с учетом объемной доли каждой из фракций в расчетном элементе. Например, плотность в элементе вычисляется по формуле:

Для модели VOF требуется качественная сетка и правильно подобранная схема адвекции для того, чтобы точно аппроксимировать перенос скалярной функции и избежать численной диффузии.

### Построение расчетной модели

Большинство ЭУ испытываемых на реакторе ИГР, имеют ТВС, различные защитные стальные конструкции, центральную сливную трубу, ловушку расплава, теплоизоляцию.

Во время реакторного эксперимента образуется расплава ТВС, который сливается во внутреннюю сливную трубу и перемещается в так называемую ловушку, которые заполнены жидким натрием, тем самым повторяя процесс выведения расплава топлива из активной зоны ядерного реактора с натриевым теплоносителем.

Также следует рассматривать эксперименты с подачей натриевого теплоносителя в ТВС ЭУ. Данные условия повторяют работу активной зоны реактора на быстрых нейтронах. Подобные реакторные эксперименты опасны с точки зрения возникновения внештатных аварийных ситуации, при которых, естественно, имеется вероятность выкипания натрия. В данной работе будет модель типового экспериментального устройства, представляющая собой кассету ТВС быстрого реактора с натриевым охлаждением (рисунок 1).

После построения геометрической модели, в программном модуле Meshing осуществляется построение конечно-объемные модели (сетки) ЭУ. Сетка модели состоит из 611 100 элементов.

### Условия расчета

В модели ЭУ имеется ТВС, который охлаждается подачей натрия. Массовый расход натрия задан равным 1,6 кг/с. Теплофизические свойства материалов заданы согласно литературе [6-8]. Для обеспечения кипения натрия в ТВС задано объемное внутреннее энерговыделение равное 109 Вт/м<sup>3</sup>. Данное энерговыделение достигается в топливе ТВС ЭУ во время реальных экспериментов [9]. По-

### Development of the Computational Model

Most experimental devices (EDs) tested at the IGR reactor include a fuel assembly (FA), various protective steel structures, a central drain tube, a melt trap, and thermal insulation.

During a reactor experiment, a melt of the fuel assembly is formed, which drains into the internal drain tube and is transported to the so-called melt trap filled with liquid sodium. This process reproduces the removal of molten fuel from the core of a sodium-cooled nuclear reactor.

Experiments involving the supply of sodium coolant to the fuel assembly of the experimental device should also be considered. These conditions simulate the operation of the core of a fast neutron reactor. Such reactor experiments are potentially hazardous due to the possibility of abnormal or emergency situations, in which sodium boiling may occur. In this work, a model of a typical experimental device is considered, representing a fuel assembly cassette of a sodium-cooled fast reactor (Figure 1).

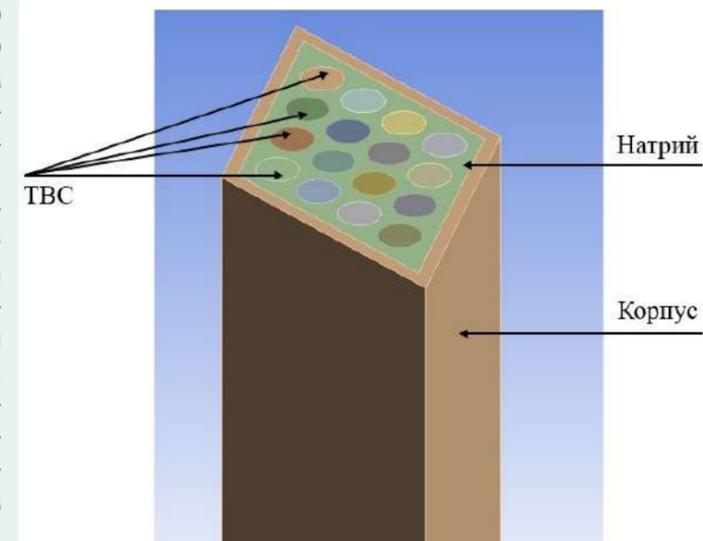


Рисунок 1 – Модель типового ЭУ с натриевым охлаждением / Figure 1. Model of a typical sodium-cooled experimental device

After constructing the geometric model, a finite-volume computational mesh of the experimental device is generated using the Meshing module. The mesh consists of 611,100 elements.

### Calculation Conditions

The experimental device model includes a fuel assembly cooled by a sodium flow. The sodium mass flow rate is set to 1.6 kg/s. The thermo-physical properties of the materials are specified

дача натрия в ЭУ останавливается после 3 с от начала расчета, что приводит в росту температуры ТВС и натрия.

### Результаты расчета

В результате расчета теплового состояния ЭУ получены распределения объемной фракции жидкого натрия и его пара для различных значений времени. Также получены распределения температуры в

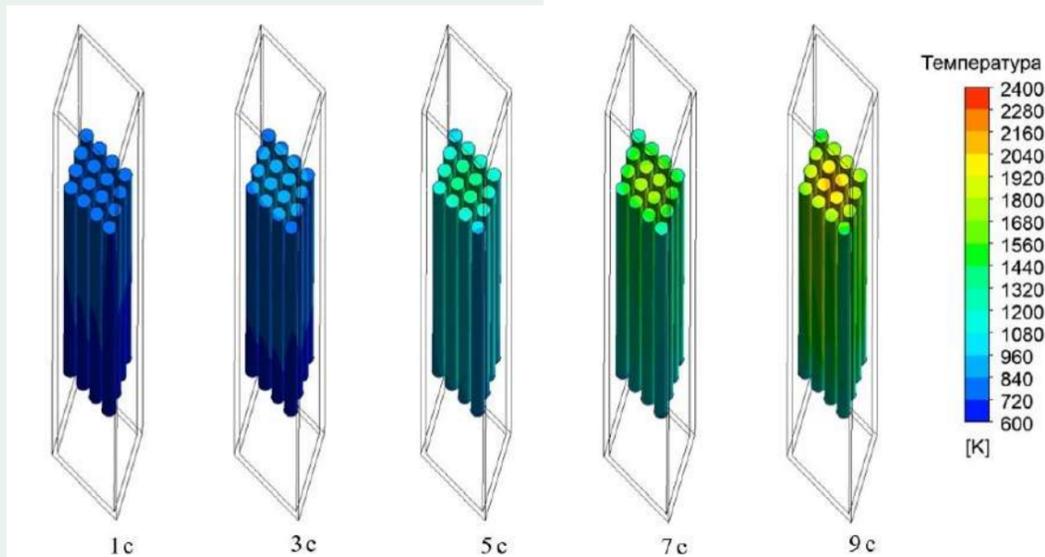


Рисунок 2 – распределения температуры ТВС / Figure 2. Temperature distribution in the fuel assembly

ЭУ (рисунок 2). При проведении расчета подача натрия останавливалась при 3 с.

Температура натрия в ЭУ начинает быстрый рост после остановки циркуляции при 3,0 с, и при 3.9 натрий достигает температуры кипения. При 4,0

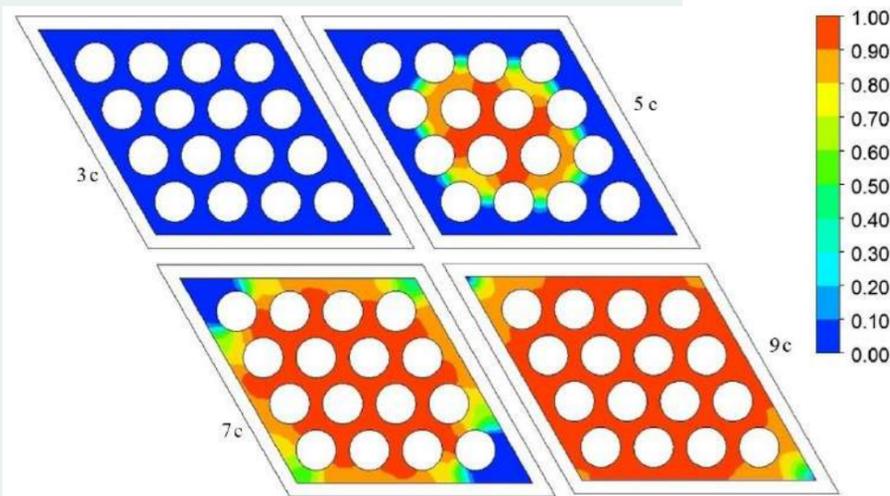


Рисунок 3 – распределения фракции газообразного натрия в поперечном сечении ТВС / Figure 3. Distribution of the gaseous sodium volume fraction in a cross section of the fuel assembly

according to the literature [6–8]. To ensure sodium boiling in the fuel assembly, a volumetric internal heat generation rate of  $1 \times 10^9$  W/m<sup>3</sup> is imposed. This level of heat generation is achieved in the fuel of the experimental device fuel assembly during real experiments [9]. The sodium supply to the experimental device is stopped 3 s after the start of the simulation, which leads to an increase in the temperature of both the fuel assembly and the sodium.

### Results of the Calculations

As a result of the thermal-state calculations of the experimental device (ED), distributions of the volume fractions of liquid sodium and sodium vapor were obtained for different time instants. Temperature distributions within the ED were also determined (Figure 2). During the simulation, the sodium supply was stopped at  $t = 3$  s.

After the circulation is stopped at  $t = 3.0$  s, the sodium temperature in the ED begins to rise rapidly, and by  $t = 3.9$  s sodium reaches its boiling temperature. At  $t = 4.0$  s, the first fraction of gaseous sodium starts to form. Figure 3 shows the distributions of the gaseous sodium volume fraction in a cross section of the fuel assembly.

The formed gaseous sodium

начинает образовываться первая фракция газообразного натрия. На рисунке 3 представлены распределения фракции газообразного натрия в поперечном сечении ТВС.

Образующая фракция натрия, из-за своей более низкой плотности перемещается в верхнюю часть ЭУ покидая ее. По мере роста температуры ТВС объем газообразного натрия увеличивается, заполняя верхнюю часть ЭУ, вытесняя жидкий натрий. Тепло от ТВС передается в нижнюю часть ЭУ, увеличивая температуры жидкого натрия. Заполнения парами натрия межтвэльного пространство ведет к росту температуры ТВС, из-за более низкого коэффициента теплоотдачи.

### Выводы

Используемая сотрудниками Национального Ядерного Центра Республики Казахстан лицензионное программное обеспечение ANSYS FLUENT располагает расчетными методами, предназначенными для моделирования многофазных течений. Из них метод VOLUME OF FLUID применим для моделирования процесса кипения натрия.

Применение расчетного метода VOLUME OF FLUID с позволяет получить явную динамическую картину парообразования натрия, что показано на примерах типовых ЭУ.

Результаты расчета показывают, что имеется возможность моделировать кипение натрия для моделей экспериментальных устройств реактора ИГР. Образующийся газообразный натрий вытесняет жидкий натрий, заполняя пустое пространство в ЭУ, в свою очередь, снижение количества жидкого натрия в ЭУ, приводит к резкому повышению температуры его элементов. Следовательно правильная оценка теплового состояния натрия во время эксперимента играет ключевую роль для анализа безопасного проведения реакторного пуска.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства энергетики Республики Казахстан по теме BR24792713 «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Batyrbekov E. et al. Experimental opportunities and main results of the impulse graphite reactor use for research in safety area // Annals of Nuclear Energy. – 2023. – Т. 182. – С. 109582.
2. Батырбеков Э.Г., Скаков М.К., Витюк В.А., Бакланов В.В., Вурим А.Д., Пахниц А.В., Камияма К., Мацуба К. Экспериментальные исследования в поддержку безопасности реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.

fraction, due to its lower density, moves to the upper part of the ED and leaves it. As the fuel assembly temperature increases, the volume of gaseous sodium grows, filling the upper part of the ED and displacing liquid sodium. Heat from the fuel assembly is transferred to the lower part of the ED, increasing the temperature of the liquid sodium. Filling of the inter-fuel-pin space with sodium vapor leads to an increase in the fuel assembly temperature due to the lower heat-transfer coefficient.

### Conclusions

The licensed ANSYS FLUENT software used by the staff of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan provides computational methods intended for modeling multiphase flows. Among these methods, the Volume of Fluid (VOF) approach is applicable for simulating the sodium boiling process. The application of the VOF method makes it possible to obtain an explicit dynamic picture of sodium vapor formation, as demonstrated using typical experimental devices.

The calculation results show that sodium boiling can be simulated for models of experimental devices of the IGR reactor. The generated gaseous sodium displaces liquid sodium, filling the free volume of the ED; in turn, the reduction in the amount of liquid sodium in the ED leads to a sharp increase in the temperature of its components. Therefore, an accurate assessment of the thermal state of sodium during an experiment plays a key role in the safety analysis of reactor startup.

This work was carried out with financial support from the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan under Project BR24792713 “Development of Nuclear Power Engineering in the Republic of Kazakhstan.”

### REFERENCES

1. Batyrbekov E. et al. Experimental opportunities and main results of the use of the impulse graphite reactor for safety research // Annals of Nuclear Energy. 2023. Vol. 182. P. 109582.
2. Batyrbekov E.G., Skakov M.K., Vityuk V.A., Baklanov V.V., Vurim A.D., Pakhnits A.V., Kamiyama K., Matsuba K. Experimental studies in support of the safety of sodium-cooled fast neutron reactors // Bulletin of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan. 2018; (3): 117–121. <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2018-3-117-121>.
3. Vanderhaegen M., Belguet A.L. A review on sodium boiling phenomena in reactor systems // Nuclear

Вестник НЯЦ РК. 2018; (3): 117-121. <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2018-3-117-121>.

- Vanderhaegen M., Belguet A. L. A review on sodium boiling phenomena in reactor systems // Nuclear Science and Engineering. – 2014. – Т. 176. – №. 2. – С. 115-137.
- Bodi J., Ponomarev A., Mikityuk K. Analysis of sodium boiling initiated by unprotected loss of flow in European sodium fast reactor core with different subassembly designs // Nuclear Engineering and Design. – 2022. – Т. 399. – С. 112014.
- Wang D., Ma Y., Hong F. Three-dimensional CFD simulation of geysier boiling in high-temperature sodium heat pipe // Nuclear Engineering and Technology. – 2024. – Т. 56. – №. 6. – С. 2029-2038..
- International Atomic Energy Agency. Thermophysical Properties of Materials for Nuclear Engineering: A Tutorial and Collection of Data. – 2008.
- Haynes W. M. CRC handbook of chemistry and physics, (Internet Version 2011) // Taylor Francis Group: Boca Raton, FL. – 2011.
- Чиркин, В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники / В.С. Чиркин. – М.: Атомиздат, 1968.– 121–128, 291–294, 237–239 с.
- Батырбеков Э.Г., Вурим А.Д., Гайдайчук В.А., Витюк В.А. Импульсный графитовый реактор: опыт эксплуатации и применения для испытанием твэлов и ТВС.- ООИ «Ишим», 2023.- 208 с.

- Science and Engineering. 2014. Vol. 176, No. 2. P. 115–137.
- Bodi J., Ponomarev A., Mikityuk K. Analysis of sodium boiling initiated by unprotected loss of flow in the European sodium fast reactor core with different subassembly designs // Nuclear Engineering and Design. 2022. Vol. 399. P. 112014.
- Wang D., Ma Y., Hong F. Three-dimensional CFD simulation of geysier boiling in a high-temperature sodium heat pipe // Nuclear Engineering and Technology. 2024. Vol. 56, No. 6. P. 2029–2038.
- International Atomic Energy Agency. Thermophysical Properties of Materials for Nuclear Engineering: A Tutorial and Collection of Data. 2008.
- Haynes W.M. CRC Handbook of Chemistry and Physics (Internet Version 2011). Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, 2011.
- Chirkin V.S. Thermophysical Properties of Materials for Nuclear Engineering. Moscow: Atomizdat, 1968. P. 121–128, 291–294, 237–239.
- Batyrbekov E.G., Vurim A.D., Gaidachuk V.A., Vityuk V.A. Impulse Graphite Reactor: Operating Experience and Applications for Testing Fuel Elements and Fuel Assemblies. Ishim OOI, 2023. 208 p.

## ОҚД БОЛАТТАРЫНДА ТЫҒЫЗ НАНОДИСПЕРСТІ ҚҰРЫЛЫМДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ҮШІН ҰШҚЫН ПЛАЗМАЛЫҚ КҮЙДІРУ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Ерыгина Л.А.

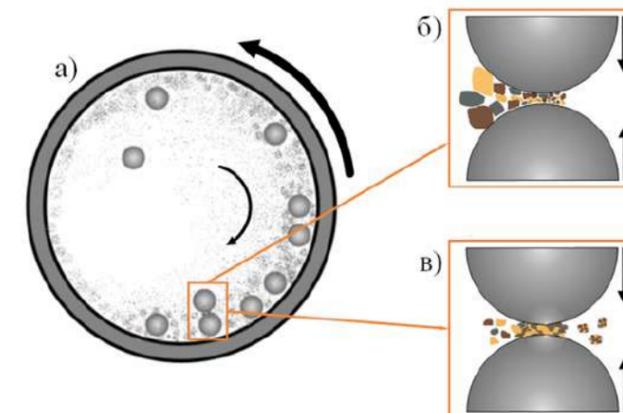
ҚР ҰЯО РМК «Атом энергиясы институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан

Оксид бөлшектерімен күшейтілген дисперсия (ОҚД) қазіргі уақытта келесі буын ядролық энергетикалық материалдар үшін негізгі сала болып табылады: нанодисперсті оксидтер құрылымды тұрақтандырады, ақауларды байланыстырады және жоғары температура мен сәулелену дозаларында сырғып кету мен ісінуудің алдын алады. Ток бөлшектер аралық байланыстар арқылы өтетін жерде ұшқынды плазмалық күйдіруді (ҰПК) қолдану жоғары жылдамдықты қыздыруды, қысқа ұстау уақытын және бақыланатын қысымды қамтамасыз етеді, бұл дәннің өсуін және дисперсті оксидтердің коагуляциясын азайтады. Бұл дәстүрлі ұнтақ металлургиясының шектеулерін өтейді, мұнда ұзақ термиялық өңдеу сөзсіз нығайту фазаларының кедір-бұдырлануына және олардың функционалдық тиімділігінің жоғалуына әкеледі.

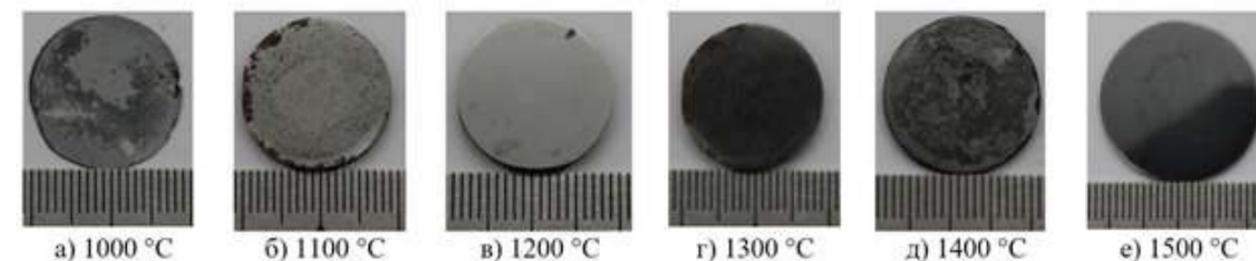
Бұл мақалада зерттелген ұнтақ композиттері мақсатты оксидтік қосындылары бар ферриттік-мартенситті болаттар. Негізгі құрам келесі массалық үлестермен көрсетілген: Fe-83, Cr-13, Ni-1.0, Ti-1.0, Si-0.5, V-0.1, Nb-0.5, C-0.5 және  $Y_2O_3-0.4$ . Бұл құрам сәулеленуге және коррозияға төзімділігі перспективалы ДБК хром матрицасын білдіреді, ал нығайту фазасының төмен үлесі дұрыс ұйымдастырылған механикалық және термиялық өңдеу кезінде наноөлшемді таралудың пайда болуын қамтамасыз етеді.

Біз технологиялық реттілікпен екі кезеңді жүзеге асырдық:  $Y_2O_3$  енгізумен механосинтез (МС) және кейінгі ҰПК. МС бірнеше негізгі мәселелерді шешеді: бастапқы ұнтақ морфологиясын бұзу, бөлшектердің бетін белсендіру және компоненттердің ұсақ таралуын және оксид фазасының біртекті нанодисперсиясын жасау.

МС процесін параметрлік оңтайландыру (жылдамдық, ұзақтығы, шар мен ұнтақтың арақатынасы, беттік белсенді заттарды пайдалану) агломерацияны азайтуға, бөлшектердің пішінін тұрақтандыруға және кейіннен конденсациялау үшін ұнтақтың реактивтілігін арттыруға бағытталған. Параметрлердің үйлесімі — 350 айн/мин айналу жылдамдығы, 8 сағат өңдеу ұзақтығы, шар мен ұнтақтың арақатынасы 20:1, стеарин қышқылын 3-5 салм.% қосу, тиеу және түсіру кезінде аргон атмосферасы — легир-



Сурет 1. МС ұнтағының құрамының сызбасы (а), деформация және фрагментация деңгейі (б), дәнекерлеу деңгейі (в)

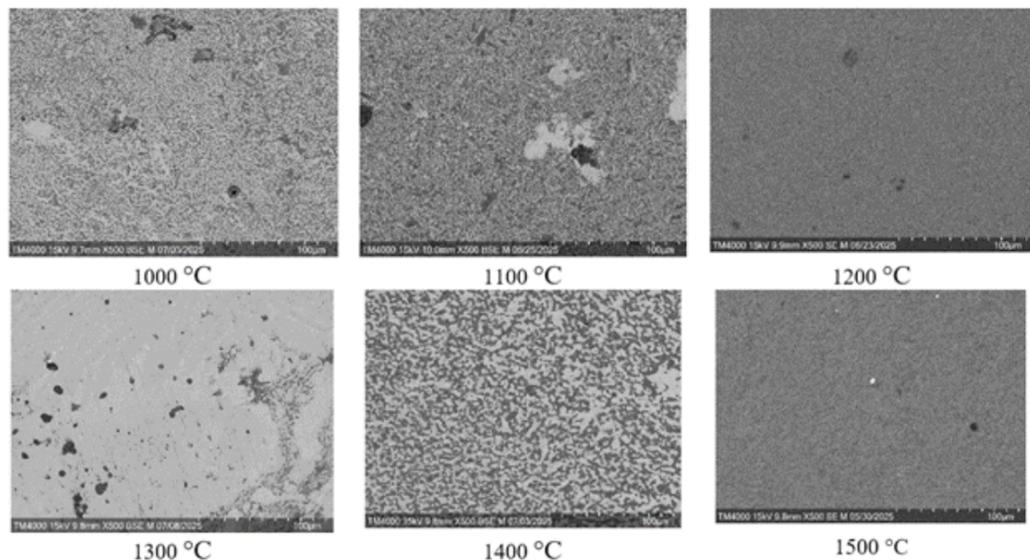


Сурет 2. Алынған үлгілердің сыртқы түрі

леу элементтері мен оксид фазасының біркелкі таралуы, минималды агломерация және кейінгі ҰПК кезінде жоғары реактивтілігі бар жоғары дисперсті ұнтақ құрамын қалыптастыру үшін оңтайлы деп анықталды. Стеарин қышқылын қосу бөлшектердің адгезиясын азайтып, суық дәнекерлеудің алдын алып, тар бөлшектердің мөлшерінің таралу қисығы бар ұнтақтың пайда болуын және дисперсияның жоғарылауын қамтамасыз еткендіктен маңызды болып шықты.

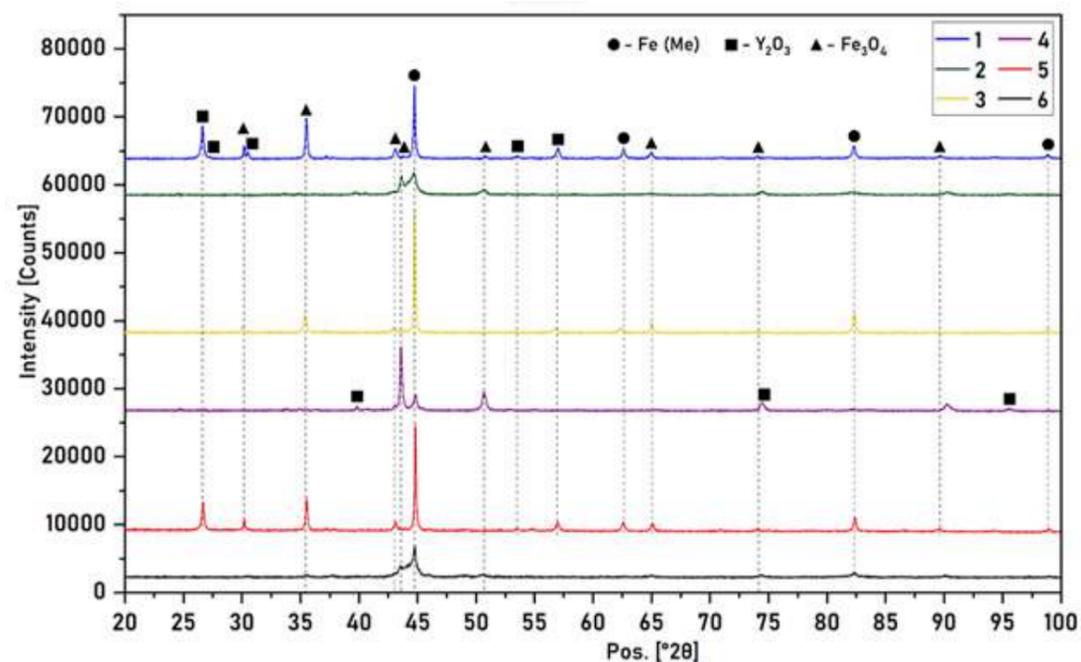
ҰПК-де тәжірибелік жұмыстар жүргізу кезінде келесі температура мәндері таңдалды: 1 000, 1 100, 1 200, 1 300, 1 400 және 1 500°C, қоршаған орта – вакуум.

1 000°C температурада толық емес тығыздалу байқалады: бөлшектер аралық тесіктер сақталады, монолитті құрылым пайда болмайды және үзілген түйіршікаралық байланыстар басым болады; жергілікті жерде ұсақ дисперсті оксид түзілімдері байқалады, бұл масса алмасудың жеткіліксіздігіне



Сурет 3. ОКД болат үлгілерінің микроқұрылымы

байланысты  $Y_2O_3$  агломерациясының немесе темірдің тотығуының бастапқы сатылары ретінде түсіндіріледі. Температура 1 100–1 300°C дейін көтерілген сайын кеуектілік төмендейді, бірақ қалдық жабық кеуектілік және гетерогенді диффузиялық байланыс сақталады; бұл ішінара күйдіру ре-



Сурет 4. Алынған үлгілердің дифракциялық заңдылықтары

жиміне сәйкес келеді және диффузиялық тығыздалу процестерінің белсендірілгенін, бірақ әлі аяқталмағанын көрсетеді.

1 400°C температурада тор ақауларының ең төменгі үлесі бар ең тығыз, құрылымдық біртекті матрица байқалады, дисперсті  $Y_2O_3$  оксид фазасының шекті мөлшері және темір оксидтерінің

ең төменгі мөлшері тіркелген, бұл масса алмасудың күшеюі мен күшейту фазаларының өсуін басу арасындағы тепе-теңдікке қол жеткізілгенін көрсетеді. Температураның одан әрі 1 500°C-қа дейін жоғарылауымен дисперсті фазаның ыдырауы басталады және  $Fe_3O_4$  үлесі артады. Сонымен қатар, қайта кристалдану процестері белсендіріледі, бұл дәндердің іріленуіне және құрылымдық біртектіліктің жоғалуына әкеледі.

Дифракциялық талдау деректеріне сәйкес, барлық үлгілерде ДБК торы бар  $\alpha$ -Fe негіздік матрицасы бар ( $a \approx 2.86-2.88 \text{ \AA}$ ), бұл феррит негізінің зерттелген термоэластикалық әсерлерге тұрақтылығын растайды. Матрицалық кристаллиттердің орташа өлшемі  $\sim 39-99 \text{ нм}$  диапазонында өзгереді, наноқұрылымды күйді сақтайды. Жеке температура нүктелері айқын фазалық ығысуларды көрсетеді: 1 000°C температурада матрица фазасы  $\sim 47\%$ -ға дейін төмендейді, ал  $Y_2O_3$  және  $Fe_3O_4$  үлесі артады; 1 200–1 300°C температурада  $Fe_3O_4$  айтарлықтай үлесімен ( $\sim 37-50\%$ -ға дейін) тұрақты үш фазалы күй пайда болады. 1 400°C температурада  $Y_2O_3$  максималды мөлшері мен минималды ақау параметрлеріне қол жеткізіледі, ал 1 500°C температурада  $Y_2O_3$  үлесі азаяды, ал  $Fe_3O_4$  үлесі артады, бұл оттегі диффузиясының жоғарылауы аясында дисперсті фазалардың термодинамикалық тұрақсыздығын көрсетеді.

Алынған нәтижелер ОКД болаттарында тығыз наноқұрылымды матрицаның сәтті қалыптасуы тек екі фактордың үйлесімі арқылы мүмкін екенін көрсетеді: МС сатысында қалыптасқан оңтайлы ұнтақ құрылымы және ҰПК параметрлерін дұрыс таңдау. Жоғары энергиялы МС ақаулардың жоғары дәрежесімен және элементтердің біркелкі таралуымен бастапқы күйді жасайды, бұл ұнтақ жүйесінің реактивтілігін арттырады және төмен температурада және қысқа ұстау уақытында жоғары тығыздыққа қол жеткізуге ықпал етеді. ҰПК, өз кезегінде, бөлшектер аралық байланыстарда диффузиялық тасымалдауды минималды уақытпен қамтамасыз етеді, осылайша оксид нанодисперсиясын тұрақтандырады және олардың кедір-бұдырлануына жол бермейді.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, феррит-мартенситті ОКД болаттары үшін оңтайлы ҰПК параметрі қысқа мерзімді әсер ету және вакуумдық ортамен 1 400°C температура екені анықталды. Бұл режим күшейту оксидтерінің максималды үлесін, матрица ақауларының минималды болуын және наноқұрылымды күйдің сақталуын қамтамасыз етеді.

Осылайша, жоғары энергиялы МС және жоғары жылдамдықты ҰПК үйлесімі жоғары температура мен радиациялық әсерге төзімді және төртінші буын ядролық энергетикалық жүйелердің құрылымдық материалдарына қойылатын талаптарға сай келетін тығыз, нанотұрақтандырылған құрылымды құрайды.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасының Атом энергиясы жөніндегі агенттігі BR24792713 «Қазақстан Республикасында ядролық энергетиканы дамыту» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында қаржыландырды.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛОТНОЙ НАНОДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ В ДУО-СТАЛЯХ

Ерыгина Л.А.

Филиал "Институт Атомной Энергии" РГП НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан

Дисперсионно упрочненные оксидными частицами (ДУО) стали в настоящее время представляют ключевое направление для материалов ядерной энергетики нового поколения: нанодисперсные оксиды стабилизируют субструктуру, связывают дефекты и препятствуют ползучести и набуханию при высоких температурах и дозах облучения. Использование искрового плазменного спекания (ИПС), где ток проходит через межчастичные контакты, обеспечивая высокоскоростной нагрев, краткие выдержки и заданное давление, что минимизирует рост зерна и коагуляцию дисперсных оксидов. Это компенсирует ограничения классической порошковой металлургии, где длительная термообработка неизбежно приводит к укрупнению упрочняющих фаз и потере их функциональной эффективности.

Исследуемые в данной работе порошковые композиции относятся к ферритно-мартенситным сталям с целевыми оксидными включениями. Базовый состав представлен массовыми долями: Fe-83, Cr-13, Ni-1,0, Ti-1,0, Si-0,5, V-0,1, Nb-0,5, C-0,5, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0,4. Такой состав предполагает хромистую ОЦК-матрицу с перспективной радиационно-коррозионной стойкостью, а низкая доля упрочняющей фазы обеспечивает возможность формирования наноразмерного распределения при правильно организованной механической и термической обработке.

В технологической последовательности нами были реализованы две стадии: механосинтез (МС) с вводом Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и последующее ИПС. МС решает несколько фундаментальных задач: разрушение исходной морфологии порошка, активацию поверхности частиц, формирование тонкого распределения компонентов и однородной нанодисперсии оксидной фазы.

Параметрическая оптимизация МС (скорость, длительность, соотношение шары/порошок, использование поверхностно-активных веществ) направлена на снижение агломерации, стабилизацию формы частиц и повышение реакционной способности порошка к последующей консолидации. Совокупность параметров скорость вращения – 350 об/мин, длительность обработки – 8 часов, соотношение массы шаров к порошку – 20:1, добавление стеариновой

## OPTIMIZATION OF SPARK PLASMA SINTERING PARAMETERS FOR THE FORMATION OF A DENSE NANODISPERSED STRUCTURE IN ODS STEELS

L. A. Yerygina

Branch "Institute of Atomic Energy," RSE NNC RK,  
Kurchatov, Kazakhstan

Oxide dispersion-strengthened (ODS) steels currently represent a key class of materials for next-generation nuclear energy systems. Nanoscale oxide particles stabilize the substructure, trap defects, and suppress creep and swelling under high temperatures and high irradiation doses. The use of spark plasma sintering (SPS), in which electric current passes through interparticle contacts, provides high heating rates, short dwell times, and controlled pressure, thereby minimizing grain growth and the coarsening of dispersed oxides. This approach compensates for the limitations of classical powder metallurgy, where prolonged heat treatment inevitably leads to the coarsening of strengthening phases and a loss of their functional efficiency.

The powder compositions investigated in this work belong to ferritic-martensitic steels with targeted oxide inclusions. The base composition (in wt.%) is: Fe-83, Cr-13, Ni-1,0, Ti-1,0, Si-0,5, V-0,1, Nb-0,5, C-0,5, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0,4. Such a composition implies a chromium-rich BCC matrix with promising radiation and corrosion resistance, while the low fraction of the strengthening phase enables the formation of a nanoscale distribution under properly designed mechanical and thermal processing.

The technological route implemented in this study comprised two stages: mechanical alloying (MA) with the addition of Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, followed by SPS. MA addresses several fundamental tasks, including the destruction of the initial powder morphology, activation of particle surfaces, formation of a fine distribution of components, and the development of a homogeneous nanodispersed oxide phase.

Parametric optimization of MA (rotation speed, milling time, ball-to-powder ratio, and the use of process control agents) was aimed at reducing agglomeration, stabilizing particle shape, and enhancing powder reactivity for subsequent consolidation. The following parameter set-rotation speed of 350 rpm, milling duration of 8 h, ball-to-powder mass ratio of 20:1, addition of stearic acid in an

кислоты в количестве 3-5 масс.%, атмосфера аргона при загрузке и выгрузке была определена как оптимальная для формирования высокодисперсной порошковой композиции с однородным распределением легирующих элементов и оксидной фазы, минимальной агломерацией и высокой реакционной способностью при последующем ИПС. Добавление стеариновой кислоты оказалось ключевым, поскольку оно снижало адгезию частиц, предотвращало холодную сварку и обеспечивало формирование порошка с более узкой гранулометрической кривой и повышенной дисперсностью.

amount of 3–5 wt.%, and an argon atmosphere during loading and unloading - was identified as optimal for producing a highly dispersed powder composition with a uniform distribution of alloying elements and the oxide phase, minimal agglomeration, and high reactivity during subsequent SPS. The addition of stearic acid proved to be critical, as it reduced particle adhesion, prevented cold welding, and enabled the formation of powders with a narrower particle size distribution and increased dispersity.

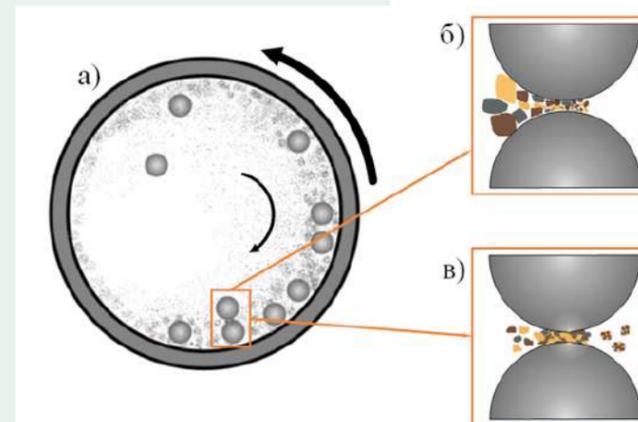


Рисунок 1. Схема МС порошковой композиции (а), стадия деформации и фрагментации (б), стадия сварки (в) / Figure 1. Schematic diagram of mechanical alloying of the powder composition: (a) MA scheme; (b) deformation and fragmentation stage; (c) welding stage.

При проведении экспериментальных работ по ИПС были выбраны следующие значения температуры: 1 000, 1 100, 1 200, 1 300, 1 400 и 1 500°C, среда – вакуум.

При температуре 1 000°C отмечено неполное уплотнение: сохраняются межчастичные поры, не формируется монолитная структура, доминируют разорванные межзеренные контакты; локально

During the SPS experiments, the following sintering temperatures were selected: 1 000, 1 100, 1 200, 1 300, 1 400, and 1 500°C; the processing environment was vacuum.

At 1 000°C, incomplete densification is observed: interparticle pores are retained, a monolithic structure is not formed, and discontinuous intergranular contacts dominate. Locally, finely dispersed oxide

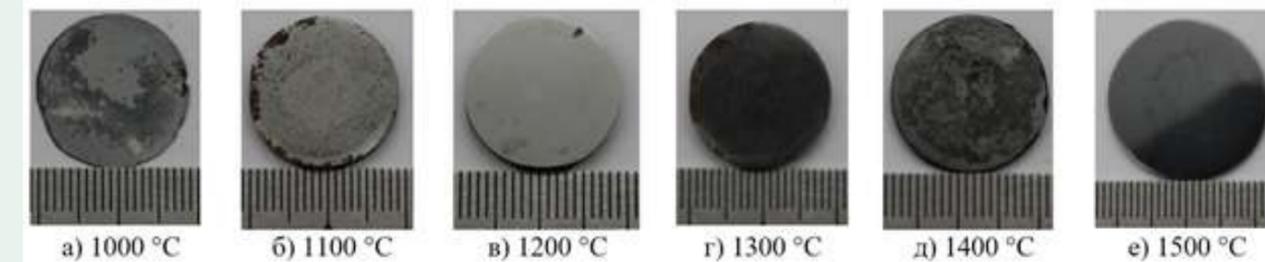


Рисунок 2. Внешний вид полученных образцов / Figure 2. Appearance of the obtained samples

фиксируются мелкодисперсные оксидные образования, что интерпретируется как начальные стадии агломерации Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> либо окисление железа при недостаточном массовом переносе. При повышении температуры до 1 100 – 1 300°C пористость снижается, однако сохраняется остаточная закрытая пористость

formations are detected, which can be interpreted as the initial stages of Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> agglomeration or iron oxidation under conditions of insufficient mass transport. As the temperature increases to 1 100–1 300°C, porosity decreases; however, residual closed porosity and nonuniform diffusion bonding remain. This behavior

и неоднородная диффузионная связь; что соответствует режиму частичного спекания и указывает на активизацию, но еще не завершенность процессов диффузионного уплотнения.

При температуре 1400°C наблюдается максимально плотная, структурно однородная матрица с наименьшей долей дефектов решетки, фиксируется пиковое содержание дисперсионной оксидной фазы  $Y_2O_3$  и минимизация оксидов железа, что указывает на достижение баланса между интенсификацией массопереноса и подавлением роста упрочняющих фаз. При дальнейшем повышении температуры до 1500°C начинается деградация дисперсионной фазы и растет вклад  $Fe_3O_4$ . Параллельно активируются процессы рекристаллизации с укрупнением зерна и утратой структурной однородности.

corresponds to a partial sintering regime and indicates the activation, but not yet completion, of diffusion-driven densification processes.

At 1400°C, a maximally dense and structurally homogeneous matrix with the lowest lattice defect fraction is formed. A peak content of the dispersed  $Y_2O_3$  oxide phase and a minimum amount of iron oxides are observed, indicating the achievement of an optimal balance between enhanced mass transport and suppression of strengthening phase coarsening. With a further increase in temperature to 1500°C, degradation of the dispersed phase begins and the contribution of  $Fe_3O_4$  increases. In parallel, recrystallization processes are activated, leading to grain coarsening and a loss of structural homogeneity.

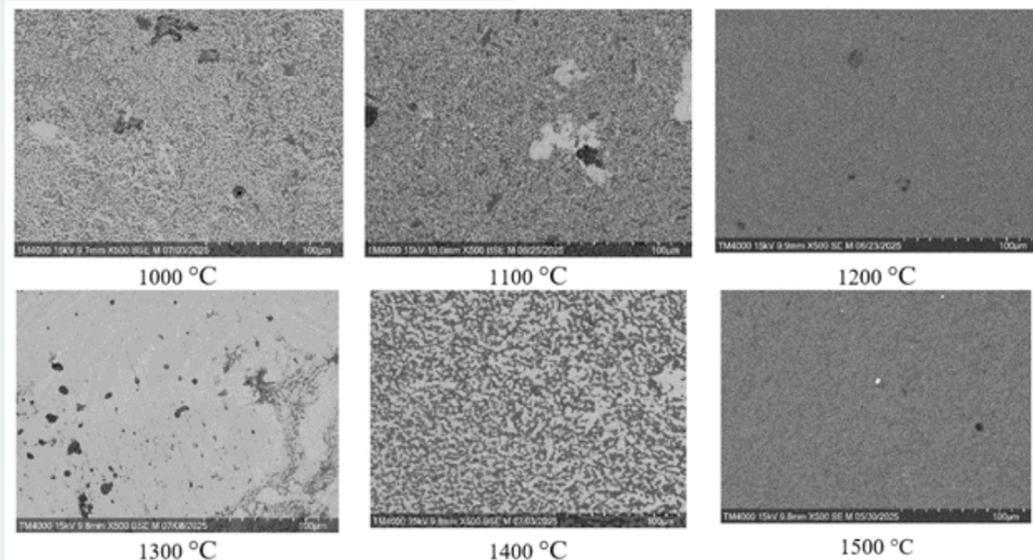


Рисунок 3. Микроструктура образцов ДУО стали / Figure 3. Microstructure of ODS steel samples

По данным дифракционного анализа во всех образцах базовая матрица  $\alpha$ -Fe с ОЦК-решеткой ( $a \approx 2,86$ – $2,88$  Å), что подтверждает устойчивость ферритной основы к исследованным термоупругим воздействиям. Средний размер кристаллитов матрицы варьирует в интервале  $\sim 39$ – $99$  нм, сохраняя наноструктурированное состояние. Отдельные температурные точки демонстрируют выраженные фазовые сдвиги: при 1000°C матричная фаза снижается до  $\sim 47\%$ , возрастает доля  $Y_2O_3$  и  $Fe_3O_4$ ; при 1200–1300°C возникает устойчивая трехфазность с существенной долей  $Fe_3O_4$  (до  $\sim 37$ – $50\%$ ). При температуре 1400°C достигается максимум содержания  $Y_2O_3$  и минимальные параметры дефектности, а при 1500°C доля  $Y_2O_3$  падает, а доля  $Fe_3O_4$  возрастает, что указывает на термодинамическую нестабильность дисперсных фаз на фоне усиленной диффузии кислорода.

Полученные результаты демонстрируют, что успешное формирование плотной наноструктури-

According to the diffraction analysis, all samples exhibit an  $\alpha$ -Fe matrix with a BCC lattice ( $a \approx 2.86$ – $2.88$  Å), confirming the stability of the ferritic matrix under the investigated thermo-mechanical conditions. The average crystallite size of the matrix varies in the range of  $\sim 39$ – $99$  nm, indicating the preservation of a nanostructured state.

Distinct phase transformations are observed at specific temperature points. At 1000°C, the fraction of the matrix phase decreases to  $\sim 47\%$ , accompanied by an increase in the fractions of  $Y_2O_3$  and  $Fe_3O_4$ . At 1200–1300°C, a stable three-phase state develops with a significant fraction of  $Fe_3O_4$  (up to  $\sim 37$ – $50\%$ ). At 1400°C, the maximum  $Y_2O_3$  content and minimal defect parameters are achieved, whereas at 1500°C the  $Y_2O_3$  fraction decreases and the  $Fe_3O_4$  fraction increases, indicating thermodynamic instability of the dispersed phases under conditions of enhanced oxygen diffusion.

рованной матрицы в ДУО-сталях возможно лишь при сочетании двух факторов: оптимальной структуры порошка, сформированной на стадии МС, и корректного выбора параметров ИПС. Высокоэнергетический МС задает исходное состояние с высокой степенью дефектности и равномерным распределением элементов, что повышает реакционную способность порошковой системы и облегчает достижение высокой плотности при более низких температурах и кратких выдержках. ИПС, в свою очередь, обеспечивает диффузионный перенос на межчастичных контактах при минимальном времени, тем самым стабилизируя нанодисперсию оксидов и предотвращая их укрупнение.

По результатам проведенных исследований уста-

The obtained results demonstrate that the successful formation of a dense nanostructured matrix in ODS steels is possible only when two factors are combined: an optimal powder structure formed during the mechanical alloying (MA) stage and a correct selection of spark plasma sintering (SPS) parameters. High-energy MA establishes an initial state with a high defect density and a uniform distribution of elements, which increases the reactivity of the powder system and facilitates the achievement of high density at lower temperatures and short dwell times. SPS, in turn, provides diffusion transport at interparticle contacts within a minimal time, thereby stabilizing the nanodispersed oxide distribution and preventing their coarsening.

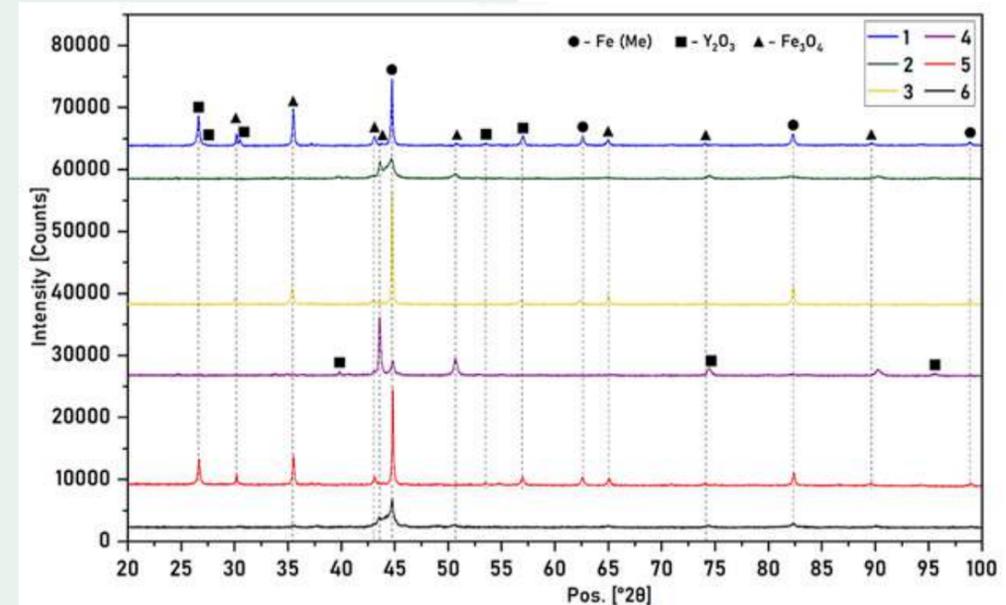


Рисунок 4. Дифрактограммы полученных образцов / Figure 4. X-ray diffraction patterns of the obtained samples

новлено, что для ДУО-сталей ферритно-мартенситного состава оптимальным параметром ИПС является температура 1400°C при краткой выдержке и вакуумной среде. Такой режим обеспечивает максимальную долю упрочняющих оксидов, минимальную дефектность матрицы и сохранение наноструктурированного состояния.

Таким образом, сочетание высокоэнергетического МС и скоростного ИПС формирует плотную, наностабилизированную структуру, устойчивую к высокотемпературным и радиационным воздействиям и отвечающую требованиям к конструкционным материалам ядерных энергетических систем четвертого поколения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства энергетики Республики Казахстан по теме BR24792713 «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан».

Based on the results of the study, it was established that for ferritic–martensitic ODS steels the optimal SPS parameter is a temperature of 1400°C with a short dwell time in a vacuum environment. This processing regime ensures a maximum fraction of strengthening oxides, minimal matrix defectiveness, and preservation of the nanostructured state.

Thus, the combination of high-energy MA and rapid SPS leads to the formation of a dense, nano-stabilized structure that is resistant to high-temperature and radiation effects and meets the requirements for structural materials of Generation IV nuclear energy systems.

This work was carried out with financial support from the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan under project BR24792713 “Development of Nuclear Energy in the Republic of Kazakhstan.”

## SCADA БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМА ЖҮЙЕСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН «СЫНИ» РЕЖИМДЕ РЕАКТОР ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҚЫЛАУҒА АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАНЫ ӘЗІРЛЕУ

А.М. Демежанов, И.Т. Олжаев

ҚР ҰАО РМК «Атом энергиясы институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан

Реакторды іске қосу кезінде басқару панелі операторының негізгі міндеті реактордың жағдайын басқару және оның күйін бақылау (барлық жұмыс режимдері үшін) болып табылады. Импульсті графит реакторын (ИГР) басқару және бақылау үшін басқару панелі операторы әртүрлі бақылау құрылғыларын пайдаланады, олардың бірі қазіргі уақытта OMR 700 қағазсыз жазғышы болып табылады. Бұл құрылғы көптеген пайдалы мүмкіндіктерді ұсынғанымен, ИГР реакторындағы сыни жағдайларды анықтаған кездегі ең маңызды параметр болып табылатын ИГР реакторының қызмет ету мерзімін нақты уақыт режимінде анықтауға мүмкіндік бермейді. Бұл мақалада басқару панелі операторы мен іске қосу ауысымының бастығының ықтимал төтенше жағдайларды анықтау процесін жеделдету арқылы ИГР реакторының қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етуге бағытталған жұмыс ұсынылған.

**Кілт сөздер:** сын, жазу құрылғысы, автоматтандырылған жұмыс станциясы, SCADA, БҚЖ, импульс санау, реактор периоды.

### КІРІСПЕ

Реактор кезеңін анықтау тиімділігін арттыру (іске қосу ауысымының бастығы, реакторды басқару панелінің операторы арқылы) өткір мәселе болып табылады, оның шешімі ИГР реакторының жұмыс қауіпсіздігін жақсартуға бағытталған, сондықтан «SCADA бағдарламалық жасақтама жүйесіне негізделген «СЫНИ» режимде реактор параметрлерін бақылауға арналған бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу» тақырыбында ұсынылған жұмыста осы техникалық мәселенің шешімдері қарастырылады.

### БҚЖ мақсаты

Басқару және қорғау жүйесі (БҚЖ) келесі функцияларды орындауға арналған:

- реактор қуатының деңгейін үздіксіз бақылау;
- реакторды критикалық емес күйде ұстау;
- реактор қуатын қолмен басқару;
- реактор қуатын автоматты басқару;
- реакторды кез келген қуат деңгейіне, ең жоғары деңгейге дейін жеткізу;
- реактор қуатын берілген деңгейде ұстап тұру;
- тізбекті реакцияны апаттық сөндіру.

### Жұмыс режимдері

БҚЖ реактордың келесі режимдерде жұмыс істеуін қамтамасыз етеді:

- реактор қуатының физикалық деңгейіндегі сыни күйді табу үшін қолданылатын «Сыни» режимде; секундтың оннан бір бөлігінен бірнеше секундқа дейін созылатын қысқа мерзімді нейтрондық импульстарды алу үшін қолданылатын «Жарқыл» режимінде;
- реактор өзегінің қыздыру температурасымен шектелген, бірнеше жүз секундқа дейін созылатын басқарылатын нейтрондық импульсті алу үшін қолданылатын «Пульс» режимінде.

Физикалық қуат деңгейлерінде («Сыни» режим) анықтау блоктары және СНМ-11 есептегіштері бар импульстік арналар қолданылады.

### Жұмысты орындау үшін қолданылатын жабдықтар

- нейтрон ағынын анықтау блогы (НААБ) – санау жылдамдығы баяу нейтрон ағынының тығызды-

ғының мәніне пропорционалды, детекторда баяу нейтрондарды ұстап алу кезінде пайда болған иондаушы бөлшектердің энергиясын электр тогының импульстарына түрлендіруге арналған;

- баяу нейтрондарды есептегіш СНМ-11 – баяу нейтрондарды тіркеуге арналған;
- Ядролық реактордың физикалық қуатын өлшеуге арналған ЗИИ2-01 импульстік логарифмдік арнасы келесіге арналған:
  - логарифмдік көлемде ядролық реактордың физикалық қуатының салыстырмалы деңгейін бақылау;
  - физикалық күштің өзгеру жылдамдығын бақылау;
  - басқарылатын мәндердің белгіленген деңгейлерінің жоғарылауы туралы релелік сигналдарды генерациялау;
- OMR700 қағазсыз жазғышы – бір экранда көптеген электрлік және электрлік емес мәндерді көрсету немесе жазу қажет болатын технологиялық және өндірістік орталарға арналған. Құрылғы сандық басқару кірістері мен шығыстарымен, RS-485 және 10/100 Ethernet портымен жабдықталған.

Жабдықты қосу сызбасы қосылым құрылымын анық көрсету үшін 1-суретте көрсетілген.

### Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу

Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу үшін өнеркәсіптік өндірісті басқаруға SCADA жүйесі және автоматтандырылған процестерді басқару жүйелеріне арналған интеграцияланған SCADA Trace Mode 6 таңдалды.

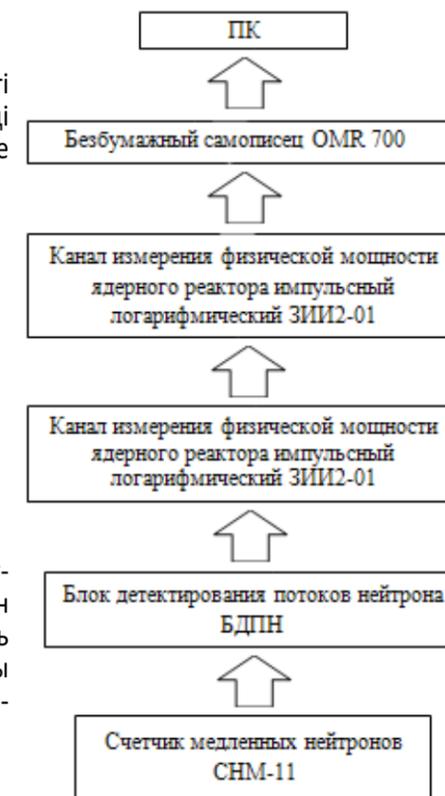
Реактор периодын анықтайтын тәуелділігіне  $T = \frac{\Delta t}{\ln \frac{N_{\Delta t}}{N_0}}$  сүйене отырып, бағдарламалық жасақтама FBD (function block diagram) программалық тілінде жазылды, мұндағы:

- $T$  – реактор периоды;
- $N_0$  – импульстардың бастапқы саны;
- $N_{\Delta t}$  – уақыт аралығындағы импульстар саны;
- $\Delta t$  – уақыт аралығы.

### Қорытынды

Басқару панелі операторының жұмыс орнында жүргізілген жұмыс негізінде автоматтандырылған жұмыс орны (АЖО) үшін негізгі TRACE MODE атқарушы модулі жасалды. Бұл модуль ИГР реакторының параметрлерін үздіксіз жинайтын, оларды математикалық түрде өңдейтін және деректерді визуализациялайтын нақты уақыт режиміндегі монитор (НРМ) болып табылады.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасының Атом энергиясы жөніндегі агенттігі BR24792713 «Қазақстан Республикасында ядролық энергетиканы дамыту» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында қаржыландырылды.



Сурет 1. Жабдықты қосу блок-сызбасы

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РЕАКТОРА ИГР В РЕЖИМЕ «КРИТИКА» НА БАЗЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ SCADA

А.М. Демежанов, И.Т. Олжаев

Филиал "Институт Атомной Энергии" РГП НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан

При проведении пуска реактора безусловными обязанностями оператора пульта является управление и контроль его состояния (для всех режимов эксплуатации). Для управления и контроля состояния реактора ИГР оператор пульта использует различные приборы контроля, одним из которых в настоящее время является безбумажный самописец OMR 700. Несомненно, представленный прибор обладает множеством полезных функций, однако не дает возможность определения периода реактора ИГР в режиме реального времени, что является наиболее важным параметром при поиске критического состояния реактора ИГР. В статье представлена работа, направленная на обеспечение безопасной эксплуатации реактора ИГР за счёт ускорения процесса выявления потенциальных аварийных ситуаций оператором пульта и начальником пусковой смены.

**Ключевые слова:** критика, самописец, автоматизированное рабочее место, SCADA, СУЗ, количество импульсов, период реактора.

### ВВЕДЕНИЕ

Повышение оперативности при определении периода реактора (начальником пусковой смены, оператором пульта реактора) является острой проблемой, решение которой призвано повысить безопасность эксплуатации реактора ИГР и, следовательно, представляемая работа по теме «Разработка программного обеспечения для контроля параметров реактора ИГР в режиме «КРИТИКА» в программной среде SCADA» рассматривает решения данной технической проблемы.

### Назначение СУЗ

Система управления и защиты (СУЗ) предназначена для выполнения следующих функций:

- непрерывного контроля уровня мощности реактора;

## SOFTWARE DEVELOPMENT FOR MONITORING THE IGR REACTOR PARAMETERS IN "CRITICALITY" MODE BASED ON A SCADA SYSTEM

A.M. Demezhanov, I.T. Olzhayev

Branch "Institute of Atomic Energy," RSE NNC RK,  
Kurchatov, Kazakhstan

During reactor startup, the unquestionable responsibilities of the control panel operator include controlling and monitoring the reactor's condition (for all operating modes). To control and monitor the state of the IGR reactor, the control panel operator uses various monitoring instruments, one of which is currently the paperless recorder OMR 700. Undoubtedly, this device has many useful functions; however, it does not allow real-time determination of the IGR reactor period, which is the most important parameter when searching for the critical state of the IGR reactor. This paper presents work aimed at ensuring the safe operation of the IGR reactor by accelerating the process of identifying potential emergency situations by the control panel operator and the shift supervisor.

**Keywords:** criticality, recorder, automated workstation, SCADA, control and protection system (CPS), number of pulses, reactor period.

### INTRODUCTION

Improving the promptness of determining the reactor period (by the shift supervisor and the reactor control panel operator) is an urgent problem, the solution of which is intended to enhance the safety of IGR reactor operation. Accordingly, the present work entitled "Software Development for Monitoring the IGR Reactor Parameters in 'Criticality' Mode in the SCADA Software Environment" addresses solutions to this technical problem.

### Purpose of the Control and Protection System (CPS)

The control and protection system (CPS) is intended to perform the following functions:

- continuous monitoring of the reactor power level;

- поддержания реактора в подкритическом состоянии;
- ручного управления мощностью реактора;
- автоматического управления мощностью реактора;
- вывода реактора на любой уровень мощности, вплоть до максимального;
- поддержания мощности реактора на заданном уровне;
- аварийного гашения цепной реакции.

### Режимы работы

СУЗ обеспечивает работу реактора в следующих режимах:

- в режиме «Критика», служащий для отыскания критического состояния на физическом уровне мощности реактора;
- в режиме «Вспышка», служащий для получения кратковременных нейтронных импульсов длительностью от десятых долей до нескольких секунд;
- в режиме «Импульс», служащий для получения регулируемого нейтронного импульса длительностью до нескольких сотен секунд, ограниченно температурой разогрева активной зоны реактора.

На физических уровнях мощности (режим «Критика») применяются импульсные каналы с блоками детектирования и счетчиками СНМ-11.

### Используемое оборудование для выполнения работы

- блок детектирования потоков нейтрона (БДПН) – предназначен для преобразования энергии ионизирующих частиц, образующихся при захвате медленных нейтронов в детекторе, в импульсы электрического тока, скорость счета которых пропорциональна величине плотности потока медленных нейтронов;
- счетчик медленных нейтронов СНМ-11 – предназначен для регистрации медленных нейтронов;
- канал измерения физической мощности ядерного реактора импульсный логарифмический ЗИИ2-01 предназначен для:
- контроля относительного уров-

- maintaining the reactor in a subcritical state;
- manual control of reactor power;
- automatic control of reactor power;
- bringing the reactor to any power level up to the maximum;
- maintaining the reactor power at a specified level;
- emergency shutdown of the chain reaction.

### Operating Modes

The control and protection system (CPS) ensures reactor operation in the following modes:

- "Criticality" mode, used to search for the critical state at the physical power level of the reactor;
- "Flash" mode, used to generate short-term neutron pulses with durations ranging from fractions of a second to several seconds;
- "Pulse" mode, used to generate a controlled neutron pulse with a duration of up to several hundred seconds, limited by the heating temperature of the reactor core.

At physical power levels (the "Criticality" mode), pulse channels with detection units and SNM-11 counters are used.

### Equipment Used for the Work

- Neutron flux detection unit (NFD) – designed to convert the energy of ionizing particles produced during the capture of thermal neutrons in the detector into electrical current pulses, the count rate of which is proportional to the thermal neutron flux density;
- SNM-11 thermal neutron counter – intended for the detection of thermal neutrons;
- ZII2-01 pulsed logarithmic channel for measuring the physical power of a nuclear reactor, intended for:
- monitoring the relative level of reactor physical power on a logarithmic scale;

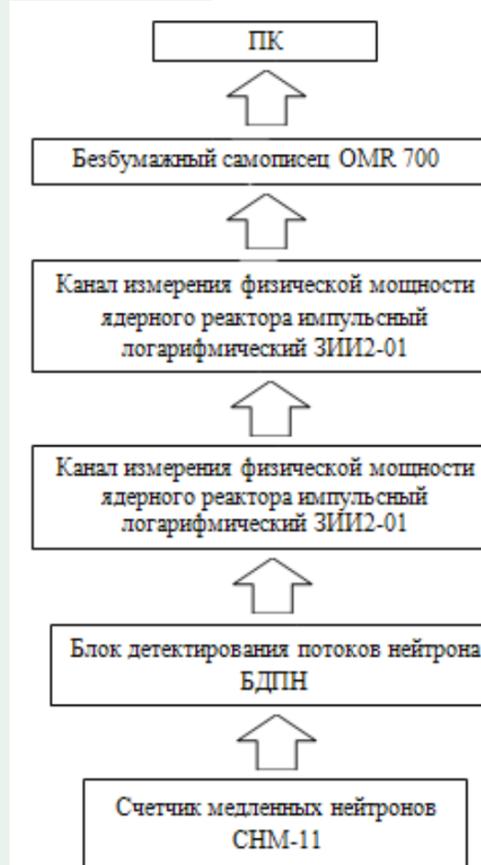


Рисунок 1. Блок схема подключения оборудования / Figure 1. Block diagram of equipment connections

- ня физической мощности ядерного реактора в логарифмическом масштабе;
- контроля скорости изменения физической мощности;
  - формирования релейных сигналов о повышении установленных уровней контролируемых величин;
  - безбумажный самописец OMR700 – прибор предназначен для технологий и производств, где необходимо на одном экране отображать или записывать большое количество значений различных электрических и неэлектрических величин. Прибор снабжен цифровыми управляющими входами и выходами, портом RS 485, Ethernet 10/100.

Схема подключения оборудования отображен на рисунке 1 для наглядного представления структуры соединений.

### Разработки программного обеспечения

Для разработки программного обеспечения была выбрана интегрированная SCADA-система управления промышленным производством и АСУ ТП – SCADA Trace Mode 6.

На основании зависимости  $T$ , определяющей период реактора, написано программное обеспечение на языке FBD (function block diagram), где:

- $T$  – период реактора;
- $N_0$  – начальное количество импульсов;
- $N_{\Delta t}$  – количество импульсов за промежуток времени;
- $\Delta t$  – промежуток времени.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенной работы на рабочем месте оператора пульта был создан основной исполнительный модуль TRACE MODE для автоматизированного рабочего места (АРМ). Этот модуль представляет собой монитор реального времени (МРВ), который обеспечивает непрерывный сбор параметров реактора ИГР, их математическую обработку и наглядную визуализацию данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства энергетики Республики Казахстан по теме BR24792713 «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан».

- monitoring the rate of change of physical power;
- generating relay signals when preset levels of the monitored parameters are exceeded;
- OMR700 paperless recorder – a device designed for technological processes and production facilities where it is necessary to display or record a large number of electrical and non-electrical parameters on a single screen. The device is equipped with digital control inputs and outputs, an RS-485 port, and 10/100 Ethernet.

The equipment connection diagram is shown in Figure 1 to provide a visual representation of the system interconnections.

### Software Development

For software development, an integrated SCADA system for industrial process control and automated process control systems (APCS) – SCADA Trace Mode 6 – was selected.

Based on the relationship  $T$  which defines the reactor period, software was developed in the FBD (Function Block Diagram) language, where:

$$T = \frac{\Delta t}{\ln \frac{N_{\Delta t}}{N_0}}$$

$T$  – reactor period;  
 $N_0$  – initial number of pulses;  
 $N_{\Delta t}$  – number of pulses over a given time interval;  
 $\Delta t$  – time interval.

### CONCLUSION

Based on the work carried out, a main execution module in TRACE MODE was created at the reactor control panel operator's workstation as part of the automated workstation (AWS). This module represents a real-time monitor (RTM) that provides continuous acquisition of the IGR reactor parameters, their mathematical processing, and clear visual representation of the data.

This work was carried out with financial support from the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan under Project BR24792713 "Development of Nuclear Power in the Republic of Kazakhstan."

# УРАНДЫ ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫМАЛЫҚ СІЛТІЛЕУ КЕЗІНДЕ СОҢҒЫЛАУ ҰҢҒЫМАЛАРЫН ХИМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУ ӘДІСТЕМЕЛЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ

Құрман Н., Қайықбаев Қ., Алпысбаев М.  
«РУ-6» ЖШС, Бидайкол ауылы, Қызылорда обл., Қазақстан

### АҢДАТПА

Жұмыста уранды жерасты ұңғымалық сілтілеу жағдайында пайдаланылатын сорғылау ұңғымаларын химиялық өңдеудің әртүрлі әдістемелерінің тиімділігі талданды. Бағалау критерийі ретінде өңдеуден кейін ұңғымалардың тұрақты жұмыс істеу ұзақтығын сипаттайтын жөндеуаралық цикл (ЖАЦ) таңдалды. Бифторид аммонийі қосылған күкіртқышқылды ерітінділер, ХӨРБҚ (химиялық өңдеуге арналған реагенттерді беру қондырғысы) схемасы бойынша топтық өңдеу, алдын ала айдау арқылы өңдеу, сондай-ақ тұз және фторсутек қышқылдарын қолдану қарастырылды. Зерттеу нәтижесінде ең жоғары ЖАЦ ХӨРБҚ қондырғысын алдын ала айдаумен үйлестіре қолданған жағдайда қамтамасыз етілетіні анықталды. Бифторид аммонийінің силикатты шөгінділерді бұзуда фторсутек және тұз қышқылдарымен салыстырғанда неғұрлым тиімді әрі қауіпсіз реагент екені көрсетілді. Алынған нәтижелер уранды ЖҰС жағдайында ұңғымалардың сүзгілік аймағын қалпына келтірудің ұтымды технологияларын таңдауда пайдаланылуы мүмкін.

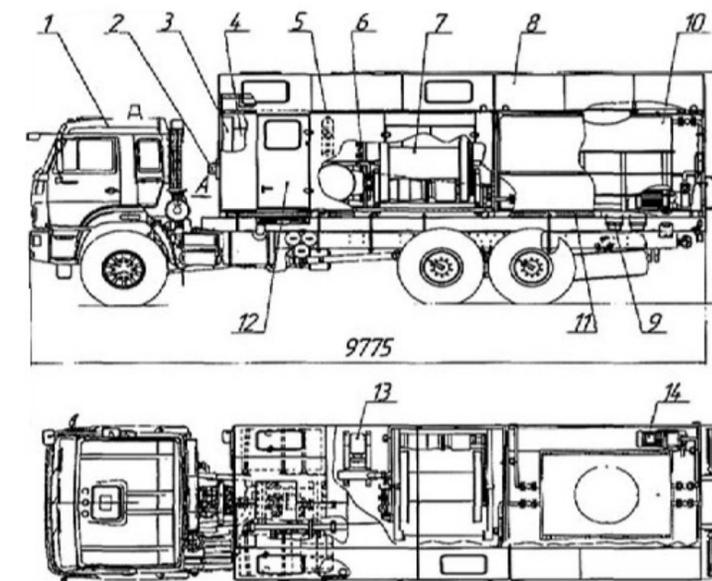
### 1. КІРІСПЕ

Уранды жерасты ұңғымалық сілтілеу технологиясында ұңғымалардың сенімді пайдаланылуы көбіне кольматацияға ұшырайтын сүзгілік аймақтың күйіне байланысты. Карбонатты, силикатты және темірлі қосылыстардың тұнуы ұңғымалардың өткізгіштігі мен дебитінің төмендеуіне әкеледі. Сүзгілік аймақты қалпына келтірудің тиімді тәсілі – қышқылды реагенттермен химиялық өңдеу, оның нәтижелілігі реагенттердің құрамына және айдау технологиясына тәуелді. Осыған байланысты жұмыстың мақсаты – жөндеуаралық цикл көрсеткіші негізінде сорғылау ұңғымаларын химиялық өңдеудің әртүрлі әдістемелерінің тиімділігін бағалау.

### 2. ХӨРБҚ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ МАҚСАТЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МҮМКІНДІКТЕРІ

ХӨРБҚ қондырғысы уранды ЖҰС жағдайында пайдаланылатын технологиялық ұңғымалардың сүзгілік бөлігін химиялық өңдеуге арналған. Қондырғының конструкциялық және технологиялық ерекшеліктері төмендегілерді қамтамасыз етеді:

- қышқылды және күрделі ерітінділерді қауіпсіз дайындау;
- химиялық реагенттерді дәл мөлшерлеу;
- көрсетілген параметрлері бар агрессивті ортаны айдау;
- ерітінділерді ұңғыманың сүзгі бөлігіне тікелей бағыттау.



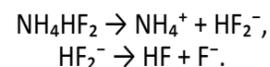
Сурет 2.1 — ХӨРБҚ қондырғысының жалпы көрінісі  
 1 — көлік шассиі; 2 — жылытқыш; 3 — қызмет көрсетуші персоналға арналған орын; 4 — электр жабдықтары; 5 — өрт сөндіргіш; 6 — құбыр жүйесі; 7 — түсіру және көтеру жабдықтары; 12 — есік; 13 — РТХ40 перистальтикалық сорғысы; 14 — РТМ3х10 орталықтартқыш сорғысы.

ХӨРБҚ қондырғысын пайдалану химиялық өңдеу процесін бақылауды күшейтуге, реагент шығындарын азайтуға және техникалық қызмет көрсету персоналы мен технологиялық жабдықтар үшін тәуекелдерді азайтуға мүмкіндік береді.

### 3. Ұңғыманы өңдеудің химиялық әдістері

#### 3.1. Аммоний бифторидін (25-100 кг) қосу арқылы өңдеу

Бұл әдіс қышқыл ортада диссоциацияланатын аммоний бифторидімен ( $\text{NH}_4\text{HF}_2$ ) күкірт қышқылы ерітіндісін қолдануға негізделген:



Алынған фторлы сутек қышқылы силикат шөгінділерімен әрекеттеседі:  $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Тиімділік фторид-иондарының концентрациясымен анықталады:  $C(\text{F}^-) = m(\text{БФА}) / V(\text{раствора})$ .

#### 3.2. Аммоний бифторидінің азайтылған дозасымен өңдеу (12,5 кг)

Дозировканың төмендеуі HF концентрациясын және силикаттардың ыдырау жылдамдығын төмендетеді:

$$v = k \cdot C(\text{HF})$$

Сонымен қатар, коррозиялық әсер төмендейді:  $K_{\text{корр}} \downarrow$  при  $C(\text{HF}) \downarrow$

#### 3.3. Топтық өңдеу (ХӨРБҚ 1 м<sup>3</sup> / 75 кг)

1 м<sup>3</sup> ерітіндіні 75 кг БФА дайындаған кезде концентрация келесідей болады:  $C(\text{БФА}) = 75 \text{ кг/м}^3$ .

Үш ұңғымаға айдаған кезде нақты мөлшерлеме келесідей болады:  $m_{\text{уд}} = 25 \text{ кг/скв.}$

Экономикалық тиімділік келесі өрнекпен бағаланады:  $E = (n \cdot m_{\text{инд}}) - \text{тгр.}$

#### 3.4. Алдын ала айдау арқылы химиялық өңдеу

Алдын ала айдау кольматанттың қалыңдығын азайтады:  $\delta_1 < \delta_0$ , бұл реагенттің таралуын және ену тереңдігін жақсартады. Өңдеу әр ұңғымаға 75 кг БФА қосу арқылы күкірт қышқылы ерітіндісін қолдану арқылы жүргізілді. Тиімділік келесі коэффициентпен бағаланады:

$$\eta = (M_{\text{раств}} / M_{\text{обц}}) \cdot 100 \%$$

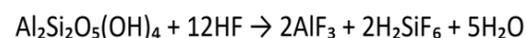
#### 3.5. Тұз қышқылымен өңдеу

Тұз қышқылы карбонат шөгінділерін ерітеді:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Еріген  $\text{CaCO}_3$  массасы:  $m(\text{CaCO}_3) = (C(\text{HCl}) \cdot V \cdot M(\text{CaCO}_3)) / 2$

#### 3.6. HF қышқылымен өңдеу

HF алюмосиликаттарды қоса алғанда, силикат және саз шөгінділерін тиімді түрде жояды:



Жоғары ену қабілеті әлсіз диссоциацияға байланысты:  $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$  ( $K_d \ll 1$ ).

### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ

Қолданылған әдістердің тиімділігі химиялық өңдеуден кейін ұңғыманың тұрақты жұмыс істеу ұзақтығын сипаттайтын жөнделуаралық циклдің (ЖАЦ) мәніне негізделіп бағаланды.

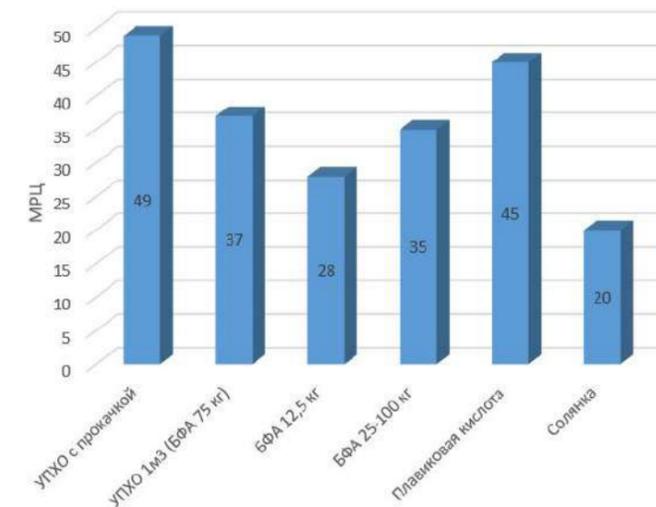
Тәжірибелік деректерді талдау ең жоғары ЖАЦ мәніне (49) ХӨРБҚ қондырғысын пайдаланып химиялық өңдеу әдісін алдын ала айдаумен бірге қолдану арқылы қол жеткізілгенін көрсетті. Бұл әдістің жоғары тиімділігі реагент қолданар алдында механикалық қоспаларды кетіруге байланысты, бұл химиялық ерітіндінің сүзгі аймағының кольматанттарына тереңірек және біркелкі әсер етуін қамтамасыз етеді.

Фторсутек қышқылын қолдана отырып өңдеу де жоғары нәтиже көрсетті (ЖАЦ 45), бұл силикатты шөгінділерді тиімді еруімен байланысты. Дегенмен, бұл реагентті қолдану қауіптің жоғары болуымен, коррозиялық белсенділіктің үлкендігімен және қауіпсіздік техникасына қатаң талаптардың болуымен қатар жүреді.

Топтық өңдеу (ХӨРБҚ 1 м<sup>3</sup> / 75 кг) орташа тиімділік деңгейін қамтамасыз етті (ЖАЦ 37), жеке өңдеуге қарағанда әсер ету тереңдігі мен әсер ұзақтығы бойынша төмен қалды.

Аммоний бифторидін 25-100 кг аралығында қолданатын әдістемелер тұрақты, бірақ орташа әсер көрсетті (ЖАЦ 35), ал нәтиже реагент дозасына айтарлықтай тәуелді болды. БФА-ның төмен дозасы (12,5 кг) шектеулі тиімділікті көрсетті (ЖАЦ 28), бұл белсенді компоненттің жеткіліксіз концентрациясын білдіреді.

Ең төменгі ЖАЦ мәні (20) тұз қышқылымен өңдеу кезінде тіркелді, бұл реагенттің уранды ЖҰС жағдайына тән силикатты және аралас кольматацияға әлсіз әсер етуімен түсіндіріледі.



Сурет 4.1 — Ұңғымаларды айдау үшін химиялық өңдеу әдістерінің тиімділігін жөнделу аралық циклінің ұзақтығы бойынша салыстыру

### 5. ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген талдау көрсеткендей, уранды жерасты ұңғымалық сілтілеу жағдайында сорғылау ұңғымаларын химиялық өңдеудің ең тиімді әдісі — ұңғыманы алдын ала айдау арқылы ХӨРБҚ қондырғысын қолдану болып табылады. Бұл әдіс сүзгілік аймаққа кешенді механикалық және химиялық әсер көрсету арқылы жөнделуаралық циклді максималды түрде ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Фторлы сутегі қышқылын қолдану сүзгі бөлігін қалпына келтірудің салыстырмалы деңгейіне мүмкіндік береді, дегенмен, оның қауіптілігінің жоғарылауына және жоғары коррозиялық белсенділігіне байланысты бұл реагент жүйелі өнеркәсіптік қолдануға жарамсыз.

Проблемалық ұңғымалардың айтарлықтай саны болған жағдайда, уақыт пен материалдық шығындарды азайта отырып, қалпына келтірудің қолайлы деңгейін қамтамасыз ететін 1 м<sup>3</sup> / 75 кг ХӨРБҚ схемасы бойынша топтық химиялық өңдеуді қолдану ұтымды.

Жалпы алғанда, алдын ала айдаумен ХӨРБҚ қондырғысын пайдалана отырып химиялық өңдеу әдісін және аммоний бифторидін қолдануды басымдық ретінде қарастыру ұсынылады, ал басқа әдістерді нақты геологиялық және технологиялық пайдалану жағдайларын ескере отырып, сараланған түрде қолдану керек.

## АНАЛИЗ

# ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИК ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТКАЧНЫХ СКВАЖИН ПРИ ПОДЗЕМНОМ СКВАЖИННОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ УРАНА

Құрман Н., Қайықбаев Қ., Алпысбаев М.  
ТОО «РУ-6», с.Бидайкол,  
Кызылорда обл., Казакстан

### АННОТАЦИЯ

В работе проанализирована эффективность различных методик химической обработки откачных скважин, эксплуатируемых в условиях подземного скважинного выщелачивания урана. Критерием оценки выбран межремонтный цикл (МРЦ), характеризующий продолжительность стабильной работы скважин после обработки. Рассмотрены сернокислые растворы с добавлением бифторида аммония (БФА), групповая обработка по схеме УПХО, обработка с предварительной прокачкой, а также применение соляной и плавиковой кислот. Установлено, что наибольший МРЦ достигается при использовании установки УПХО в сочетании с предварительной прокачкой. Показано, что бифторид аммония является наиболее эффективным и безопасным реагентом для разрушения силикатных отложений по сравнению с плавиковой и соляной кислотами. Результаты могут быть использованы при выборе рациональных технологий восстановления фильтровой зоны скважин в условиях ПСВ урана.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В технологии подземного скважинного выщелачивания урана надёжность эксплуатации скважин во многом определяется состоянием фильтровой зоны, подверженной коагуляции. Осаждение карбонатных, силикатных и железистых соединений приводит к снижению проницаемости и дебита скважин. Эффективным способом восстановления фильтровой зоны является химическая обработка кислотными реагентами, результативность которой зависит от их состава и технологии закачки. В связи с этим целью работы является оценка эффективности различных методик химической обработки откачных скважин на основе показателя межремонтного цикла.

# ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF CHEMICAL TREATMENT METHODS FOR PUMPING WELLS IN IN-SITU URANIUM LEACHING

Kurman N.; Қайықбаев К.; Alpysbaev M.  
RU-6 LLP, Bidaikol village,  
Kyzylorda region, Kazakhstan

### ABSTRACT

This paper analyzes the efficiency of various chemical treatment methods applied to pumping wells operated under conditions of in-situ uranium leaching (ISL). The evaluation criterion is the mean time between-repair cycle (BRC), which characterizes the duration of stable well operation after treatment. Sulfuric acid solutions with the addition of ammonium bifluoride, group treatment according to the a Mobile Chemical Treatment Plant (MCTP) scheme, treatment with preliminary pumping, as well as the use of hydrochloric and hydrofluoric acids were considered. It was established that the maximum BRC is achieved when using the MCTP unit in combination with preliminary pumping. It is shown that ammonium bifluoride is the most effective and safest reagent for the destruction of silicate deposits compared to hydrofluoric and hydrochloric acids. The obtained results can be used in selecting rational technologies for restoring the filter zone of wells under ISL uranium conditions.

### 1. INTRODUCTION

In in-situ uranium leaching technology, the reliability of well operation is largely determined by the condition of the filter zone, which is subject to clogging. The precipitation of carbonate, silicate, and iron compounds leads to a decrease in permeability and well productivity. An effective method for restoring the filter zone is chemical treatment using acidic reagents, the efficiency of which depends on their composition and injection technology. In this regard, the objective of this study is to assess the effectiveness of various chemical treatment methods for pumping wells based on the mean time between overhauls.

## 2. Назначение и технологические возможности установки УПХО

Установка УПХО предназначена для проведения химической обработки фильтровой части технологических скважин, эксплуатируемых в условиях ПСВ урана. Конструктивные и технологические особенности установки обеспечивают:

- безопасное приготовление кислотных и комплексных растворов;
- точное дозирование химических реагентов;
- перекачку агрессивных сред с заданными параметрами;
- направленную подачу растворов непосредственно в фильтровую часть скважины.

Применение установки УПХО позволяет повысить управляемость процесса химической обработки, сократить потери реагентов, а также снизить риски для обслуживающего персонала и технологического оборудования.

## 2. Purpose and Technological Capabilities of the MCTP Unit

The MCTP unit is designed for chemical treatment of the filter section of technological wells operated under ISL uranium conditions. The design and technological features of the unit ensure:

- safe preparation of acidic and complex solutions;
- precise dosing of chemical reagents;
- pumping of aggressive media with specified parameters;
- targeted injection of solutions directly into the filter section of the well.

The use of the MCTP unit improves controllability of the chemical treatment process, reduces reagent losses, and minimizes risks to operating personnel and technological equipment.

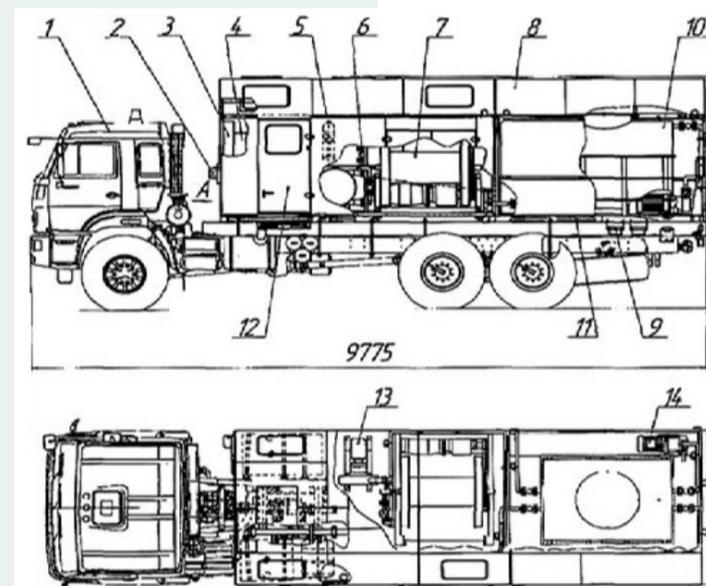


Рисунок 2.1 – Общий вид установки УПХО / Figure 2.1 – General view of the MCTP unit  
1 – шасси транспортного средства / vehicle chassis; 2 – отопитель / heater; 3 – место для обслуживающего персонала / operator workplace; 4 – электрооборудование / electrical equipment; 5 – огнетушитель / fire extinguisher;  
6 – система трубопроводов / pipeline system; 7 – Спуск-подъемное оборудование / hoisting equipment;  
12 – дверь / door; 13 – перистальтический насос РТХ40 / peristaltic pump РТХ40;  
14 – центробежный насос РТМ3х10 / centrifugal pump РТМ3х10.

## 3. Химические методики обработки скважин

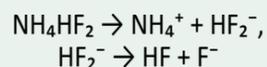
### 3.1. Обработка с добавлением бифторида аммония (25–100 кг)

Метод основан на применении сернокислого раствора с бифторидом аммония ( $\text{NH}_4\text{HF}_2$ ), который в кислой среде диссоциирует:

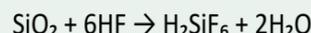
## 3. Chemical Well Treatment Methods

### 3.1. Treatment with Ammonium Bifluoride Addition (25–100 kg)

The method is based on the use of a sulfuric acid solution with ammonium bifluoride ( $\text{NH}_4\text{HF}_2$ ), which dissociates in an acidic medium:



Образующаяся плавиковая кислота реагирует с силикатными отложениями:



Эффективность определяется концентрацией фторид-ионов:

$$C(\text{F}^-) = m(\text{БФА}) / V(\text{раствора})$$

### 3.2. Обработка с пониженной дозировкой бифторида аммония (12,5 кг)

Снижение дозировки уменьшает концентрацию HF и скорость разрушения силикатов:

$$v = k \cdot C(\text{HF})$$

Одновременно снижается коррозионное воздействие:

$$K_{\text{корр}} \downarrow \text{ при } C(\text{HF}) \downarrow$$

### 3.3. Групповая обработка (УПХО 1 м<sup>3</sup> / 75 кг)

При приготовлении 1 м<sup>3</sup> раствора с 75 кг БФА концентрация составляет:

$$C(\text{БФА}) = 75 \text{ кг/м}^3$$

При закачке в три скважины удельная дозировка:

$$m_{\text{уд}} = 25 \text{ кг/сква}$$

Экономический эффект оценивается выражением:

$$E = (n \cdot \text{тинд}) - \text{mgrp}$$

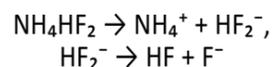
### 3.4. Химическая обработка с предварительной прокачкой

Предварительная прокачка снижает толщину кольматанта:

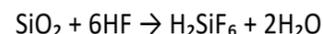
$$\delta_1 < \delta_0,$$

что улучшает распределение реагента и глубину его проникновения. Обработка выполнялась сернокислым раствором с добавлением 75 кг БФА на скважину. Эффективность оценивается коэффициентом:

$$\eta = (M_{\text{раств}} / M_{\text{общ}}) \cdot 100 \%$$



The resulting hydrofluoric acid reacts with silicate deposits:



The efficiency is determined by the fluoride ion concentration:

$$C(\text{F}^-) = m(\text{ABF}) / V(\text{solution})$$

### 3.2. Treatment with Reduced Ammonium Bifluoride Dosage (12.5 kg)

Reducing the dosage decreases the HF concentration and the rate of silicate destruction:

$$v = k \cdot C(\text{HF})$$

At the same time, corrosive impact is reduced:

$$K_{\text{corr}} \downarrow \text{ as } C(\text{HF}) \downarrow$$

### 3.3. Group Treatment (MCTP 1 m<sup>3</sup> / 75 kg)

When preparing 1 m<sup>3</sup> of solution with 75 kg of ammonium bifluoride, the concentration is:

$$C(\text{ABF}) = 75 \text{ kg/m}^3$$

When injected into three wells, the specific dosage is:

$$m_{\text{spec}} = 25 \text{ kg/well}$$

The economic effect is estimated by:

$$E = (n \cdot \text{mind}) - \text{mgrp}$$

### 3.4. Chemical Treatment with Preliminary Pumping

Preliminary pumping reduces the thickness of the clogging layer:

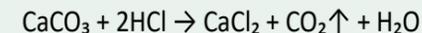
$$\delta_1 < \delta_0,$$

which improves reagent distribution and penetration depth. Treatment was performed using a sulfuric acid solution with the addition of 75 kg of ammonium bifluoride per well. Efficiency was evaluated using the coefficient:

$$\eta = M_{\text{sol}} / M_{\text{tot}} \cdot 100\%$$

### 3.5. Обработка соляной кислотой

Соляная кислота растворяет карбонатные отложения:



Масса растворённого CaCO<sub>3</sub>:

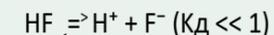
$$m(\text{CaCO}_3) = (C(\text{HCl}) \cdot V \cdot M(\text{CaCO}_3)) / 2$$

### 3.6. Обработка плавиковой кислотой

HF эффективно разрушает силикатные и глинистые отложения, включая алюмосиликаты:



Высокая проникающая способность обусловлена слабой диссоциацией:



## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка эффективности применяемых методик проводилась по величине межремонтного цикла (МРЦ), характеризующего продолжительность стаб.эксплуатации скважины после проведения хим.обработки.

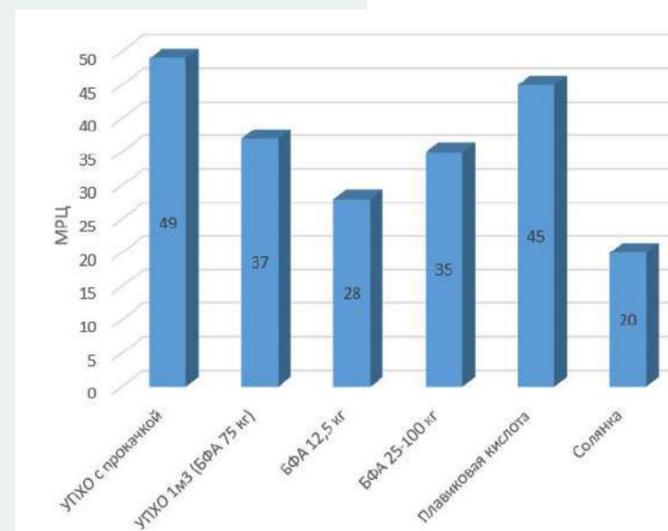


Рисунок 4.1 – Сравнение эффективности методик химической обработки откачных скважин по величине межремонтного цикла / Figure 4.1 – Comparison of the efficiency of chemical treatment methods for pumping wells based on BRC

Анализ экспериментальных данных показал, что наибольшее значение МРЦ (49) было достигнуто при применении методики химической обработки с использованием установки УПХО в сочетании с предварительной прокачкой. Высокая эффективность данного метода обусловлена удалением механических

### 3.5. Treatment with Hydrochloric Acid

Hydrochloric acid dissolves carbonate deposits:

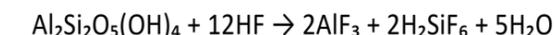


The mass of dissolved CaCO<sub>3</sub> is:

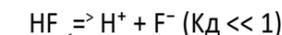
$$m(\text{CaCO}_3) = (C(\text{HCl}) \cdot V \cdot M(\text{CaCO}_3)) / 2$$

### 3.6. Treatment with Hydrofluoric Acid

Hydrofluoric acid effectively destroys silicate and clay deposits, including aluminosilicates:



High penetration capability is due to weak dissociation:



## 4. RESULTS

The effectiveness of the applied methods was evaluated based on the mean time between-repair cycle (BRC), which characterizes the duration of stable well operation after chemical treatment.

Analysis of experimental data showed that the highest BRC value (49) was achieved using the chemical treatment method with the MCTP unit in combination with preliminary pumping. The high efficiency of this method is due to the removal of mechanical contaminants prior to reagent injection, which ensures

загрязнений до подачи реагента, что обеспечивает более глубокое и равномерное воздействие химического раствора на кольматанты фильтровой зоны.

Обработка с использованием HF также показала высокий результат (МРЦ 45), что связано с эффективным растворением силикатных отложений. Вместе с тем применение данного реагента сопровождается повышенной опасностью, высокой коррозионной активностью и жёсткими требованиями к ТБ.

Групповая обработка (УПХО 1 м<sup>3</sup> / 75 кг) обеспечила средний уровень эффективности (МРЦ 37), уступающая индивидуальной обработке по глубине воздействия и длительности эффекта.

Методики с использованием БФА в диапазоне 25-100 кг продемонстрировали стабильный, но умеренный эффект (МРЦ 35), при этом результат существенно зависел от дозировки реагента. Пониженная дозировка БФА (12,5 кг) показала ограниченную эффективность (МРЦ 28), что свидетельствует о недостаточной концентрации активного компонента.

Наименьшее значение МРЦ (20) было зафиксировано при обработке соляной кислотой, что объясняется слабым воздействием данного реагента на силикатную и смешанную кольматацию, характерную для условий ПСВ урана.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ показал, что наиболее эффективной методикой химической обработки откатных скважин в условиях ПСВ урана является обработка с использованием установки УПХО с предварительной прокачкой скважины, обеспечивающая максимальное увеличение межремонтного цикла за счёт комплексного механического и химического воздействия на фильтровую зону.

Применение плавиковой кислоты позволяет достичь сопоставимого уровня восстановления фильтровой части, однако вследствие повышенной опасности и высокой коррозионной активности данный реагент нецелесообразен для систематического промышленного использования.

При наличии значительного количества проблемных скважин рациональным является применение групповой химической обработки по схеме УПХО 1 м<sup>3</sup> / 75 кг, обеспечивающей приемлемый уровень восстановления при снижении временных и материальных затрат.

В целом метод химической обработки с использованием установки УПХО с предварительной прокачкой и применением БФА рекомендуется рассматривать в качестве приоритетного, а остальные методики — применять дифференцированно с учётом конкретных геолого-технологических условий эксплуатации.

deeper and more uniform chemical action on filter zone clogging.

Treatment using hydrofluoric acid also demonstrated a high result (BRC 45), associated with effective dissolution of silicate deposits. However, the use of this reagent involves increased hazard, high corrosive activity, and strict safety requirements.

Group treatment (MCTP 1 m<sup>3</sup> / 75 kg) provided a moderate level of efficiency (BRC 37), being inferior to individual treatment in terms of depth of impact and duration of effect.

Methods using ammonium bifluoride in the range of 25-100 kg demonstrated a stable but moderate effect (BRC 35), with results strongly dependent on reagent dosage. Reduced ammonium bifluoride dosage (12.5 kg) showed limited efficiency (BRC 28), indicating insufficient concentration of the active component.

The lowest BRC value (20) was recorded for hydrochloric acid treatment, which is explained by its weak effect on silicate and mixed clogging typical of ISL uranium conditions.

## 5. CONCLUSION

The conducted analysis showed that the most effective chemical treatment method for pumping wells under in-situ uranium leaching conditions is treatment using the MCTP unit with preliminary pumping, which provides the maximum increase in mean time between overhauls due to combined mechanical and chemical impact on the filter zone.

The use of hydrofluoric acid allows achieving a comparable level of filter zone restoration; however, due to increased hazard and high corrosive activity, this reagent is impractical for systematic industrial application.

In the presence of a significant number of problematic wells, group chemical treatment according to the MCTP 1 m<sup>3</sup> / 75 kg scheme is rational, as it provides an acceptable restoration level while reducing time and material costs.

Overall, chemical treatment using the MCTP unit with preliminary pumping and ammonium bifluoride is recommended as a priority method, while other techniques should be applied selectively, taking into account specific geological and technological operating conditions.

Қазақстанның қызыл кітабы  
Красная книга Казахстана  
The Red List of Kazakhstan



# ИТЕЛГІ

Балобан — Falco cherrug



Балобан (каз. — «ителгі»; англ. — «saker falcon») — наверное, самый известный после беркута вид хищных птиц в Казахстане. Причём знают его по печальному поводу — резкому сокращению численности из-за массового браконьерского отлова и вывоза в арабские страны с середины 1990-х гг., о чём многократно писали СМИ. Проблемы для этого сильного, стремительного и красивого хищника до сих пор не закончились.

### УГРОЗЫ ДЛЯ ВИДА

**Браконьерство:** нелегальный отлов для вывоза для соколиной охоты;

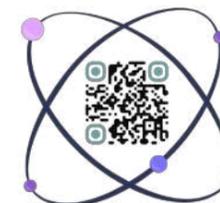
**ЛЭП:** гибель на линиях электропередач;

**Беспокойство у гнёзд при развитии туризма** и т. п.;

**Деградация местообитаний;**

**Отравление ядохимикатами.**

**Численность резко сократилась, во многих регионах вид находится на грани исчезновения. I категория.**



Редакция алқасы:  
Школьник В.С., Жанткин Т.М., Батырбеков Э.Г., Тажибаева И.Л.  
Жоба директоры: Сейфуллина Т.А.  
Журнал 4138-Ж номерімен 2003 ж. 13 тамызда  
Мәдениет, ақпарат және бұқаралық келісім министрлігінде тіркелді  
Редакция мекенжайы: Қазақстан Республикасы, 050020, Алматы қаласы,  
Чайкина көшесі 4, Тел./факс +7 727 264 67 19, e-mail: info@nuclear.kz  
Таралымы: 3 000 дана  
Типографиясында басылды: «Типография Форма Плюс» ЖШС,  
Қарағанды қаласы, Молоков көшесі, 106, корпус 2. КНП 710.  
Дизайн және беттеу: Алиев С.А.