



Атом во имя прогресса!

ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал №2 (36) 2021



- **НОВЫЙ ИМПУЛЬС К ПЛОДОТВОРНОМУ СОТРУДНИЧЕСТВУ УЧЕНЫХ РАЗНЫХ СТРАН**
- **XX КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ**
- **ИСТОЧНИК НАДЕЖНОЙ ГЕНЕРАЦИИ**



Более 250 специалистов научных организаций, исследовательских институтов, вузов и предприятий из более чем 20 стран мира приняли участие в IX международной конференции «Семипалатинский испытательный полигон: наследие и перспективы развития научно-технического потенциала», которая проходила на базе Национального ядерного центра РК и была приурочена к 30-летию со дня закрытия Семипалатинского испытательного полигона.

Подробности читайте на стр. 18-23

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны».....</i>	<i>5</i>
--	----------

АТОМ И ОБЩЕСТВО

<i>Новый импульс к плодотворному сотрудничеству ученых разных стран</i>	<i>18</i>
<i>Кому и как предстоит отвечать на главные вызовы современности?</i>	<i>24</i>
<i>Проект EAGLE в обоснование безопасности реакторов на быстрых нейтронах.</i>	<i>30</i>
<i>Текущие инициативы по верификации ядерного разоружения.</i>	<i>36</i>
<i>Управление ядерным сектором в качестве актива внешней политики Казахстана.....</i>	<i>40</i>
<i>Мировые достижения в области термоядерного синтеза: Почему именно ТОКАМАК является наиболее перспективной конструкцией установок термоядерного синтеза.</i>	<i>50</i>

ПОЛИГОН

<i>Разработка стандартных образцов</i>	<i>60</i>
--	-----------

<i>ХРОНИКА</i>	<i>64</i>
----------------------	-----------

ЗОЛОТЫЕ КАДРЫ

<i>2001-2021: юбилейная XX конференция молодых ученых и специалистов.....</i>	<i>74</i>
---	-----------

ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ

<i>Источник надежной генерации.....</i>	<i>82</i>
---	-----------



Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана

ЕДИНСТВО НАРОДА И СИСТЕМНЫЕ РЕФОРМЫ □ ПРОЧНАЯ ОСНОВА ПРОЦВЕТЕНИЯ СТРАНЫ

Дорогие соотечественники!
Уважаемые депутаты Парламента и члены Правительства!

В этом году мы отмечаем 30-летие Независимости – это наша самая высшая ценность.

Благодаря дальновидной политике Первого Президента – Елбасы Казахстан добился значительных успехов и стал известен во всем мире.

В единстве и согласии мы смогли построить новое государство – это наше главное достижение.

Мы укрепили дух нации, заложив прочный фундамент для развития. Стали влиятельным членом мирового сообщества. Благодаря стабильности в обществе вышли на путь устойчивого прогресса.

Мы вместе строим сильное государство. Суверенитет – это не пустые лозунги и громкие слова. Для нас важно, чтобы каждый гражданин ощущал плоды Независимости, главные из которых мирная жизнь, общественное согласие, повышение благосостояния народа, уверенность молодежи в будущем.

На это нацелены все наши начинания. Благодаря единству и созидательному труду казахстанцев мы успешно преодолеваем все трудности и испытания.

Наша страна находится на пороге четвертого десятилетия Независимости. Уже сейчас очевидно, что это время будет нелегким. Поэтому мы должны быть готовы к любым вызовам и угрозам, непрерывно совершенствоваться и всегда двигаться вперед.

Мое нынешнее Послание народу Казахстана посвящено следующим вопросам.

I. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ В ПОСТПАНДЕМИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

Крупнейшая в Центральной Азии экономика Казахстана сейчас переживает последствия пандемии. Тем не менее, несмотря на трудности, мы последовательно реализуем свой курс.

В целях определения среднесрочной экономической политики и систематизации государственных инициатив мы приняли Национальный план развития до 2025 года и перешли к новой системе государственного планирования. Будут утверждены национальные проекты.

Наша стратегическая цель – усилить лидирующую роль в Центральной Азии и укрепить свои позиции в мировой экономике.

Для дальнейшего привлечения прямых инвестиций внедрен новый инструмент – Стратегическое инвестиционное соглашение.

Приняты конкретные меры для оптимизации квазигосударственного сектора. Завершено объединение холдингов «Байтерек» и «КазАгро». В два раза сокращены портфельные компании, в полтора раза – их штатная численность. В результате создан новый мощный институт развития.

В условиях пандемии государство оказало масштабную и оперативную поддержку гражданам и бизнесу.

Доказала свою эффективность программа «Экономика простых вещей». В рамках ее реализации запущено более 3,5

тысячи проектов, создано 70 тысяч рабочих мест, произведено товаров и услуг на 3,5 трлн тенге.

Благодаря программе «Дорожная карта бизнеса» государственную поддержку получили 66 тысяч проектов. Это помогло создать и сохранить более 150 тысяч рабочих мест.

Серьезный экономический, но прежде всего социальный эффект оказала инициатива по досрочному использованию пенсионных накоплений. Эта мера помогла более миллиону наших сограждан улучшить свои жилищные условия или снизить ипотечное бремя.

В целом в экономическом развитии нашей страны наблюдается положительная динамика. Тем не менее нужно открыто сказать, что ситуация все еще остается непростой.

Поэтому я принял решение продлить на 2022 год срок действия программ «Экономика простых вещей» и «Дорожная карта бизнеса». Общий объем средств, выделенных на их финансирование, составит не менее одного триллиона тенге.

Во многом благодаря низкому госдолгу и наличию значительных резервов Казахстан сравнительно успешно преодолевает последствия пандемии. Это наше серьезное конкурентное преимущество, важно его не растерять.

Однако в последнее время проявилась тенденция, когда для покрытия расходных обязательств увеличиваются дефицит бюджета и трансферты из Национального фонда. Все время идти по такому «легкому» пути не получится. Запас финансовой устойчивости далеко не безграничен. Очевидно, что необходимы меры по увеличению доходов бюджета. Но в



первую очередь нужен контроль за объемами и эффективностью государственных расходов.

Для восстановления активов Национального фонда следует ускорить внедрение бюджетного правила. Соответствующие законодательные поправки должны быть приняты до конца нынешнего года.

В целом стране необходим свод правил по управлению государственными финансами: госдолгом, бюджетной политикой, Нацфондом. Прошу Правительство и Национальный банк до конца года подготовить Концепцию управления государственными финансами.

Наряду с этим нужно продолжать работу по диверсификации экономики, расширению номенклатуры производимых товаров и географии экспорта.

По итогам 2020 года, впервые за 10 лет индустриализации, вклад обрабатывающей промышленности в развитие экономики превысил долю горнодобывающей отрасли. Среднесрочная цель – к 2025 году увеличить экспорт обрабатывающей промышленности в 1,5 раза, до 24 млрд долларов, а производительность труда – на 30%.

Разрабатываемый закон «О промышленной политике» должен дать ответы на вопросы, стоящие перед обрабатывающим сектором. Один из них – проблема доступа к сырью. Требуется внедрить простое правило – цена сырьевых товаров для отечественной промышленности должна быть доступной, а объем – достаточным. До конца года Правительство должно найти оптимальный вариант решения этой важной задачи.

При этом нужно иметь в виду, что ресурсный потенциал нашей страны полностью не раскрыт, геологическая изученность остается на низком уровне.

Необходимо расширять доступ инвесторов к качественной геологической информации. Для этого на базе разрозненных подведомственных организаций следует создать эффективную Национальную геологическую службу. Данная

организация не должна стать монополистом, который решает, кого и как допустить к недрам. Ее роль заключается в оказании комплексной сервисной поддержки инвесторам.

Отрасль недропользования нуждается в новом импульсе, особенно в части геологоразведки и комплексного изучения недр. Реформы, начатые в рамках Плана нации, следует довести до практического завершения – создать открытую цифровую базу данных геологической информации, обеспечить к ней доступ инвесторов.

Недра – это национальное достояние. Решения о доступе к ним путем кулуарных обсуждений в тиши кабинетов должны быть поставлены вне закона. Соответствующие органы обеспечат контроль по данному вопросу.

Далее. Чрезмерное присутствие государства в экономике серьезно сдерживает ее рост и конкурентоспособность, приводит к коррупции и незаконному лоббированию. Госпредприятия по-прежнему доминируют во многих секторах, пользуются монопольными льготами.

Мы начали решать данные проблемы. Так, в Концепции государственного управления предусмотрены меры по сокращению квазигосударственного сектора, повышению его эффективности, прозрачности и подотчетности. Высшим советом по реформам одобрен новый план приватизации. Теперь нужен строгий контроль.

Но есть и другие вопросы. В частности, почему отдельные национальные компании и госпредприятия работают в убыток, а их первые руководители не несут ответственности за это? Правительству предстоит решить данную проблему.

Мы также столкнулись с неконтролируемым ростом инфляции. Нацбанк, Правительство оказались бессильными перед ней, сославшись на мировые тенденции. Подобного рода отговорки высвечивают уязвимость национальной экономики. Возникает еще один вопрос: в чем тогда состоит роль наших профессиональных экономистов?

Главная задача Национального банка и Правительства – это возвращение инфляции в коридор 4-6%.

В результате реализации антикризисных мер общим объемом 6,3 трлн тенге в экономике возникла избыточная денежная масса. Но существуют ниши, в которые эти средства не поступают. Банки второго уровня не вкладываются в небольшие проекты, особенно на селе.

Поэтому предстоит задействовать потенциал микрофинансовых организаций. Они работают на местах, знают клиентов, их бизнес и возможности. Национальному банку и Агентству по финрегулированию следует подготовить пакет решений по данному вопросу.

Большое значение имеет работа по снижению уровня стрессовых активов.

Мы приняли решение – государство не должно помогать банкирам. Вместе с тем замороженные активы нужно возвращать в экономический оборот, но исключительно на рыночной основе. Для этого нужна законодательная база. Правительству совместно с Агентством по финрегулированию следует до конца года внести законопроект в Парламент.

Теперь о немонетарных составляющих инфляции. Главная из них – цены на продукты питания.

Об огромном аграрном потенциале Казахстана говорится много. Но в сфере АПК накопилось немало проблем.

Прежде всего это неэффективное ценообразование и распределение продовольственных товаров. Ранее я говорил о важности создания сети оптово-распределительных центров. Эта задача находится в стадии реализации.

Важно обеспечить доступ к ним мелких сельхозтоваропроизводителей, включая, возможно, личные подсобные хозяйства. Монополизация данного рынка недопустима.

Необходимо также обеспечить единый контроль над ценами по цепочке от производителя до потребителя. Сейчас за эту работу отвечают несколько ведомств. После очередного скачка цен они вместо вдумчивого анализа и принятия эффективных мер начинают «кивать друг на друга». Пора навести порядок в этом деле. Следует разграничить зоны ответственности, определить один орган в качестве основного, прописать четкие регламенты взаимодействия остальных ведомств. Правительство должно принять решение по этому вопросу в месячный срок.

Во-вторых, неблагоприятные погодные условия обнажили серьезные проблемы в животноводстве. Оперативными мерами мы стабилизировали ситуацию с кормообеспечением. Однако в этой сфере все еще необходимы системные действия.

Нужно расширить площади возделывания кормовых культур и усилить контроль за соблюдением севооборота, шире использовать возможности космического мониторинга и дистанционного зондирования земель. Важно также повысить эффективность использования пастбищ.

На сегодня у фермеров нет доступа к местам выпаса скота из-за их принадлежности лицам с известными фамилиями, устроившим из своих владений неприступные крепости. Акимы не могут решить эту проблему по разным причинам, в том числе из-за личной зависимости.

Правительству совместно с уполномоченными органами нужно принять решительные меры для исправления ситуации. Особое внимание следует уделить обеспечению частных подворий сельчан пастбищными угодьями. Их правовой статус и инструменты поддержки необходимо прописать в отдельном законе «О личных подсобных хозяйствах». Правительству нужно разработать законопроект в кратчайшие сроки.

Требует совершенствования и сфера ветеринарии, которая нуждается в четком разграничении функций и полномочий между центром и регионами. От эффективной работы ветеринаров на местах зависит здоровье и продуктивность скота. А это, в свою очередь, напрямую влияет на благосостояние сельских жителей.

Без современной ветеринарной службы невозможно расширение экспорта значительной части сельскохозяйственной продукции. Поэтому в этой сфере требуется последовательная работа: цифровизация процессов, автоматизация сбора и передачи данных, подготовка кадров и повышение заработных плат. До конца года Правительство должно принять конкретные меры по реформированию системы ветеринарии.

В-третьих, в нашей аграрной политике наблюдается непоследовательность. Со сменой министров меняется и политика. В таких условиях фермерам сложно планировать работу на перспективу. Нужно выработать единую генеральную линию. В соответствии с ней требуется пересмотреть и стабилизировать механизмы субсидирования.

Далее. Только за последние пять лет на субсидирование было направлено более 2 трлн тенге. К сожалению, более половины уголовных дел в сфере АПК приходится на хищение субсидий. Такая ситуация неприемлема.

Следует укрепить нормативную базу, внедрить систему эффективного планирования и мониторинга. Необходимо, чтобы порядок оформления субсидий был понятным и прозрачным. Субсидии должны быть в полной мере доступны малым и средним хозяйствам.

Нужно детально изучить инструменты стимулирования технологического переоснащения сельского хозяйства. Около 90% технологий, используемых в агропромышленном комплексе, окончательно устарели и нуждаются в модернизации.

Политику субсидирования сельского хозяйства нужно привести в соответствие с промышленной политикой государства. Прошу Правительство и холдинг «Байтерек» подготовить пакет предложений по данным вопросам.

В целом главная задача агропромышленного комплекса – полное обеспечение страны основными продуктами питания.

В этом году я подписал закон, окончательно поставивший точку в вопросе продажи и аренды сельскохозяйственных земель иностранцам и компаниям с зарубежным участием.

В Земельный кодекс внесены поправки, стимулирующие отечественных инвесторов вкладывать средства в развитие сельских территорий. Эти изменения позволяют вовлекать сельхозземли в полноценный экономический оборот.

Уверен, все эти решения благоприятно повлияют на наш агропромышленный сектор, который станет одной из ключевых точек роста национальной экономики.

Следующий вопрос. В современном мире одним из главных факторов конкурентоспособности является глубинная цифровизация.

Для Казахстана крайне важны трансферт современных цифровых технологий, внедрение элементов Индустрии 4.0. Мы должны активно работать с нашими стратегическими партнерами за рубежом.

При этом важно возвращать и усиливать отечественный IT-сектор. Стране нужны молодые, образованные, мотивированные кадры. В рамках Национального проекта по цифровизации необходимо подготовить не менее 100 тысяч высококлассных IT-специалистов.

Экспорт услуг и товаров цифровой отрасли к 2025 году должен достичь как минимум 500 млн долларов.

Эти и другие задачи потребуют полной «цифровой перезагрузки» государственного сектора. Здесь главной и давней проблемой является отсутствие эффективной интеграции информационных систем государственных органов. Данный вопрос требует кардинального, скорейшего решения.

Во-первых, предстоит выстроить принципиально новую архитектуру «цифрового правительства». Все IT-инициативы госсектора будут основываться исключительно на новой платформе казахстанского гостеха. Она исключит дублирование, неэффективные затраты и бюрократию, 100% госуслуг станут доступны гражданам со смартфонов.

Во-вторых, мы запускаем Центр цифровой трансформации, в котором все бизнес-процессы госорганов будут пересмотрены и переведены в цифровой формат.

В-третьих, необходимо создать платформу взаимодействия национальных компаний с IT-сообществом. Цифровые потребности и запросы квазигоссектора должны максимально обеспечиваться силами отечественных компаний.

В-четвертых, необходимо поэтапно расширять и обновлять линии передачи данных, сопрягая их с международными коридорами. Предстоит создать современные центры обработки данных, которые могут обслуживать соседние страны.

Мы должны реализовать свой огромный информационно-телекоммуникационный потенциал. В новую цифровую эпоху он будет иметь геополитическое значение. Казахстан должен стать центральным цифровым хабом на значительной части евразийского региона.

Для решения данной задачи нужно, естественно, усиливаться в кадровом плане. Прошу Премьер-министра дать мне свои предложения.

Далее. Ситуация в Афганистане, общее нарастание глобальной напряженности ставят перед нами задачу перезагрузки оборонно-промышленного комплекса и Военной доктрины.

Укрепление обороноспособности, повышение оперативности реагирования на угрозы также должны стать приоритетами государственного значения. Мы должны готовиться к внешним шокам и наихудшему варианту развития событий. В высшей степени актуальным стало моделирование рисков, исходящих извне. Следует проводить стресс-тесты, прорабатывать сценарии, на основе которых будут разрабатываться и корректироваться планы действий государственного аппарата.

II. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

«Здоровье – главное богатство», – гласит наша народная поговорка.

Коронавирус стал серьезным испытанием для системы здравоохранения. Охватившая мир эпидемия не отступает. Каждый день заболевают тысячи наших сограждан, многие уходят из жизни.

С первых дней пандемии мы без промедления приняли меры для борьбы с распространением инфекции.

Казахстан – одно из немногих государств, выпустивших собственную вакцину против коронавируса. Мы не сомневаемся в эффективности и безопасности нашего препарата QazVac, к которому уже проявляют интерес другие страны.

У нас достаточный запас вакцин, у казахстанцев есть возможность выбирать – многие государства не могут себе это позволить.

В стране продолжается массовая вакцинация, однако в обществе по-прежнему много ее противников. Они не только отказываются прививаться, но и призывают к этому население. Поддавшись их влиянию, многие были дезориентированы.

Все эти люди должны понимать, что несут ответственность не только за себя, но и за жизни других. Поэтому нельзя идти на поводу у лиц, агитирующих против вакцинации.

Человечество пережило не одну эпидемию. Мы не должны забывать, что многие опасные заболевания были остановлены только после появления вакцин.

В ближайшем будущем в мире могут появиться новые штаммы коронавируса, эксперты прогнозируют и другие пандемии. Мы не сможем просто переждать эти процессы. Нам предстоит научиться жить и развиваться в таких условиях.

Поэтому сейчас важно закупить бустерные вакцины, ускорить приобретение вакцин, зарегистрированных Всемирной организацией здравоохранения.

Также необходимо подготовить всю систему здравоохранения к переходу на регулярную вакцинацию.

Должна быть создана Национальная система прогнозирования биобезопасности страны. Данная мера предусмотрена в соответствующем законопроекте. Прошу Парламент обеспечить его принятие до конца сессии.

Многие медицинские лаборатории не соответствуют международным стандартам. В рамках национального проекта «Здоровая нация» следует предусмотреть оснащение как минимум 12 лабораторий высокотехнологичным оборудованием. Это позволит повысить уровень соответствия наших лабораторий международным стандартам до 90%.

Нельзя допустить ухудшения ситуации с заболеваниями, не связанными с коронавирусом. В условиях пандемии откладываются плановые скрининги и операции. Многие дети недополучают стандартные прививки. Безусловно, такое положение дел недопустимо.

Сфера медицины нуждается в объемном финансировании. Речь идет об инфраструктуре, кадрах, лекарственном обеспечении.

Отдельного внимания требует фармацевтическая промышленность. Борьба с вирусом показала, что эта отрасль стала важным фактором конкурентоспособности и безопасности. Поэтому потребуются создать Центр лабораторных и технических испытаний медицинских изделий, аккредитованный по всем международным стандартам.

Следует активизировать сотрудничество с глобальными фармкорпорациями. Важно привлекать инвесторов, обеспечить трансферт технологий и новейших разработок. Нужно расширить объем и номенклатуру оффтейк-контрактов с отечественными производителями. Долю лекарственных средств и медицинских изделий отечественного производства необходимо довести с имеющихся 17 до 50% уже в 2025 году.

Залог здоровья – физическая культура. Вновь заявляю: нужно создавать все условия для занятия массовым и детским спортом. Акимам областей следует обеспечить поэтапное строительство спортивной инфраструктуры.

В целом в связи с итогами Токийской Олимпиады назрела необходимость рассмотреть положение дел в спорте на отдельном совещании.

III. КАЧЕСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

С января текущего года заработная плата педагогических работников увеличилась на 25%. В течение следующих трех лет мы дополнительно направим на эти цели 1,2 трлн тенге. Принятые меры дают свои плоды – резко вырос средний балл поступающих на педагогические специальности.

Политику поддержки учителей мы будем продолжать. Вместе с тем в условиях глобальных изменений велика вероятность, что получаемые знания устареют раньше, чем выпускник выйдет на рынок труда. Поэтому перед профильным министерством стоит неотложная задача по адаптации учебных программ к новым реалиям.

Итоги дистанционного обучения в период пандемии свидетельствуют о недостаточной эффективности национальных телекоммуникационных сетей. Это привело к появлению большого количества учащихся, не владеющих базовыми, элементарными знаниями. Возникла еще одна проблема, можно сказать, беда – дети бросают учебу, потому что не видят в ней необходимости.

Правительству поручается самым серьезным образом заняться решением этого вопроса, в частности повышением качества информационных систем для удаленных форматов обучения. Наше образование должно быть доступным и инклюзивным.

Но есть и позитивные новости. В этом году сразу несколько казахстанских школьников стали победителями и призерами международных предметных олимпиад.

Таких талантливых детей нужно всесторонне поддерживать. Мы будем предоставлять им гранты для поступления в вузы на внеконкурсной основе, выплачивать единовременные денежные премии. Педагогов, воспитавших ребят, также следует поощрять морально и материально.

Принципиально важно поддерживать детей из социально уязвимых семей в рамках всеобщего. Меры материальной поддержки следует дополнить образовательным проектом «Цифровой учитель».

Системе образования нужны мотивированные и квалифицированные педагоги. Считаю, что переобучение учителей требуется проводить раз в три года, а не в пять лет, как сейчас. Ведь именно они должны быть носителями новых знаний, настоящими просветителями. При этом нельзя допускать случаев, когда педагоги проходят курсы за свой счет.

Острой проблемой системы среднего образования остается нехватка мест в школах – дефицит составляет 225 тысяч. Если не предпринять срочных мер, то к 2025 году он может достичь 1 млн мест. Ранее я давал поручение о строительстве до конца 2025 года не менее 800 школ. Сегодня ставлю задачу довести эту цифру до 1000 школ.

Помимо строительства за счет бюджета, к решению этой острой проблемы требуется привлечь частный сектор.

Следует начать поэтапный переход на подушевое финансирование и полнокомплектных сельских школ.

Особую значимость приобретает ранняя профориентация детей. Подростающее поколение должно осознанно относиться к выбору будущей профессии. Правительству совместно с Национальной палатой «Атамекен» необходимо заняться решением этой важной задачи.

Мы продолжим реализацию проекта «Бесплатное техническое и профессиональное образование».

На сегодня неохваченными остаются 237 тысяч человек из числа молодежи NEET. Ежегодно 50 тысяч абитуриентов поступают на платной основе, 85% из них относятся к категории малообеспеченных. Такое положение нужно исправить. Следует обеспечить стопроцентный охват бесплатным ТПО по востребованным специальностям.

Еще одной возможностью получения профессии должна стать армия. Нужно проработать вопрос освоения солдатами срочной службы рабочих специальностей, нужных в реальном секторе экономики.

Задача профильного министерства – обеспечить повышение качества высшего образования. Вузы обязаны нести ответственность за должную подготовку кадров.

Важнейший приоритет – развитие науки. Для решения накопившихся проблем в этой сфере нужно до конца года внести изменения в законодательство.

Прежде всего нужно обеспечить стабильную и достойную заработную плату ведущим ученым, включив ее в базовое финансирование науки. На заседании Национального совета общественного доверия я поручал внедрить прямое финансирование научно-исследовательских институтов, занимающихся фундаментальной наукой. Профильному министерству следует разработать четкие и прозрачные правила отбора и финансирования таких научных организаций.

Далее. Серьезным барьером для развития фундаментальной науки является ограниченность грантов тремя годами. В таком коротком горизонте планирования сложно добиться каких-либо значимых результатов. Следует рассмотреть

вопрос увеличения сроков грантового финансирования науки до пяти лет.

Не сходит с повестки проблема объективности решений Национальных научных советов. Считаю, что назрела необходимость ввести институт апелляции.

В целом перед казахстанским образованием и наукой стоит масштабная, неотложная задача – не просто поспевать за новы-ми веяниями, а быть на шаг впереди, генерировать тренды.

IV. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

Главный принцип «слушающего государства» – госаппарат должен работать в интересах граждан. Это в первую очередь касается местных властей.

Именно акиматы призваны взаимодействовать с гражданами и оперативно решать их проблемы. Однако зачастую этого не происходит. Высшему руководству то и дело приходится корректировать принимаемые в регионах решения или вовсе принимать решения за них.

Акимы разных уровней не всегда способны на сильные самостоятельные шаги, работают с оглядкой на Центр. Во многом это связано с тем, что нынешний уровень подотчетности акимов перед гражданами недостаточен. Оценка их деятельности практически не зависит от мнения самих жителей регионов. Поэтому требуется оптимизировать механизм оценки работы акимов всех уровней.

Важным моментом должны стать независимые социологические опросы. Они дают объективную картину реального отношения населения к качеству работы органов власти. Через опросы голоса граждан слышны напрямую, а не посредством формальных отчетов. Администрация Президента должна подготовить пакет предложений по данному вопросу.

В региональной политике первостепенное внимание нужно сфокусировать на снижении дисбалансов в социально-экономическом развитии. Следует правильно сочетать специфические для каждого региона задачи с общенациональными приоритетами.

В рамках Национального плана развития были определены 25 конкретных задач по повышению качества жизни граждан. Это и есть главные направления нашей работы. Поэтому Правительству и акимам предстоит обновить Планы развития регионов в соответствии с утвержденными общенациональными задачами.

Конечно, одним из главных инструментов снижения дисбалансов является приоритизация бюджетных расходов. Выделение средств из республиканского бюджета не должно зависеть от «пробивной силы» акимов, каких-то личных предпочтений и прочих субъективных факторов.

Для «перезагрузки» процессов бюджетирования требуется более широко применять механизм подушевого финансирования, необходимо внедрить объективную методику распределения бюджетных лимитов.

Предстоит упростить бюджетные процессы, кардинально снизить бюрократию в этом вопросе, расширить

применение цифровых инструментов планирования и исполнения бюджета. Необходимо внедрить блочный бюджет с повышением ответственности администраторов бюджетных программ. Правительству нужно разработать пакет поправок в бюджетное законодательство и подзаконные акты.

Крайне острой проблемой является систематическое завышение сметной стоимости проектов. Это касается как небольших объектов, например, детских садов и школ, так и крупных инфраструктурных проектов. Следует в кратчайшие сроки кардинально пересмотреть действующую нормативную базу и практику. Правительству, Счетному комитету поручается внести предложения до 1 декабря.

Следующий вопрос – повышение финансовой самостоятельности регионов.

С 2020 года корпоративный подоходный налог от МСБ передан в местные бюджеты. За этот период, несмотря на снижение экономической активности, поступления в местные бюджеты стали на 25% больше плана. Это говорит о возросшей заинтересованности акимов в развитии местного бизнеса, увеличении инвестиций и налоговой базы.

Движение в этом направлении нужно продолжать. Прошу Правительство подготовить пакет соответствующих предложений до конца года.

Казахстан находится в русле устойчивой тенденции на урбанизацию. Города-миллионники должны стать опорой глобальной конкурентоспособности Казахстана, а областные центры – точками роста регионов. Поэтому потребуются разработка Закона о развитии агломераций и новые стандарты комплексной застройки городов.

Принципиально важным является соблюдение принципа «люди к инфраструктуре». Фокус должен быть на развитии перспективных сел. Основная цель – обеспечить их соответствие Системе региональных стандартов. Данные подходы должны быть закреплены в Плате территориального развития.

На 27 моногородов сейчас приходится около 40% промышленного производства. В них проживает 1,4 млн наших сограждан. Нужны выверенные решения относительно дальнейшего функционирования моногородов. В ближайшее время мы обсудим данный вопрос на отдельном совещании.

Важным приоритетом является развитие местного самоуправления. В городах центрального подчинения и областных центрах успешно внедрен «бюджет народного участия». Реализованы десятки проектов по благоустройству в соответствии с реальными потребностями граждан. Это успешный опыт. Теперь необходимо увеличить долю «народного участия» в бюджете на благоустройство и жилищно-коммунальное хозяйство в 10 раз.

Для усиления «внутренней связанности» страны предстоит завершить все начатые проекты по транспортной инфраструктуре. В рамках государственной программы «Нұрлы жол» формируется единая транспортная сеть, соединяющая центр с регионами. Реализованы стратегически важные инфраструктурные и социальные проекты. Задача акимов и Правительства – запустить аналогичные программы инфраструктурного развития для каждого региона.

На местах имеются давно назревшие вопросы модернизации инфраструктуры.

Правительству совместно с Фондом «Самрук-Казына» следует приступить к реализации следующих масштабных проектов. Это строительство на площадке Алматинской ТЭЦ-2 парогазовой установки, модернизация ТЭЦ-3 и расширение ТЭЦ-1. Введение в строй 1000 МВт новых генерирующих мощностей в южном регионе. Реконструкция кабельных сетей в Алматы и Алматинской области. Общий объем инвестиций в данные проекты составит более одного триллиона тенге.

Совместно со стратегическими инвесторами в различных регионах страны мы введем в строй около 2400 МВт мощностей возобновляемой энергетики.

Большое внимание следует уделить экологическим проблемам в стране, особенно качеству воздуха.

В среднесрочной перспективе 10 наиболее загрязненных городов нужно газифицировать и перевести на альтернативные источники энергии.

Для улучшения ситуации с газоснабжением западных регионов уже в этом году начнется реализация трех проектов на общую сумму 700 млрд тенге. Это возведение газоперерабатывающего завода на Кашагане, строительство лупинга магистрального газопровода «Мака́т-Се́верный Кавка́з», модернизация магистрального газопровода «Бейнеу-Жанаозен».

Следующий важный вопрос. В ближайшие десять лет Организация Объединенных Наций прогнозирует глобальный дефицит водных ресурсов. К 2030 году нехватка воды в мире может достигнуть 40%. Поэтому нам необходимо повысить водосбережение с помощью новейших технологий и цифровизации. Это стратегическая задача – другого пути предотвращения водного дефицита нет. Правительству нужно подготовить конкретные решения, которые позволят стимулировать внедрение водосберегающих технологий, эффективно регулировать водопотребление.

Для сохранения экосистем водных объектов и бережного использования ресурсов мы приступим к реконструкции 120 каналов. В Акмолинской, Алматинской, Западно-Казахстанской, Жамбылской, Кызылординской, Туркестанской областях будут построены 9 новых водохранилищ. Все необходимые ресурсы для реализации этого масштабного проекта у нас есть.

Для обеспечения питьевой водой районов Атырауской и Мангистауской областей будет модернизирован магистральный водовод «Астрахань-Мангышлак» и построен новый опреснительный завод в поселке Кендерли.

В целом проблема доступа к питьевой воде так и нешла своего решения, несмотря на то, что десятилетиями на эти цели выделялись колоссальные средства. Поэтому я ставлю задачу в рамках Национального проекта развития регионов в течение пяти лет обеспечить 100% городов и сел чистой питьевой водой. Это приоритетная задача Правительства.

Еще один вопрос, на котором хочу остановиться отдельно. Мир движется в сторону экологизации промышленности и экономики. Сегодня это уже не просто слова, а конкретные решения в виде налогов, пошлин, мер технического регули-



рования. Мы не можем оставаться в стороне – все это затрагивает нас напрямую через экспорт, инвестиции и трансферт технологий. Это, без всякого преувеличения, вопрос устойчивого развития Казахстана.

Поэтому мной поставлена задача достичь углеродной нейтральности к 2060 году. Работать в данном направлении нужно очень прагматично. Население и экономика нашей огромной страны растут, а для качественного роста нужна энергия.

С постепенным закатом угольной эпохи, помимо возобновляемых, нам придется задуматься и об источниках надежной базовой генерации энергии. Уже к 2030 году в Казахстане наступит дефицит электроэнергии.

Мировой опыт подсказывает наиболее оптимальный выход – это мирный атом. Вопрос непростой, поэтому к его решению нужно подойти максимально рационально, без домыслов и эмоций. В течение года Правительство и «Самрук-Казына» должны изучить возможность развития в Казахстане безопасной и экологичной атомной энергетики.

Данный вопрос необходимо рассмотреть и с точки зрения развития инженерного дела, формирования нового поколения квалифицированных инженеров-атомщиков.

Перспективным направлением является также производство «зеленого» водорода, водородная энергетика в целом. Правительству поручается подготовить предложения и по данному вопросу.

V. ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА РЫНКЕ ТРУДА

Пандемия привела к значительной трансформации рынка труда. Прежде всего это стремительное развитие удаленного формата работы.

Новая тенденция набирает обороты на фоне появления множества новых профессий, автоматизации и цифровизации большинства процессов. В таких реалиях личную конкурентоспособность можно обеспечить только неоднократной переквалификацией, освоением новых профессий. Поэтому необходим закон «О профессиональных квалификациях». Он должен регулировать вопросы признания квалификаций, стимулировать работников совершенствовать компетенции.

Тотальная цифровизация привела к новым формам занятости на основе интернет-платформ. Яркие примеры этого – водители такси, курьеры и другие. Эта сфера нуждается в содей-

ствии государства с точки зрения социального и медицинского страхования, пенсионного обеспечения, налогообложения.

Большое влияние на наш рынок труда оказывают и миграционные процессы. Казахстан – вторая страна в СНГ по количеству принимаемых трудовых мигрантов. Нужны правильные решения проблем в этой сфере. Правительству предстоит разработать новую Концепцию миграционной политики. В ней также следует отразить механизмы защиты прав наших граждан, работающих за рубежом.

Новые подходы требуются и к вопросам внутренней трудовой мобильности. Правительству предстоит реформировать действующий механизм выделения пособий гражданам, переселяющимся с юга на север страны. В частности, пособия можно предоставлять не только через акиматы, но и путем возмещения расходов работодателей, которые самостоятельно нанимают работников из южных регионов.

Следует активно помогать переселенцам, которые хотят заниматься самостоятельным бизнесом. Также нужно рассмотреть возможность предоставления им земельных участков не только под строительство домов, но и для сельскохозяйственной деятельности, обеспечить более широкий доступ к мерам государственной поддержки.

Хочу отдельно остановиться еще на одном вопросе. Казахстан – социальное государство. Всесторонняя помощь гражданам, оказавшимся в трудной ситуации, – один из наших приоритетов. Но, к сожалению, в обществе укрепляются патерналистские настроения и социальное иждивенчество.

В стране немало граждан, сознательно эксплуатирующих государственные социальные программы. Такая ситуация формирует неправильные установки в общественном сознании. Как и в любой цивилизованной стране, они должны отвечать перед законом и обществом. При этом те, кому нужна реальная помощь, остаются за периметром мер поддержки. Безусловно, возможности нашей страны большие, но они не безграничны.

Желание получить необоснованные социальные льготы отучает человека зарабатывать своим трудом. Такой неподобающий образ жизни уже начал негативно влиять на систему ценностей молодежи. Поэтому нам нужны коренные изменения в самосознании граждан, обществе, законодательстве. В готовящемся Социальном кодексе всем этим вопросам нужно уделить пристальное внимание.

VI. ПОЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ И ЗАЩИТА ПРАВ ЧЕЛОВЕКА

Поэтапная политическая модернизация – одна из главных задач стратегического курса нашего государства.

За последние два года в этой сфере нам удалось осуществить целый ряд серьезных преобразований. Принят новый закон, закрепивший уведомительный принцип проведения митингов; до 5% снижен порог прохождения партий в Мажилис; в избирательные бюллетени добавлена графа «против всех».

Эти и другие шаги нашли активную поддержку в обществе. Они укрепляют наш вектор на устойчивое демократиче-

ское развитие, качественно меняют политическую систему, способствуют более широкому вовлечению граждан в управление государством.

Но останавливаться на достигнутом нельзя. Наша цель – дальнейшее повышение эффективности государства, транспарентности и конкурентности политического процесса. Поэтому политические реформы будут продолжены.

Для последовательного укрепления государственности мы будем осуществлять все преобразования постепенно, с учетом нашей специфики. Это единственно верный путь построения сильного, справедливого и прогрессивного государства. Наши граждане всецело разделяют такой подход.

Важнейшим шагом стало введение прямой выборности сельских акимов. Это принципиальный момент политической реформы, предложенной мной в прошлогоднем Послании. Данное решение напрямую затрагивает интересы сельчан, то есть более 40% казахстанцев. Мы на правильном пути. И уже в 2024 году граждане получают возможность в пилотном режиме избирать акимов районов.

Важный фактор дальнейшей модернизации местного самоуправления – развитие гражданской культуры.

Администрации Президента предстоит разработать эффективный механизм поддержки гражданских инициатив в сельской местности. Нужно адаптировать под запросы сельских НПО систему грантового финансирования, внедрить упрощенный режим их получения. Это придаст хороший импульс для социальной активности на селе.

Внедрение нормы о тридцатипроцентной квоте для женщин и молодежи в избирательных списках подтолкнуло партии к более активной работе, омоложению своих рядов, поиску новых лиц. Вместе с тем в итоговых составах народных избранников квота не нашла должного отражения. Поэтому для получения полноценного эффекта нужно законодательно закрепить норму об обязательном учете данной квоты при распределении депутатских мандатов.

Мы строим инклюзивное общество. Пока же в нашей стране люди с особыми потребностями слабо представлены в общественно-политической жизни. Предлагаю расширить перечень котируемых категорий граждан, помимо женщин и молодежи, установив квоту и для людей с особыми потребностями.

Вы знаете, что сферу защиты прав человека я всегда выделяю отдельным блоком. За два последних года мы заметно продвинулись в этом направлении.

В январе текущего года я подписал Закон о ратификации Второго Факультативного протокола к Международному пакту о гражданских и политических правах, направленного на отмену смертной казни. Теперь нам предстоит гармонизировать нормы Уголовного кодекса с положениями Второго Факультативного протокола. Соответствующий закон, надеюсь, будет принят до конца года.

В начале лета в соответствии с моим Указом Правительством утвержден Комплексный план по защите прав человека. Этот важный документ закладывает долгосрочную институциональную основу дальнейшего совершенствования системы защиты прав человека в Казахстане.

После принятия Комплексного плана началась активная работа по обеспечению гендерного равенства. В этой связи следует обеспечить максимальную поддержку экономических и политических позиций женщин в обществе. За эту работу отвечает Администрация Президента.

Следует также внести изменения в Концепцию семейной и гендерной политики.

Серьезные изменения происходят в правоохранительной системе. С 1 июля 2021 года функционирует административная юстиция. Данный институт по-новому выстраивает взаимоотношения государственного аппарата и граждан. Внедряются современные форматы деятельности судов, сокращаются излишние судебные процедуры. На законодательном уровне обеспечена трактовка всех противоречий и неясностей законодательства в пользу граждан и бизнеса.

С внедрением трехзвенной модели усилилась защита участников уголовного процесса. С начала текущего года предотвращено необоснованное вовлечение в уголовную орбиту более двух тысяч граждан.

Повысилась оперативность прокурорского надзора – 98% бесновательных решений отменены в течение трех суток. Необходимо поэтапно расширять компетенции прокуроров по подготовке обвинительных актов. Это повысит их ответственность и усилит механизмы правовой оценки результатов расследования.

Органы внутренних дел освобождены от ряда непрофильных функций. Повышен статус участковых инспекторов – они наделены дополнительными полномочиями в сфере профилактики правонарушений.

В ряде регионов в пилотном режиме запущена сервисная модель полиции. Следующий этап – ее масштабирование. Успех данной работы во многом зависит от вовлеченности местных органов власти, которые должны понимать суть нововведений и оказывать содействие полиции.

Вместе с тем нельзя упускать из вида практические вопросы борьбы с преступностью. Справедливое возмущение граждан вызывает рост мошенничеств. Генеральной прокуратуре предстоит разработать комплекс мер по противодействию мошенничествам и финансовым пирамидам.

На особом контроле должно быть предотвращение и пресечение сексуальных преступлений против детей, особенно оставшихся без попечения родителей.

Страшную угрозу благополучию будущих поколений представляет распространение наркотиков, в том числе синтетических. Правоохранительным органам поручается поставить мощный заслон на пути распространения этой заразы среди наших граждан, особенно среди молодежи.

Следует продолжать эффективную борьбу с коррупцией. Профильному агентству до конца года нужно внести на утверждение стратегический документ, определяющий программу наших действий на среднесрочный период. При этом особое внимание необходимо уделить искоренению «бытовой коррупции».

Защищая права граждан, нельзя забывать и о правах правозащитников, в том числе адвокатов. Следует обеспечить безопасность их деятельности, пресекать незаконные действия, препятствующие их работе.

Все вышеуказанные меры являются составной частью нашего стратегического курса, направленного на совершенствование политической системы и защиту прав человека.

VII. КОНСОЛИДАЦИЯ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРОГРЕССА

Казахстан входит в совершенно новую эпоху, несущую фундаментальные изменения во все сферы жизни. В условиях глобальной нестабильности и множества новых вызовов нам нужно укрепить свои ценностные ориентиры, сформировать четкий образ будущего.

Наш главный принцип «единство в многообразии» незыблем. Поэтому гармоничное развитие межэтнических отношений всегда было и будет одним из магистральных направлений государственной политики Казахстана. И это не просто риторика, такой подход поддерживает абсолютное большинство казахстанцев. Для наших граждан согласие, толерантность – это сама жизнь, живая реальность, обусловленная взаимопроникновением культур и языков.

Мы, согласно Конституции, единая нация, и в этом наша безусловная сила. Поддерживая плюрализм мнений, мы в то же время будем жестко пресекать любые формы радикализма, не позволим покушаться на наш государственный суверенитет, территориальную целостность.

Мы должны беречь единство и согласие в обществе как зеницу ока. Необходимо, чтобы все граждане осознавали значимость гармоничных межэтнических и межконфессиональных отношений.

У нас всегда был иммунитет к разобщенности. И мы не допустим дискриминации, унижения чести и достоинства по языковому, национальному или расовому признакам, будем привлекать к ответственности по закону. Такие противоречащие Конституции безответственные шаги идут вразрез с интересами нашей страны.

Развитие казахского языка является одним из ключевых приоритетов государственной политики. Мы достигли в этом серьезных результатов.

Казахский язык по праву становится языком образования и науки, культуры и делопроизводства. В целом он последовательно расширяет сферу своего применения. Это закономерное явление. Поэтому нет оснований говорить об ущемленном положении казахского языка.

В соответствии с нашей Конституцией государственным языком является казахский. Русский язык обладает статусом официального языка. Его использованию, согласно нашему законодательству, препятствовать нельзя.

Каждый гражданин, связывающий свое будущее с нашей страной, должен приложить все усилия к изучению государственного языка. Это и есть одно из проявлений настоящего патриотизма.

От того, что наша молодежь владеет разными языками, в том числе и русским, мы только выигрываем.

Граница между Казахстаном и Россией – самая длинная в мире, а русский язык – один из шести официальных языков



Организации Объединенных Наций. Поэтому к этому вопросу нужно подходить с точки зрения здравого смысла.

Нам нужно развивать культуру цивилизованного диалога и взаимоуважения. Большая роль в этом отводится Ассамблее народа Казахстана. Каждый из нас должен чувствовать ответственность за Родину, за всех наших граждан.

В вопросах консолидации общества, укрепления национальной идентичности большая роль отводится эффективному использованию исторического наследия и культурного потенциала страны. В этом плане Казахстан имеет широкие возможности, в том числе для выгодного позиционирования на международной арене.

Вместе с тем наша политика по этому вопросу требует пересмотра. Сейчас государство почему-то чаще всего финансирует проекты только определенных деятелей, которые с удовольствием поглощают бюджеты.

Молодые и талантливые скульпторы, художники, театралы, музыканты, литераторы, которые осваивают новые жанровые форматы и постоянно экспериментируют, но при этом выживают за счет меценатов, остаются в андерграунде. А ведь благодаря им казахстанская культура приобретает глобальное звучание.

Поэтому Правительству совместно с экспертами нужно до конца года представить план практических мер, направленных на продвижение новой культуры и ее талантливых представителей.

Следует рассмотреть возможность создания Фонда поддержки креативной индустрии.

ПЕРВАЯ ИНИЦИАТИВА

Считаю, что назрела необходимость пересмотра уровня минимальной заработной платы. Это, с одной стороны, важнейший макроиндикатор, с другой стороны – показатель, понятный каждому.

Размер минимальной заработной платы не повышался с 2018 года. Мировой коронакризис усилил давление на доходы населения. Кроме того, по уровню минимальной заработной платы Казахстан уступает целому ряду стран СНГ. Поэтому принимаю решение – с 1 января 2022 года увеличить минимальную заработную плату с текущих сорока двух с половиной до 60 тысяч тенге.

Данная мера напрямую коснется более одного миллиона человек, а косвенно – всех трудящихся.

Интеллигенция во все времена играла особую роль в нашем обществе. Она всегда вела наш народ вперед, наставляла молодежь, боролась с невежеством, занималась просвещением. Эти качества лежат в основе нашего национального кода, и мы не должны его потерять.

Сейчас век интернета. Огромный поток негативной информации отравляет сознание современного поколения. Массовое распространение получают ложные смыслы и недолговечные ценности. Это очень опасная тенденция.

В такие моменты особенно важна активная позиция интеллигенции. Ее авторитет определяется не наградами, а реальными делами.

Главная задача – привить молодежи общечеловеческие ценности. В нашем обществе необходимо пропагандировать такие качества, как патриотизм, стремление к знаниям, трудолюбие, сплоченность и ответственность.

Поэтому призываю интеллигенцию не оставаться в стороне от решения проблем, которые влияют на будущее страны.

Нам важно развивать традиции диалога и гражданского участия, культивировать прогрессивные ценности, лежащие в основе нашей внутренней солидарности и единства.

Только вместе мы сможем укрепить нашу уникальную страновую идентичность. Как неоднократно подчеркивал Первый Президент Казахстана Нурсултан Абишевич Назарбаев, межэтническое и межконфессиональное согласие – это наше бесценное достояние.

Во имя будущего государства мы обязаны сохранить и укрепить внутреннюю стабильность и общенациональное единство.

Уважаемые соотечественники!

Таковы ключевые приоритеты нашей ближайшей повестки.

Главное богатство Казахстана – наши граждане.

Обеспечение благополучия народа – ключевая цель моей работы в качестве Президента. Поэтому сегодня я хотел бы озвучить ряд дополнительных инициатив, направленных прежде всего на повышение благосостояния казахстанцев.

Она уменьшит «теневой» зарплатный фонд, размер которого сегодня достигает 30, а может быть и 40% от декларируемого.

Повышение минимальной заработной платы окажет положительный экономический эффект в виде роста внутреннего потребления. Это, по оценкам экспертов, приведет к увеличению ВВП на 1,5%.

Одновременно следует отойти от неуместного использования минимальной заработной платы в качестве расчетного показателя в налоговой, социальной и других сферах.

Прошу Правительство и Парламент обеспечить внесение необходимых изменений в законодательство до конца текущего года с вступлением в силу в январе следующего.

ВТОРАЯ ИНИЦИАТИВА

Более 6,5 млн человек в Казахстане являются наемными работниками. Вы это хорошо знаете. Основной источник доходов для них – заработные платы.

При этом за последние десять лет рост фонда оплаты труда отстал от роста прибыли владельцев предприятий почти на 60%. В этой связи Правительство разработает «мягкие» меры стимулирования бизнеса к увеличению заработных плат своих работников.

Для работодателей, повышающих заработные платы сотрудников, будут предусмотрены льготы в рамках регулируемых закупок, а также преимущественный доступ к государственной поддержке.

ТРЕТЬЯ ИНИЦИАТИВА

Нагрузку на фонд оплаты труда необходимо сделать более понятной и простой. Это особенно ощутимо для микро- и малого предпринимательства.

Предлагаю внедрить для такого бизнеса единый платеж с фонда оплаты труда со снижением суммарной нагрузки с 34% до 25%. Это простимулирует бизнес «вывести из тени» тысячи сотрудников, которые смогут стать полноценными участниками пенсионной системы, систем социального и медицинского страхования.

В этом вопросе нельзя допустить кампанийщины. Необходимо подготовить соответствующие платежные системы, чтобы избежать сбоев и издержек для бизнеса. Система должна заработать с 1 января 2023 года.

ЧЕТВЕРТАЯ ИНИЦИАТИВА

С 2020 года повышена заработная плата более чем 600 тысяч гражданских служащих из числа педагогов, врачей и работников социальной сферы.

Однако данная мера не коснулась других гражданских служащих. Это сотрудники сферы культуры, архивисты, библиотекари, технические работники, егеря, водители и другие.

Поэтому с 2022 по 2025 годы государство будет ежегодно на 20% в среднем повышать заработные платы этих категорий гражданских служащих. В целом данная инициатива напрямую затронет 600 тысяч казахстанцев.

ПЯТАЯ ИНИЦИАТИВА

Жилищный вопрос всегда будет одним из главных для наших граждан.

Действие таких программ, как «Баспана хит» и «7-20-25», скоро завершится. Вместе с тем ставки по рыночной ипотеке все еще высоки и доступны далеко не всем казахстанцам. В этой связи будет разработана целостная жилищная про-

грамма. Ее администратором станет «Отбасы банк», который трансформируется в национальный институт развития. Перед банком стоит задача обеспечить по принципу «одного окна» учет и распределение жилья среди граждан.

Я уже отметил положительный эффект инициативы по досрочному использованию пенсионных накоплений. Она также подтолкнула людей требовать у работодателей оплаты, что называется «вбелую». Для поддержания данной тенденции считаю необходимым разрешить перечисление части пенсионных накоплений выше порога достаточности на счет в «Отбасы банк» для последующей покупки жилья. Это также позволит стимулировать привычку накапливать средства, грамотно ими распоряжаться.

Уважаемые депутаты!

В течение первой сессии Парламент VII созыва принял 63 закона.

В результате слаженной работы обеих Палат создана законодательная основа для реализации проводимых в стране системных преобразований и реформ.

Сегодня началась очередная сессия Парламента. Перед нами стоит много важных задач. Все законопроекты должны проходить качественную и глубокую проработку. Вам всегда следует проявлять настойчивость в отстаивании интересов народа.

Каждое решение нужно принимать, учитывая не только запросы общества, но и возможности государства.

Желаю вам успехов в этой ответственной работе!

Дорогие соотечественники!

Наш курс неизменен, цель ясна.

Мы знаем, что необходимо делать для ее достижения. Мы последовательно воплощаем в реальность наши планы и доведем до конца все начинания. Мы готовы к любым вызовам и трудностям.

Как Глава государства я приложу все усилия во благо народа.

Сегодня для решения стоящих перед нами задач необходима консолидация государства и всего общества. Иначе завтра может быть уже поздно.

Все, кто сомневается в курсе Главы государства, не справляется с работой, возможно, хочет каким-то образом отсидеться, уклоняется от выполнения поручений Президента, мне кажется, должны уйти с занимаемых постов.

Сейчас мы вступаем в решающий этап нашего развития. Госаппарат обязан функционировать как единый механизм. Только в таком случае мы обеспечим достижение поставленных целей.

Сплоченность нации – главный фактор успеха нашей страны.

Недаром в народе говорят: «Где согласие – там и счастье».

Наша сила – в единстве! Все вместе мы будем трудиться во благо нашей страны!

Пусть будет вечной наша священная Родина!



АТОМ И ОБЩЕСТВО



IX INTERNATIONAL CONFERENCE

SEMIPALATINSK TEST SITE: Legacy and Prospects for Scientific-Technical Potential Development

September 07–09, 2021

Kurchatov, Republic of Kazakhstan

НОВЫЙ импульс
к плодотворному
сотрудничеству
ученых разных стран

Более 250 специалистов научных организаций, исследовательских институтов, вузов и предприятий из более чем 20 стран мира обсудили вопросы развития атомной энергетики, технологий управляемого термоядерного синтеза, укрепления режима ядерного нераспространения, радиационной экологии и медицины на традиционной IX международной конференции «Семипалатинский испытательный полигон: наследие и перспективы развития научно-технического потенциала», которая проходила на базе Национального ядерного центра РК и была приурочена к 30-летию со дня закрытия Семипалатинского испытательного полигона.

С одной стороны были некоторые опасения по формату проведения конференции в режиме «онлайн», все же привычнее встречать коллег в стенах Национального ядерного центра. Но реалии сегодняшнего дня диктуют свои правила и эпидемиологическая ситуация, связанная с распространением коронавирусной инфекции COVID -19, не позволила организовать даже гибридный формат. С одной стороны, живое общение не заменить, с другой, онлайн-формат позволил большому количеству специалистов разных стран принять участие в конференции.

В этом году впервые за всю историю проведения конференции с приветственным словом к участникам лично обратился Министр энергетики Республики Казахстан Нурлан Ногаев:

— Проводимая в этом году конференция, кроме обсуждения на ее площадке научных проблем, посвящена знаменательной дате – 30-летию со дня закрытия Указом Первого Президента Республики Казахстан – Елбасы Нурсултана Абишевича Назарбаева Семипалатинского испытательного полигона. Так, Казахстан с первых дней своей независимости, отказавшись от ядерного оружия во имя мирного будущего поколений, стал ответственным и последовательным участником процесса ядерного разоружения и укрепления глобальной безопасности. Одним из ярких примеров последовательной политики Казахстана в деле укрепления глобальной безопасности стала работа казахстанских ученых совместно с международным научным сообществом по приведению территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние. Совместными усилиями проведена уникальная работа по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия, осуществлена конверсия бывшего военно-промышленного комплекса СИП на мирные цели. Таким образом, принятые руководством Республики Казахстан меры по нераспространению ядерного оружия практически полностью исклю-

чили угрозу, которую мог создать для системы международных отношений неконтролируемый распад когда-то мощного советского ядерного оружейного комплекса. Казахстанская сторона высоко оценивает достигнутый уровень взаимодействия с международными организациями по успешному решению этих вопросов. Более того, в 2020 году закончен один из самых масштабных и уникальных проектов на СИП по приведению в безопасное состояние площадки «Опытное поле», на которой были проведены все атмосферные ядерные испытания. Этот уникальный опыт совместной работы по закрытию ядерного полигона, его дальнейшему исследованию и реабилитации остаётся единственным и до сих пор никем не превзойденным в мире. Еще один масштабный проект – за-



вершение комплексного радиоэкологического обследования территории полигона. Благодаря чему, получен большой объем информации, есть понимание проблем СИП и перспектив использования его территории для нужд государства...

Также лично поприветствовали участников Чрезвычайный и Полномочный Посол США в Республике Казахстан Уильям Х. Мозер, Чрезвычайный и Полномочный Посол Японии в Республике Казахстан Джун Ямада, Чрезвычайный и Полномочный Посол Российской Федерации в Республике Казахстан Алексей Николаевич Бородавкин. Во всех выступлениях прозвучала высокая оценка проведенных Казахстаном работ по приведению в безопасное состояние территории Семипалатинского испытательного полигона. Было отмечено, что Республика Казахстан внесла значимый вклад в укрепление международного режима нераспространения ядерного оружия, провела масштабное экологическое обследование территории СИП в целях обеспечения радиационной безопасности и ликвидации последствий ядерных испытаний.

“ Мы признательны нашим уважаемым гостям за теплые слова в адрес участников конференции, а также за высокую оценку проведенных Казахстаном совместно с международным сообществом научно-технических и инженерных работ на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, которые позволили привести полигон в безопасное состояние, – генеральный директор Национального ядерного центра РК Эртан Батырбеков. ”

Этот же онлайн-формат позволил выступить традиционно на нашей конференции с докладами президенту Японского агентства по атомной энергии (JAEA) господина Тошио Кадамы, президенту Корейского института по ядерному нераспространению и контролю Dr. Yongsoo HWANG, Генеральному директору Международного экспериментального термоядерного реактора (ITER) г-ну Бернару Биго и многих других коллег.

Всего же в ходе работы конференции было сделано 134 доклада на пленарном и секционных заседаниях.

К вопросу об атомной энергетике

Работая над концепцией секции «Современные тенденции и перспективы развития атомной энергетики», организаторы не могли не учесть тот факт, что сегодня Казахстан относится к категории стран, которые приняли решение о реализации ядерно-энергетической программы, и активно создает необходимую инфраструктуру.

В этом контексте создание атомной энергетики является масштабной и очень сложной задачей для любого государства вне зависимости от имеющегося в стране научно-технического потенциала. Здесь не вызывает сомнений целесообразность подхода, при котором странами, начинающими процесс создания атомной энергетики, в максимальной степени должен учитываться международный опыт, о чем было подчеркнуто в докладах участников секции.

Своими наработками в области безопасности атомной энергетики поделились японские эксперты. В частности, заместитель генерального директора исследовательского института Фукусимы доктор Фукахори поделился с участниками результатами научно-исследовательских и конструктивных работ по вопросам аварии на АЭС Фукусима, часть работ была выполнена на исследовательской базе Национального ядерного центра РК. К слову сказать, долгосрочное сотрудничество с организациями, институтами и компаниями Японии в области мирного использования атомной энергии и ядерных технологий является образцом надежных партнерских отношений. Результаты исследований в под-

держку безопасности новых проектов энергетических ядерных реакторов поколения 3+ и 4 являются одними из самых уникальных.

Большой интерес вызвали доклады Комиссариата по атомной энергии и альтернативным энергоисточникам Франции: весьма интересен опыт коллег, который представил Джил Биган по строительству на юге Франции реакторе «Жюль Говиц» как наиболее перспективном проекте концепций ядерных установок 4-го поколения, призванных обеспечить долгосрочное устойчивое развитие мировой атомной энергетики.

Продолжая обмениваться наработками, обсуждены результаты работ на исследовательских установках Казахстана и России. Так, специалистом филиала «Институт атомной энергии» НЯЦ РК Валентином Цхе предложен метод расчета запаса реактивности, необходимого для реализации пуска импульсного графитового реактора в режиме «Импульс», Станиславом Ильных предложен способ модернизации ИУС экспериментального стенда «EAGLE», Генеральным директором ОО «ГАММАТЕК» (Россия) Иваном Бредихиным продемонстрирован опыт работы программно-аппаратных комплексов сбора и анализа экспериментальных данных.

Вообще российскими коллегами был представлен достаточно широкий спектр докладов. К примеру, интересная с точки зрения результатов исследований стала презентация о продуктах взаимодействия расплава коридума с металлом в ходе аварии на Чернобыльской АЭС Андрея Ширяева (ИФХЭ РАН, Россия), а также об изготовлении твэлов ВОТК-НОУ, которые предназначены для замены твэлов ВОУ- реактора ИВГ.1М Андрея Мокрушина (НИИ «НПО «Луч»). Артем Измestьев поделился опытом, полученном в процессе вывода из эксплуатации комплексов промышленных уран-графитовых реакторов, проблемы обращения с ОЯТ были раскрыты в докладе А.В. Чеснокова из Курчатовского института. Очень полезным с практической точки зрения стал доклад Мясникова С.В. (Курчатовский институт) об общих положениях обеспечения безопасности ядерных энергетических установок и многие другие доклады.

Значительный вклад в работу секции внесли доклады, посвященные обращению с отработавшим ядерным топливом (далее – ОЯТ) и радиоактивными отходами (далее – РАО).

Жан-Мишель Бонифас (Франция) представил краткосрочные и долгосрочные перспективы по обращению с ОЯТ и РАО. Об основных результатах научно-исследовательской работы в обоснование технологии иммобилизации облученного топлива ИГР в Национальном ядерном центре Республики Казахстан рассказала Букина О.С.

Коллеги из Республики Беларусь выступили с докладами о стратегии обращения с ОЯТ (М.А. Козел) и о нормативных основах в практике обращения с РАО в Республике Беларусь (Л.Ф. Роздяловская).

В целом хотелось бы отметить высокий научный и экспериментальный уровень всех докладов.



Радиационная экология и медицина

К 30-летию закрытия Указом Первого Президента Республики Казахстан – Елбасы Н.А. Назарбаева Семипалатинского испытательного полигона Национальный ядерный центр РК завершил комплексное экологическое обследование всей территории полигона, а это – 18311 кв. км. Каковы результаты радиационного состояния территории полигона? Почвенный покров, растительный и животный мир? Какие процессы происходят в воздушной среде? На эти вопросы ответили специалисты филиала «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК. В частности, результаты оценки доз населения при проживании и ведении деятельности на территории СИП, подтвердили тот факт, что большая часть территории полигона (за пределами испытательных площадок и следов радиоактивных выпадений) является безопасной. Полученные результаты комплексного экологического обследования позволили разработать научно-обоснованный план решения проблем СИП. Одним из этапов данного плана является разработка Законопроекта «О Семипалатинской зоне ядерной безопасности», который в настоящее время рассматривается в Мажилисе Парламента РК.

В целом же на секции был рассмотрен широкий круг вопросов экспериментального, методического и аналитического характера, включая как радиоэкологические исследования и оценку рисков для человека и экосистем, так и мониторинг бывших испытательных полигонов и других радиационно-опасных объектов, ремедиацию территорий, подвергшихся техногенному радиоактивному загрязнению, новые подходы в решении научных и прикладных задач радиоэкологии, ядерные и радиационные технологии в промышленности и медицине.

Большое внимание было уделено вопросам исследования биологической направленности и биодозиметрии, где важным вопросом современной радиобиологии является поиск маркеров индивидуальной радиочувствительности, молекулярных или тканевых предикторов персонифицированной реакции на облучение. Так, Уральским научно-практическим центром радиационной медицины было предложено использование подхода ксенотрансплантации гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) человека иммунодефицитным мышам для того, чтобы в эксперименте произвести острое внешнее гамма-облучение человеческих ГСК в условиях *in vivo*. Специалистами «Медицинского университета Семей» были представлены результаты, впервые проведенных исследований, состояния печени после ингаляционного облучения ^{56}Mn , также, впервые, ими было выявлено негативное влияние облучения в малых дозах на ткани семенников и предстательной железы, приводящее к снижению фертильности животных и развитию генетических повреждений; исследовано действие

малых доз ионизирующего излучения при транзитной инкорпорации на морфофункциональные показатели легких как органа, непосредственно подвергающегося первичному контакту с радионуклидом, и печени как органа, подвергающегося преимущественному воздействию веществ, поступающих из желудочно-кишечного тракта.

С 2015 года цитогенетическая биодозиметрия в Казахстане находится в периоде усиленного развития, что подтверждают работы специалистов филиала «Институт радиационной безопасности» РГП НЯЦ РК. Выявленные цитогенетические эффекты у растений, произрастающих на площадке «4А» тер-



ритории СИП, позволят использовать выбранные объекты в качестве биологического индикатора, определяющего уровень воздействия ионизирующего излучения на природные популяции растений, произрастающих в условиях радиоактивного загрязнения. Исследованы показатели для нулевой точки дозы при построении калибровочной кривой «доза – эффект», необходимые для выявления межрегиональной вариативности, что позволит снизить неопределенность при количественной оценке индивидуальной поглощенной дозы в чрезвычайных и аварийных радиологических ситуациях, а также будет необходимым для ретроспективной оценки дозы. Специалисты КазНУ им. Аль-Фараби дали эколого-генетическую оценку радиационного воздействия на окружающую среду, здоровье населения загрязненных территорий.

Впервые в конференции приняли участие специалисты из Китая, которые поделились результатами исследований поведения ^{129}I в прибрежных водах после аварии на Фукусиме, а также результатами исследований в Северном Синьцзяне.

На конференции также были рассмотрены и новые методы в области радиоэкологии. Специалисты Московского инженерно-физического института предложили принципиально новый IN-SITU γ -спектрометрический метод определения активности искусственных и естественных гамма-излучающих радионуклидов в почве. Центр гигиены и эпидемиологии №15 города Снежинск представил экспресс-метод радиохимического определения урана и плутония в водных растворах без сложных измерительных систем. Ими проведены систематические исследования сорбционных характеристик гидроксида

титана в отношении урана и плутония, а также исследования того, как процесс сорбции зависит от различных факторов. Специалисты из Словении представили новейшую разработку методов масс-спектрометрии с термической ионизацией и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой для анализа ^{90}Sr , что существенно позволит сократить время анализа по сравнению с радиометрическими методами.

Технологии управляемого термоядерного синтеза

Управляемый термоядерный синтез – это неисчерпаемый запас энергии будущего, и Национальный ядерный центр РК активно принимает участие в исследованиях физики плазмы и материалов будущих термоядерных реакторов. Завершены все этапы физического пуска и введен в эксплуатацию Казахстанский токамак материаловедческий (КТМ). Проводятся НИОКР по отработке и оптимизации режимов работы систем КТМ, предназначенных для получения и удержания плазмы. В ближайшие несколько лет планируется вывести установку на проектные параметры, сначала в режиме омического ВЧ-нагрева, после чего а потом в режиме дополнительного нагрева. После чего начнутся полномасштабные материаловедческие эксперименты.

Помимо этого, в рамках различных программ, в том числе при участии международной организации ИТЭР, на специальных стендах и установках НЯЦ РК проводятся исследования конструкционных материалов будущих термоядерных реакторов.

Результаты работ, проводимых в этой области, позволили впервые организовать отдельную секцию «Технологии управляемого термоядерного синтеза» и обсудить разработку и создание установок управляемого термоядерного синтеза, проведение плазмофизических исследований, исследования конструкционных и функциональных материалов термоядерных реакторов, а также физико-технические и инженерные аспекты управляемого термоядерного синтеза.

Среди работ можно отметить результаты исследований радиационной стойкости в ближнем ИК-диапазоне одномодовых оптических волокон на основе кварцевого стекла в различных защитных покрытиях при смешанном реакторном гамма-нейтронном облучении в вакууме, представленных Вячеславом Гнырей (филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК). Полученные результаты имеют практическую важность, т.к. современные системы измерения и передачи информации приобретают широкое распространение, в том числе и на перспективных установках исследования термоядерного синтеза.

Петр Хвостенко НИЦ «Курчатовский институт» представил результаты модернизации Т-15, а также рассказал о внедрении новых современных систем, программе дальнейших исследований.

Особенно интересным был доклад «Исследование выхода изотопов водорода из Ni, Pd, Ti, Zr при термическом, джоулевым и радиационном нагреве металлов», который был сделан представителем Томского политехнического универси-

тета д.ф.-м.н Юрием Тюриным. Высказано обоснованное предположение о смещении температуры десорбции водорода из таких металлов как Ni, Pd, Ti, Zr в зависимости от способа их разогрева. Вопрос дискуссионный, было высказано много оригинальных идей по поводу интерпретации данных результатов и дальнейшей применимости их в изысканиях исследователей Казахстана и России.

На данный момент в Казахстане в стадии вывода на проектные режимы работы и, естественно, все, что связано с термоядерным материаловедением вызывает неподдельный интерес, в том числе презентация Леона Беграмбекова (НИЯУ МИФИ, Россия) - «Материаловедческого зонда для исследования процессов «плазма-поверхность» термоядерной установки».

Проект ИТЭР является одним из наиболее масштабных в области создания перспективных источников энергии будущего, в котором заняты Множество технологически развитых стран мира страны мира. Вклад России составляет 10% от стоимости проекта, при этом АО «НИИЭФА» является единственным поставщиком таких изделий, как – первая стенка, катушка PF1, комммутирующая аппаратура, верхние патрубки и центральная сборка дивертора. О ходе выполнения работ по проекту ИТЭР в АО «НИИЭФА» прозвучало в докладе заместителя генерального директора АО «НИИЭФА» Игоря Родина. Одними из наиболее ответственных узлов будущей установки ИТЭР являются панели первой стенки и дивертора. В 2020 году в АО «НИИЭФА» были изготовлены полномасштабные прототипы панели первой стенки, а также отправлен на площадку сборки ИТЭР прототип дивертора. Для проведения тепловых испытаний, обращённых к плазме компонентов ИТЭР в России была построена установка IDTF (ITER Divertor Test Facility) с 800 кВт электронным пучком. На Российскую Федерацию приходится 20% мировых обязательств по испытаниям элементов дивертора.

Укрепление режима ядерного нераспространения

Одним из важных аспектов конференции стало рассмотрение вопросов широкомасштабной деятельности НЯЦ РК по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия на бывшем СИП, мировой опыт в области мониторинга ядерных испытаний и их последствий, а также обеспечения режима ядерного нераспространения при эксплуатации быстрых реакторов с замкнутым ядерным топливным циклом.

В соответствии с Договором о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ) в Казахстане за период с 1999 по 2006 гг. созданы и сертифицированы четыре сейсмические и одна инфразвуковая станции. Все станции входят в Международную систему мониторинга ОДВЗЯИ, обеспечивают круглосуточный непрерывный мониторинг за ядерными взрывами, землетрясениями и другими явлениями, передачу данных в Международный центр данных в г. Вена (Австрия).

Отмечена успешная регистрация казахстанскими сейсмическими станциями всех шести ядерных испытаний, произ-

веденных в Северной Корее в период 2006–2017 гг.

Коллеги из Киргизии представили результаты мониторинга ядерных испытаний в Киргизской Республике. В настоящее время сеть KRNET состоит из 18 станций, расположенных по всей территории республики. В ближайшее время планируется расширение сети в рамках международного проекта МНТЦ.

Несколько работ было посвящено сейсмологическим исследованиям и сейсмическим наблюдениям на территории СИП.

Сообщалось о существенных временных вариациях поля поглощения в земной коре в областях площадок бывшего СИП - Балапан, Дегелен и Муржик, предложена интерпретация обнаруженных эффектов, связанная с подъемом глубинных флюидов из верхов мантии по зонам глубинных разломов в земную кору в результате длительного интенсивного воздействия мощных взрывов на геологическую среду.

Сейсмические наблюдения с использованием стационарных и временных станций, установленных на территории СИП, обеспечили получение данных о существующей природной и техногенной сейсмичности на территории полигона и в его окрестностях. Подтверждено существование микроземлетрясений в районе штолен площадки Дегелен, свидетельствующее о происходящих геодинамических процессах в местах проведения испытаний.

Участниками рассмотрена возможность использования параметров мощных химических взрывов, как эталонных событий для калибровки региональных сейсмических сетей в Центральной Азии, а также для задач сейсмического распознавания.

В работах, посвященных мониторингу последствий ядерных испытаний были представлены результаты комплексных геофизических исследований филиала «Институт геофизических исследований» РГП НЯЦ РК методами электроразведки, сейсморазведки и атмогеохимии на площадке Балапан для уточнения поствзрывной тектонической обстановки и оценки обводненности пород скального фундамента. На основании полученных данных сделан вывод о предрасположенности геологической среды площадки как к развитию деструктивных процессов в ядерных полостях, так и к миграции радионуклидов с трещинными водами.

По направлению обеспечения режима ядерного нераспространения при эксплуатации быстрых реакторов с замкнутым ядерным топливным циклом рассмотрены основные риски использования реакторов на быстрых нейтронах в ядерной энергетике.



Представлены особенности выполнения режима ядерного нераспространения при экспорте Россией быстрых реакторов с замкнутым ядерным топливным циклом для двух вариантов – с возвратом ОЯТ на переработку в Россию и переработкой на месте.

Обсуждались результаты работ, проводимых в Ульяновском металлургическом заводе в рамках программы по предотвращению распространения ядерных материалов. Отмечено, что для переработки и разбавления топлива реактора ИГР, расположенного в Национальном ядерном центре РК, был применен совершенно новый подход.

Представлен интересный доклад о широкомасштабной деятельности НЯЦ РК по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия на бывшем СИП, которая началась в 1993 году в рамках международных договоров по обеспечению ядерной безопасности.

Из итоговой резолюции: «Участие в традиционной международной конференции «Семипалатинский испытательный полигон: наследие и перспективы развития научно-технического потенциала» - это уникальная возможность для обсуждения актуальных вопросов между экспертами, это отличная площадка для обмена научным и научно-практическим опытом по актуальным тематикам».

Проведение следующей, X международной конференции «Семипалатинский испытательный полигон: наследие и перспективы развития научно-технического потенциала», запланировано на 2023 год. Мы надеемся, что к этому времени эпидемиологическая ситуация стабилизируется и Национальный ядерный центр очередной раз распахнет свои двери для своих коллег и друзей.

Уважаемые читатели! Далее размещено несколько статей от участников IX международной конференции.

Кому и как предстоит отвечать на главные вызовы современности?



От авторов

На секции «Укрепление режима нераспространения ядерного оружия» среди прочих были зачитаны два доклада: «Обеспечение режима ядерного нераспространения при экспорте быстрых реакторов с замкнутым ЯТЦ (авторы – Горин Н.В., Кузнецов Е.В., Волошин Н.П., Чуриков Ю.И. – РФЯЦ ВНИИФ, г. Снежинск; Чебесков А.Н. – ГНЦ РФ - ФЭИ, г. Обнинск; Кучинов В.П. – НИЯУ МИФИ, г. Москва; Адамов Е.О., Шидловский В.В. – АО «Прорыв», г. Москва) и «Обнаружение признаков нарушений государством-импортёром быстрого реактора с замкнутым ЯТЦ своих обязательств по ядерному нераспространению» (авторы – Горин Н.В., Карманов А.Л., Первиненко В.Н., Власов В.В., Теплых Н.А. – РФЯЦ ВНИИФ, г. Снежинск; Кучинов В.П. – НИЯУ МИФИ, г. Москва; Чебесков А.Н. – ГНЦ РФ - ФЭИ, г. Обнинск; Шидловский В.В. – АО «Прорыв», г. Москва).

В конце сентября эти доклады зачитаны на XV международной конференции «Забабахинские научные чтения - 2021» в г.Снежинск, Россия.

Настоящая публикация подготовлена по материалам этих докладов с вступительным словом Е.О.Адамова.

В авторском коллективе – специалисты ведущих научных центров России: МИФИ и РФЯЦ-ВНИИФ – многие годы занимаются проблемами ядерного нераспространения; ФЭИ – ведущий центр России по обоснованию реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем и именно там более полувека назад впервые была высказана идея быстрых реакторов и началась ее отработка; в рамках проектного направления «Прорыв» под Томском сооружается быстрый реактор БРЕСТ со свинцовым теплоносителем с пристанционным топливным циклом.

Краткое эссе

1. Мировые потребности в развитии энергетики, преимущественно, электропроизводства, общепризнаны.
2. В настоящее время они удовлетворяются, в основном, за счет органической генерации.
3. Надежды на полный переход на возобновляемые источники энергии (солнечную и ветровую) не оправдались.
4. Ядерная энергетика утратила позиции в основных странах, ее ранее развивавших, в связи с проблемами безопасности, обращения с отработанным топливом, перспективой ограничения ископаемого сырья, нераспространения, стоимости.
5. В РФ электропотребление в течение последних десятилетий сохраняется на уровне 1989 г. Ядерная энергетика к 2000 г. восстановила максимальный уровень электропроизводства в РФ (1989 г.), а в 2020 г. увеличила выработку еще на 30%, достигнув полного объема производства в СССР перед его распадом.
6. Лидерами развития новых технологий ядерной энергетики в мире в настоящее время являются РФ и КНР. В США

принят закон о восстановлении лидерства в ядерной энергетике.

7. Малая ядерная энергетика имеет область применения, ограниченную внесетевыми регионами, не имеющими запасов углеводородного топлива, и пока полностью не соответствует действующим нормативам безопасности.

8. Экологические характеристики ядерной энергетики, при исключении тяжелых аварий, конкурентоспособны с возобновляемыми источниками энергии.

9. Двухкомпонентная ядерная энергетика, принятая в «Стратегии 2018», решает последовательно все проблемы (п. 4) и может стать основой энергетической и экологической безопасности.



Е.О. Адамов

Ответ на главные вызовы современности, связанные с загрязнением окружающей среды, глобальным потеплением и ростом концентрации парниковых газов, примет на себя Госкорпорация «Росатом», создав основу для перехода на экологически чистую атомную энергетику с реакторами на быстрых нейтронах и замкнутым ядерным топливным циклом. Нет сомнений, что с этой задачей Росатом справится, ранее он успешно решил «проблему №1» – создал ядерное оружие и обеспечил ядерный паритет с США, благодаря чему СССР, а затем Россия, 75 лет живет мирной жизнью. За это время выросло три поколения людей, не знавших что такое война, сейчас в жизнь вступает четвертое поколение.

Первый опытный реактор на быстрых нейтронах с замкнутым ЯТЦ БРЕСТ Росатом строит в Сибири в Северске; летом 2021 г. залит первый бетон и началось строительство станции.

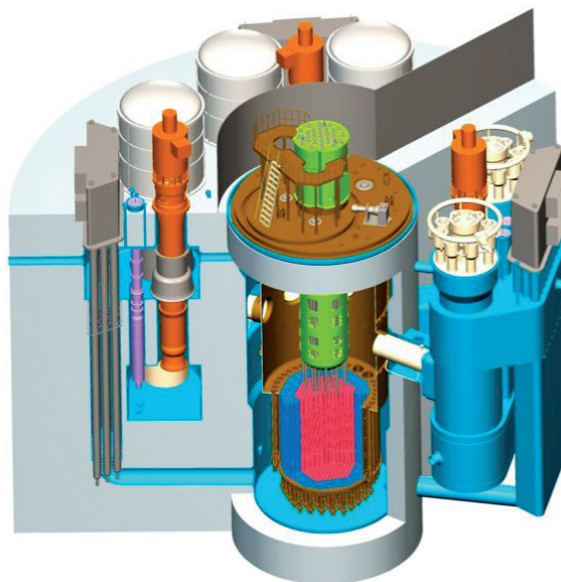
Одно из направлений деятельности проектного направления «Прорыв» – анализ особенностей реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым ядерным топливным циклом с точки зрения режима ядерного нераспространения.

Эти вопросы рассмотрены в докладах на конференции в Казахстане и России и отражены в представленной ниже статье.

Е.О. Адамов

Тематика перечисленных докладов актуальна, но вряд ли в научно-публицистическом журнале уместно приводить их полные тексты или пересказывать содержание, поэтому остановимся на ключевых вопросах, обсужденных в докладах. Речь пойдет об энергетике, загрязнении окружающей среды, неизбежности развития атомной энер-

гетики с реакторами на быстрых нейтронах и замкнутым топливным циклом, с присущей ей потенциальному риску использования этих технологий для создания ядерного оружия или ядерного взрывного устройства, т.е. риску ядерного распространения. Продемонстрируем конструктивные и технологические барьеры, реализованные на создаваемом реакторе БРЕСТ и препятствующие нарушению режима нераспространения.



В названии докладов есть ключевое слово «экспорт» и читатель сразу понимает, что речь пойдет о продажах на внешнем рынке, а энергия и энергетические технологии либо станут или уже стали «Товаром №1», т.е. жизненно-важным товаром. Действительно, в настоящее время энергоносители –

основной товар на международных рынках, борьба за доступ к которым является основным источником многолетней напряженности на Ближнем Востоке, с которым связаны наиболее острые международные проблемы, как, например, в случае строительства газопровода «Северный поток-2». Вполне возможно, что через несколько десятилетий использование нефти и газа уменьшится из-за истощения запасов или будет законодательно ограничено из-за экологических угроз. Тогда единственным существенным безуглеродным энергоносителем останется уран, но не для открытого топливного цикла на уране-235, запасы которого, как и органического сырья, ограничены, а для замкнутого – с использованием урана-238 в реакторах на быстрых нейтронах.

Сегодня в научной среде складывается понимание того, что человечество должно как можно скорее прекратить сжигание углеводородных энергоносителей и перейти на малоуглеродную атомную энергетику, а также возобновляемые источники энергии. Однако общественное понимание этой истины еще не установилось. Значительная часть населения живет иллюзиями решения экологических проблем за счет солнечной и ветровой энергетики. Переход на атомную энергетику требует поддержки населения и формирования востребованного отношения к ней, но этого пока нет, более того во многих странах не удалось добиться даже лояльного к ней отношения.

Проблема актуальна, что подтверждается позицией Президента и Правительства РФ и Госкорпорация «Росатом» приступила к ее решению.

Почему-то сложилось мнение, что энергоносители – это подарок природы, однако можно предложить иной подход.

Когда-то в прошлом, для древних людей, во времена Средневековья и даже в начале промышленной революции 300...200 лет назад это действительно был подарок, сегодня это уже не подарок, а «Троянский конь».

Действительно, уровень развития современной цивилизации, ее численность и доступные материальные блага стали возможны благодаря многим сторонам человеческой деятельности – промышленности, сельскому хозяйству, медицине, образованию, культуре, вообще всем наукам и самому главному – энергетике.

Если мысленно уменьшить в несколько раз долю современной углеводородной энергетики, а она составляет ~80%, то можно прогнозировать резкий спад производства, сокращение продолжительности жизни и численности населения. Однако за малую долю экологически чистой энергетики приходится расплачиваться загрязнением окружающей среды, возможно, ростом парникового эффекта и глобальным потеплением. Это – главные современные вызовы и проблемы всей цивилизации.

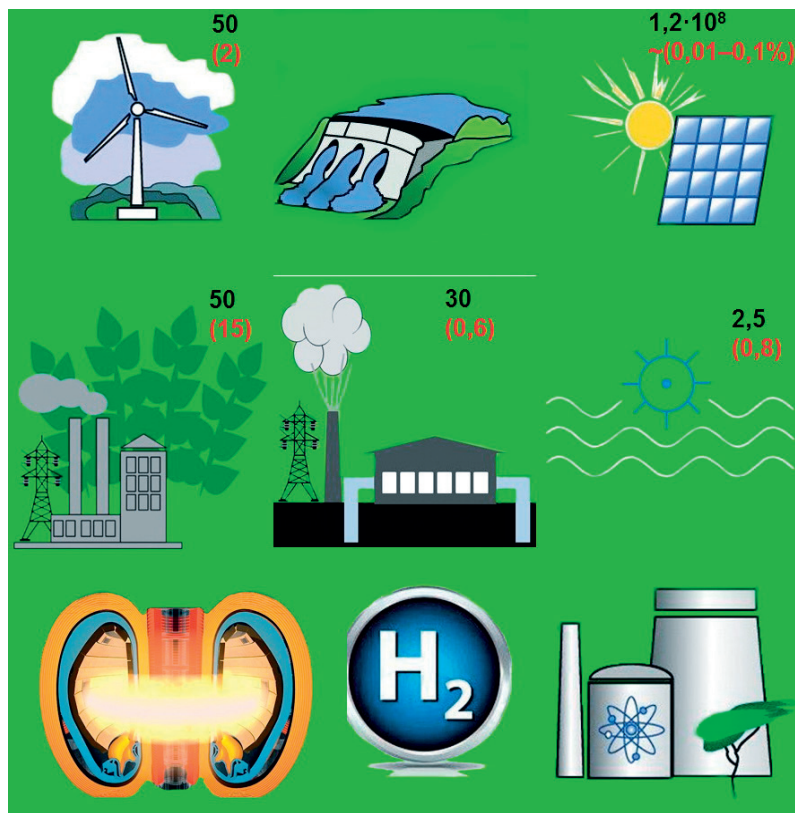
На рисунке приведены иконки возобновляемых энергоисточников – солнечная, ветровая, гидро, био, геотермальная, приливная и водородная, термоядерная и атомная. На некоторых из них поставлены две величины в тысячах ГВт, верхняя – потенциальный ресурс энергоисточника, нижняя – технически реализуемая мощность. Если принять во внимание, что человечество ежегодно производит и потребляет 14,3 млрд. т.н.э энергии ($\sim 6 \cdot 10^{20}$ Дж) и, следовательно, совокупная мощность современной энергетики ~19 тыс. ГВт, то сразу же станет понятно, что производство энергии в размере десятка миллиардов тонн нефтяного эквивалента без загрязнения окружающей среды может обеспечить только атомная энергетика. Альтернативы пока нет.

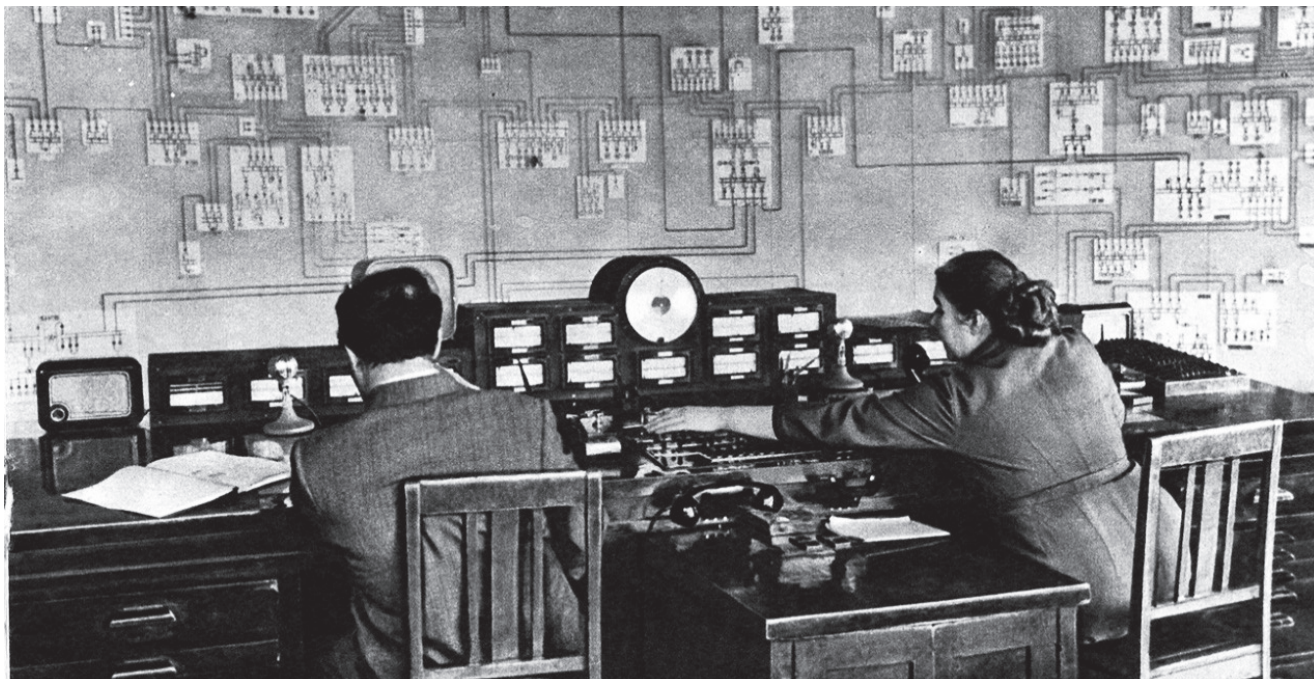
Запас энергии на планете и в России оценивался в ряде работ.

На протяжении всей своей истории человечество использовало энергию, сосредоточенную в атомах вещества и высвобождаемую при реакции окисления (горения) углеводородов. Однако известно, что запасы энергии сосредоточены не в атомах, а в ядрах и она может высвободиться в реакциях деления (атомная энергетика) или синтеза (термоядерная энергетика).

Самая доступная и обеспеченная ресурсами в настоящее время – энергия деления, но не урана-235, а плутония-239, образующегося из урана-238, т.е. речь идет об экспорте реакторов на быстрых нейтронах и замкнутом ядерном топливном цикле. Поэтому, когда использование углеводородов станет невозможным либо из-за истощения ресурсов, либо из законодательных ограничений и человечество столкнется с вопросом «Что делать?» ответ может быть только один – переходить на атомную энергетику.

Можно ли прожить на однокомпонентной энергетике на тепловых нейтронах? Полвека мы на ней уже прожили, можно жить дальше, но недолго – не более сотни лет. Действительно,





современная ядерная энергетика России с реакторами на тепловых нейтронах – с десятью АЭС с 38 энергоблоками установленной мощностью 30,3 ГВт (эл) за год – потребляет примерно 10 тыс. тонн естественного урана. Его запасы в России с приемлемой стоимостью оценены на уровне 635 тыс. тонн, и его хватит на сотню лет.

Обращаем внимание на слова «с приемлемой стоимостью»: урана на планете много – миллионы тонн; его можно добывать в том числе из морской воды, но понесенные при этом затраты будут больше выгоды. Поэтому остается только один выход – энергетика с реакторами на быстрых нейтронах и замкнутым ядерным топливным циклом. Подчеркиваем, нейтроны должны быть быстрыми, а цикл замкнутым, «выгорать» будет не уран-235, а плутоний, образующейся из урана-238. Топливная база такой энергетики оценивается тысячами лет, не менее.

Один из возможных сценариев развития событий основан на устоявшейся в научном мире истине, что без атомной энергетики у современной цивилизации нет будущего, а будущее атомной энергетики – это реакторы на быстрых нейтронах с замкнутым ядерным топливным циклом. Поэтому в течение ближайших десятилетий вместо экспорта ВВЭР на тепловых нейтронах возможно начало экспорта реакторов на быстрых нейтронах, а затем и объектов замкнутого ЯТЦ, который со временем неизбежно будет нарастать, расширяя доступ новых стран к ядерным технологиям и материалам, прежде всего к технологиям переработки отработавшего топлива и к плутонию. При существующем экспорте российских реакторов на тепловых нейтронах ВВЭР отработавшее топливо возвращается на переработку в Россию и проблем с режимом ядерного нераспространения нет.

Но быстрые реакторы на уран-плутониевом топливе и переработка содержащего плутоний отработавшего топлива

традиционно вызывают опасения у политиков и это потребует усиления международного режима ядерного нераспространения. Действительно в быстрых реакторах присутствуют две важнейших компоненты для наработки плутония – избыточные быстрые нейтроны и уран-238. Справедливости ради отметим, что практически весь оружейный плутоний нарабатан в тепловых реакторах.

Можно представить, что какое-либо современное государство со стабильным и предсказуемым поведением и политикой импортирует из России РБН с замкнутым ЯТЦ. Время жизни современного реактора, как правило, около 60 лет, а известно, что за двадцать лет можно воспитать новое поколение с иной жизненной философией, история взаимоотношений государств подтверждает это. Поэтому нельзя исключить потенциальный риск того, что государство-импортёр через ~20...30 лет может попытаться тайно или явно использовать полученные установки, технологии и ядерные материалы для создания ядерного оружия. XX век показал реальность осуществления таких сценариев в КНДР и Ираке, хотя в Ираке тайный сценарий не успел успешно реализоваться.

Наиболее вероятным развитием событий может стать сочетание государством-импортёром тайного и явного сценария. Тайного – для подготовительного периода создания неядерных компонентов ядерного устройства, накопления нужного опыта и знаний и получение нужного количества ядерного материала оружейного качества. Явного – для проведения испытаний созданного устройства и его тиражирования. Можно ли об этом узнать заранее?

75 лет назад Советскому Союзу удалось скрыть работы в рамках атомного проекта и факт создания оружия был неожиданным для наших противников. Можно ли это повторить? Забегая вперед отметим, что это в настоящее время крайне маловероятно.

Как эпитафия к настоящей статье можно использовать выражение «... нет ничего тайного, что не сделалось бы явным...». Еще в 1947 году аналитик ЦРУ Шерман Кент утверждал, что в мирное время до 80% информации, необходимой политикам для принятия решений, доступно из открытых источников.

На рисунке воспроизведена фотография, опубликованная в 1958 году в СССР в журнале «Огонек» и надеемся, что читатели старшего возраста еще помнят такой журнал.

На первый взгляд обычная фотография диспетчерского пульта в Свердловске (тогда так назывался Екатеринбург), на ней нет цифр, нет привязки к карте местности и нет названий населенных пунктов. Цензор полагал, что на ней нет ничего, раскрывающего чувствительную информацию, но оказалось, что есть и на ее основе американцам удалось определить месторасположение предприятий советской атомной промышленности на Урале.

Не будем пересказывать технологию процесса определения, желающие могут самостоятельно прочитать статью в книге, изданной институтом российской истории (2016). Подчеркнем, фотография 1958 года, шестьдесят лет назад, тогда не было ни компьютеров, ни интернета, ни информационных баз данных, ни поисковых систем. Были бумажные газеты, журналы и умные головы, но этого оказалось достаточно.

Перечислим признаки, по которым можно обнаруживать скрытую деятельность:

Неизбежны будут изменения в бюджете страны, в подготовке специалистов в лучших учебных центрах мира, закупках специфического промышленного и научного оборудования, компьютеров с высокой производительностью, проведением различных экспериментов, в том числе взрывных.

Возможны изменения в структуре вооруженных сил, привлечение иностранных ученых, создание закрытых научно-исследовательских структур, проведение крупных строительных работ в удаленных и труднодоступных местах страны и пр.

Информации о намерениях, естественно в неявном виде, может содержаться в выступлениях на научных конференциях

разного уровня, публикациях по особенностям эксплуатации быстрых реакторов и замкнутого ЯТЦ.

Современные технологии обеспечивают высокую скорость и доступность каналов обмена и распространения информации во всех областях деятельности человека. Это ведет к росту интенсивности открытого информационного обмена. Активно развиваются платформы и сообщества обмена научными рукописями и публикациями, мессенджеры, социальные сети, новостные ленты, тематические сайты и т.п., которые являются де-факто основными способами общения между различными социальными группами.

Сегодня существуют различные информационные системы, которые позволяют по набору ключевых слов предоставлять исследователю рекомендации источников искомой информации. Современные тенденции в области искусственного интеллекта ставят перед разработчиками методов поиска полезного контента создание полностью автоматизированных средств выбора из множества источников только тех, которые содержат значимую для исследователя информацию.

Инструменты машинного обучения и анализа данных позволяют осуществлять широкий спектр обработки текстовой информации. Такой класс задач традиционно относится к научной области, известной как компьютерная лингвистика. Это междисциплинарная область, которая возникла на стыке таких наук как лингвистика, математика, информатика и искусственный интеллект. В рамках этой области предложено много перспективных идей по автоматической обработке текстов на естественных языках, которые были воплощены во многих прикладных системах, в том числе коммерческих.

К наиболее активно развивающимся направлениям компьютерной лингвистики можно отнести классификацию и кластеризацию текстов, извлечение информации, выделение мнений и анализ тональности сообщения. Кроме этого, с помощью машинного обучения можно создавать алгоритмы фильтрации текстовых данных таким образом, чтобы они удовлетворяли заданным критериям важности и информативности.





Насколько эффективным может быть контроль за информацией?

В государстве-импортёре в случае принятия соответствующего политического решения будут приняты меры контроля информации. Однако при компьютерной грамотности, повсеместном распространении интернета, социальных сетей, общению по сотовой связи, использовании мессенджеров и электронной почты их эффективность представляется спорной. Скорее всего, эту информацию первыми обнаружат журналисты и незамедлительно опубликуют результаты и выводы, пусть даже не совсем обоснованные.

Тайная деятельность – это, скорее всего, крайний случай и представляется, что эффективное применение гарантий МАГАТЭ в государстве-импортёре технологии будет надежной защитой от противоправных действий на путях ядерного распространения.

Технические барьеры на путях ядерного распространения

- Использование топлива равновесного состава и неразделение урана и плутония при переработке, которая сводится в основном к очистке топлива от продуктов деления.

- Стартовая загрузка формируется из природного/обедненного урана в смеси с плутонием, получаемым после переработки ОЯТ из реакторов ВВЭР. Широкое использование РБН приведет к постепенному освобождению хранилищ от плутония и переработке хранящегося отработавшего топлива современных АЭС. Это будет самым заметным действием по снижению количества плутония и усилению режима нераспространения.

- Отсутствие этапа обогащения урана и отказ от обогащенного урана в ядерной энергетике. В выгружаемом топливе РБН в конце кампании уменьшается количество ^{238}U -урана относительно исходного, что должно быть компенсировано извне.

- Особенность топливного цикла заключена в том, что в течение кампании на уране-238 нарабатываются новые ядра плутония взамен выгоревших и в какой-то степени это напоминает «неразменный пятак» из романа Стругацких. Действительно на каждое сгоревшее, т.е. разделившееся ядро, нарабатывается новое, тем самым расширяется топливная база и существенно повышается безопасность реактора, так как не нужен большой запас реактивности для компенсации выгорания. Технологический процесс ЗЯТЦ предусматривает, что ОЯТ после завершения топливной кампании в реакторе перерабатывается с добавлением урана-238 (но не урана-235!), вновь загружается в реактор для новой топливной кампании и цикл повторяется многократно.

- В России накоплено ~1 млн.т. обедненного урана ядерной чистоты (так называемые «хвосты» процесса обогащения), готового к использованию в РБН. В нем содержится $\sim 8 \cdot 10^{22}$ Дж энергии, в настоящее время человечество ежегодно производит $\sim 5,65 \cdot 10^{20}$ Дж и, следовательно, в российском обедненном гексафториде урана заключена энергия в сто раз превосходящая годовые потребности всего человечества. Это стратегический запас и ценное сырье – готовый источник урана-238 ядерной чистоты для атомной энергетики с реакторами на быстрых ней-



3D модель опытно-демонстрационного энергокомплекса (ОДЭК)
3D model of the pilot demonstration energy complex (PDEC)

тронах и замкнутым ЯТЦ. Поэтому процесс обогащения урана не нужен и в Госкорпорации «Росатом» достаточно топлива для атомной энергетики на многие сотни лет.

- В топливе остаются для трансмутации америций, нептуний и часть кюрия. Они создают высокий уровень радиоактивности и являются радиационной самозащитой топлива от хищений.

- Безлюдность технологий. Весь оборот топлива сосредоточен на площадке станции, не предполагается транспортировка ОТВС за ее пределы и нет соответствующего оборудования.

- Подаваемые на рефабрикацию продукты переработки отработавшего топлива непривлекательны для изготовления ядерного взрывного устройства.

Следует также иметь в виду, что в государстве-импортёре реактора на быстрых нейтронах и установки замкнутого ядерного топливного цикла будут применяться гарантии МАГАТЭ. В этой связи можно сказать: «Все под международным контролем – МАГАТЭ контролирует массу плутония, изначально поступившую, выгоревшую и наработанную в каждой кампании, вошедшую в новую активную зону после переработки и оставшуюся в отходах, контролирует все перемещения ядерного материала в пределах площадок с реактором и пристанционным топливным циклом».

Исходя из вышеизложенного можно утверждать, что система гарантий МАГАТЭ – механизм проверки Договора о нераспространении ядерного оружия, центрального элемента ядерного нераспространения, дополненная вышеперечисленными барьерами обеспечит сведение к минимуму, если не полное исключение, риска ядерного распространения, связанного с возможным экспортом реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым топливным циклом.

В заключении вернемся к вопросу, вынесенному в название. Отвечать на главные вызовы современности – рост парникового эффекта, глобальное потепление и загрязнение окружающей среды способна Госкорпорация «Росатом», создавая атомную энергетику с реакторами на быстрых нейтронах и замкнутым ядерным топливным циклом.

Проект EAGLE в обоснование безопасности реакторов на быстрых нейтронах



*Кенжи Камияма,
руководитель Группы разработки технологии оценки безопасности Агентства по атомной энергии Японии*

Начавшись с исследований в обоснование безопасности реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем, сотрудничество между Японским агентством по атомной энергии (JAEA) и Национальным ядерным центром Республики Казахстан (НЯЦ РК) длится уже на протяжении более двадцати лет. Совместное исследование вылилось в резонансный и прорывной проект «EAGLE», реализуемый на экспериментальной базе НЯЦ РК. Далее я хотел бы остановиться на истории создания, основных этапах и достижениях проекта EAGLE.

История создания проекта EAGLE

EAGLE – это аббревиатура от «Experimental Acquisition of Generalized Logic to Eliminating Recriticalities», названия экспериментальной программы, направленной на обоснование возможности предотвращения повторной критичности реактора на быстрых нейтронах, даже когда топливо в активной зоне серьезно повреждено. Проект EAGLE стал очередным этапом сотрудничества Японии и Республики Казахстан в области ядерных исследований и отвечал требованиям исследований безопасности для быстрого реактора с натриевым теплоносителем (SFR) в Японии.

Целью решений по обеспечению безопасности атомной электростанции является снижение выбросов радиоактивных материалов в окружающую среду при аварии с плавлением топлива в активной зоне. Что касается SFR, то на начальном этапе их разработки были проведены оценки безопасности, чтобы показать, что последствия аварии могут быть ограничены даже в предположении тяжелой аварийной ситуации, когда топливо в активной зоне расплавляется, мощность реактора резко возрастает и топливо испаряется. В области исследований безопасности активной зоны SFR тяжелая авария с такими отклонениями мощности была названа проблемой повторной критичности. Во второй половине 80-х годов, по инициативе директора Лаборатории исследований ядерных реакторов Токийского института технологий, профессора Йоичи Фуджи-е, эксперты от промышленности (энергетических компаний и производителей), университетов и государственных исследовательских институтов на протяжении многих лет проводили встречи с целью обсуждения вопросов повышения безопасности перспективных реакторов на быстрых нейтронах при потенциальной аварии с плавлением активной зоны. В этой исследовательской группе был предложен подход к устранению возникновения самой проблемы повторной критичности, и была разработана концепция проекта, в которой канал для удаления расплавленного топлива при расплавлении активной зоны был установлен внутри топливной сборки. Такой вариант конструкции получил название FAIDUS (Fuel Assembly with an Inner DUct Structure). Роль FAIDUS заключается в том, чтобы предотвратить расширение области расплавленной активной зоны до масштаба всей активной зоны за счет контролируемого выведения расплавленного топлива из неё, поскольку одним из доминирующих факторов, вызывающих проблемы повторной критичности, является формирование

бассейна расплавленного топлива в объеме всей активной зоны. Кроме того, исследовательская группа пришла к выводу, что для реализации этой концепции проекта необходимо изучить поведение расплавленного топлива посредством экспериментальных исследований, в которых топливо плавилось бы в масштабе топливной сборки.

Отправной точкой зарождения сотрудничества между Японией и Республикой Казахстан в области мирного исследования атомной энергии и ядерных технологий можно считать 1993 год. Именно тогда профессор Йоичи Фуджи-е получил приглашение для участия в первой международной конференции по вопросам мирного использования атомной энергии, проводимой Национальным ядерным центром Республики Казахстан. В ходе визита в НЯЦ-РК профессор Фуджи-е выявил потенциал исследовательской базы НЯЦ-РК. В частности, он обнаружил, что исследовательский реактор ИГР (импульсный графитовый реактор) обладает огромным потенциалом значительного продвижения исследований по обоснованию безопасности активной зоны SFR, поскольку ИГР удовлетворяет упомянутому выше требованию, заключающемуся в плавлении топлива в масштабе топливной сборки. С 1995 года Японская атомная энергетическая компания (JAPC), которая в то время проводила исследования и разработки демонстрационного реактора-размножителя на быстрых нейтронах для практического применения SFR, начала предварительные исследования для реализации эксперимента по плавлению топлива на экспериментальной базе НЯЦ РК при участии специалистов - представителей японских производителей реакторного оборудования. С 1998 года началась масштабная реализация проекта EAGLE при участии Японского института развития ядерного цикла (JNC), который был реорганизован в Японское агентство по атомной энергии (JAEA) в 2005 году.

Проект EAGLE

На начальной стадии проекта был разработан базовый подход к проведению экспериментальных исследований. Он состоял в комбинации внутриреакторных, в реакторе ИГР, и вне реакторных испытаний.

В реакторе ИГР имеется экспериментальный канал в его радиальном центре (центральный экспериментальный канал), в который загружается экспериментальное устройство. Размеры ЦЭК и мощность реактора обеспечивают наилучшие в мире возможности для плавления топлива в объеме всей тепловыделяющей сборки. Именно поэтому внутриреакторный эксперимент позволяет воспроизвести потенциальную аварию активной зоны реактора с момента плавления топлива в тепловыделяющей сборке до начала перемещения расплавленного топлива по внутренней трубе вследствие ядерного нагрева с резким набором мощности реактора. С другой стороны, так как экспериментальное устройство, имитирующее тепловыделяющую сборку с внутренней трубой, помещается в защитный силовой корпус, оно ограничено по размерам, особенно в радиальном направлении, как ограничено и количество датчиков измерения параметров. Важно отметить, что процесс подготовки внутриреакторных экс-

периментов и непосредственно проведение самого эксперимента занимает несколько лет, в результате чего количество экспериментов ограничено. Вне реакторные эксперименты, напротив, имеют преимущество в связи с менее жесткими пространственными ограничениями по сравнению с внутри реакторными экспериментами, что позволяет разместить достаточное количество датчиков измерения и обеспечить проведение серии экспериментов с одним объектом исследования в различных условиях. Следовательно, в течение одного года можно получить представительные данные для понимания того или иного явления. Вместе с тем, учитывая тот факт, что тепловыделяющая сборка во вне реакторном эксперименте не может быть расплавлена за счет ядерного нагрева, воспроизвести гипотетическую аварию активной зоны реактора можно лишь частично.

С учетом преимуществ и недостатков внутри- и вне реакторных экспериментов, описанных выше, в ходе проведения вне реакторных экспериментов на начальном этапе исследований получают экспериментальные данные по перемещению топлива, чтобы продвинуться в понимании этих явлений. Затем процессы перемещения топлива при плавлении тепловыделяющей сборки моделируются во внутри реакторных экспериментах, в результате которых становятся доступными исчерпывающие данные и знания о перемещении топлива. Особенность программы EAGLE состоит в том, чтобы компенсировать взаимные недостатки внутри реакторных и вне реакторных испытаний взаимными преимуществами и построить в целом качественную целостную экспериментальную программу.

Этапы и основные результаты проекта EAGLE

Исследовательская программа проекта EAGLE-1 была успешно завершена в 2006 году, EAGLE-2 – в 2012 году и в настоящее время реализуется программа EAGLE-3. Далее я хотел бы более подробно остановиться на каждом из этапов проекта.

Проект EAGLE-1

Программа EAGLE-1 началась в 1998 году с целью подтверждения реализуемости концепции управляемого перемещения расплавленного топлива из активной зоны по тепловыделяющей сборке FAIDUS, в которой установлена труба, предназначенная для перемещения топлива. Проект предусматривал установку трубы таким образом, чтобы расплавленное топливо самотеком перемещалось вниз. Исследовательская программа EAGLE-1 началась с разработки технологии проведения экспериментов.

1. Программа вне реакторных исследований

Для проведения программы вне реакторных исследований на территории Института атомной энергии Национального

ядерного центра РК был создан экспериментальный стенд, получивший одноименное с проектом EAGLE название. В ходе реализации вне реакторной части программы предстояло решить две задачи: во-первых, разработать технологию получения расплава материалов, имитирующего расплав топлива с последующим его перемещением в испытательную секцию; во-вторых, освоить технологии обращения с химически активным натрием. Для решения первой задачи была предложена технология электромагнитного индукционного нагрева, с использованием которой материалы, имитирующие топливо, загружались в тигель и расплавлялись за счет теплопередачи от тигля, который нагревался электромагнитным индуктором. После скола пробки на нижнем днище тигля имитатор расплава топлива перемещался в испытательную секцию. Изначально технология была разработана в рамках проекта COTELS для изучения процесса охлаждения фрагментов расплава при тяжелой аварии легководного реактора. Работы по проекту COTELS проводились в сотрудничестве с японскими специалистами из Ядерной энергетической корпорации (NUPEC) и специалистами НЯЦ РК до начала проекта EAGLE-1. Однако в программе EAGLE-1 требовалось повысить температуру имитатора топлива, поскольку температура топлива в SFR при плавлении активной зоны на несколько сотен градусов выше, чем в легководном реакторе. Увеличение температуры представляло собой проблему с технической точки зрения, так как химическая реакция между тиглем и имитатором расплава топлива стала заметной, что вызывало изменение теплофизических свойств имитатора расплава. Для решения проблемы, методом проб и ошибок, в течение четырех лет было проведено двадцать экспериментов, что вдвое превышало начальный план, и, в конечном итоге, технология плавления имитатора топлива с последующим перемещением в испытательную секцию была разработана. Что касается техники работы с натрием, удаление натрия из испытательной секции после проведения испытаний стало проблемой. Поэтому в 2003 году в Японии для персонала, проводившего испытания в НЯЦ РК, было проведено обучение по курсу обращения с натрием в учебном центре по натрию, прилегающему к MONJU, и на предприятии по переработке натрия в Инженерном центре JNC (Оарай). В 2005 году была начата программа вне реакторных экспериментов, включающая серию экспериментов с натрием, в результате которой были получены данные по поведению расплава в процессе перемещения по трубе, заполненной натрием. После завершения эксперимента натрия был надлежащим образом удален из экспериментальной секции.

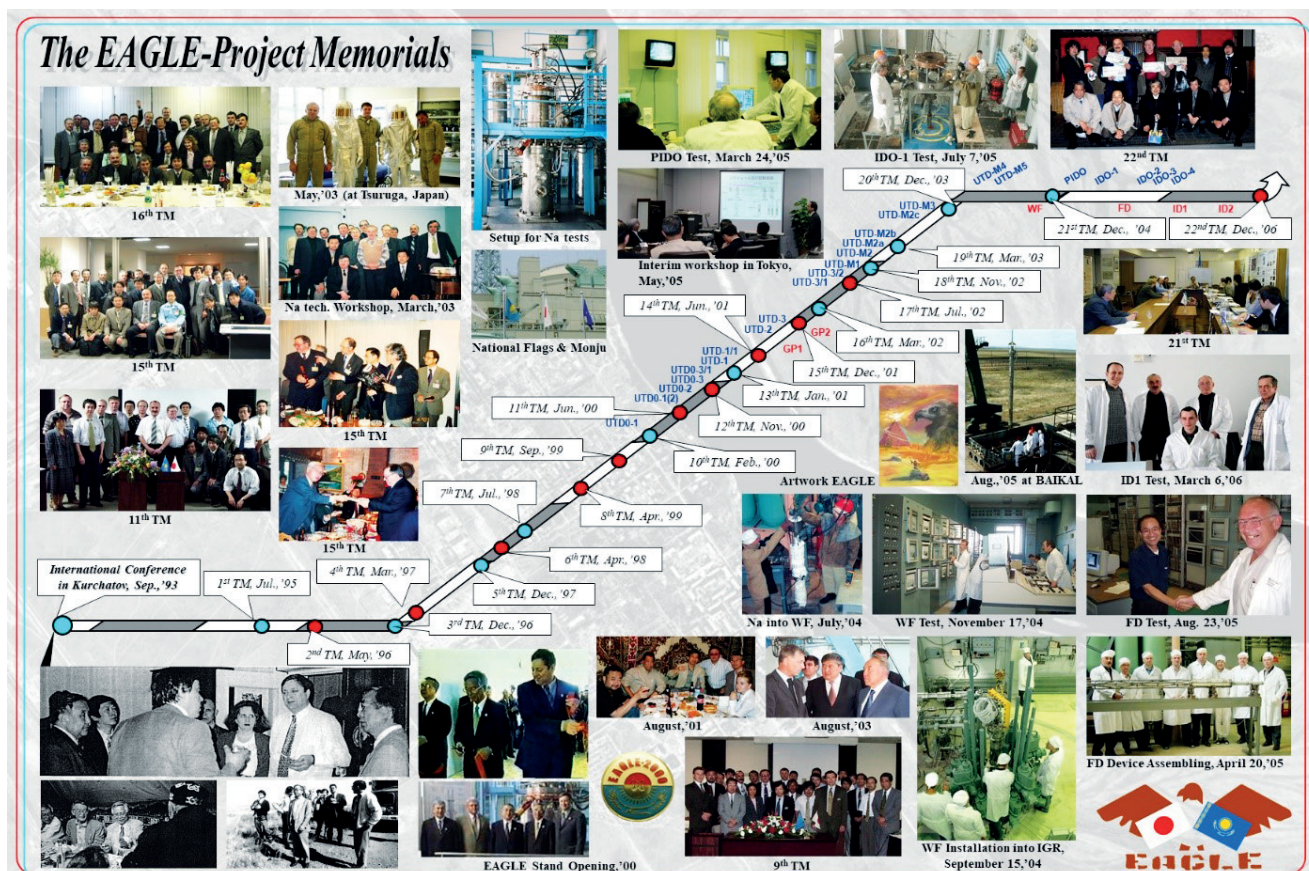
2. Программа внутри реакторных экспериментов

Все экспериментальные устройства для проекта EAGLE были разработаны и смонтированы силами специалистов Института атомной энергии НЯЦ РК. Программа внутри реакторных экспериментов предполагала решение двух основных задач: во-первых, было необходимо смоделировать типичные условия плавления активной зоны реактора на быстрых нейтронах путем плавления сборки твэлов, во-вторых, обеспечить безопасные условия для проведения эксперимента путем

удержания расплава топлива. Программа внутриреакторных экспериментов подразумевала, что реактор ИГР работает для нагрева и плавления экспериментальной тепловыделяющей сборки при помощи нейтронного облучения. Для реализации условий проведения экспериментов надлежащим образом, необходимо было точно рассчитать соотношение между мощностью реактора ИГР и теплом, выделяемым экспериментальным топливом. Специалисты НЯЦ РК совместно с японскими коллегами выполнили ряд нейтронных расчетов, провели облучательные эксперименты с макетом экспериментального устройства и получили реалистичные данные для определения соотношения мощности реактора и мощности тепловыделяющей сборки. Внутриреакторная часть проекта EAGLE-1, помимо прочего, была направлена на постепенное увеличение массы расплавляемого топлива для плавления, начиная с нескольких топливных таблеток. В результате удалось смоделировать типичную аварию с плавлением активной зоны SFR, в которой тепловыделяющая сборка полностью расплавляется за несколько секунд. Ключевым вопросом для изучения японскими и казахскими специалистами являлся вопрос безопасности, поэтому было принято решение сделать защитный силовой корпус экспериментального устройства двойным. Так как в Казахстане такого материала не оказалось, пришлось доставлять его из России, что повлекло за собой ряд трудностей. Процедура закупки материала затянулась, по причине его использования в ядерном реакторе.

3. Процесс выполнения работ

Начиная с 2003 года японские специалисты жили в Курчатове на протяжении трех лет для проведения совместных работ с коллегами из НЯЦ РК по решению технических вопросов. Климат в Курчатове намного суровее, чем в Японии, и порой температура зимой достигает минус 40 градусов Цельсия. На наш взгляд, эта длительная командировка сыграла важную роль в эффективной реализации проекта и достижении взаимопонимания. Параллельно с пребыванием в Курчатове наших коллег, в Японии была организована рабочая группа по проекту EAGLE, которую возглавил доктор Масаки Саито, профессор Токийского института технологий. В состав группы вошли ведущие производители разработок для быстрых реакторов, представители компаний Advanced Reactor Technology, Mitsubishi Heavy Industries, Toshiba Corporation, Hitachi и Kawasaki Heavy Industries, которые участвовали в проекте EAGLE-1 наряду с JAPC. В рамках этой всеяпонской системы поддержки г-н И. Сато и г-н К. Кониши из JAEA и г-н С. Кубо из JAPC играли центральную роль в осуществлении исследований для решения технических проблем, а в НЯЦ РК, г-н Ю. Васильев, г-н А. Колодешников, д-р А. Вурим и г-н В. Зуев сыграли важную роль в решении технических проблем в ответ на запросы и предложения с японской стороны. Благодаря такому сотрудничеству между НЯЦ РК и Японией все испытания были завершены, хотя и на два года позже графика.



История зарождения сотрудничества между Японией и Республикой Казахстан в области мирного использования атомной энергии и ядерных технологий до завершения проекта EAGLE-1

После завершения проекта EAGLE-1 исследования в области безопасности при расплавлении активной зоны SFR значительно продвинулись вперед. Было показано, что расплавленное топливо может быть удалено из активной зоны сразу после начала плавления топлива путем установки канала внутри топливной сборки. Впервые в мире были получены данные, которые подтвердили, что проблема повторной критичности, одна из основных проблем при разработке реактора на быстрых нейтронах, может быть решена при помощи новых проектных решений.

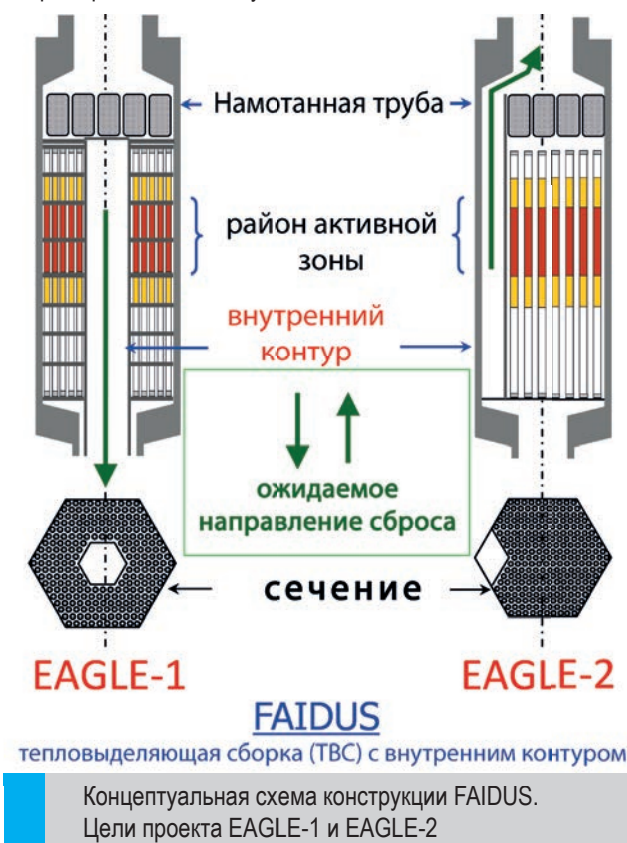
В ходе проведения внутри- и вне реакторных экспериментов по проекту EAGLE-1 была получена достаточная информация, что легло в основу создания базы данных. В результате, исследования по валидации компьютерного кода для анализа аварий с расплавлением активной зоны в SFR, который разрабатывается JAEA, продвинулись вперед, и была улучшена и значительно укреплена техническая основа для оценок безопасности активной зоны.

Проект EAGLE-2

Начавшаяся в 2007 году программа EAGLE-2 была направлена на решение двух задач: проведение исследований возможности контролируемого перемещения расплава активной зоны вверх вопреки гравитации (в отличие от программы EAGLE-1, где изучалась возможность перемещения расплава по направлению вниз) и проведение исследований возможности постепенного перемещения расплава активной зоны с последующим его охлаждением после перемещения по внутренней трубе FAIDUS. Решение первой задачи исходило из потребностей в изучении практического применения реактора на быстрых нейтронах, разработка которого была актуальна в то время в Японии. Реализация такой концепции, ведущей к перемещению расплава активной зоны по направлению вверх, рассматривалась с точки зрения снижения объемов проектирования тепловыделяющих сборок. Если подтверждается возможность перемещения расплава вверх, конструкция, в которой канал, имеющий отверстие на верхнем конце, устанавливается в топливной сборке, может быть принята в качестве стандартной. Перемещение расплава из активной зоны существенно снижает ее реактивность и мощность, а часть топлива не будет расплавлена и останется в активной зоне. Так как топливо нагревается под действием остаточного энерговыделения, оно будет расплавляться постепенно, затем расплав будет перемещаться и охлаждается натрием. Данный фактор послужил основанием для определения второй задачи.

Благодаря методике проведения экспериментов, разработанной специалистами НЯЦ РК, а также сотрудничеству между НЯЦ РК и JAEA, налаженному входе осуществления программы EAGLE-1, экспериментальная программа EAGLE-2 была выполнена согласно плану работ и завершена в 2012 году. В результате было доказано, что расплав топлива активной зоны может динамично перемещаться даже по направлению вверх под действием давления, которое возрастает в

активной зоне естественным образом при плавлении топлива. Тем самым было подтверждено, что повторной критичности можно избежать, даже в том случае, если конструкция тепловыделяющей сборки, обеспечивающая возможность перемещения расплавленного топлива вверх, будет принята в качестве стандартной конструкции будущих SFR. Кроме того, полученные знания по перемещению и охлаждению расплава активной зоны сыграли важную роль при рассмотрении дизайна конструкций, которые расположены ниже активной зоны, например, таких как ловушка активной зоны.



Несмотря на то, что предметом исследования программ EAGLE-1 и EAGLE-2 являлся процесс перемещения расплава топлива по внутренней трубе тепловыделяющей сборки, полученные данные и знания содержали много информации в отношении поведения расплава топлива. Как упоминалось выше, полученные данные применялись для валидации компьютерного кода, разработанного в JAEA, и зарубежные исследовательские центры также проявляли к ним большой интерес. Благодаря реализации программ EAGLE-1 и EAGLE-2 в НЯЦ РК был раскрыт впечатляющий потенциал проведения широкого спектра экспериментов, что позволяет планировать и проводить в соответствии с установленным планом сложные эксперименты с расплава топливом и натрием. Эта технология и достижения стали платформой для реализации нового международного сотрудничества в области безопасности быстрых реакторов.

Таким образом, технологии проведения испытаний в области исследований безопасности активной зоны реактора на быстрых нейтронах, разработанные в ходе решения

большого спектра задач, обеспечили НЯЦ РК важную роль на международном уровне, а результаты проекта EAGLE получили высочайшее признание международного научного сообщества.

Проект EAGLE-3

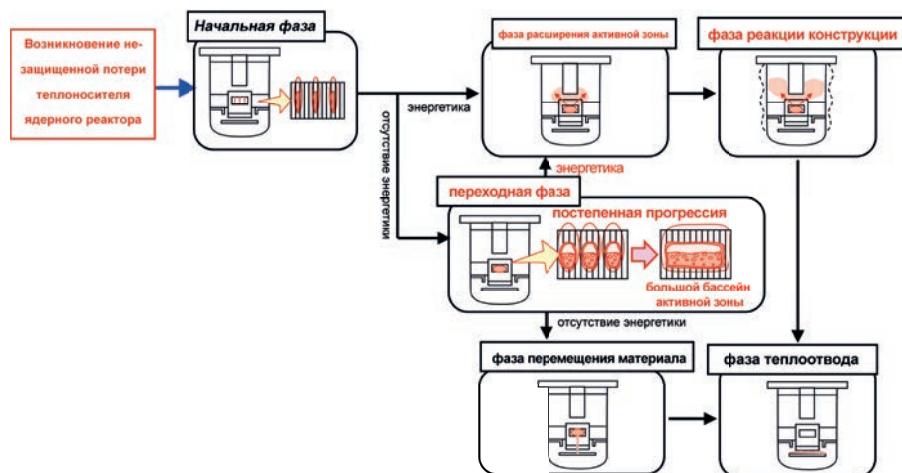
Основываясь на результатах программы EAGLE-1 и результатах решения первой задачи в рамках программы EAGLE-2, длительное перемещение топлива и его охлаждение (после устранения проблемы повторной критичности) стали основными темами исследований. Как упоминалось выше, цель усилий по безопасности атомной электростанции - уменьшить выброс радиоактивных материалов в окружающую среду даже в случае аварии с плавлением топлива активной зоны. Результаты решения второй задачи на этапе EAGLE-2 показали, что SFR изначально могут удерживать и охлаждать разрушенные материалы активной зоны внутри корпуса реактора после

ее разрушения и плавления, при условии поддержания уровня натрия и его охлаждения. Для детального изучения процесса перемещения расплава с последующим охлаждением, в 2015 году была начата программа EAGLE-3. В настоящее время продолжается программа внутри- и вне-реакторных экспериментов. На данный момент получены данные, подтверждающие влияние элементов конструкции активной зоны на перемещение и охлаждение расплава, и эти знания нашли отражение в конструкции внутренних элементов, находящихся в корпусе реактора и предназначенных для смягчения последствий тяжелых аварий.

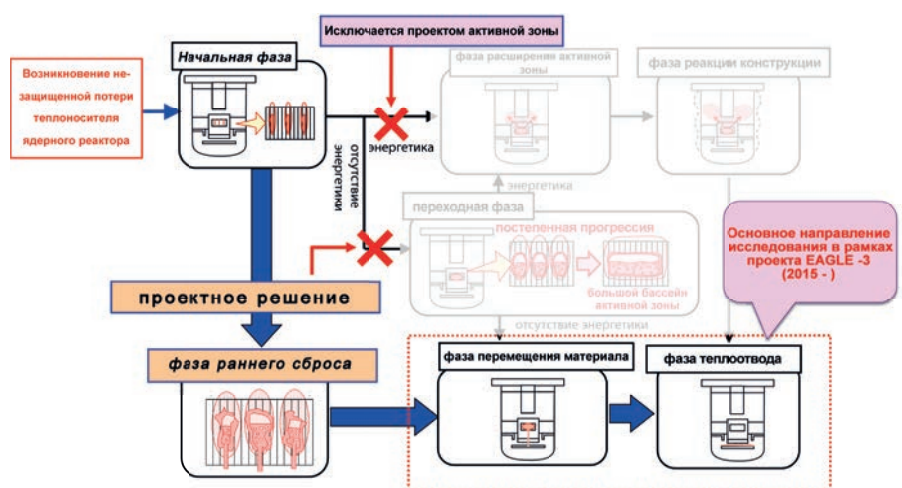
Процесс протекания аварии с плавлением активной зоны реактора до и после завершения проекта EAGLE-1 и EAGLE-2. Цели проекта EAGLE-3

Проект EAGLE начался 20 лет назад, в то время, когда стояла острая необходимость в решении сложных технических задач в кооперации со специалистами НЯЦ РК для завершения проекта. Реализация проекта позволила продвинуться далеко вперед в изучении вопросов безопасности активной зоны реактора на быстрых нейтронах и подтвердить возможность проведения сложных экспериментов. EAGLE стал значимым проектом с точки зрения проведения исследований на зарубежной экспериментальной базе в рамках международного сотрудничества. Считаю, что обмен специалистами и доверительные отношения между НЯЦ и JAEA, которые сложились благодаря совместному преодолению технических трудностей, как итог привели к построению взаимопонимания между Казахстаном и Японией. В тесной кооперации с НЯЦ РК, основываясь на прочных отношениях и благодаря разработанной технологии проведения экспериментов, мы хотели бы завершить проект EAGLE-3, ответив на все вопросы, связанные с безопасностью активной зоны реактора на быстрых нейтронах.

Выражаю глубокую благодарность всей команде специалистов НЯЦ РК и JAEA, задействованной в реализации проекта EAGLE. Отдельную благодарность я хотел бы выразить корпорации Marubeni Utility Service за их неустанную поддержку на протяжении всего проекта и техническим переводчикам А. Козлову, М. Минуре, К. Окуи и К. Бисенгали за их незаменимый вклад в реализацию проекта EAGLE.



До начала проекта EAGLE-1 и EAGLE-2



После завершения проекта EAGLE-1 и EAGLE-2

Текущие инициативы по верификации ядерного разоружения



Елена Гай,

старший научный сотрудник, VERTIC (Центр верификационных исследований, обучения и информации)

В последние годы международное сообщество наблюдает прогрессивное разрушение международной архитектуры разоружения, нераспространения и контроля вооружения. Но, в то же время, была возобновлена поддержка двусторонних, региональных и многосторонних инструментов, способствующих ядерному разоружению.

Данные инициативы направлены на достижение прогресса в ходе следующей Обзорной конференции Договора о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО), проведение которой запланировано на январь 2022 года, и ее Обзорного цикла. В этом отношении институциональные и научные инициативы выводят на первый план важность верификации в продвижении ядерного разоружения, а также роль наращивания потенциала в поддержку разработки эффективных верификационных техник и инструментов.

В данной статье представлен обзор текущих и прошлых инициатив по верификации ядерного разоружения (ВЯР), а также проекта «Наращивание потенциала в области многосторонней верификации ядерного разоружения», реализуемого в настоящее время Центром верификационных исследований, обучения и информации (VERTIC) и Международным научно-техническим центром (МНТЦ) в Казахстане и прочих регионах мира в сотрудничестве с организациями-партнерами.

Текущие инициативы по верификации ядерного разоружения и Проект VERTIC-МНТЦ «Наращивание потенциала в области многосторонней верификации ядерного разоружения»

За последние десять лет, обсуждение вопроса продвижения многостороннего ядерного разоружения проводилось на специализированных форумах в рамках Организации Объединенных Наций (ООН). Сюда входит Рабочая группа открытого состава (OEWG), созданная Резолюцией 67/56 Генеральной Ассамблеи ООН, с целью «разработки предложений для продвижения переговоров по многостороннему ядерному разоружению в поддержку мира без ядерного оружия». В 2013 году Рабочей группой была проведена встреча, по итогам которой был подготовлен заключительный отчет; второй Рабочей группой (OEWG) проводились встречи в течение 2016 года. В заключительном отчете Группой была выделена «необходимость применения принципов транспарентности, проверяемости и необратимости для достижения и поддержания мира без ядерного оружия», который включает помимо прочего, «разработку верификационных инструментов, средств и механизмов для построения и поддержания мира свободного от ядерного оружия».

В соответствии с резолюциями 71/67 и 74/50 Генеральной Ассамблеи ООН были созданы две Группы правительственных экспертов (ГПЭ), с целью рассмотрения роли верификации в продвижении ядерного разоружения, членом которой является Казахстан. Первые встречи ГПЭ проводились в течение 2018–2019 гг., и в заключительном отчете эксперты пришли к выводу о том, что «продвижение ядерного разоружения является длительным обязательством и существует необходимость изучения всех аспектов данного вопроса на международном уровне, включая верификацию», и что «доверительный верификационный режим, которому доверяют все Страны, станет основой для поддержания мира свободного от ядерного оружия». Вторая ГПЭ возобновит работу в ноябре этого года, встречи будут проводиться в течение 2022 года.

Важность верификации и поддержки развития эффективных верификационных средств, связанных с ядерным разоружением, также отмечена в Действии 10 и Действии 19 Плана Действий 2010 ДНЯО, находящего поддержку всех стран подписантов ДНЯО. За пределами ООН, усилия по верификации дополняются Международным Агентством по Атомной Энергии (МАГАТЭ) посредством системы гарантий безопасности, и Организацией Договора о Всеобъемлющем Запрещении Ядерных Испытаний (ОДВЗЯИ) посредством проведения инспекций на месте, что соответственно гарантирует мирный характер всей ядерной деятельности и отсутствие ядерных испытаний. В 2021 году, в ходе визита на Семипалатинский испытательный полигон в ознаменование Международного дня против ядерных испытаний, д-р Роберт Флойд, вновь избранный Исполнительный Секретарь ОДВЗЯИ отметил, что «Первый Президент выбрал судьбу этой страны – быть лидером в области нераспространения и разоружения».

В течение последних десятилетий проводятся исследования в области верификационных решений. Первые новаторские усилия, направленные на разработку эффективных верификационных техник и инструментов, были предприняты в 1967 году во время работ, связанных с уничтожением оружия, извлечением делящегося материала и размещением на хранение неядерных компонентов, выполненных на отдельных станциях в рамках совместных работ между Министерством обороны США и Агентством по контролю за вооружениями и разоружением США (АКБР). Спустя двадцать лет, в 1990-х годах, нами оказывалось содействие в разработке серии из семи экспериментов Советских и Американских ученых, так называемого «Эксперимента на Черном море», в рамках которого исследовалось «применение различных инструментов и переделов верификации по обнаружению ядерного оружия в море», который был признан «хорошим стартом на пути проектирования системы верификации», приносящим «важные и неожиданные результаты, имеющие основное значение для военно-морского контроля над ядерными вооружениями». В тот же год начала свою деятельность Трехсторонняя инициатива, в сотрудничестве между США, Россией и МАГАТЭ. Данная Трехсторонняя инициатива стартовала в 1996, и до сих пор является одним из знаменательных мероприятий в разработке путей проведения верификации «оружейного делящегося материала, считающегося излишним для военных нужд» без распространения чувствительной информации.

Между США и Соединенным Королевством (СК) существует давнее сотрудничество по данной теме. Данное сотрудничество касается технических и эксплуатационных задач в отношении деятельности по верификации ядерного разоружения, включая технологии защиты конфиденциальной информации при этом гарантируя подлинность контрольного оборудования, управляемый доступ для инспекторов, и цепи ответственности.

В 2007 году, инициативой СК-Норвегия (UKNI) проложен новый путь в данной области, представив первый пример сотрудничества между ядерной державой – СК и неядерным государством – Норвегией. В рамках данной Инициативы по-новому подошли к вопросу о роли НГО (Негосударственные организации), так центр VERTIC был включен в качестве обозревателя. В период первых трех лет работы Инициативы, британские и норвежские эксперты проводили исследование технических и методических задач, связанных с возможным предстоящим режимом верификации ядерного разоружения. Данная работа состояла из трех экспериментов, направленных на изучение задач, связанных с допуском инспекторов на чувствительные ядерные установки. Позднее, в рамках работы инициативы, был проведен международный семинар с участием делегатов из двенадцати неядерных государств, с целью обсуждения возможности участия данных государств в диалоге по ВЯР и учениях по исследованию человеческого фактора в исследовательской деятельности.

Инициатива СК-Норвегия переросла в Партнерство по ядерной верификации QUAD (четырёхстороннее партнерство), в частности известное организацией многостороннего учения LETTERPRESS, занимающимся изучением практи-

ческих задач, связанных с мониторингом и верификацией деклараций по ядерному оружию. Опыт, полученный после проведения учения LETTERPRESS, положил начало двум направлениям работы, нацеленным в одном случае на стратегии верификации, а в другом на технологии верификации, отчетные материалы по которым будут представлены в ходе Обзорного цикла ДНЯО 2025.

В конечном итоге, Международное партнерство по верификации ядерного разоружения (МПВЯР), основанное Государственным департаментом США и Инициативой по сокращению ядерной угрозы, и насчитывающее более двадцати пяти ядерных и неядерных государств, в том числе и Казахстан, остается одним из самых важных форумов проведения многосторонних исследований в целях мониторинга и верификации, инспекций на месте, а также технических задач и обсуждений.

Наращивание потенциала является ключевым элементом в развитии эффективного применения верификации ядерного разоружения. В данной сфере в настоящее время центром VERTIC и МНТЦ осуществляется проект по «Наращиванию потенциала в области многосторонней верификации ядерного разоружения», финансируемый Правительством Королевства Норвегия. В рамках данного проекта оказывается содействие в разработке и укреплении практических мер верификации ядерного разоружения с целью достижения и поддержания мира свободного от ядерного оружия. В проекте задействованы должностные лица, эксперты и научные сотрудники из Казахстана, Аргентины, Бразилии и Южной Африки, и нацелен проект на проведение оценки нынешних технических и политических возможностей упомянутых стран, которые могут внести вклад в текущую многостороннюю деятельность в области ВЯР. Реализация проекта вносит дополнения в деятельность, предпринимаемую в ООН и прочих специализированных форумах и направлена на возможность создания Центра ВЯР для поддержания и содействия всей деятельности в данной сфере на долгосрочной основе.

Техническая компетентность Казахстана в выводе из эксплуатации ядерных испытательных полигонов сочетается с выдающейся историей дипломатии в области ядерного разоружения, поскольку Казахстан является единственной страной, принявшей решение закрыть все ядерные испытательные полигоны и ликвидировать все ядерные боеголовки и связанные с ним материалы со своей территории. К тому же, Казахстан являлся инициатором основания Международного дня против ядерных испытаний, и приверженцем международных инициатив по разоружению, таких как проект АТОМ.

На данный момент, центром VERTIC и МНТЦ успешно проведены три консультативных семинара (ноябрь 2020 г., май и июль 2021 г.) с участием представителей Казахских организаций, таких как Министерство иностранных дел Республики Казахстан, Министерство энергетики, Национальный ядерный центр (НЯЦ РК), Национальный центр данных (KNDC), Научно-технический центр безопасности ядерных технологий (НТЦ БЯТ), Казатомпром, и «Ядерное общество Казахстана». В ходе семинаров участниками обсуждался большой опыт и знания,

имеющиеся в Казахстане по выводу из эксплуатации ядерных испытательных полигонов, вопросах атомной энергетики, безопасности, а также НИОКР, которые могут обеспечить знания, применимые в процессе ядерного разоружения во всем мире.

Учитывая новаторскую роль Казахстана в ядерном разоружении, мы уверены, что реализация проекта VERTIC-МНТЦ будет способствовать дальнейшему укреплению вклада страны в международную деятельность по ВЯР и целевые инициативы и учения, а также процессы ООН. Мы также видим возможность оказания поддержки и содействия в передаче знаний среди поколений, стимулируя энтузиазм и мотивацию среди молодежи, и наконец поддержки в формировании нового поколения экспертов атомщиков.

На данном этапе мы занимаемся организацией совещаний с целью дальнейшей оценки целесообразности создания Центра верификации ядерного разоружения в Казахстане, и изучаем вопрос о потенциальных сферах исследования и обучения, которыми может заниматься центр. Также мы доносим до политических органов концепцию Центра, для их привлечения к участию в нашей деятельности и оказания потенциальной помощи в реализации проекта.

Согласно предварительному рассмотрению Центр ВЯР, созданный в стране, может выполнять различные функции, включая:

- возможность разработки исследований и объединение специальных знаний и навыков по процедурам верификации, адаптированных для продвижения процесса разоружения;
- возможность предоставления быстрой консультации эксперта по научным, техническим и политическим вопросам по запросу национальной и международной стороны;
- содействие в реализации международных соглашений в области ядерного разоружения, в части верификационных техник и инструментов;
- возможность обеспечения технической составляющей дипломатических заявлений, укрепляющих национальную внешнюю политику на специализированных форумах по разоружению;
- содействие в определении экспертов для участия в международных совещаниях, посвященных ВЯР (МПВЯР, ГГЭ ВЯР, возможные GSTE, и т.д.);
- разработка и организация обучения для национальных и международных экспертов на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне, объединение и обновление специальных знаний в сфере разоружения ядерных полигонов и обнаружения незаявленной деятельности;
- возможность оказания дополнительного содействия Казахстанским институтам, университетам и прочим учреждениям, желающим в дальнейшем участвовать в международных проектах, требующих обладания вышеуказанными знаниями (академические и научно-исследовательские и другие инициативы по денуклеаризации Корейского полуострова, и т.д.)
- вклад в организацию специально разработанных курсов и упражнений для экспертов страны с целью обобщения знаний и опыта в данной сфере;

– дальнейшее предание гласности важности ВЯР среди молодого поколения, обеспечивая при этом передачу знаний среди поколений и поддержку национальной политики и технических возможностей в долгосрочной перспективе.

Ниже представлены некоторые организации, которые могли бы воспользоваться возможностями созданного в перспективе центра:

– Национальные организации, работающие в сфере реализации ВЯР на дипломатическом и техническом уровне;

– Международные организации, которые проводят технические работы, такие как МАГАТЭ и ОДВЗЯИ;

– Органы системы ООН, такие как UNODA (Управление ООН по вопросам разоружения) в случае создания группы правительственных экспертов, рабочих групп и открытых рабочих групп, которые функционируют или могут функционировать в данной сфере;

– Университеты и научно-исследовательские центры на национальном и международном уровне;

– Частный сектор промышленности, в случае введения в эксплуатацию и выполнения технической работы, требующей глубоких знаний верификационных техник и инструментов;

– Двусторонние, многосторонние и прочие международные инициативы, связанные с ВЯР.

Как уже говорилось, в течение длительного времени разработка эффективных техник, средств и инструментов политики для верификации ядерного разоружения являлась ключевым звеном в продвижении к цели к цели создания мира, свободного от ядерного оружия. Нарастание потенциала играет крайне важную роль в вопросе поддержки деятельности в области ВЯР, и в обеспечении возможности участия всех стран в инициативах ВЯР. Казахстан решительно выступает за ликвидацию ядерного оружия, и благодаря своей истории и национальному опыту обладает всеми необходимыми возможностями чтобы продолжать вносить значительный вклад в мировую деятельность по ВЯР. Проект VERTIC-МНТЦ нацелен на оказание содействия Казахстану в этом вопросе, и формирования основы для долгосрочной работы с участием нового поколения специалистов в области ядерного разоружения.

Управление ядерным сектором в качестве актива внешней политики Казахстана



Камен Величков,
*PhD, Старший куратор программ и советник по дипломатическим вопросам
Международного научно-технического центра (МНТЦ)*

В большей части основных исследований международных отношений, анализ внешней политики (АВП) в основном проводится на основе неореалистических подходов или геополитических объяснений. Конструктивизм также проявляется в таких исследованиях, хотя гораздо реже. В поисках возможного конструктивистского аналитического инструмента Вальтер Карлснаес предложил тщательно изучить внешнеполитический акт в роли структурного элемента международных отношений. Этот метод подразумевает анализ подготовительной фазы действия (фазы намерений), predispositions субъекта и реакции структуры (международной системы), которая отражается на субъекте и, в свою очередь, влияет на него.

В том же духе Элизабетта Бриги и Кристофер Хилл утверждали, что внешнеполитические решения лучше всего понимать через модель стратегических отношений. Эта модель прослеживает связи, которые соединяют и стирают воедино цели и средства внешней политики. Это позволяет изучать внешнюю политику Казахстана через анализ приоритетов и действий, которые отражают процессы внутри страны. Он преодолевает черно-белую дилемму между политикой, основанной на интересах и политикой, основанной на ценностях, подчеркивая промежуточные состояния и неоднозначные результаты внешнеполитических действий.

Что касается определения национальных интересов, Александр Вендт, отец конструктивизма, сформулировал точку зрения, отличную от точки зрения неореалистической теории. Он расширил и уточнил предположение Кеннета Вальца о том, что единственный интерес государств - это выживание. Вместо этого Вендт доказал, что национальные интересы включают четыре объективных интереса: выживание, автономию / независимость, экономическое благополучие и коллективное самовосприятие.

В существующей литературе конструктивистские подходы применялись к анализу внешней политики Казахстана в первую очередь в отношении инициатив, относящихся к «чисто» внешним действиям, при этом мало внимания уделялось взаимосвязи с внутренними или интернализированными нормами и возможностями. В плане промугляции внешней политики, инициативы Казахстана в области нераспространения хорошо известны и признаны во всем мире. Достаточно в качестве доказательства упомянуть инициативы, положившие начало принятию Всеобщей декларации ООН о построении мира, свободного от ядерного оружия или объявление ГА ООН о том, что 29 августа является Международным днем действий против ядерных испытаний.

Однако, когда дело доходит до участия Казахстана в научном сотрудничестве, которое может помочь улучшить международные отношения и ослабить напряженность политической обстановки, результаты менее узнаваемы. Что касается сотрудничества в целях развития, передача казахстанского опыта управления ядерным сектором является малоизвестным активом.

Опыт Комитета по атомному и энергетическому надзору и контролю и Казатомпрома в области добычи и транспортировки урана был передан странам Сообщества развития Юга Африки (САДК) в рамках финансируемого проекта Евросоюза, осуществляемого МНТЦ, а именно проект MC 5.01 15B «Поддержка государств Юга Африки в области ядерной безопасности». Этот пример раскрывает значительный потенциал, которым обладает ядерное управление для обоснования вклада Казахстана в международное сотрудничество в целях развития в целом и в улучшение взаимосвязи между безопасностью и развитием.

В силу своего значительного экономического и демографического потенциала, Казахстан превращается в развивающуюся державу среднего масштаба, которая стремится стать важным фактором в международных отношениях. Амбиции Казахстана на международной арене берут начало не только

из его идейных устремлений быть «хорошим» членом глобального общества и повышения его благоприятного имиджа в мире, но и из попытки внести свой вклад в установление и кодификацию стандартов международного поведения. Существует множество прагматических причин, лежащих в основе конкретных внешнеполитических решений, связанных с необходимостью внешних инвестиций и технологических инноваций. Кроме того, конструктивистский подход дает интересный взгляд на деятельность Казахстана как нового донора официальной помощи в целях развития.

Казахстан представляет собой типичный пример зарождающейся региональной державы. Политика Казахстана в области нераспространения может помочь определить влияние этого типа субъектов на международную систему. Вопрос в том, склонны ли они быть движущими силами для перехода к многополярности или же могут быть в равной степени стабилизирующим фактором из-за их предпочтения более нормативным элементам в анархической среде международных отношений. Более того, изучение случая Казахстана доказывает, что естественная склонность субъектов среднего масштаба к усилению регионализма не препятствует, а, скорее, дополняет их эволюцию, направленную на то, чтобы стать опорами международного сообщества.

С этой точки зрения было бы целесообразно проанализировать аспекты потенциала ядерного управления, которым располагает Казахстан, и то, как он может поддерживать свою региональную политику и межрегиональное сотрудничество, в частности, между Африкой и Центральной Азией.

Приобретенный нормативный опыт и знания

В Казахстане современная нормативно-правовая база использования атомной энергии и радиационной безопасности возникла в особом историческом контексте, связанном с распадом Советского Союза. Дополнительная специфика возникает из характеристик политической системы государства, в частности, из ведущей роли и функции президентства. Одно наблюдение Томаса Райта, ученого из Брукингса, сделанное о внешней политике США, может в равной степени относиться и к Казахстану, а именно, что она «*определяется характером и мнениями своего президента*», а не кем-либо еще.

Нормативно-правовая база Казахстана состоит из четырех уровней: (1) указы президента об обнародовании законов, принятых парламентом; (2) Решения (постановления) Совета Министров; (3) Правила и положения, определяющие вопросы радиационной безопасности, предписывающие допустимые уровни радионуклидов в окружающей среде и т.д., утвержденные соответствующими уполномоченными государственными органами; (4) Стандарты, руководящие принципы и стандартные операционные процедуры, принятые предприятиями и другими субъектами.

Соответствующие законодательные акты включают: Закон № 442-V «Об использовании атомной энергии» от 12 января 2016 года; Закон № 219 «О радиационной безопасности

населения» от 23 апреля 1998 г.; Закон от 16 мая 2014 г. № 202-V «О разрешениях и уведомлениях»; который заменил Закон «О лицензировании», *Экологический кодекс* Республики Казахстан № 212 от 9 января 2007 года.

Правовая база в Казахстане отражает национальные обстоятельства и отвечает им. Она предоставляет знания о систематизированном опыте по темам, связанным с ядерной и радиационной безопасностью и физической безопасностью; о ядерной науке, технологии и их применении; эффективности гарантий МАГАТЭ, контроле и нераспространении; а также охватывает широкий круг тем, от лицензирования через экспортный контроль и осведомленность общественности до обучения и аттестации персонала, занятого на объектах атомной энергетики.

Африканский контекст значительно отличается от условий и унаследованного наследия в Казахстане. Однако многие африканские страны стремятся разработать или улучшить нормативно-правовую базу и политику в своем стремлении к производству урана, ядерной энергии и прочему применению в ядерной области. Некоторые казахстанские правила мирного использования атомной энергии служат соответствующим примером для них.

Например, в Казахстане Закон «Об использовании атомной энергии» определяет основные права уполномоченных государственных органов и должностных лиц. Комитет по атомному и энергетическому надзору и контролю (КАЭНК), регулирующий орган в ядерной сфере, является подразделением Министерства энергетики. В ЮАР ситуация похожая. Однако в большинстве стран юга Африки регулирующий орган находится в ведении Министерства здравоохранения, как в случае с Кенией и Замбией, или Министерства окружающей среды, как в случае с Малави и в Эсватини. На Сейшельских Островах, с другой стороны, регулирующий орган находится в Министерстве труда и занятости, чтобы быть институционально в равной степени удаленным от сторонников и критиков использования атомной энергии.

КАЭНК представляет собой пример независимого и автономного регулирующего органа, независимо от его положения в конкретной институциональной организационной структуре. Это также показывает, что регулирующий орган должен располагать необходимыми организационными, финансовыми, материальными и техническими ресурсами и должен иметь квалифицированный персонал для безопасной эксплуатации и технического обслуживания ядерной установки на протяжении всего ее срока службы.

В Казахстане Закон «О радиационной безопасности населения» устанавливает нормы радиационной безопасности, санитарные правила, гигиенические нормы, строительные нормы и правила, правила охраны труда, методические, инструктивные и другие документы по радиационной безопасности. В свою очередь, Закон «О разрешениях и уведомлениях» регулирует введение и реализацию разрешительного или уведомительного порядка проведения отдельных видов деятельности. Примечательно, что законодательная база атомной отрасли в Казахстане продолжает динамично развиваться. Например, 30 апреля 2020 года Сенат принял законопроект о гражданской ответственности, который вводит в действие Венскую конвенцию 1997 года, ратифицированную Казахстаном, и защищает потенциальных жертв ущерба в результате ядерного инцидента. Африканские страны аналогичным образом переживают динамику зарождающегося ядерного управления.

Другой пример - Экологический кодекс, в котором учитывается международный опыт обеспечения экологической безопасности и производства в Казахстане. Особое внимание уделяется трансграничному перемещению радиоактивных отходов и материалов, радиационной обстановке в населенных пунктах, радиационной безопасности строительных материалов, минеральных удобрений, топлива и энергетического сырья. В Африке среди государств-членов САДК существует острая необходимость в обеспечении безопасной и надежной





транспортировки ядерных материалов внутри региона и за его пределами.

Помимо нормативных законодательных актов, в Казахстане разработаны различные нормативные и технические регламенты, такие как: технические регламенты по ядерной и радиационной безопасности, по безопасности атомных электростанций и исследовательских ядерных установок; а также санитарные нормы и эпидемиологические требования по обеспечению радиационной безопасности и связанные с ними правила и правила для радиационно-опасных объектов. В подзаконные акты также входят: правила сбора, хранения и захоронения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива по повышению квалификации персонала объектов атомной энергетики; по аттестации персонала; о квалификационных требованиях к персоналу объектов атомной энергетики.

Вышеупомянутая обширная и постоянно расширяющаяся база данных соответствующей документации служила источником ориентации и руководства во время реализации проекта «Поддержка южноафриканских государств в области ядерной безопасности». Под руководством группы казахстанских экспертов возглавляемая д-ром Тимуром Жантикиным, директором АЭС, африканские участники подготовили девять отчетов по конкретным странам, а именно по Эсватини, Мадагаскару, Малави, Мозамбику, Намибии, Танзании, Замбии, Зимбабве и Южной Африке, соответственно, таким образом, охватывая более половины государств-членов САДК. В каждом из этих конкретных случаев, за исключением отчета о Южной Африке, законодательная база по ядерному управлению находится на стадии становления, и казахстанский опыт приветствовался как ценная модель и пример для различных нормативных документов.

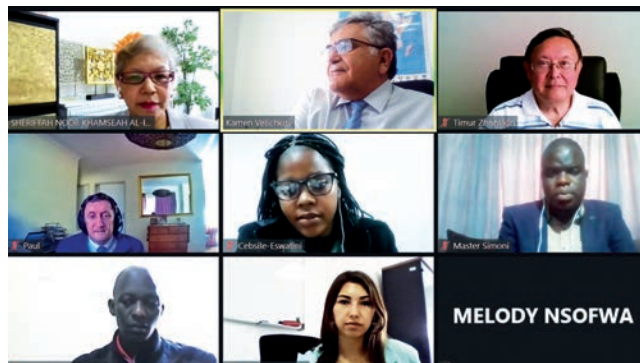
По данным Посольства Казахстана в Претории, аккредитованного во всех странах к югу от Сахеля, сотрудничество



в области ядерной безопасности с африканскими партнерами придает содержание двусторонним отношениям с некоторыми государствами, с которыми Казахстан имеет незначительный торговый обмен или практически не сотрудничает. Научно-техническое сотрудничество способствовало развитию всего комплекса двусторонних отношений, повысив международное уважение и доверие к Казахстану в отдельных африканских странах и в регионе. По крайней мере, с точки зрения конструктивизма, этот эпизод иллюстрирует, как акт международного сотрудничества, к которому Казахстан имеет должную предрасположенность, вызывает положительную реакцию системы и помогает достичь части внешнеполитических целей.

Включение международных договоров и конвенций о ядерной безопасности во внутреннее законодательство

Что касается существующих договоров ООН, касающихся ядерной безопасности, внимание Казахстана было сосредоточено на Договоре о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО), краеугольном камне мирового ядерного порядка. Среди международных обозревателей ДНЯО, включая казахстанских



экспертов, существует широко распространенное понимание того, что в будущем могли бы произойти три возможных варианта: сохранение *«того же количества ядерных государств и ядерного оружия [в надежде], что ядерное оружие не будет использовано государством или террористами»*; процесс, в соответствии с которым *«новые государства приобретают ядерное оружие ... или существующие государства отказываются от контроля над вооружениями и возвращаются к состоянию холодной войны»*, или *«пронизанный новым коллективным чувством общей опасности и ответственности, он [порядок] может перейти к «нулевому варианту», мир с небольшим количеством ядерного оружия или без него»*. Последний вариант, конструктивистский по своей природе, является руководящим принципом для Казахстана. На практике кажется, что первый и второй варианты в последние годы развиваются одновременно.

В рамках конкретных тем, связанных с ДНЯО, казахстанская дипломатия выработала особую чувствительность к так называемой «проблеме статьи X», посредством которой государства могут воспользоваться правом на мирное использова-

ние в целях тайной разработки ядерных военных приложений, а затем отказаться от ДНЯО безнаказанно, как это сделала КНДР. Отсюда и предложение Казахстана сделать выход из ДНЯО чрезвычайно трудным и дорогостоящим, потенциально посредством специальной резолюции Совета Безопасности, которая имела бы серьезные последствия для нарушителей Договора.



Участие Казахстана в Группе правительственных экспертов ООН (ГПЭ) по контролю за ядерным разоружением иллюстрирует мотивирующие аспекты отношения страны к выполнению ДНЯО, а также некоторые сходства с подходом Южной Африки, выступающей в ГПЭ от имени африканской группы. Представитель Казахстана в ГПЭ, д-р Ерлан Батырбеков, генеральный директор Национального ядерного центра, внес ряд ценных вкладов, включая предложение об участии научного сообщества в процессе контроля. Его подтверждающие аргументы касались социальных факторов ядерного разоружения и необходимости повышения общественного доверия к процессу мониторинга.

Казахстан подписал и ратифицировал практически все международные конвенции в области ядерной безопасности, внесенные в национальное законодательство следующими законами: Закон № 243-IV «О ратификации Конвенции по раннему оповещению о ядерной аварии» от 3 февраля 2010 года; Закон № 244-IV «О ратификации Конвенции о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации» от 3 февраля 2010 года; Закон № 416-IV «О ратификации поправки к Конвенции о физической защите ядерного материала» (А / КФЗЯМ) от 19 марта 2011 года; Закон от 3 февраля 2010 г. № 245-IV

«О ратификации Конвенции о ядерной безопасности»; Закон № 405-IV «О ратификации Венской конвенции о гражданской ответственности за ядерный ущерб 1997 года» от 10 февраля 2011 года; Закон № 246-IV «О ратификации совместной Конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и безопасности обращения с радиоактивными отходами» от 3 февраля 2010 г.; и Закон № 92-II «О ратификации Конвенции о доступе к информации, участии общественности в принятии решений и доступе к правосудию по экологическим вопросам» от 23 октября 2000 г. Среди этих конвенций всемирное особое значение имеет А / КФЗЯМ, являясь единственным международным инструментом, имеющим обязательную юридическую силу.

Приобретение институциональной основы

В Казахстане, помимо КАЭНК, регулирующими функциями в ядерной сфере обладают несколько других государственных органов: Комитет экологического регулирования и контроля Министерства экологии, геологии и природных ресурсов; Комитет санитарно-эпидемиологического надзора Минздрава; службы национальной безопасности МВД (по вопросам безопасности), Комитет промышленной безопасности МЧС (по ликвидации последствий аварий); Комитет промышленного развития и промышленной безопасности и Комитет транспорта Министерства промышленности и развития инфраструктуры.

Находясь в центре регулирующей системы, КАЭНК обладает разнообразными компетенциями в области проведения национальной политики и международного сотрудничества в ядерной области, надзора и лицензирования деятельности, разработки технических регламентов, физической защиты, учета и транспортировки ядерных материалов, источников излучения и отходов, правил повышения квалификации и аттестации персонала, экспортного контроля и др.

Наряду с присвоением функциональных компетенций, казахстанская система служит хорошим примером координации и синхронизации деятельности различных государственных органов, участвующих в ядерном контроле и надзоре. Постановление Правительства № 769 «Об организации государственных систем учета и контроля ядерных материалов и источников ионизирующего излучения» от 22 июля 2005 г.



предусматривает нормативную базу для подобного рода координации.

Что касается экспортного контроля, Казахстан принимает и реализует национальные процедуры и правила, которые соответствуют международным нормам и практике. Страна является членом Группы ядерных поставщиков (с 2002 г.), Комитета Цангера (с 2008 г.), а также является кандидатом на вступление в Вассенаарское соглашение, имея отличные рекомендации. Он применяет Список экспортного контроля Евросоюза в отношении материалов и технологий двойного назначения. Для популяризации последних достижений системы экспортного контроля на промышленных предприятиях разработаны и приняты казахстанские программы внутреннего контроля, которые также служат руководящими принципами и учебными материалами для других стран.

Посреднические структуры для передачи знаний и обмена опытом

Казахстан располагает различными механизмами, с помощью которых может сделать свой опыт в области управления ядерной сферой всемирно известным. Международный научно-технический центр (МНТЦ) со штаб-квартирой в Нур-Султане является одним из них. Центр выполнил множество проектов, в том числе в институциональном строительстве, обучении, образовании и научных исследованиях. С 1995 года МНТЦ профинансировал 67 проектов Национального ядерно-



го центра на общую сумму 25 миллионов долларов США на основе проектных соглашений и индивидуальных экспертных заданий, утвержденных правительством Казахстана. С 2016 года МНТЦ расширил сферу своей деятельности, охватив африканские страны, и реализует проекты в области ядерной безопасности на континенте, используя имеющийся профессиональный казахстанский опыт.

Казахстан располагает современной всемирно известной организацией технической поддержки, Центром безопасности по использованию ядерных технологий (ЦБЯТ). Он поддерживает КАЭНК в соответствующих областях, таких как: моделирование и оценка рисков, захоронение отходов, реакторостроение и АЭС, ядерная безопасность и гарантии, обращение с радиоактивными материалами, программа



внутреннего соответствия для производства материалов и технологий двойного назначения. Центр сотрудничает с международными партнерами в области ядерной и термоядерной энергии, физики реакторов и радиационного



материаловедения, радиозологии, новых конверсионных и ядерных технологий, нераспространения, включая обмен информацией и персоналом.

В рамках финансируемого проекта ЕС МНТЦ «Поддержка государств юга Африки в области ядерной безопасности и гарантий» ЦБЯТ подготовил рабочий визит для представителей шестнадцати африканских стран с целью ознакомления их с опытом Казахстана в обеспечении безопасности в процессе добычи полезных ископаемых, обогащение и транспортировка урановой руды. Обзор программы дает широкую картину разнообразных знаний и практического опыта, которые Казахстан может предложить международным партнерам. В Нур-Султане рабочий визит включает встречи с КАЭНК – по регулированию и управлению ядерным сектором, а с Ядерным обществом Казахстана – по повышению осведомленности и демистификации ядерной энергетики.

В Степногорске Сернокислотный завод совместного предприятия «Казатомпром» готов поделиться достижениями в цикле производства урана «желтого кека», метода подземного выщелачивания, безопасной и эффективной транспортировки оксида урана и т.д.

В Усть-Каменогорске, Ульбинский металлургический завод продемонстрирует свою систему промышленной безопасности и охраны, а также уникальный Банк низкообогащенного урана МАГАТЭ, гарантирующий доступ к ядерному топливу для государств, отказавшихся от обогащения оружейного урана.

В Тауенте участники рабочего визита посетят Тауентский горно-химический комбинат, где они будут очевидцами принимаемых мер безопасности при добыче урана.

В Алматы они посетят различные объекты Института ядерной физики: исследовательский ядерный реактор ВВР-К, изохронный циклотрон У-150М, электростатический ускоритель УКП-2-1, промышленный ускоритель электронов ЭЛВ-4. В свою очередь, Алматинский институт онкологии и радиологии покажет посетителям системы безопасности на объектах, использующих радиоактивные источники 1 и 2 категории.

Ядерное общество Казахстана (ЯОК), объединенная организация ядерной науки и промышленности в Казахстане, была создана для повышения осведомленности общественности в области использования мирной ядерной энергии и ее различного применения, и до сих пор оно очень успешно выполняло свою миссию. Применительно к связям с африканскими партнерами во время ЭКСПО-2017, в нем приняли участие официальные лица из одиннадцати африканских стран, которые были впечатлены деятельностью ЯОК, ориентированной на молодое поколение, и, в частности, Информационным центром «Энергия Будущего». Цели Центра очень актуальны для многих африканских стран, которые стремятся расширить свое научно-техническое образование, улучшить распространение базовых знаний о ядерной промышленности и обеспечить передачу знаний и опыта между сообществами практикующих специалистов. Кроме того, Молодежная секция ЯОК наладила контакты с





Африканским молодым поколения в атомной энергетике, некоммерческой организацией, принявшей на себя обязательства по обеспечению занятости молодежи и оказанию ей поддержки в ядерной промышленности.

Как упоминалось выше, Казахстан создал банк низкообогащенного урана под эгидой МАГАТЭ в Усть-Каменогорске для использования в мирных целях в случае перебоев с поставками топлива для АЭС. Это уникальное хранилище представляет интерес для потенциальных покупателей ядерного топлива.

Еще один крупный объект – Учебный центр по ядерной безопасности при Институте ядерной физики, первоклассная учебная база, имеющая программы по физической защите, учету и контролю, сокращению незаконного оборота ядерных материалов, радиационной безопасности и радиационному контролю, а также информационной безопасности. Центр является ведущим членом Международной сети МАГАТЭ по обучению и поддержке в области физической ядерной безопасности.

Ускорительный комплекс DC-60 в Институте ядерной физики в Нур-Султане также является удобной площадкой для тренингов по радиологической безопасности. В 2017 году здесь были проведены региональные учения по реагированию на радиационные аварийные ситуации «Сункар», на которые отправили своих наблюдателей несколько стран Восточной

и Центральной Африки: Кения, Бурунди, Демократическая Республика Конго, Эфиопия, Гана, Малави, Намибия, Руанда, Танзания, Сейшельские острова. Уганда и Замбия – прислали наблюдателей. Учения состояли из двух частей: гибридных настольных учений (ГНУ), которые включали моделирование в сжатой временной шкале радиологического инцидента с радиоактивным источником и, выходя за рамки традиционного ГНУ, практическую демонстрацию методов измерения и идентификации излучения при аварийном реагировании, а также принимаемые на месте меры аварийного реагирования.

Еще один учебный объект в Казахстане, представляющий интерес для африканских партнеров, – это Центр антикризисной подготовки в Усть-Каменогорске, новейшая база, оснащенная стрелковыми и автомобильными учебными системами, а также транспортными тренажерами. Центр создан в рамках совместной Глобальной программы по ядерной безопасности.

Центр по чрезвычайным ситуациям и снижению риска возникновения стихийных бедствий (ЦЧССРСБ) для Центральной Азии является дополнительным институциональным очагом международного сотрудничества в регионе. Центр является постоянно действующим межправительственным органом, международной организацией, созданной для обеспечения эффективных механизмов снижения риска чрезвычайных ситуаций, смягчения последствий, организации

совместного реагирования посредством согласованных мер Сторон и стимулирования регионального и международного сотрудничества. Африканские страны сталкиваются с аналогичной непростой проблемой взаимодействия в области снижения риска стихийных бедствий, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Они могут извлечь пользу из опыта государств Центральной Азии для координации совместных усилий и повышения готовности к эффективному и своевременному реагированию на чрезвычайные ситуации, в том числе распространение поражающего излучения.

Региональные подходы

Как и другие развивающиеся региональные державы, Казахстан естественным образом склонен к усилению регионализма. Это не исключает, а, скорее, дополняет его стремление занять промежуточное место между великими державами и малыми государствами на международной арене. Более того, формирующиеся региональные державы демонстрируют тенденцию связывать различные смежные регионы мира и вносить свой вклад в формирование комплексной международной системы. Некоторые аспекты политики Казахстана в области нераспространения следуют по этому пути.

В Центральной Азии интеграционные тенденции периодически проявляются на региональной арене, в основном из-за внешних стимулов и давления. Казахстан систематически работал над созданием зоны, свободной от ядерного оружия в Центральной Азии (ЦАЗСЯО), тем самым привнося новую грань в региональное сотрудничество. Однако ядерная безопасность остается относительно низкой в масштабе общих приоритетов. Многосторонние региональные проекты в этой области в основном предлагаются и финансируются внешними субъектами. Примером в этом отношении является спонсируемый ЕС Стратегический мастер-план по экологической реабилитации объектов уранового наследия в Центральной Азии.

В некотором смысле Казахстан использует региональную платформу как плацдарм для расширения своего участия в Организации объединенных наций, о чем свидетельствует его непостоянное членство в Совете безопасности ООН в 2017–2018 годах. Страна баллотировалась на место в Совете Безопасности, как первый в истории кандидат от Центральной Азии, опираясь на свой положительный опыт в области разоружения, нераспространения и противодействия гонке вооружений. Последние достижения вряд ли можно отнести к Центральной Азии в целом. Они принадлежат самому Казахстану.

На протяжении всей кампании Казахстана в Организации Объединенных Наций ядерная безопасность была главной темой среди четырех основных идей, на которых основывалось конкурсное предложение. Основные приоритеты членства Казахстана в Совете Безопасности были изложены в специальном политическом обращении к Совету Безопасности под заголовком *«Концепция и видение для поддержания глобального партнерства во имя безопасного, справедливого и процветающего мира»*. Главная

цель Казахстана заключалась в том, чтобы помочь обеспечить выживание человечества в мире, свободном от ядерного оружия. Казахстан призвал все государства-члены, особенно постоянных членов Совета Безопасности, поставить цель избавления мира от ядерного оружия к столетию образования Организации Объединенных Наций в 2045 году.

Все избранные члены Совета Безопасности, включая Казахстан, считают, что они должны отметить свое председательство в Совете тематическими дебатами для выполнения принятых обязательств во время избирательной кампании и предоставить платформу своим лидерам. В январе 2018 года Казахстан остановил свой выбор на теме «Нераспространение оружия массового поражения: меры укрепления доверия» - две темы, которые составляют основу наследия и интересов страны. Управление и разрешение конфликтов также опосредованно подпали под тщательное изучение в том смысле, что для успешного исхода требуется уверенность и доверие.

Между тем, Казахстан активно участвовал в разработке и принятии Договора о запрещении ядерного оружия, который стал первым документом в истории ядерного разоружения, имеющим обязательную юридическую силу, и подписал его 2 марта 2018 года, в день годовщины своего вступления в Организацию объединенных наций.

Что касается региональной политики нераспространения, после вступления в силу ЦАЗСЯО 21 марта 2009 года Казахстану необходимо создать постоянный механизм для Семипалатинского договора в виде Регионального консультативного процесса (РКП). Семипалатинский РКП следует понимать как один из методов управления в области ядерного разоружения и нераспространения в региональном масштабе. Будущий секретариат Семипалатинского РКП ускорит способность ЦАЗСЯО взаимодействовать с другими зонами, свободными от ядерного оружия, включая Африку, где Африканская комиссия по ядерной энергии выполняет аналогичные функции.

Глобальный и межрегиональный размах

Общее состояние международной системы предусматривает внешнеполитическое поведение отдельных государств, включая Казахстан. Хотя мнения ученых об эволюции системы международных отношений различаются, иногда кардинально, было бы справедливо сказать, что система демонстрирует значительную степень устойчивости. К академическим объяснениям устойчивости международной системы относится наблюдение за тем, что Соединенные Штаты успешно направляют свой внешнеполитический курс от доминирования к лидерству. Джейк Салливан из Фонда Карнеги считает, что *«за последнее десятилетие дипломатия США способствовала переходу от формальных юридических институтов по принципу «сверху вниз» к более практическим, функциональным и региональным подходам к решению транснациональных проблем – через «коалиции доброй воли» ... Этот переход... также сделал порядок, основанный на правилах, менее жестким и, следовательно, более устойчивым»*.

Примечательным примером является процесс саммитов по ядерной безопасности, который инициировали США для привлечения внимания на самом высоком уровне к необходимости обеспечения безопасности ядерных материалов и, таким образом, предотвращения ядерного терроризма. В первом саммите приняли участие 47 стран и три международные организации. Казахстан был в числе самых активных и энергичных участников.

Казахстан также участвует в Глобальном партнерстве (ГП) против распространения оружия и материалов массового поражения. Страна активно занимается подготовкой «подарочной корзины» инициатив. Ярким примером является японская инициатива по созданию «подарочной корзины» для транспортных средств. Последняя реализуется четырьмя рабочими группами под председательством, соответственно, Японии (для автомобильного транспорта), Великобритании (для морского транспорта), Казахстана (для железнодорожного транспорта) и США (для воздушного транспорта). По сути, дипломатия «подарочных корзин» – это коллективные действия, согласованные небольшими группами участников, которые выходят за рамки консенсуса по наименьшему общему знаменателю, которого достигают многочисленные группы на крупных многосторонних форумах. В рамках саммитов и Глобального партнерства Казахстан демонстрирует свою способность к внесению вклада в развитие нормативной базы международной системы и в распространение своего передового опыта в ее реализации.

Еще один пример лидирующего положения Казахстана непосредственно связан со сферой контроля. С 2019 года Центр контроля исследований, обучения и информации (VERTIC) реализует проект, финансируемый правительством Норвегии, в поддержку разработки и укрепления практических и эффективных мер контроля за ядерным разоружением в целях достижения и сохранения мира без ядерного оружия. Проект направлен на анализ возможного участия Аргентины, Бразилии, Казахстана и Южной Африки в работе по контролю за ядерным разоружением.

В рамках проекта исследуется возможность создания национальных или региональных узлов для контроля за ядерным разоружением на Глобальном Юге. Он также стремится извлечь уроки, возможно применимые для дальнейших инициатив в области ядерного разоружения, из опыта южноафриканского случая прекращения и свертывания программы по созданию ядерных взрывных устройств, так, чтобы процесс поддавался контролю и был необратим; из опыта Казахстана – при выводе из эксплуатации инфраструктуры испытательного ядерного полигона; из опыта Аргентины и Бразилии – по захоронению оружейно пригодного делящегося материала,

поддающегося контролю. Считается, что национальные или региональные узлы – в Африке, Центральной Азии и Латинской Америке – могут конструктивно работать друг с другом и совместно использовать свою работу для подготовки кадров экспертов по контролю и разработке соответствующих подходов, политики и программ.

В то время как разоружение – это в первую очередь политический вопрос, контроль – это технический вопрос. Сложные проблемы контроля – это сочетание политических и технических аспектов. Исследования и инновации в области контроля за ядерным разоружением также должны проводиться как на техническом, так и концептуальном уровнях под влиянием технических и политических соображений. Поэтому Казахстан занимает выгодное положение, чтобы доказать на деле свою политическую волю и технический опыт.

И в заключение хотелось бы отметить, что Казахстан – страна, добровольно отказавшаяся от четвертого по величине ядерного арсенала в мире, стремится оставаться надежным партнером международного сообщества в вопросах нераспространения, разоружения и мирного использования ядерной энергии. Пример Казахстана оказывает поддержку и придает вдохновения различным странам, в том числе африканским государствам, независимо от их политического, экономического и военного потенциала, для решения вопросов, связанных с отказом от ядерного оружия и мирным использованием атомной энергии.

Реализация политики Казахстана в области нераспространения, экспортного контроля, использования и контроля ядерных технологий в рамках международного сотрудничества помогает Казахстану создавать эффективную и действенную инфраструктуру ядерной безопасности и, как следствие, повышать эффективность режима нераспространения и экспортного контроля в мире.

В качестве развивающейся региональной средней державы, страна обладает призванием и способностью действовать в направлении укрепления регионализма, а также в направлении диалога и сотрудничества между различными региональными и субрегиональными объединениями. Казахстан, страна в сердце Евразии с впечатляющими инициативами в области глобального нераспространения, выступает в стенах ООН и других соответствующих форматов не только от своего имени, но и от имени международных субъектов – развивающихся средних держав.

Мировые достижения в области термоядерного синтеза: почему ТОКАМАК является наиболее перспективной конструкцией



Ирина Тажибаева,

доктор физ.-мат. наук, профессор, исполнительный директор центра безопасности ядерных технологий

Систематические работы по управляемому термоядерному синтезу начались в 1950-х гг. сразу в трех странах: Англии, США и Советском Союзе. Первые шаги к управляемому термоядерному синтезу были сделаны советскими физиками А. Д. Сахаровым и И. Е. Таммом, предложившими удерживать плазму с помощью магнитного поля. Но еще в 1950 году советский физик Олег Александрович Лаврентьев предложил не только идею использования управляемого термоядерного синтеза в промышленных масштабах как новый, надежный и перспективный источник для производства электроэнергии, но и разработал конкретную схему с использованием термоизоляции высокотемпературной плазмы электрическим полем. Эта работа дала начало советским исследованиям в области управляемого термоядерного синтеза.

История вопроса

Первый токамак под названием Т-1 построен в 1955 году в Советском Союзе в Институте атомной энергии. Уже через год заработал еще один токамак Т-2, содержащий прототипы большинства функциональных элементов будущих установок. Советский токамак Т-3, на котором была получена поразительная для того времени температура плазмы, стал прародителем магнитных ловушек закрытого типа, начавших создаваться во Франции (TFR), США (Alcator A), Японии (JFT) и чуть позже в Китае. Работа над созданием токамаков стала важнейшим шагом на пути к термоядерной энергетике. В токамаке Т-3, построенном в Курчатовском институте, достигли температуры плазмы 0,5 кэВ и концентрации плазмы $\sim 5 \times 10^{19} \text{ м}^{-3}$.

В процессе развития технологии токамаков, в 1960-х годах было продемонстрировано, что с помощью одного только нагрева за счет пропускания тока (омического нагрева) невозможно нагреть плазму до термоядерных температур. Самым оптимальным путем повышения энергоемкости плазмы оказался метод внешней инжекции быстрых нейтральных частиц (атомов), но только в 1970-х годах были поставлены реальные эксперименты с использованием инжекторов.

В 1970-е годы в мире были построены токамаки следующего за Т-3 поколения: Т-7, Т-10, Т-11 (СССР), PLT и DIII-D (США), ASDEX (Германия), TFR Франция), JFT-2 (Япония) и др. На токамаках этого поколения разработаны методы дополнительного нагрева плазмы, инжекция нейтральных атомов, электронный и ионный циклотронный нагрев, различные диагностики плазмы и разработаны системы управления плазмой. Вследствие этого в токамаках второго поколения были получены более высокие параметры плазмы: температура в несколько кэВ, относительно высокая плотность плазмы. Кроме того, токамак получил дополнительный, принципиально важный для реактора элемент – дивертор, задачей которого является «очищение» плазмы от примесей, возникающих в результате нагрева и взаимодействия со стенками камеры. Дивертор позволяет отвести экстремальные тепловые потоки от поверхностей приемных пластин, благодаря чему снижается эрозия материалов конструкции дивертора, резко увеличивается срок службы сменных приемных пластин.

В середине 70-х годов на токамаке PLT в Принстонской лаборатории физики плазмы (США) с помощью пучков быстрых нейтральных атомов была получена плазма с температурой 60 млн. градусов. Чуть позже в советском токамаке Т-10 температура плазмы была повышена до 90 млн. градусов. На первом в мире токамаке со сверхпроводящей магнитной системой Т-7 (СССР) была продемонстрирована возможность неиндуктивного поддержания тока в плазменном шнуре, что открыло путь

к радикальному увеличению продолжительности плазменного разряда.

В начале 1980-х годов было введено в эксплуатацию третье поколение токамаков – установок с большим радиусом тора (2–3 м) и плазменным током в несколько МА. Было построено пять таких установок: JET (Великобритания), Tore Supra (Франция), JT60-U (Япония), TFTR (США) и Т-15 (СССР). Основными физическими задачами этого поколения токамаков было исследование удержания плазмы с термоядерными параметрами, уточнение предельных параметров плазмы, накопление опыта работы с дивертором, и др. В технологические задачи входило: разработка сверхпроводящих магнитных систем, разработка систем для работы с тритием, накопление опыта снятия высоких потоков тепла в диверторе, разработка систем для дистанционной сборки / разборки внутренних узлов установки, совершенствование методов диагностики плазмы и др.

В 1988-м, готовясь к строительству международного термоядерного реактора ITER, в НИЦ «Курчатовский институт» запустили токамак Т-15, показав возможность применения в установках реакторного масштаба сверхпроводящих магнитов из сплава ниобий-олово.

В 1990-е годы семья установок для удержания плазмы пополнилась новой модификацией – сферическими токамаками. По сравнению с традиционными, они отличаются лишь одной конструктивной особенностью – меньшим (не более 2) аспектным соотношением, то есть соотношением большого и малого радиусов плазменного шнура. Этот геометрический нюанс имеет очень важные для токамаков последствия. Для поддержания устойчивости устойчивости плазменного шнура магнитное давление в сферических токамаках можно снизить примерно в 10 раз по сравнению с традиционными токамаками. В свою очередь, это позволяет в несколько раз уменьшить магнитную индукцию и общую стоимость установки, сохраняя при этом основные плазмо-физические параметры. Эта особенность дает сферическим токамакам шанс стать лидерами среди замкнутых магнитных ловушек.



В 1999 году силами казахстанских и российских специалистов было начато проектирование, а затем в 2004 году строительство на базе Национального ядерного центра РК казахстанского токамака КТМ с аспектным отношением 2 и длительностью плазменного разряда 5 секунд. Токamak КТМ с аспектным соотношением 2 находится в пограничной области между сферическими и классическими токамаками (торами), что очень интересно для изучения физики плазмы. Первая плазма с помощью конденсаторных батарей была получена в 2010 г. Физический пуск установки с использованием штатной системы энергоснабжения был осуществлен в 2017 году. Завершающая стадия и ввод в эксплуатацию – в 2019 году.

В НИЦ «Курчатовский институт» в 2021 г. осуществлен физический запуск токамака Т-15МД «тёплыми» обмотками электромагнитной системы поля, вытянутым сечением плазмы и низким аспектным отношением. Согласно техническому описанию, установка Т-15МД будет иметь вытянутую конфигурацию плазменного шнура с аспектным отношением 2,2, током плазмы 2 МА в тороидальном магнитном поле 2 Тл с квазистационарной системой дополнительного нагрева суммарной мощностью до 20 МВт. Установка рассчитана на длительность импульса до 30 с.

Наиболее известные токамаки мира

Токamak	Страна	Город	Учреждение	Запуск
T-10	Россия	Москва	НИЦ «Курчатовский институт»	1975
TEXTOR (<i>Tokamak Experiment for Technology Oriented Research</i>)	Германия	Юлих	Институт энергетических исследований (IEF)	1978
Туман-3М	Россия	С.-Петербург	Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (ФТИ)	1980
EGYPTOR	Египет	Каир		1982
TFTR (<i>Tokamak Fusion Test Reactor</i>)	США	Принстон	Принстонский университет, лаборатории физики плазмы	1982
JET (<i>Joint European Torus</i>)	Великобритания	Калем	Евратом	1983
Novillo Tokamak	Мексика	Мехико	Национальный институт ядерных исследований	1983
T-11M	Россия	Троицк	Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований (ТРИНИТИ)	1985
JT-60	Япония	Нака	Японское агентство по атомной энергии	1985
TRIAM-1M	Япония	Касуга	Кюсюский университет	1986
STOR-M (с 2007 г. – STOR-1M)	Канада	Саскатун	Саскачеванский университет	1987
Tore Supra	Франция	Кадараш	Центр ядерных исследований «CEA-Cadarache» Комиссариата по Атомной Энергетике Франции	1988
ADITYA	Индия	Гуджарат	Институт исследований плазмы (IPR)	1989
DIII-D	США	Сан-Диего	General Atomics	1989
COMPASS (<i>COMPact ASSEMBly</i>)	Чехия	Прага	Институт физики плазмы (IPP)	1989-1999; 2008
FTU (<i>Frascati Tokamak Upgrade</i>)	Италия	Фраскати	Лаборатория физики плазмы, Национальное агентство новых технологий Италии	1990
ISTTOK	Португалия	Лиссабон	Институт плазмы и термоядерного синтеза	1991
ASDEX-Upgrade	Германия	Гархинг	Институт физики Макса Планка (IPP)	1991
ALCATOR C-Mod (<i>Alto Campo TORus</i>)	США	Кембридж	Массачусетский технологический институт (MIT)	1992
TCV (<i>Tokamak configuration variable</i>)	Швейцария	Лозанна	Федеральная политехническая школа Лозанны (EPFL)	1992
TCABR	Бразилия	Сан-Паулу	Университет Сан-Паулу	1994
HT-7 (Hefei Tokamak-7)	Китай	Хэфэй	Институт физики плазмы Китайской академии наук	1995
CSTN-IV (<i>Current Sustaining Tokamak of university of Nagoya</i>)	Япония	Нагоя	Университет Нагоя	1998
MAST (<i>Mega Ampere Spherical Tokamak</i>)	Великобритания	Калем	Евратом	1999
ГЛОБУС-М	Россия	С.-Петербург	Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (ФТИ)	1999
NSTX (англ. <i>National Spherical Torus Experiment</i>)	США	Принстон	Принстонский лаборатория физики плазмы	1999
EAST (HT-7U) (англ. <i>Experimental Advanced Superconducting Tokamak</i>)	Китай	Хэфэй	Институт физики плазмы Китайской академии наук	2006
KSTAR (<i>Korea Superconducting Tokamak Advanced Reactor</i>)	Южная Корея	Тэджон	Корейский институт фундаментальных наук	2008
WEST (<i>модернизированный Tore Supra</i>)	Франция	Кадараш	Центр ядерных исследований «CEA-Cadarache» Комиссариата по атомной энергетике Франции	2016
КТМ	Казахстан	Курчатов	Национальный ядерный центр Республики Казахстан	2010 – первая плазма 2017 – физ. пуск
T-15 МД	Россия	Москва	НИЦ «Курчатовский институт»	2021
JT-60SA (<i>сверхпроводящий</i>)	Япония	Нака	Японское агентство по атомной энергии	2021

Достижения, полученные в экспериментах на токамаках

Токамак TFTR – это первая в мире установка магнитного синтеза, на которой проводились обширные научные эксперименты с плазмой, состоящей из 50/50 дейтерия / трития (DT), топливной смеси, необходимой для практического производства термоядерной энергии, а также первый токамак, который вырабатывал термоядерную мощность более 10 МВт. Американский токамак TFTR достиг рекордной температуры в 510 миллионов градусов Цельсия.

Самую лучшую плазму с самым высоким значением достигнутого тройного продукта синтеза (дейтерий - тритий; дейтерий - дейтерий; дейтерий - гелий-3) в 2010 году удалось получить на японском токамаке JT-60.

По результатам эксперимента самым удачным оказался европейский JET, где был установлен рекорд в термоядерной мощности (16 МВт, параметр $Q = 0,68$).

Токамак Tore Supra является рекордсменом по самой большой длительности плазменного разряда для токамака (6 минут 30 секунд).

Казахстанский материаловедческий токамак КТМ является первым в мире специализированным токамаком, предназначенным для исследования материалов и конструкций будущих реакторов термоядерного синтеза.

Строящиеся токамаки

В настоящий момент в стадии проектирования и реализации находятся следующие токамаки:

FAST (Fusion Advanced Studies Torus) – Европейское предложение по созданию нового токамака в Италии.

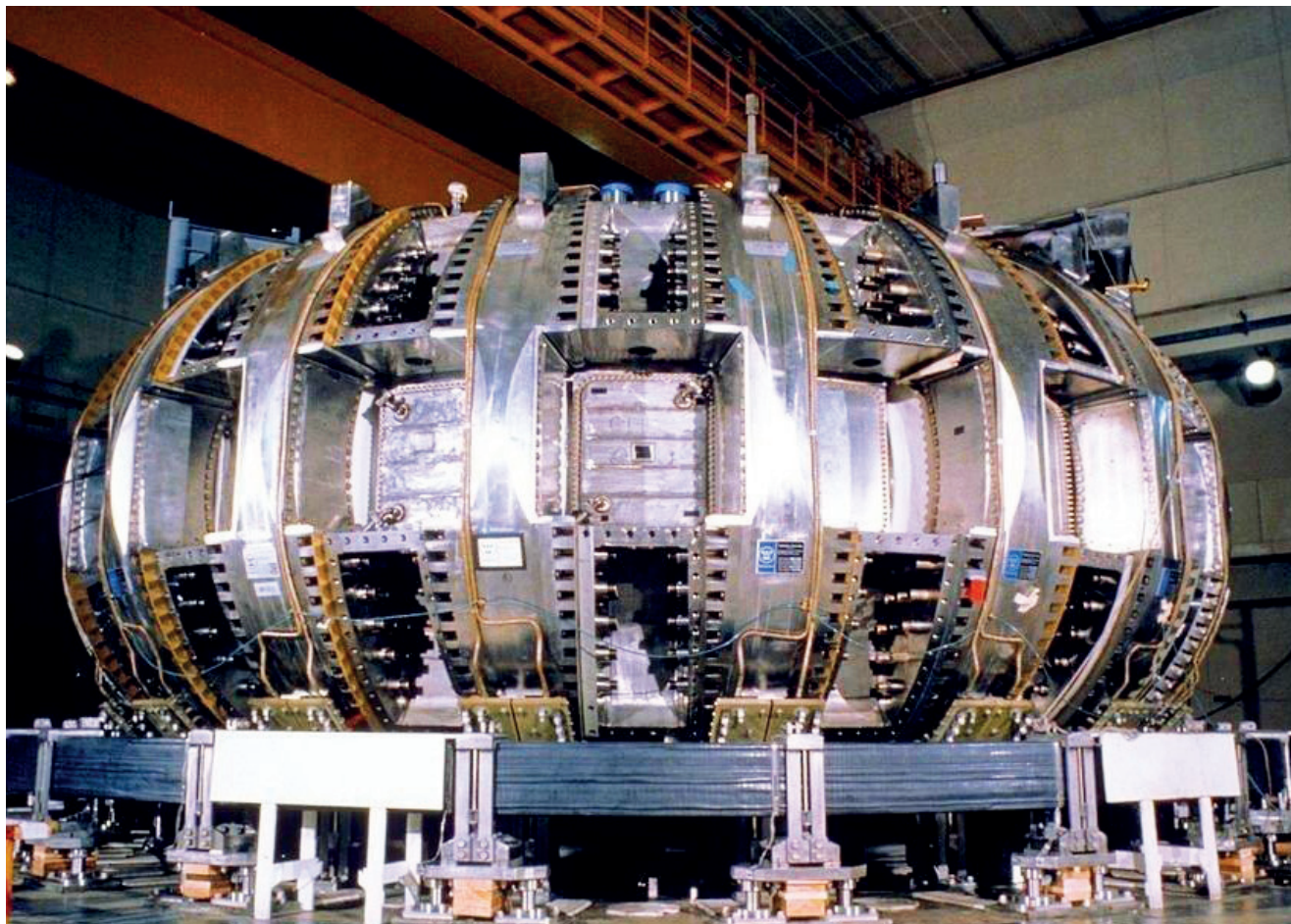
DTT (Divertor Tokamak Test) – планируется сооружение сверхпроводящего токамака в Италии к 2025 году для изучения энергетического выхода на основе уже полученного опыта при проектировании ITER.

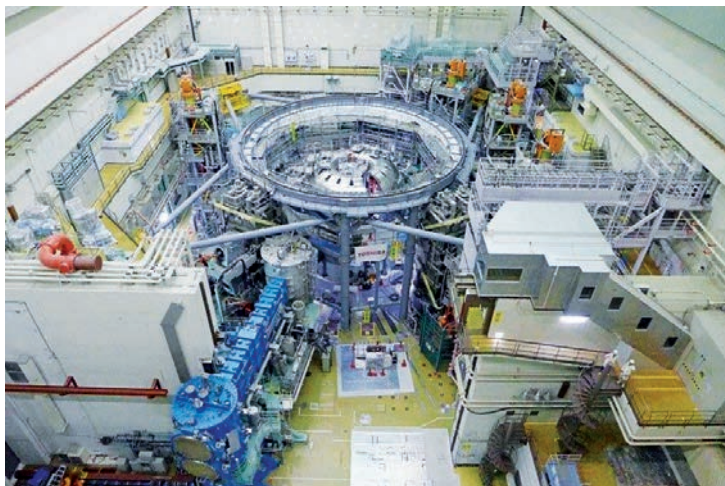
IGNITOR – российско-итальянский проект токамака, Россия, Троицк, Курчатовский институт-ТРИНИТИ. Это будет самый компактный (в 38 раз меньше по массе, чем ITER) в мире токамак с термоядерной мощностью в 100 МВт. На нем планируется отработка концепции гибридной термоядерной электростанции.

SST-1 (Steady State Tokamak) – Индия, Гандинагар, Институт исследования плазмы. Находится на стадии монтажа и запуска. Он принадлежит к новому поколению токамаков, основной целью которых является стабильная работа плазмы расширенной конфигурации (D-образной формы). Он был разработан как токамак среднего размера со сверхпроводящими магнитами.

Проекты

Проекты прототипов термоядерных электростанций в настоящее время разрабатываются по всему миру исследова-





тельскими организациями по термоядерному синтезу и частными компаниями, нацеленными на развертывание в 2030-х и 2040-х годах.

Реализация проекта ITER началась 24 октября 2007 года. 35 стран создали научно-технический конгломерат, освободив разработку ITER от пошлин, санкций и прочих подобных ограничений.

Каждое государство, участвующее в проекте, получает 100% всех технологий и полную научную базу для возможности создания на своей территории подобного реактора. Соглашение о строительстве реактора ITER подписали ЕС, США, Россия, Китай, Индия, Япония, Южная Корея. Реактор строится на территории Франции в Кадараше.

На сегодня ITER – это самый сложный и один из самых дорогих научных проектов в истории. Коэффициент Q реактора ITER должен быть равен 10, а термоядерная мощность равна 500 МВт. Физический пуск установки планируется на 2026 – 2027 гг.

DEMO (DEMOstration Power Plant) – Международный проект, включающий в себя строительство термоядерной электростанции, которая будет состоять из серии термоядерных реакторов. Является преемником проекта ITER. Планируется окончание разработки и начало реализации проекта в 2024 году.

Следующий этап миссии SST, термоядерный реактор SST-2, прозванный в индийских научных кругах как «DEMO», уже прорабатывается. Группа известных ученых из Института плазменных исследований работает над созданием полноценного термоядерного реактора, способного производить электричество. В SST-2 будут включены многие новые функции, такие как плазма D-T, модуль тестового blankets, биологическая защита и улучшенный дивертор. SST-2 будет также построен в индийском штате Гуджарат.

Китайские специалисты завершили разработку новейшего термоядерного реактора CFETR (China Fusion Engineering Testing Reactor). Если проект будет одобрен, эксперты обещают запустить «искусственное солнце» через 10 лет. Сейчас реактор находится на стадии тестовой установки. Принципиальное отличие от других проектов в том, что он сможет самостоятельно вырабатывать электрическую энергию и планируемая мощность будет порядка 1 ГВт

Великобритания планирует в 2040 году построить термоядерную электростанцию STEP на сотни мегаватт.

Южная Корея после 2037 года планирует построить K-DEMO – демонстрационную термоядерную электростанцию мощностью до 2,2 ГВт

Гибридные системы

Учёные уже с 2000 годов начали искать альтернативу токамакам – самым изученным и прогрессивным типам термоядерных реакторов на сегодня. Гибридная технология, объединяющая ядерные реакции деления и синтеза, позволит использовать быстрые термоядерные нейтроны для деления не пригодных в традиционном реакторе материалов, таких как торий, природный (не обогащенный по 235 изотопу) уран, отработавшее ядерное топливо.

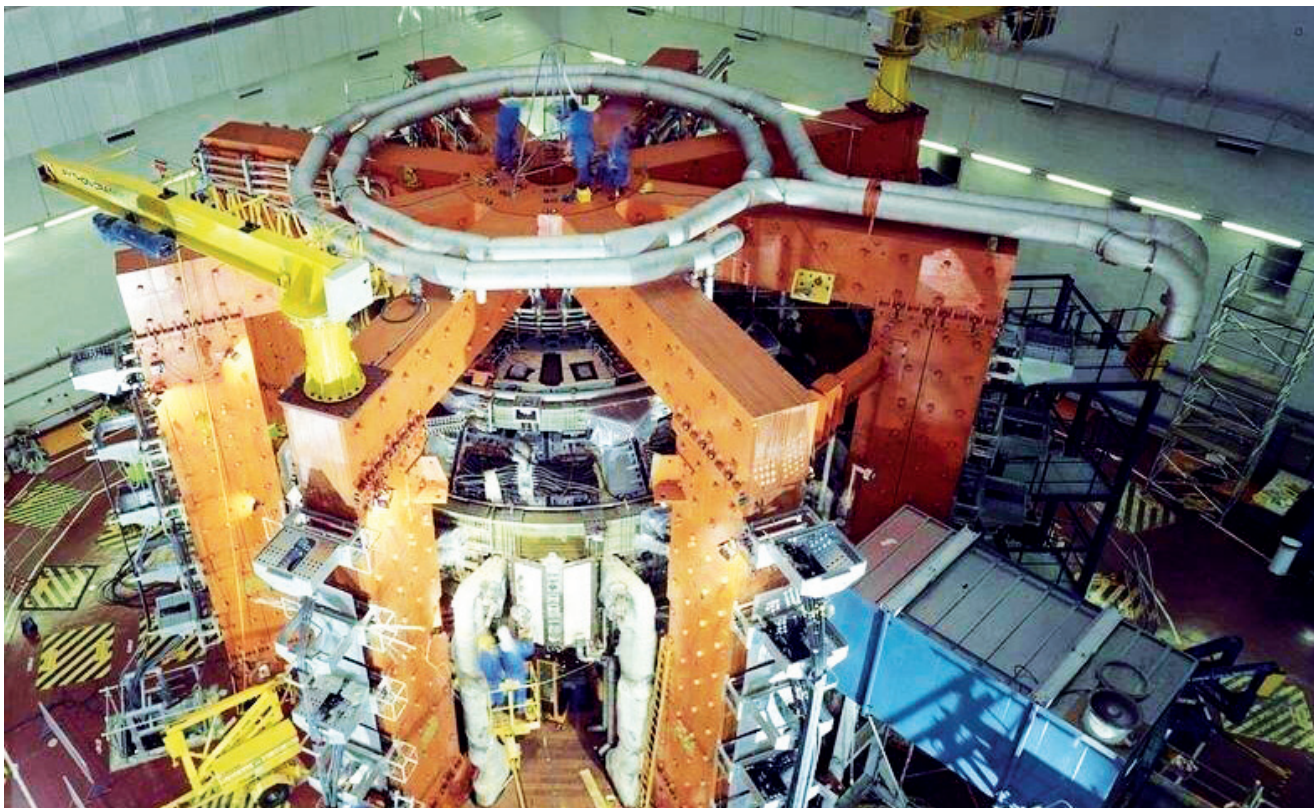
Однако более экологически безопасное топливо – это смесь тория и плутония, которое даёт меньше долгоживущих радиоактивных отходов. И вот именно оно рассматривается как приоритетное в гибридных реакторах.

Использование такой технологии имеет множество преимуществ: значительно снижаются требования к эффективности термоядерной части установки (одно из ключевых затруднений для чистого термояда), быстрые термоядерные нейтроны могут быть использованы для частичной трансмутации долгоживущих изотопов из отработавшего ядерного топлива в менее вредные, легко утилизируемые короткоживущие изотопы, последний немаловажный фактор – в гибридном реакторе реакция деления поддерживается только за счет внешнего (термоядерного) источника нейтронов, что делает его безопасным. Например, представленная академиком РАН Е.П. Велиховым установка представляет собой так называемый жидко-солевой гибридный токамак, в котором в качестве делящегося материала используется расплавленная соль урана или тория с температурой около 500 °С.

Гибридная система не нуждается ни в полноценном ядерном, ни в термоядерном реакторе. Токамак в ней служит только источником нейтронов, запускающих ядерный распад топлива во внешнем blankets.

Нет необходимости в устойчивой реакции слияния, поэтому критерий Лоусона, позволяющий оценить баланс энергии в плазме во время реакции, соблюдать уже необязательно, и дейтерий-тритиевую плазму достаточно нагреть до сравнительно умеренных температур 30–50 млн градусов, а нейтроны образуются за счет взаимодействия ускоренных в инжекторах пучков атомов дейтерия с этой плазмой. Упрощается и ядерная половина гибрида. Распад топлива в ней уже не должен быть самоподдерживающимся, он стимулируется за счет нейтронов, вылетающих из дейтерий-тритиевой плазмы.

Гибридная установка состоит из двух частей. Основная – энергогенерирующая часть (blanket) – представляет собой активную зону ядерного реактора. В ней распределен делящийся материал, входящий в состав ядерного топлива. Бла-



годаря этому возможно протекание цепной реакции деления тяжелых ядер. Вторая часть установки, помещенная внутри blankets, служит для того, чтобы генерировать нейтроны, которые попадают в энергогенерирующий blanket. В этой части установки в плазме дейтерия протекают термоядерные реакции синтеза ядер, в которых и образуются нейтроны. Особенностью гибридной установки является то, что та часть установки, в которой идут цепные реакции деления тяжелых ядер – blanket, во время работы находится в подкритическом состоянии. А обычная реакторная установка при работе на постоянном уровне мощности находится в строго критическом состоянии, которое поддерживается системой управления и защиты.

Известно, что для экономически выгодного термоядерного реактора нужны длинные импульсы разряда или даже стационарный режим. Одно из главных препятствий на пути к стационарному режиму – это ограничения со стороны электромагнитной системы. Поэтому в НИЦ «Курчатовский институт» в качестве следующего шага после T-15MD предлагается рассмотреть проект сверхпроводящего токамака (СПТ), в котором практически сохраняются основные геометрические параметры T-15MD и основное внимание уделяется тороидальной магнитной системе установки. Предлагается трёхслойная конструкция катушки тороидального поля: внутренний слой из высокотемпературного сверхпроводника (ВТСП), средний слой из Nb_3Sn и наружный слой из $NbTi$. Для охлаждения катушек предложена полупродольная прокачка жидкого гелия низкого давления.

В начале марта 2018 г. на сайте Массачусетского технологического института (MIT) появилась новость о выделении финансирования на создание новой термоядерной установ-

ки – сверхпроводящего токамака SPARC (Soonest Possible Affordable Robust Compact), в магнитной системе которого используются высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП), позволяющие получать большие значения напряженности магнитного поля. Проект получил 50 миллионов долларов от итальянского энергетического гиганта ENI, из которых 30 миллионов будут потрачены в ближайшие три года, поиск новых инвесторов продолжается.

В установке SPARC планируется достичь магнитного поля в 9,25 Тл на оси тора (у ITER этот показатель заявлен на уровне 5,3 Тл), при этом сама установка в несколько десятков раз меньше, чем ITER. Еще одно новшество в конструкции установки – использование жидкосолевого blankets (зона, где идет поглощение термоядерных нейтронов и наработка трития) из смеси фторидов лития и бериллия (FLiBe), которая может быть использована в качестве теплоносителя в ядерных реакторах. К другим достоинствам отнесем также безындукционный нагрев (от нейтральных частиц отказались, остался волновой нагрев), что позволяет увеличить длительность горения плазменного шнура, а Q для SPARC предсказывается на уровне 13,6.

Однако задача оказалась весьма сложной, отсюда и возникла идея создания промежуточного этапа работ, в который входит токамак SPARC. Это совместный проект MIT и частной компании CFS (Commonwealth Fusion Systems), созданной выпускниками MIT. Ученые хотят научиться работать с ВТСП на основе оксида иттрия-бария-меди (YBCO), создать из них магнитную систему с необходимыми параметрами и провести исследование влияния мощных магнитных полей на динамику расплава солей, играющего роль теплоносителя. Сам токамак рассчитан на 100 МВт термоядерной мощности и Q пример-

но равное трем. Установка в 65 раз меньше ITER, при этом заявленное магнитное поле на оси тора составляет около 12 Тл. Расчетный срок создания пока оценивается в 15 лет.

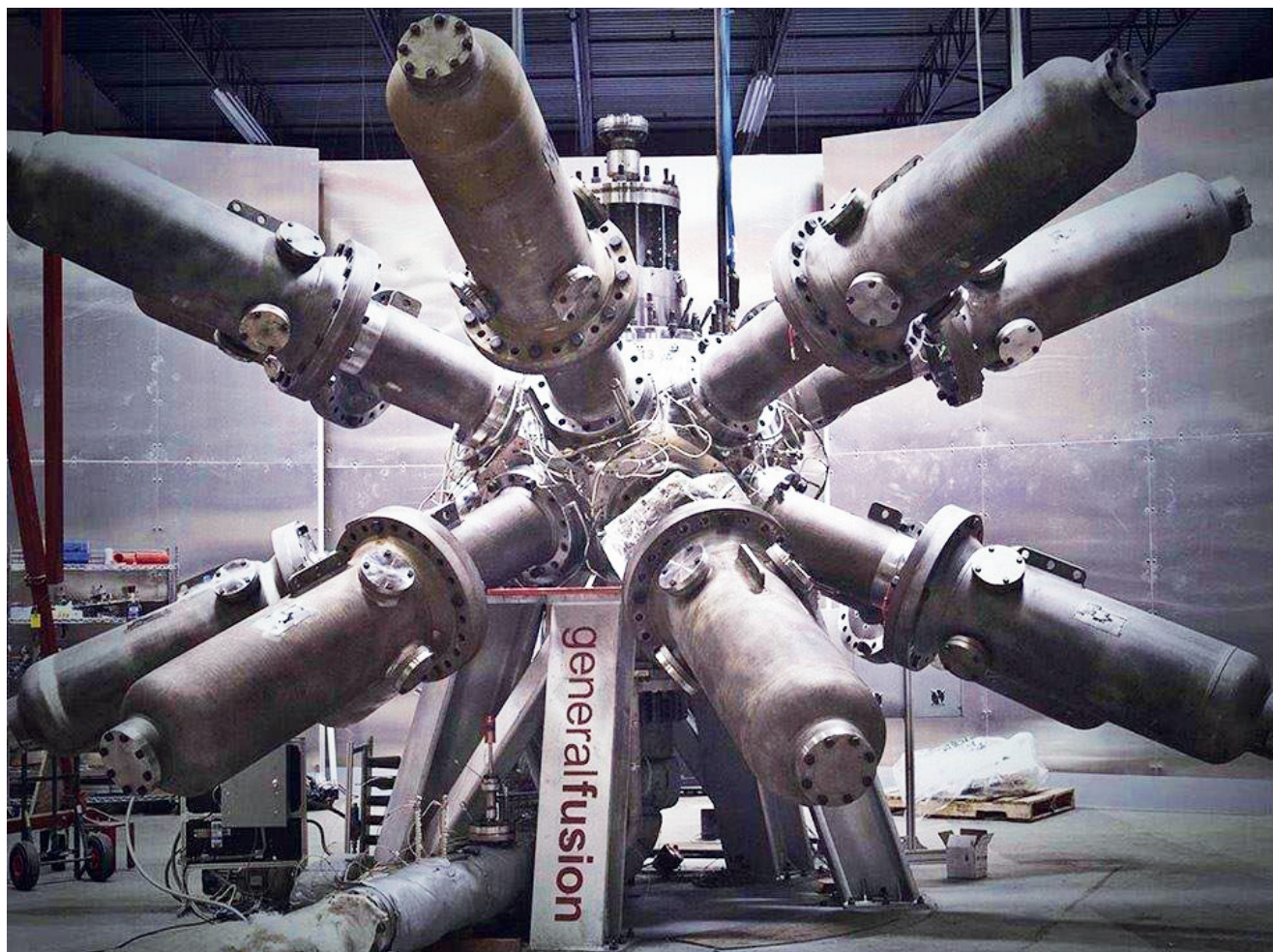
В отличие от токамака, конструкция реактора, предложенная Tri Alpha Energy, вытянутая, состоящая из двух источников плазмы и специальных устройств для инжекции частиц.

Облака плазмы, похожие на колечки дыма, сталкиваются внутри реактора, на скоростях в миллионы километров в час, самостоятельно формируя при этом вытянутую тороидальную структуру, напоминающую сигару. Кроме внешних электромагнитов, для обеспечения устойчивости плазменной структуры, применяются еще и источники нейтральных частиц, впрыскивающие их по касательной к облаку. Как утверждал автор технологии, частицы движутся вокруг тора по широким орбитам, стабилизируя его. Устройство работает на плазме из водорода и бора-11, что сильно отличает этот проект от большинства существующих. В отличие от реакции между дейтерием и тритием, слияние протона и бора, а также последующие распады нестабильных частиц не приводят к выбросу нейтронов. Это крайне важно, поскольку нейтроны способны вызывать наведенную радиацию у материалов стенок реактора и в целом быстрее приводят его в негодность. Минусом выбора такого топлива является высокая температура зажигания – оценка, аналогичная приведенной выше, дает температуру в пять миллиардов кельвинов, авторы говорят о трех миллиардах как о своей цели.

На сегодняшний день установка умеет создавать устойчивые до 5 миллисекунд облака температурой 10 млн К. В дальнейшем инженеры планируют усовершенствовать это достижение на порядок, доведя ее до отметки 100 млн К после реконструкции.

Прямым конкурентом Tri Alpha Energy является американский стартап Helion Energy, реализующий схожую технологию, но на смеси дейтерий - гелий-3. В устройстве, разрабатываемом компанией происходят аналогичные столкновения между облаками плазмы, однако в точке их соприкосновения на плазму оказывается дополнительное сжимающее воздействие с помощью мощных магнитов. Компания достигла значительно больших успехов в разогреве плазмы – разработчики удержали плазму с температурой в 50 млн К в течение одной миллисекунды. Интересно отметить, что Helion Energy не ставит своей целью создать максимально крупную установку. Вместо этого, инженеры делают ставку на мобильный реактор, который, по мысли инженеров, должен быть сравним с портовым контейнером. Планируемая мощность – 50 МВт. Стартап получил финансирование от NASA, а также привлек около 1,5\$ миллионов из частного сектора.

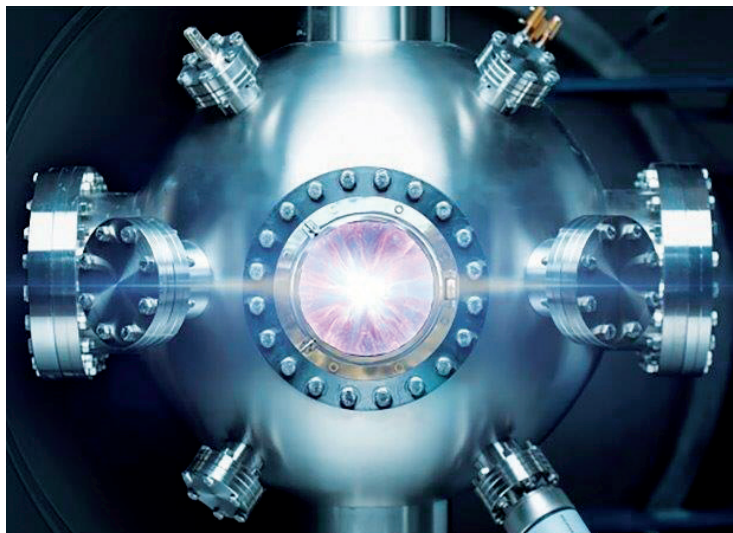
Канадская компания General Fusion решила подойти к вопросу сжатия и разогрева плазмы с другой, более «механической» стороны. Реактор, создаваемый компанией, состоит из сферы, внутри которой непрерывно вращается



несколько кубометров расплавленного свинца. Кроме того, к самой сфере подключены до сотни паровых молотов, которые синхронно ударяют по расплаву. Во вращающемся свинце при этом находится небольшой желобок, куда вводится смесь дейтерия и трития, уже предварительно разогретая почти до двух миллионов Кельвинов. В результате резкого сжатия происходит микровзрыв, выделяющий более 700 мегаджоулей тепла. Разработчики предполагают, что такие взрывы будут повторяться раз в две секунды. В установке планируется достигать температуры свыше 6 миллионов Кельвинов, запуску термоядерной реакции будет сопутствовать очень высокая плотность плазмы. Компания финансируется венчурным фондом Chrysalix Energy, а также правительством Канады и Малайзии.

В гонку за осуществление управляемого термоядерного синтеза включилась и небезызвестная Lockheed Martin, занимающаяся разработками в области авиации, ракетостроения и получающая огромное количество заказов от министерства обороны США. Компания не раскрывает всех подробностей устройства реактора, однако известно, что он, так же, как и устройство Helion Energy, будет достаточно компактным чтобы поместиться в грузовой контейнер. По словам руководителя проекта, в реакторе используется техника удержания плазмы с помощью магнитного зеркала. Оно позволяет отражать заряженные частицы из областей сильных полей в области слабых. Облако плазмы при этом имеет форму тора. Существующая тестовая установка имеет около двух метров в длину и одного метра в ширину. Она работает на дейтериево-тритиевой смеси. Компания надеется преуспеть в постройке реактора в ближайшие пять лет, ожидается, что его мощность составит около 100 МВт.

Lawrenceville Plasma Physics, также располагающаяся в США, также как и Tri Alpha Energy, разрабатывает реактор, работающий на смеси бора-11 и водорода. Любопытно отметить, что первым ее инвестором стала Лаборатория реактивного движения NASA, а часть денег компания собирала с помощью краудфандинга. Авторы разработки пытаются добиться фокусировки плазмы с помощью двух цилиндрических электродов, находящихся один в другом.

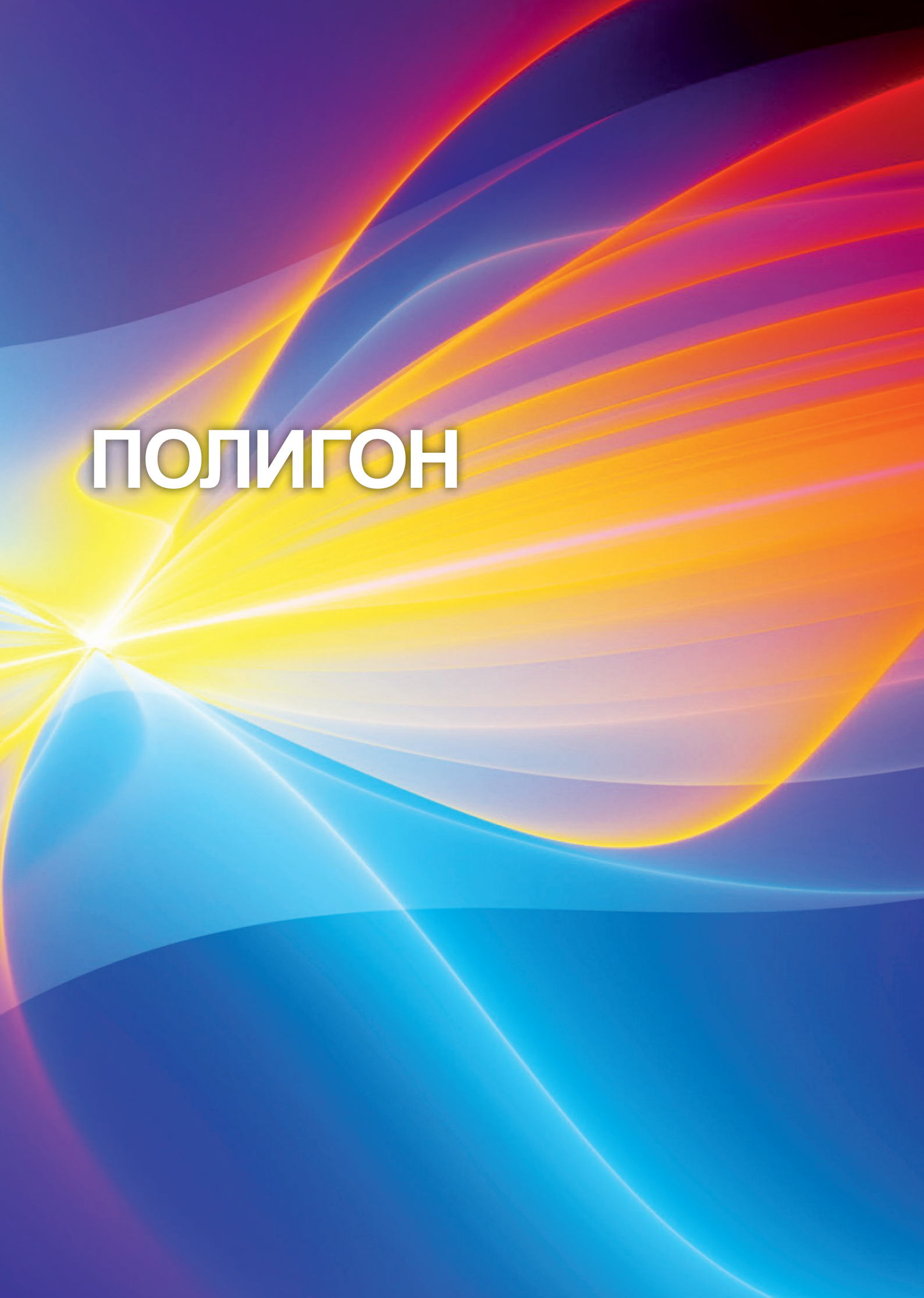


На эти электроды подается ток разрядки батареи конденсаторов, вызывая образование электрической дуги. Электрический ток превращает окружающий газ в плазму, внутри которой возникают отдельные нити, которые затем сливаются в одну в точке фокуса. В результате, по словам разработчиков, образуется плазмоид – сильно сжатая плазма, в которой может запуститься термоядерный синтез. Эта технология подвергается критике среди научного сообщества, в частности, эксперт по физике плазмы, Майк Хопкинс, утверждает, что технология, показанная авторами ничем не отличается от существующих устройств для фокусировки плазмы, в которых термоядерных реакций не наблюдалось.

Критике подвергаются и другие проекты, например, устройство Lockheed. Одним из аргументов критиков является необходимость размещать сверхпроводящие магниты вблизи плазмы – очень ограниченный круг материалов способен выдержать нейтронную бомбардировку, вызываемую реакцией. Физики также указывают на отсутствие детальных чертежей планируемого реактора, поэтому сделать оценку его реалистичности довольно трудно.

Многолетний опыт работ по физике токамаков и УТС позволяет надеяться на успешное развитие в дальнейшем технологий термоядерного синтеза, которые будут способствовать развитию низкоуглеродной энергетической отрасли.



The background is an abstract composition of vibrant, flowing lines and curves. A bright, multi-colored light source on the left side emits rays of light that spread across the frame. The colors transition from deep blue and purple at the top and bottom to bright yellow and orange in the center, creating a sense of dynamic movement and energy.

ПОЛИГОН



Разработка стандартных образцов

На сегодняшний день единственный отечественный производитель стандартных образцов радионуклидного состава, обеспеченный обширной аппаратной базой, с большим опытом работы в обеспечении радиационной безопасности и оказывающий дополнительные услуги по определению метрологических характеристик различных объектов испытаний расположен на базе филиала «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК.

Участок разработки и аттестации стандартных образцов радионуклидного и элементного состава на базе Института был создан при поддержке АО «Фонд науки» для разработки, производства, аттестации и переаттестации стандартных образцов радионуклидного и элементного состава различных природных матриц преимущественно насыпного типа.

Работа в данной области требовала дополнительной переподготовки персонала в организациях, имеющих большой опыт работы в данном направлении. Поэтому предварительно сотрудники проходили обучение в области подготовки стандартных образцов радионуклидного состава на базе Белорусского государственного института метрологии, а также по созданию и сертификации стандартных образцов радионуклидного и элементного состава на базе лаборатории Международного агентства по атомной энергии, г. Зайберсдорф (Австрия).

Областью применения стандартных образцов, разрабатываемых нами, является обеспечение внутрилабораторного контроля качества испытаний аналитических лабораторий, специализированных на проведении радиозологических комплексных исследований, а также для разработки и валидации аналитических методик выполнения измерений (МВИ).

Одним из главных преимуществ стало то, что основным материалом для изготовления образцов служат природные объекты Семипалатинского испытательного полигона (СИП), которые имеют разнообразный радионуклидный состав (естественных и техногенных) с широким спектром химических

элементов, что обеспечивает 100% казахстанское содержание продукции при производстве стандартных образцов.

Кроме того, опыт межлабораторных исследований показал, что правильность аналитических результатов лучше проверять «природными» стандартными образцами, а не по искусственным смесям, приготовленным из химических реактивов. Экономическая целесообразность изготовления стандартных образцов заключается в использовании ранее полученных данных в области радиозоологии и химического состава природных объектов СИП. Так, например, ранее полученные топографические данные, позволяют определить наиболее подходящие для отбора исходного материала кандидата стандартных образцов состава почв с территории СИП без проведения дополнительных исследований.

На сегодняшний день в Институте разработаны 3 типа государственных стандартных образца с известным содержанием техногенных радионуклидов и химических элементов:

- Стандартный образец удельной активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , массовой доли элементов Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Fe, Mn, As в почвенном покрове СИП, KZ.04.01.00007-2020;
- Стандартный образец удельной активности радионуклидов европия ^{152}Eu , кобальта ^{60}Co , массовой доли элементов Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Fe, Mn, As в почвенном покрове СИП, KZ.04.01.00008-2020;
- Стандартный образец удельной активности радионуклидов ^{241}Am , ^{239}Pu в почвенном покрове СИП, KZ.04.01.00012-2020.





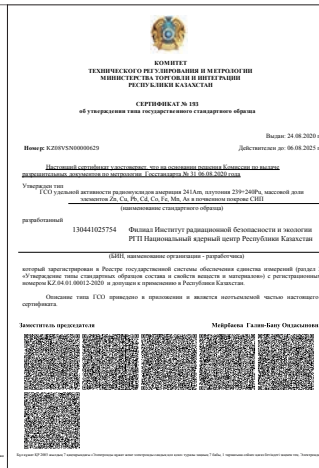
Отбор исходного материала с территории СИП



Лабораторная пробоподготовка



Лабораторные анализы



Утвержденные типы ГСО

Объектами отбора исходного материала стандартных образцов стали две испытательные площадки СИП, где проводились разнохарактерные ядерные взрывы: испытательная площадка «Опытное поле», где проводились воздушные и наземные испытания, включающие как ядерные, так и гидроядерные взрывы, и испытательная площадка «Балапан» (район Атомного озера), где проводились подземные ядерные взрывы в скважинах и модельные эксперименты с использованием обычных взрывчатых веществ, в том числе экскавационный взрыв с выбросом грунта в рамках эксперимента по созданию искусственного водохранилища. Исходя из этого, было принято решение о разработке стандартных образцов, характеризующихся различным радионуклидным составом. При определении точек отбора материала для каждого стандартного образца руководствовались результатами предварительной пешеходной гамма-спектрометрической съемки. На основании этих данных определили, что с испытательной площадки «Опытное поле» будет отобран исходный материал для стандартного образца удельной активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , и ^{241}Am , ^{239}Pu , а также массовой доли элементов Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Fe, Mn, As, и с площадки «Балапан» - исходный материал для стандартного образца удельной активности радионуклидов ^{152}Eu , ^{60}Co , массовой доли элементов Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Fe, Mn, As. В ходе выполнения экспедиционных выездов на испытательные площадки полигона были отобраны образцы почвы. В полевых условиях была проведена предварительная пробоподготовка с просевом почвы с помощью вибросепаратора. При сепарации исходного материала в полевых условиях отбирался материал фракцией 90–500 мкм.

Далее процесс включал лабораторную подготовку материала стандартного образца. Осуществлялся процесс сушки, измельчения исходного материала с помощью ударной роторной мельницы VERDER REACH SR 300 с ситом 200 мкм, после чего полученный материал просеивался на рассеивающей машине AS 450 control, при этом выделялась фракция менее 60 мкм. Итоговым процессом подготовки материала стандартного образца являлось его перемешивание в барабанном смесителе NORMIT для получения однородного материала. Аналитическая стадия изготовления стандартного образца заключалась

в установлении аттестованных значений удельной активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{152}Eu , ^{60}Co , ^{241}Am и ^{239}Pu на основе МВИ «Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика измерений на гамма-спектрометрах с использованием программного обеспечения «SpectraLine», с использованием полупроводникового гамма-спектрометра Canberra Industries (США).

Для установления аттестованных значений массовой доли элементов Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Fe, Mn, As использовалась МВИ № 499-АЭС/МС МКХА «Методика количественного химического анализа. Определение элементного состава горных пород, почв, грунтов и донных отложений атомно-эмиссионным с индуктивно связанной плазмой и масс-спектральным с индуктивно связанной плазмой методами», с использованием масс-спектрометра Agilent 7700X (США). Значение аттестованных характеристик стандартных образцов и их неопределенности были установлены путем проведения межлабораторного сравнительного эксперимента с участием аккредитованных лабораторий Республики Казахстан и Российской Федерации. Далее метрологическая аттестация стандартных образцов проводилась согласно ГОСТ 8.531-2002, ГОСТ 8.532-2002, СТ РК 2.188-2010 и PMG 93-2015.

Заключительный этап включал отправку пакета документов для метрологической экспертизы и утверждения типов государственных стандартных образцов (ГСО) в уполномоченный орган. Стоимость изготовления стандартных образцов в первую очередь зависит от технической спецификации образца. На примере, себестоимость изготовленного нашим Институтом стандартного образца на два радионуклида и восемь микроэлементов, на основе известной матрицы (ранее исследованных почвах СИП) составила 700 тенге за грамм, в сравнение с производителями аналогичных стандартных образцов РФ и МАГАТЭ 2500 тенге/гр и 6000 тенге/гр соответственно.

В настоящий момент мы ведем работы по разработке и аттестации стандартных образцов удельной активности радионуклидов ^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{212}Pb , ^{210}Pb , массовой доли элементов Li, Be, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Mo, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Pb, Th, U в каштановых почвах.

Асан Айдарханов

Нобелевская премия по физике 2021 года



В этом году Нобелевская премия по физике присуждена (одна половина) совместно Сюкуро Манабе и Клаусу Хассельманну «за физическое моделирование климата Земли, количественную оценку изменчивости и надежное прогнозирование глобального потепления», а другая половина – Джорджио Паризи «за открытие взаимодействия беспорядка и флуктуаций в физических системах от атомных до планетарных масштабов».

Сюкуро Манабэ, удостоенный Нобелевской премии 2021 года по физике, продемонстрировал, как повышенный уровень углекислого газа в атмосфере приводит к повышению температуры на поверхности Земли. Его работа заложила основу для разработки современных климатических моделей.

Лауреат Нобелевской премии Клаус

Хассельманн создал модель, которая связывает воедино погоду и климат. Его методы были использованы, чтобы доказать, что повышение температуры в атмосфере вызвано выбросами углекислого газа человеком.

Джорджио Паризи, получивший в этом году Нобелевскую премию по физике, обнаружил скрытые закономерности в неупорядоченных сложных материалах. Его открытия являются одними из самых важных вкладов в теорию сложных систем.

<https://ab-news.ru/>

Ученые объявили о результатах, которые могут подтвердить существование новой фундаментальной физики

Результаты выявили дальнейшие намеки на явления, которые не могут быть объяснены текущей теорией фундаментальной физики.

Результаты, объявленные экспериментом LHCb в ЦЕРНе, выявили дальнейшие намеки на явления, которые не могут быть объяснены текущей теорией фундаментальной физики.

В марте 2020 года в том же эксперименте были получены свидетельства того, что частицы нарушают один из основных принципов Стандартной модели – лучшую теорию частиц и сил – предполагая возможное существование новых фундаментальных частиц и сил.

Теперь дальнейшие измерения, проведенные физиками из Кэвендишской лаборатории Кембриджа, обнаружили аналогичные эффекты, что дает основания для новой физики.

Стандартная модель описывает все известные частицы, из которых состоит Вселенная, и силы, через которые они взаимодействуют. На сегодняшний день она прошла все экспериментальные испытания, но, тем не менее, физики знают, что она неполная. Она не включает в себя силу гравитации и не может объяснить, как материя образовалась во время Большого взрыва, и не содержит частиц, которые могли бы объяснить загадочную темную материю, которую, по данным астрономии, в пять раз больше, чем того вещества, из которого состоит обычная материя.

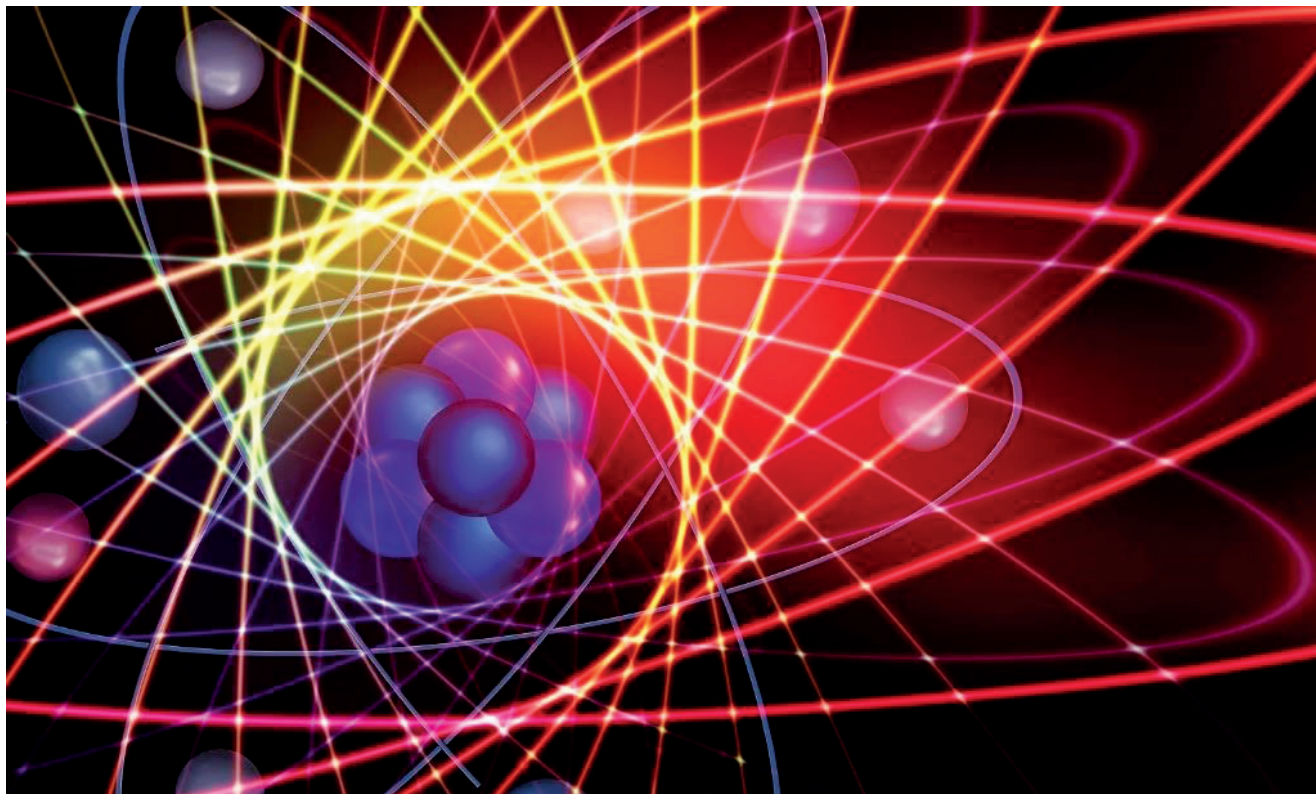
В результате ученые давно ищут признаки физики за пределами Стандартной модели, которые могли бы помочь решить некоторые из этих загадок.

Один из лучших способов поиска новых частиц и сил – изучение частиц, известных как прелестные кварки (beauty quarks). Это экзотические родственники верхних и нижних кварков, составляющих ядра каждого атома.

Прелестные кварки не существуют в большом количестве в мире, поскольку они невероятно недолговечны – в среднем они выживают всего одну триллионную долю секунды, прежде чем трансформируются или распадаются на другие частицы. Однако миллиарды таких кварков производятся каждый год на гигантском ускорителе частиц ЦЕРН, Большом адронном коллайдере, которые регистрируются специальным детектором под названием LHCb.

На то, как распадаются прелестные кварки, может влиять существование неоткрытых сил или частиц. В марте группа физиков из LHCb опубликовала результаты, свидетельствующие о том, что прелестные кварки распадались на частицы, называемые мюонами, реже, чем на их более легких собратьев, электронов.

Это невозможно объяснить в Стандартной модели, которая рассматривает электроны и мюоны одинаково, за исключением того факта, что электроны примерно в 200 раз легче мюонов. В результате прелестные кварки должны распадаться на мюоны и электроны с одинаковой скоростью. Вместо этого физики из LHCb обнаружили, что распад на мюоны происходит примерно на 85% чаще, чем распад на электроны.



Разница между результатом LHCb и Стандартной моделью составляла примерно три единицы экспериментальной ошибки, или «3 сигмы», как их называют в физике элементарных частиц. Это означает, что вероятность того, что результат был вызван статистической случайностью, составляет примерно один шанс из тысячи.

Если предположить, что результат верен, наиболее вероятное объяснение состоит в том, что новая сила, которая притягивает электроны и мюоны с разной силой, мешает распаду этих кварков. Однако для того, чтобы убедиться в реальности эффекта, необходимо больше данных, чтобы уменьшить экспериментальную ошибку. Только когда результат достигнет порога «5 сигм», когда вероятность того, что это вызвано случайной случайностью, составляет менее одного миллиона, физики элементарных частиц начнут считать это подлинным открытием.

«Тот факт, что мы наблюдали тот же эффект, что и наши коллеги в марте, безусловно, увеличивает шансы на то, что мы действительно находимся на грани открытия чего-то нового», – сказал Гарри Клифф из Кавендишской лаборатории. «Замечательно пролить немного света на загадку».

В последней работе были изучены два новых распада прелестных кварков из того же семейства распадов, которые использовались в мартовском результате при протон-протонных столкновениях. Команда ученых обнаружила тот же эффект – распад на мюоны происходил примерно на 70% чаще, чем на электроны. На этот раз ошибка больше, что означает, что отклонение составляет около «2 сигм», то есть вероятность того, что это связано со статистической ошибкой данных, составляет чуть более 2%. Хотя сам по себе результат не является окончательным, он добавляет дополнительную поддержку растущему количеству свидетельств того, что существуют новые фундаментальные силы, которые ждут своего открытия.

«Волнение вокруг Большого адронного коллайдера растет как раз в тот момент, когда будет включен модернизированный детектор LHCb и будут собраны дополнительные данные, которые предоставят необходимую статистику для утверждения или опровержения крупного открытия», – сказал профессор Вэл Гибсон из Кавендишской лаборатории.

<https://ab-news.ru/>

Национальная лаборатория Айдахо изучает кризисы теплоотдачи

Национальная лаборатория Айдахо (США) недавно опубликовала кадры нового эксперимента, в котором имитировалось поведение твэла при перегреве. Стартовавшая экспериментальная программа призвана достигнуть лучшего понимания пределов безопасности для ядерного топлива.



Национальная лаборатория Айдахо проводит эксперименты на импульсном материаловедческом исследовательском реакторе TREAT. Реактор работал с 1959 по 1994 год и был остановлен на консервацию, однако в 2017 году был возвращён в строй.

В новой экспериментальной программе используется специально разработанное устройство, позволяющее обнаруживать и изучать процессы, связанные с кризисом теплоотдачи на ядерном топливе и способные привести к значительным повреждениям твэлов.

Замедленное видео, опубликованное нацлабораторией, показывает процесс кипения воды вокруг модели твэла. Эксперимент проводился вне реактора TREAT в специально разработанной капсуле, заполненной водой. Для моделирования нагрева использовался электроподогрев. Весь эксперимент занял по времени 1 секунду.

«Критический тепловой поток является важным параметром, регулирующие органы используют его для определения пределов безопасности ядерного топлива», – говорит доктор Колби Дженсен, технический руководитель испытаний с переходными процессами.

«Эти эксперименты помогут нам лучше понять поведение топлива и продемонстрировать, в какой степени свойства безопасности перспективных топлив позволят более эффективное их использование».

Специалисты нацлаборатории Айдахо продемонстрировали работу созданного ими устройства для изучения кризиса теплоотдачи в ходе испытаний на реакторе TREAT.

В следующем году устройство будет включено в экспериментальные программы по исследованию перспективных конструкций топлива для легководных реакторов, включая толерантное топливо ATF.

Конечная цель этих программ – улучшить теплопередачу от топлива в легководных реакторах для нужд повышения эффективности эксплуатации и увеличения объёмов генерации электроэнергии от энергоблоков с такими аппаратами.

ATOMINFO.RU

На Балаковской АЭС завершились эксплуатационные испытания твэлов с РЕМИКС-топливом



Тепловыделяющие сборки (ТВС) ВВЭР-1000, имеющие в составе экспериментальные тепловыделяющие элементы с РЕМИКС-топливом, прошли эксплуатацию в реакторе энергоблока №3 атомной станции три топливных кампании – около 5 календарных лет. Выгрузка из реактора состоялась в рамках планово-предупредительного ремонта энергоблока, который в эти дни ведётся на Балаковской АЭС.

РЕМИКС-топливо призвано снизить потребление природного урана в атомной энергетике и повторно использовать компоненты уже облучённого топлива. Основное преимущество замкнутого ядерного топливного цикла – возможность использования плутония, образующегося при облучении урана-238.

«Опытно-промышленная эксплуатация инновационного топлива на Балаковской АЭС прошла успешно, – отметил заместитель главного инженера по безопасности и надёжности Юрий Рыжков. – Всего в реактор энергоблока №3 наряду со стандартными тепловыделяющими сборками были загружены три топливных сборки, в каждой из которых наряду со стандартными тепловыделяющими элементами были размещены по шесть тепловыделяющих элементов с РЕМИКС-топливом. Все пять лет испытаний наши специалисты контролировали нейтронно-физические и ресурсные характеристики экспериментальных ТВС – каких-либо отклонений от нормальной эксплуатации не было, что подтверждает проектные свойства нового ядерного топлива».

После выгрузки из реактора тепловыделяющие сборки с инновационным топливом переместили в бассейн выдержки для снятия активности и остаточных тепловыделений от топлива до допустимых значений для его транспортирования.

В 2023 году они будут отправлены в Научно-исследовательский институт атомных реакторов (г. Димитровград) для проведения послереакторных исследований.

В 2021 году в Росатоме было создано опытное производство полномасштабных ТВС с РЕМИКС-топливом в кооперации между ФГУП «ГХК», где ведётся изготовление РЕМИКС-таблеток, и Сибирского химического комбината (АО «СХК», предприятие Топливной компании Росатома «ТВЭЛ») на площадке которого изготавливаются твэлы и собираются РЕМИКС-ТВС.

«Экспериментальные ТВС с РЕМИКС-топливом на СХК производятся в дизайне ТВС-2М – именно эта конструкция используется в реакторах ВВЭР-1000 на Балаковской АЭС. Мы рассчитываем, что следующим шагом в реализации программы разработки и коммерциализации российского уран-плутониевого топлива для ВВЭР должна стать опытно-промышленная эксплуатация несколь-



ких топливных кассет, имеющих все твэлы с РЕМИКС-топливом», – отметил вице-президент по научно-технической деятельности и качеству АО «ТВЭЛ» Александр Угрюмов.

Справка: РЕМИКС-топливо (REMIX – regenerated mixture) – инновационная российская разработка для легководных тепловых реакторов, составляющих основу современной атомной энергетики. Его топливная композиция производится из смеси регенерированного урана и плутония, которая образуется при переработке отработавшего ядерного топлива, с добавлением обогащенного урана. В отличие от уран-плутониевого топлива для «быстрых» реакторов (СНУП и МОКС) для РЕМИКС-топлива характерно более низкое содержание плутония (до 5%). Его нейтронный спектр не отличается от стандартного топлива с обогащенным ураном, поэтому поведение топлива в

активной зоне реактора и количество плутония, образующегося из урана в результате облучения, в целом идентичны.

Для операторов АЭС это означает, что в перспективе РЕМИКС-топливо можно будет внедрять без изменений в конструкции реактора и дополнительных мер по обеспечению безопасности. Использование такого топлива позволит многократно расширить сырьевую базу атомной энергетики за счет замыкания ядерного топливного цикла, а также повторно использовать облученное топливо вместо его хранения.

Стратегическая задача перспективного внедрения РЕМИКС-топлива – замыкание ядерного топливного цикла с использованием реакторов на тепловых нейтронах.

Источник: Управление информации и общественных связей Балаковской АЭС, Департамент коммуникаций АО «ТВЭЛ»

Китай совсем скоро испытает ядерный реактор на ториевом топливе – он может стать будущим атомной энергетики



Как сообщает издание Nature, учёные всего мира с нетерпением ждут начала испытаний в Китае экспериментального ядерного реактора, использующего торий в качестве топлива. Если эксперимент окажется успешным, то это поможет Китаю добиться целей по защите климата и подтолкнуть развитие собственной экономики. К тому же, Китай является первой страной, у которой есть шанс коммерциализировать эту технологию.

«Если бы мне разрешили, я бы полетел туда первым самолетом, – заявил Саймон Миддлбург (Simon Middleburgh), специалист по ядерным материалам из Университета Бангора в Великобритании. – Мы узнаем очень много нового».

А интересоваться есть чем. Хотя китайский проект, судя по словам специалистов, повторяет экспериментальный жидкосолевой ядерный реактор из 60-х годов американской Ок-Риджской национальной лаборатории, впоследствии закрытый, китайцы привнесли в разработку очень и очень много нового. Фактически проект возрождён на совершенно новом уровне, хотя вопросов вряд ли стало меньше.

Опытный жидкосолевой китайский реактор будет вырабатывать всего 2 МВт тепловой энергии (а электрической ещё меньше), но он станет испытательной площадкой для изучения материалов, сред и радиоактивности на всех этапах работы реактора. Это будет обкатка технологий, которые, в случае успеха, значительно продвинут Китай в сторону энергетической независимости и углеродной нейтральности.

Тория намного больше на Земле, чем урана. Лет через 100–150 урана на Земле почти не останется, а тория будет всё ещё очень много. Для эксплуатации нового вида топлива заниматься им надо начинать уже сейчас. К тому же, торий в Китае сегодня вырабатывается в значительных объёмах как отходы производства при добыче редкоземельных материалов.

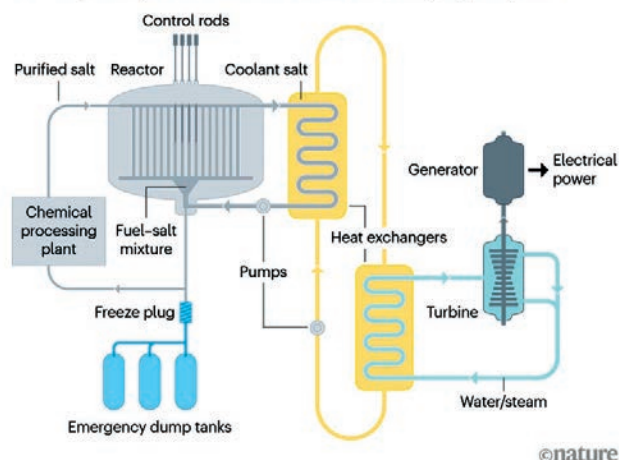
Экспериментальный ториевый реактор построен в Вувее, на окраине пустыни Гоби, как отпартовало правительство провинции Ганьсу, где всё это происходит. Этот тип реактора не использует воду в качестве основного теплоносителя и идеален для расположения в пустынных районах. Реактор сдан в эксплуатацию несколько недель назад и готовится к запуску в ближайшие недели или даже дни.

Жидкосольевой ториевый реактор не требует цикла загрузки и смены топлива. Топливо в виде тория и небольшой доли урана загружается непосредственно в расплав и автоматически подаётся в зону ректора и выводится из него. Расплав солей при температурах около 450 °C циркулирует через реактор без опасности взрыва при разгерметизации, поскольку давление в этом контуре намного меньше, чем в обычных водяных контурах современных атомных реакторов. В ториевом реакторе вода используется во втором контуре, который не заходит в реактор.

В ходе ядерной реакции изотоп тория-232 облучается в реакторе вспомогательным радиоактивным топливом и поглощает нейтроны, образуя уран-233, который уже расщепляется с выделением тепла. Китайский реактор станет первым, который в жидкосольевых расплавах в качестве топлива будет использовать торий. Если технология себя оправдает, на следующем этапе в Китае начнут строить ториевый реактор мощностью 373 МВт, что планируется к 2030 году.

MOLTEN-SALT REACTOR

In a molten-salt nuclear reactor the fissile material is dissolved in liquid salt in the reactor core. Liquid salt also acts as a coolant in place of water. Fission occurs in the reactor core, generating heat, which is transmitted by the coolant salt and heat exchangers to water, producing steam. This drives a turbine to generate electricity. A frozen plug of salt melts if the reactor core overheats, allowing the fuel-salt mixture to drain into emergency dump tanks.



<https://3dnews.ru>

Прототип компактного термоядерного реактора в Великобритании построят к 2025 году

Власти Великобритании дали добро и согласовали детали (<https://spectrum.ieee.org/general-fusion-takes-aim-at-practical-fusion-power>) строительства на территории страны перспективного термоядерного реактора на необычном принципе. Демонстрационная



Площадка с реактором в представлении художника (фото: General Fusion)



Лабораторный реактор (фото: General Fusion)

установка будет запущена к 2025 году и должна стать доказательством работы предложенного подхода. Разработкой и строительством реактора будет заниматься канадская компания General Fusion, но вырабатывать энергию на демонстраторе не планируют.

Компания General Fusion из Бернаби (Британская Колумбия, Канада), начала разработку относительно компактной термоядерной установки в 2009 году. Вместо популярных «бубликов» токамаков канадцы сделали ставку на технологию магнитно-инерционного синтеза (Magnetized Target Fusion, MTF). Технология MTF подразумевает два метода для запуска и

поддержания термоядерной реакции: инерционное сжатие топливной мишени и магнитное удержание плазмы.

В тело реактора впрыскивается топливо и одновременно по контуру рабочего объема реактора создаётся ударная волна, направленная к центру. Это сжимает плазму, которая удерживается в магнитном поле внутри реактора, и запускает реакцию термоядерного синтеза. Утверждается, что такой способ позволяет использовать для удержания плазмы обычные электромагниты с медной намоткой при комнатной температуре, а не дорогостоящие сверхпроводящие магниты. Это серьёзный плюс к экономической эффективности реактора.

Для съёма энергии синтеза также предложен интересный способ. В реакторе есть внутренняя оболочка, которая постоянно вращается. По внутренней стороне оболочки центробежные силы ровным слоем размазывают жидкий слой из сплава свинца и лития. Образующиеся в процессе термоядерного синтеза быстрые нейтроны поглощаются этим слоем, и эта энергия даёт возможность для получения тепла и электричества. Одежда из жидкого металла также служит защитой от излучения.

В лабораторных условиях специалисты General Fusion провели свыше 200 тыс. экспериментов с компонентами термоядерного реактора в масштабе один к десяти. Габариты британского прототипа составят 70 % от размеров будущей коммерческой установки. Прототип должен будет подтвердить работу концепции и позволить точно определить рентабельность коммерческой установки. От демонстратора не ждут выработки электроэнергии, он должен будет лишь раз в секунду сжимать топливо и показывать возможность запуска термоядерного синтеза.

Строительство прототипа начнётся в 2022 году в кампусе Culham недалеко от Оксфорда, принадлежащего Управлению по атомной энергии Великобритании (UKAEA). Место для будущей коммерческой установки пока не выбрано. Ожидается, что первый коммерческий термоядерный реактор в Великобритании компания General Fusion сдаст в эксплуатацию в начале 30-х годов.

<https://3dnews.ru>

На строящемся первом в мире наземном малом модульном реакторе АСР100 начался монтаж защитной оболочки

На строящемся демонстрационном малом модульном реакторе АСР100 на атомной электростанции «Чанцзян» на китайском острове Хайнань установлено стальное днище конфайнмента. Китайская национальная ядерная корпорация (CNNC) заявила, что это событие закладывает прочный фундамент для последующего строительства основной конструкции малой АЭС, которая, по ее словам, станет первым в мире наземным малым модульным реактором.

Строительство многоцелевого водо-водяного реактора под давлением мощностью 125 МВт – также называемого Linglong One – официально началось 13 июля после окончательного утверждения его строительства Национальной комиссией по развитию и реформам Китая в начале июня.

Днище корпуса защитной оболочки, которое будет под-
держивать стальной конфайнмент, было собрано на месте
из 50 предварительно изготовленных стальных пластин. Со-
бранный компонент был далее установлен на место краном
на бетонную фундаментную плиту.

После завершения строительства малый модульный
реактор АСР100 будет способен производить 1 миллиард
киловатт-часов электроэнергии в год, что достаточно для
удовлетворения потребностей 526 000 домохозяйств, со-
общили в CNNC. Данный инновационный реактор пред-
назначен для производства электроэнергии, отопления,
производства промышленного пара и опреснения морской
воды.

В июле 2019 года CNNC объявила о запуске демонстра-
ционного проекта по строительству малого модульного реак-
тора АСР100 на АЭС «Чанцзян». На площадке этой АЭС уже
находятся два действующих реактора CNP600 PWR, а также
строительство первого из двух блоков Hualong One началось
в марте этого года. Оба новых блока должны быть введены в
промышленную эксплуатацию к концу 2026 года.

Разрабатываемый с 2010 года предварительный про-
ект интегрированного реактора АСР100 был завершен в 2014
году. Основные компоненты первого контура теплоносителя
расположены в корпусе данного реактора. В 2016 году этот
проект стал первым малым модульным реактором, прошед-
шим проверку безопасности МАГАТЭ. В апреле 2020 года был
утвержден предварительный отчет по анализу безопасности
для одного демонстрационного энергоблока с малым модуль-
ным реактором на АЭС «Чанцзян»

В демонстрационном проекте АСР100 участвует три ос-
новные организации:

- CNNC (дочерняя компания China National Nuclear Power)
в качестве владельца и эксплуатирующей компании;
- Китайский институт ядерной энергетики (NPIC) в каче-
стве разработчика малого модульного реактора;
- и отвечающая за строительство China Nuclear Power
Engineering Group.

Ожидается, что срок строительства составит 58 меся-
цев. Корпус реактора поставляется компанией Shanghai Boiler
Works Limited, парогенераторы – дочерней компанией CNNC,
а другие внутренние компоненты реактора – компанией
Dongfang Electric Corporation.

В октябре 2015 года Китайский институт ядерной энер-
гетики подписал соглашение с британской компанией Lloyd's
Register о поддержке разработки плавучей атомной электрос-
станции с использованием реактора АСР100S проекта CNNC,
морского варианта АСР100. После одобрения в рамках 13-го
пятилетнего плана инновационных энергетических технологий
CNNC в июле 2016 года подписала соглашение с Китайской
корпорацией судостроительной промышленности о подготовке
к строительству демонстрационной плавучей атомной станции
АСР100S.

<https://www.atomic-energy.ru>



Design parameters of ACP100	
 ACP100	Thermal power
	385 MWt
	Electrical power
	~125 MWe
	Design life
	60 years
	Refueling period
	2 years
	Coolant inlet temperature
	282 °C
	Coolant outlet temperature
	323 °C
	Coolant average temperature
	303 °C
	Best estimate flow
	10000 m ³ /h
	Operation pressure
	15 MPa
	Fuel assembly type
	CF3 shortened assembly
	Fuel active section height
	2150 mm
	Fuel assembly number
	57





ЗОЛОТЫЕ КАДРЫ



2001–2021:
юбилейная XX конференция
молодых ученых и специалистов

Подготовка научных кадров для атомной отрасли является одним из стратегических направлений деятельности Национального ядерного центра Республики Казахстан. Важнейшим элементом системы подготовки кадров является конференция-конкурс НИОКР молодых ученых и специалистов Национального ядерного центра Республики Казахстан. Конференция впервые стартовала в 2001 году, и с тех пор является для молодых ученых и специалистов РГП НЯЦ РК платформой для обмена идеями, наработками, информацией о своих достижениях, представления и обсуждения результатов выполненных работ среди своих коллег.

Целевой аудиторией конференции являются молодые ученые и специалисты в возрасте до 35 лет. Участники представляют на конкурс результаты своих оригинальных научно-исследовательских работ, посвященных фундаментальным, инженерно-техническим и прикладным аспектам атомной энергетики и наукоемких технологии, радиационной экологии, геофизики, сейсмологии и других смежных направлений. Как и

для любого состязания, для оценки работ конкурсантов выработаны определенные критерии. Так, для фундаментальных исследований – это уровень публикаций, для инженерно-технических работ – оценка технических решений, а для прикладных исследований – конкурентоспособность.

Компетентное жюри из числа высококвалифицированных специалистов предприятия дает объективную оценку представленным докладам и определяет призеров и победителей конкурса. При этом также учитываются актуальность и практическая значимость работ, их научный уровень, новизна результатов, степень завершенности работы, и безусловно, личный вклад конкурсанта. В некоторой степени определяющую роль играют ораторские способности автора, стиль изложения и уровень владения материалом.

Не будет преувеличением сказать, что за годы проведения Конференция стала значимым мероприятием для молодых ученых и специалистов предприятия. Через эту Школу также прошли многие нынешние руководители, когда еще были молодыми специалистами.

Павел Кривцов, главный инженер филиала ИГИ РГП НЯЦ РК: «Принимал участие в конкурсе несколько раз. В 2001 году будучи молодым специалистом со своей дипломной работой вы-

ступал на первой конференции, в 2006 году, в 2011 и 2012 годах уже представлял результаты своей диссертации. Как всегда, особое впечатление оставило первое выступление. Тогда



еще не было разделения на направления и конкурс проводился для всех участников в одной «весовой категории». Запомнились яркие выступления парней и девушек из ИЯФ с их фундаментальными исследованиями и пониманием того, что тягаться с ними не под силу. Но шли годы, и уже молодежь из других наших институтов набралась опыта и начала оказывать серьезную конкуренцию алмаатинцам. Если сравнивать первые КМУ и те, что проводятся в последнее время, то можно отметить существенную разницу в качестве и количестве представляемых на конкурс работ, возросший уровень конкуренции, проработанности тем. Связываю это с тем, что за последние годы в рядах НЯЦ выросло значительное количество кандидатов и докторов в различных областях науки, которые передают свой опыт молодому поколению. Призываю молодежь, которая связывает свою жизнь с наукой, использовать эту конференцию как площадку для получения нового опыта. Умение правильно представить свою работу на публике, подготовить публикацию, выслушать замечания коллег и грамотно на них ответить является обязательным навыком любого ученого и многого стоит. Ничего не бойтесь, ведь как говорил Далай-Лама: «Когда вы проигрываете, вы не теряете накопленный опыт».

Вопреки сложной эпидемиологической ситуации в стране и мире, сохраняя верность традициям Конференции, с 06 по 08 октября 2021 года во второй раз в формате видеоконференции состоялась юбилейная – XX конференция-конкурс НИОКР молодых ученых и специалистов РГП НЯЦ РК.

На конференции была представлена 31 научно-исследовательская работа из филиалов Институт атомной энергии, Институт радиационной безопасности и экологии, Институт геофизических исследований, РГП «Институт ядерной физики» и НАО «Университет им. Шакарима города Семей».

По результатам двухдневной кропотливой работы жюри вынесло свой вердикт и определило призеров и победителей XX конференции. Первое место было присуждено **Куанышу Самарханову**, научному сотруднику лаборатории внутрикапельных испытаний отдела материаловедческих испытаний филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК.

Второе место разделили **Сергей Мережко**, научный сотрудник, и. о. заведующего лаборатории радиационного материаловедения РГП «Институт ядерной физики» и **Татьяна Пономарева**, специалист группы радиоэкологии сельскохозяйственных растений отдела комплексных исследований экосистем филиала ИРБЭ РГП НЯЦ РК.

Третье место заняли **Дина Бияхметова**, специалист отдела комплексных исследований экосистем филиала ИРБЭ РГП НЯЦ РК, **Олжас Жанболатов**, инженер II категории лаборатории исследований теплофизических и нейтронно-физических характеристик облучательных устройств филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК и **Михаил Шульга**, инженер-геофизик I категории Центра сбора и обработки специальной сейсмической информации филиала ИГИ РГП НЯЦ РК.

Кроме присуждения призовых мест ряд конкурсантов были награждены в различных номинациях. Так, Лучшим оратором стал **Владимир Колбин**, инженер II категории лаборатории элементарного анализа отдела аналитических исследований филиала ИРБЭ РГП НЯЦ РК. За Активное участие награждена

Гайния Жанболатова, инженер лаборатории испытаний материалов в условиях термоядерного реактора филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК. Лучшим дебютантом стал **Дархан Комекбаев**, научный сотрудник группы обработки данных ЦСОССИ филиала ИГИ РГП НЯЦ РК. Самой оригинальной признана работа **Елдо-са Акболатова**, инженера экспериментально-механического отдела филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК. Награжден грамотой и премией за инновационную работу **Ерхат Даулетханов**, инженер лаборатории радиационного материаловедения филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК.

Каждому участнику XX конференции-конкурса НИОКР молодых ученых и специалистов РГП НЯЦ РК был вручен сер-

тификат, а призерам – грамоты и дипломы, а также денежные поощрения.

Безусловно, где есть состязание, там есть и победители. Однако, примечательна наша Конференция тем, что проигравших в ней нет. Ведь участие в ней дает каждому молодому специалисту бесценный опыт ведения научной дискуссии и огромный стимул для развития и оттачивания своих профессиональных навыков и творческих способностей.

Будет справедливо предоставить возможность участникам и жюри дать свою оценку работы Конференции, ведь именно их оценка является лучшим показателем ее результативности.

Мажын Скаков, д.ф.-м.н., профессор, заместитель председателя жюри «Я, как заместитель председа-

теля жюри конкурса, хочу отметить, что, в этом году, невзирая на дистанционный формат, продуктивно и насыщенно прошли заседания уже традиционной конференции-конкурса молодых ученых и специалистов НЯЦ РК. Конференция была приурочена к 30-летию Независимости Республики Казахстан. В рамках конкурса нами были рассмотрены доклады разных научных направлений атомной науки, фундаментального, экспериментального и прикладного характера. Участие в научной конференции-конкурсе для докторантов, молодых ученых и специалистов – это одновременно большая ответственность и удача. Ведь им предоставляется площадка для обсуждения результатов своих исследований и дискуссий. Они общаются с известными учеными, получают их отзывы и экспертные заключения жюри, узнают много нового и полезного для своего развития, обмениваются опытом, а также презентуют результаты своих исследований. Для участников, конференция-конкурс, так сказать есть «проба пера». Конференция, по сути, раскрывает творческий потенциал молодых ребят, способствует их развитию и становлению как ученого в науке. Это очень важно. Результаты конкурса ярко продемонстрировали исследовательский и творческий потенциал нашей молодежи. Заметно наблюдается, особенно в последние годы деятельности НЯЦ, рост численности «остепененных» молодых ученых. Отрадно, что наше предприятие целенаправленно реализует одну из своих стратегических задач – подготовка молодых высококвалифицированных кадров для атомной науки. Укрепляется кадровый потенциал науки. Значимым стимулом для наших молодых ученых стали ежегодные именные премии Генерального директора. У нас руководство предприятия создает беспрецедентные условия для роста талантливой молодежи. В структурных подраз-



делениях НЯЦ созданы и успешно функционируют филиалы выпускающих кафедр региональных университетов, где, как говорится, без отрыва от основной деятельности, можно обучаться в очной

докторантуре ВУЗА, одновременно получать полную зарплату и хорошую стипендию. С помощью НЯЦ и при непосредственном участии известных ученых предприятия в двух региональных университетах открыта и функционирует докторантура PhD. В ВКУ им. С. Аманжолова - по образовательной программе «физика», а в СемУ им. Шакарима - по «Технической физике». С нашей же помощью в этих университетах открыты диссертационные советы для защиты докторских диссертаций нашими молодыми учеными. Теперь им нет необходимости ехать в другие города и вузы в поисках советов для представления своих диссертаций. На сегодняшний день только в докторантурах университетов обучаются более 10 молодых сотрудников НЯЦ. Это не считая наших аспирантов в российских вузах, где тоже немало обучаются. Только в этом году защитились и получили степень доктора философии двое наших молодых ребят. В январе-феврале следующего года, я думаю, представят свои диссертации еще 3-4 молодых ученых НЯЦ. Так что, в недалеком будущем, мы увидим заметную степень «защищенности» нашего предприятия, где доля молодых ученых с учеными степенями будет существенно преобладать. Это будет хорошим ключевым индикатором успешности НЯЦ в научной деятельности. Ведь действительно, несколько лет назад, мы остро ощущали недостаток научных лидеров, способных брать на себя ответственность за работу больших команд, научных лабораторий и отделов. Лидер в науке должен уметь вдохновлять, «генерировать идеи», идти вперед, делать проекты и программы. Люди, которые способны на это, всегда будут востребованы. Вот уже несколько лет, участвуя в жюри на этих конкурсах, внимательно смотрю за успешными участниками конкурса. Я сам просматриваю их резюме, презентации и публикации. Важно, как молодой человек двигается не только до победы на конкурсе, но и после. Понимаю, что надо давать дорогу новым, молодым кадрам, тем, кто не боится рисковать, кто может находить необходимый баланс между административной и исследовательской деятельностью. Мне нравится работать с молодыми учеными, с талантливой молодежью! Из их числа мне посчастливилось подготовить более двадцати кандидатов наук и докторов философии! Я рад, что принял какое-то деятельное участие в их становлении, как личности, как лидеров науки!»

Андрей Паницкий, к.б.н., PhD, начальник отдела филиала ИРБЭ РГП НЯЦ РК, член жюри «Принимаю участие в работе конференции в качестве члена жюри уже не один раз, однако оценивать работу конкурсантов в онлайн-режиме довелось впервые. Возможно данный формат не позволяет конкурсантам полностью раскрыть свои возможности с точки зрения представления докладов. Кому-то не хватает зрительской поддержки, а кому-то наоборот, не пришлось преодолевать боязнь выступления перед публикой. Однако отрадно,

что, несмотря на сложившуюся эпидемиологическую обстановку, все-таки, имеем возможность продолжать славные традиции данного конкурса. В целом, понравился высокий уровень конкурсных работ. Почерпнул для себя много нового и интересного».



Арман Миниязов, начальник лаборатории филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК, член жюри «Сохранено тематическое разнообразие, отражающее практически все направления научной деятельности РГП НЯЦ РК. Не могу не отметить отличную организацию проведения конференции в новом для нее формате. Ко всему сказанному радует, что к данному конкурсу сохраняется интерес со стороны молодых ученых сторонних организаций, которые также представили свои работы нашему вниманию. Конференция-конкурс молодых ученых и специалистов НАОКР НЯЦ РК славится высоким научно-техническим уровнем докладов и организации самого научного мероприятия. Конференция-конкурс безусловно является значимым ежегодным событием для молодых ученых и специалистов РГП НЯЦ РК. Здесь каждый имеет возможность представить свою научную работу широкому кругу специалистов и профессиональной оценке членам жюри конференции-конкурса по фундаментальному, при-

кладному и инженерно-техническому направлениям. Главной целью мероприятия является повышение интереса молодых ученых к приоритетным научным направлениям деятельности предприятия и стимулирование их научного труда. Благодаря качественной организации конференции-конкурса изменение формата проведения на онлайн режим в последние два года позволила сохранить высокий уровень мероприятия. Широкий спектр научных докладов были очень интересны и имеют непосредственную практическую значимость для направлений научной деятельности РГП НЯЦ РК и его филиалов.»



Михаил Мережко, научный сотрудник, и.о. заведующего лаборатории радиационного материаловедения РГП ИЯФ МЭ РК, участник «В карьере молодого ученого и специалиста не так много мест, где он может рассказать о своей научной работе. А в рамках конференции-конкурса НАОКР можно получить еще и ценную обратную связь в виде острых вопросов, а порой и критические комментарии старших коллег, специалистов своей области. Подобный опыт сравним разве что с защитой дипломных работ бакалавра или магистра.

Хотелось бы выразить благодарность и восхищение организаторам конференции-конкурса НАОКР. С 2001 года, они, несмотря на различные трудности, не теряют интерес к мероприятию. Конференция молодых ученых пережила структурные преобразования в РГП НЯЦ РК и два экономических кризиса. Успешный опыт последних двух онлайн встреч явно свидетельствует, что и с вызовами новой «ковидной эры»,

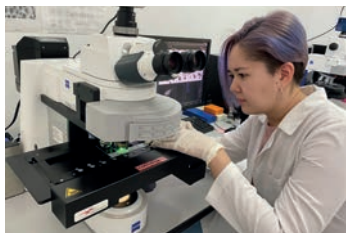
организаторы успешно справились.

Хотелось бы отметить, что эта конференция – не только выступление в конференц-зале, но и душевные разговоры на кофе-брейках, спортивные конкурсы и интеллектуальные игры, веселые банкеты. Для многих сотрудников РГП ИЯФ РК, участие в конкурсе означает еще и интересную командировку в весенний Курчатов, прогулки вдоль Иртыша, неформальные встречи со своими коллегами из других институтов. Хотелось бы верить, что в скором времени мир справится с пандемией и конференция вернется к своему традиционному очному формату, так любимому многими».



Дина Бияхметова, специалист отдела комплексных исследований экосистем филиала ИРБЭ РГП НЯЦ РК, участник «Продолжающаяся непростая эпидемиологическая ситуация определила формат данной конференции – онлайн, что позволило участникам избежать излишнего волнения и страха публичных выступлений. Так как участие

в данной конференции является для меня дебютом, данное обстоятельство имело положительный эффект на мое выступление. Хочется отметить высокий уровень подготовки и проведения конференции, всем участникам были предоставлены условия для комфортного и полноценного выступления в дистанционном формате. Все доклады представ-

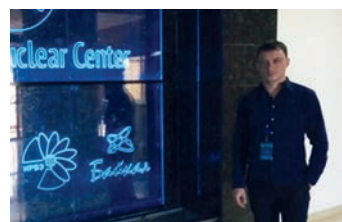


ляли огромный интерес, поразили значительным массивом анализируемых данных и масштабом результатов. Я, как молодой специалист, недавно пришедший в мир науки, получила отличный опыт

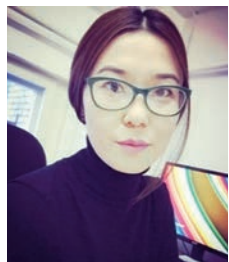
оценки собственных научных результатов, а также открыла для себя новые перспективы и горизонты в развитии отечественной науки благодаря интересным докладам других участников. Проведение подобных конференций – конкурсов создает отличный стимул и мотивацию для молодых научных работников на инновационные исследования, позволяет обмениваться опытом и вдохновлять на новые свершения».

Михаил Шульга, инженер-геофизик 1 категории филиала ИГИ РГП НЯЦ РК, участник «Несмотря на видео формат проведения конференции, мероприятие прошло на должном уровне, было очень содержательным, насыщенным событиями, предложениями и обсуждениями. Участники показали высокий уровень владения материалом и тем самым доказывают свою высокую

конкурентоспособность. Уверен, что каждый из участников получил для себя ответы на интересующие вопросы и почву для размышлений».



Гайния Жанболатова, инженер лаборатории испытаний материалов в условиях термоядерного реактора филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК «Выражаю искреннюю благодарность организаторам конференции, жюри за активность, заинтересованность, компетентные и интересные вопросы, а также всем участникам за увлекательные и глубокие доклады.



Быть ученым это осознанный выбор, подразумевающий под собой тяжелый и кропотливый труд, преданность науке, ради которой он способен на многое. Множество великих ученых, которые внесли огромный вклад в изучение определенной научной проблемы, получали признание в широких научных кругах, награждались научными премиями, когда-то начинали с малого: написания своей дипломной работы, с написания

своей первой статьи, с участия в семинаре, конференции. Участие в конференциях для молодого ученого или специалиста - это отличная возможность заявить о себе, о своей научно-исследовательской работе. Ежегодная конференция-конкурс НИОКР молодых ученых и специалистов РГП НЯЦ РК как раз дает нам эту возможность.

В этом году я выступала в третий раз в конференции-конкурсе с момента моего трудоустройства в Институт Атомной Энергии. Благодаря вопросам, замечаниям и советам уважаемых членов жюри, а также других конкурсантов, я получаю бесценный опыт и мотивацию к совершенствованию в своей сфере деятельности. Подготовка перед конкурсом учит меня лучше доносить свои мысли и выступать публично. Резюмируя, хочется подчеркнуть, что конференция-конкурс позволяет молодым ученым существенно повысить качество работы в выполняемой сфере, в умении представлять свою исследовательскую работу в научных кругах».

Елдос Акболатов, инженер экспериментально-механического отдела филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК, участник «В этом году я впервые принимал участие в конкурсе молодых учёных и специалистов РГП НЯЦ РК. Считаю, что конкурс проведен на очень высоком организационном уровне, несмотря на онлайн формат. Обрадовало то что, в рамках данного мероприятия не было ограничений по тематике и направлению докладов. В связи с этим были обсуждены различные вопросы начиная от ядерной физики заканчивая эколо-

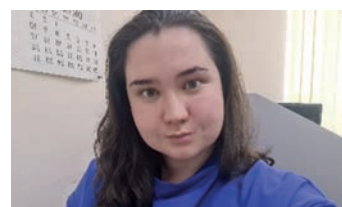
гией региона. Все темы исследований очень актуальны и значимы. Хочется отметить высокий уровень профессионализма членов жюри.

Я очень рад, что мне была предоставлена возможность продемонстрировать свои труды и обменяться опытом. Всем удачи и новых достижений!».



Рината Лаврикова, техник II категории отдела разработки систем мониторинга окружающей среды филиала ИРБЭ РГП НЯЦ РК, участник. «В конференции-конкурсе я участвую впервые и мне выпал шанс проявить себя и представить результаты своей работы. Меня отметил Совет молодых ученых и

специалистов, что безумно приятно. В первую очередь хотелось бы выразить огромную благодарность организаторам за предостав-



ленную возможность принять участие в конкурсе, получить опыт и полезные советы, которые позволяют развиваться и повышать свой профессиональный уровень. Данное мероприятие дает возможность общаться

и обмениваться научной информацией с другими молодыми учеными, видеть каких результатов они достигли и как растет их профессионализм, что в свою очередь дает большую мотивацию развиваться лично».

Станислав Ильиных, инженер II категории отдела автоматизации систем контроля и управления филиала ИАЭ РГП НЯЦ РК, участник «В этом году было мое третье участие в конференции-конкурсе молодых ученых и специалистов РГП НЯЦ РК. Хочу отметить высокий уровень проведения конкурса НИОКР. С каждым годом уровень представляемых работ становится выше. Все доклады были интересными и содержательными. Несмотря на сложную эпидемиологическую ситуацию в мире был найден правильный, доступный и удобный формат проведения конференции. Выступление в режиме онлайн позволяет избе-

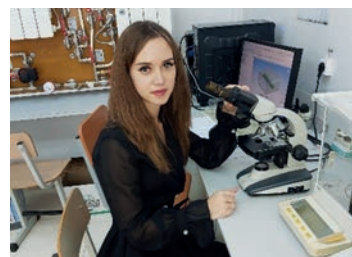
жать возможного волнения и дискомфорта, что позволяет докладчикам лучше раскрыть весь потенциал своей темы.

Хочу поблагодарить организаторов конференции за подготовку и проведение данного мероприятия, пожелать участникам успехов в новых начинаниях.»

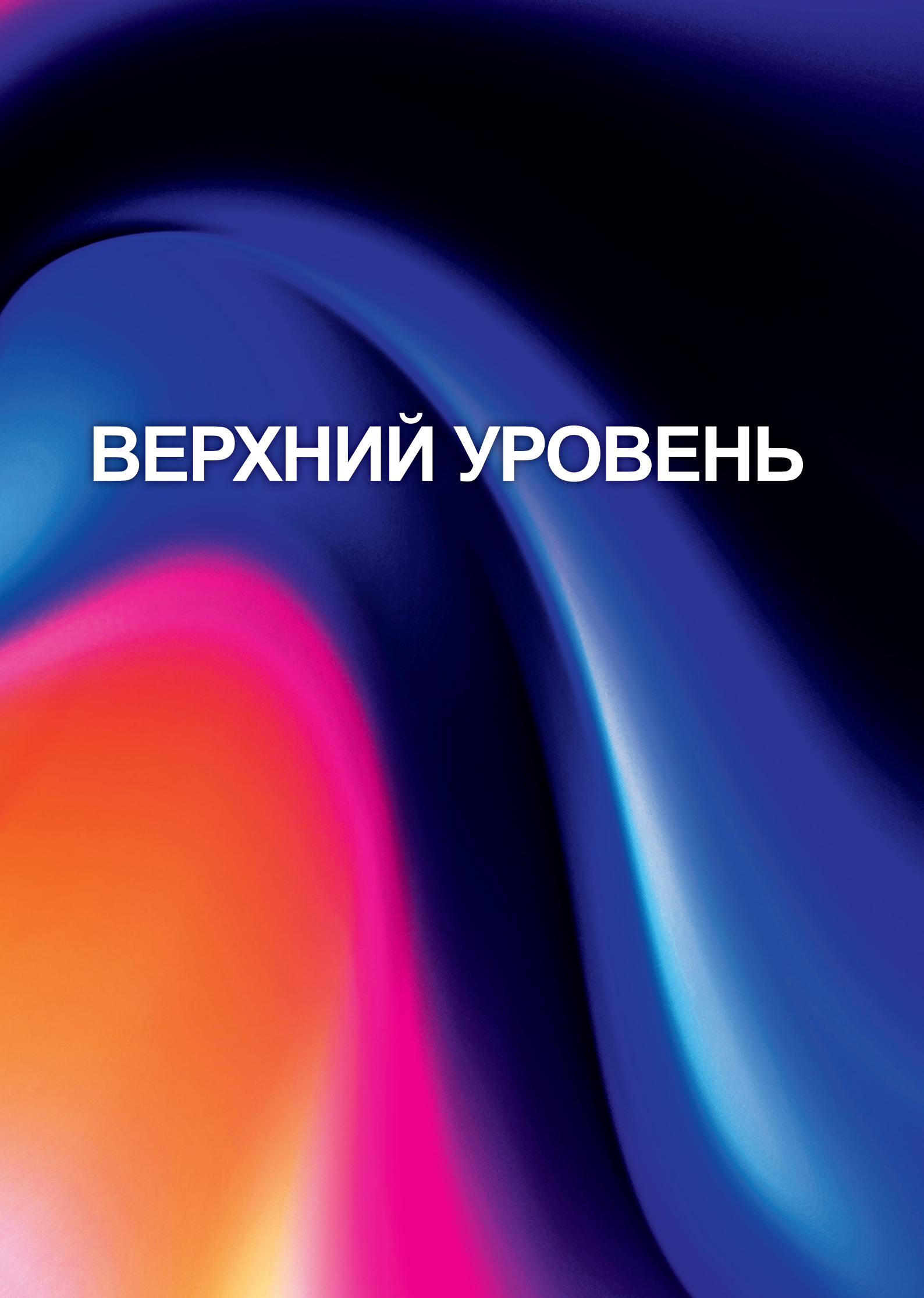


Анеля Байбасарова, докторант НАО «Университет имени Шакарима города Семей», участник вне конкурса «Выражаю огромную благодарность Национальному ядерному центру за организацию конференции на должном уровне. В этом году впервые участвовала в конференции. Участие принимала вне конкурса. Несмотря на то, что конкурс проходил удаленно, было очень интересно слушать и смотреть презентации участников. Доклады были содержательные, обоснованные и насыщенные. Впечатлила отлаженная система организации конференции. Полезное мероприятие для всех, кто занимается научной деятельностью. Я думаю, для многих

участие в конференции позволило оценить свой собственный уровень на фоне всех остальных и сформировать для себя новые пути дальнейшего развития. В целом, я считаю опыт участия в конференции очень позитивным и надеюсь, что дальнейшие мероприятия будут не менее актуальны и успешны!».





The background features a dynamic, abstract design with flowing, wavy lines. A prominent blue wave curves from the top left towards the bottom right. In the bottom left corner, there is a bright, glowing area with a gradient of orange, red, and pink. The overall composition is modern and energetic.

ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ



Источник надежной генерации

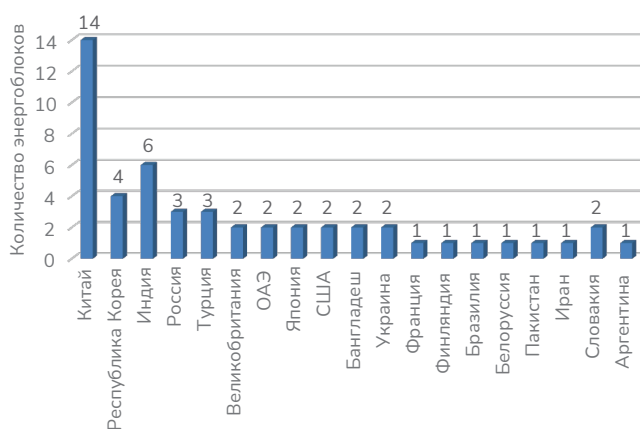
Вопрос строительства АЭС в Казахстане обсуждается на протяжении последних десятилетий. Если в конце 90-х годов этот вопрос стоял не так остро в связи с экономическим положением и общим спадом промышленности в стране, то сегодня, в условиях динамичного развития экономики и роста благосостояния населения, все более актуальным встает вопрос обеспечения возрастающих потребностей различных отраслей экономики в энергии. Так в послании народу Казахстана от 1 сентября 2021 года Президент Казахстана Касым-Жомарт Кемелевич Токаев отметил, что из-за приближающегося в 2030 году дефицита электроэнергии необходимо подумать об источниках надежной генерации, помимо угля и возобновляемых источников энергии, и «в течение года изучить возможность развития в Казахстане безопасной и экологичной атомной энергетики». Одним из шагов в направлении развития атомной энергетики в стране является изучение мирового опыта по реализации проектов строительства АЭС. И наибольший интерес для Казахстана представляет опыт стран, не обладающих собственными реакторными технологиями и привлекающих зарубежных поставщиков к реализации своих планов по строительству АЭС. В данной статье приводится опыт Беларуси, Финляндии и ОАЭ по реализации проектов строительства атомных станций.

Несмотря на отказ некоторых стран от развития атомной энергетики и переходу к возобновляемым источникам энергии атомная энергетика в настоящее время остается одним из важнейших глобальных источников производства электроэнергии. После вступления в силу Парижского соглашения по климату в 2016 году в мире выросла актуальность декарбонизация энергетических систем. Активная деятельность «зеленого» лобби смогла поспособствовать тому, что руководство некоторых западных стран отказалось от строительства новых атомных станций, а также приняло решение о выводе еще не отработавших свой ресурс энергоблоков из эксплуатации. Ставка на «зеленую энергетику», а в частности на возобновляемые источники энергии, стало одной из причин энергетического кризиса 2021 года. Следуя политике поспешного перехода на «зеленую энергетику», власти европейских стран за последнее десятилетие закрыли десятки угольных электростанций. Вместо «грязных» и устаревших ТЭС на угле в эксплуатацию в массовом порядке вводились ветровые электростанции. Ветровая энергетика, на которую делает ставку Европа, не сработала в полной мере. Из-за последствий пандемии коронавируса, в результате которого не были реализованы крупные проекты солнечных электростанций, а также засушливого и безветренного лета 2021 года в Европе ветровые электростанции практически бездействовали и электроэнергии на них вырабатывалось очень мало. Еще одним примером ограниченной работоспособности возобновляемых источников энергии может служить сокращение выработки электричества солнечными электростанциями на 80%, а ветровыми – более чем наполовину, в южных штатах США после урагана «Ури», который в начале 2021 года нанес достаточно большой ущерб. В свою очередь вызванный дефицит электроэнергии привел к повышенному спросу на другие энергоресурсы, и прежде всего на природный газ. Все это говорит о том, что ускоренный переход всего мира к «зеленой энергетике» не способствует стабильности производства электроэнергии и в целом энергетической безопасности. Отказываться от традиционных источников пока рано даже наиболее продвинутым в технологическом отношении странам. Последствия энергетического кризиса подтолкнули руководство десяти стран Европейского Союза опубликовать статью в октябре 2021 года, в которой они выступили за включение атомной энергетики в разработанный Еврокомиссией список отраслей, способствующих уменьшению вреда окружающей среде. Авторами статьи стали премьер-министры, министры энергетики и экономики Франции, Румынии, Чехии, Финляндии, Словакии, Хорватии, Словении, Болгарии, Польши и Венгрии. Авторы выражают мнение, что атомная энергетика является безопасным и стабильным источником энергии. При этом в своем намерении они исходят из того, что «важно рассматривать все технологии производства энергии с небольшими выбросами углекислого газа в равной степени».

На основании вышесказанного можно утверждать, что атомная энергетика в настоящем и будущем продолжит играть неотъемлемую роль в производстве низкоуглеродной

энергии. По ежегодным опубликованным данным МАГАТЭ по состоянию на конец декабря 2020 года в мире действовало 442 атомных энергетических реактора в 32 странах, которые вырабатывали в общей сложности 392,6 ГВт электрической энергии. За 2020 год выработанная электроэнергия на атомных станциях составила около 10% от общего объема глобальной генерации и почти треть мирового производства низкоуглеродной электроэнергии.

Перспективность атомной энергетики подтверждается строительством в мире по состоянию на 2021 год 51 энергоблока общей установленной мощностью около 54 ГВт.



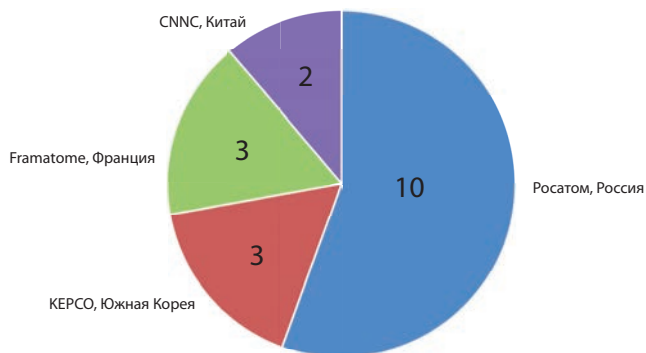
Реакторы на стадии строительства

Стоит отметить, что на рисунке 1 приведены все энергоблоки, строительство которых было начато на сегодняшний день. Большинство из них находятся в активной фазе строительства, но есть и энергоблоки, строительство которых было приостановлено по ряду причин, как 3-й и 4-й блок Хмельницкой АЭС с реакторами ВВЭР-1000, строительство которых началось в 1986 и 1987 гг. соответственно.

Еще 8 стран – Китай, Финляндия, Венгрия, Индия, Иран, Япония, Россия, Турция – в ближайшем будущем планируют строительство еще 67 энергоблоков общей мощностью 57 ГВт. В данной статистике не отражены страны, планирующие развивать атомную энергетику или заявляющие о строительстве атомной станции, к которым относится и Казахстан.

Среди стран, показанных на рисунке 1, можно выделить две группы. Одна группа стран – это страны, обладающие собственными реакторными технологиями и осуществляющие строительство энергоблоков как у себя в стране, так и за рубежом. К таким странам относится Россия, США, Япония, Китай, Южная Корея, Франция. И вторая группа, не обладающая своими технологиями и привлекающая зарубежного поставщика для реализации своих планов по развитию атомной энергетики. Республике Казахстан, как стране, не обладающей своими реакторными технологиями, наиболее интересен опыт стран из второй группы.

Основные поставщики, задействованные на сегодняшний день в возведении АЭС в мире, показаны ниже на рисунке.



Компании – поставщики технологий, занятые строительством энергоблоков за рубежом

Как видно из рисунка, безусловным лидером на сегодняшний день по строительству АЭС в мире является компания «Росатом», реализующий на сегодняшний день 10 проектов по всему миру, а ее общий портфель зарубежных проектов на конец 2020 года включает 35 блоков.

Строительство АЭС в Беларуси (Росатом)

Решение о развитии атомной энергетики в Республике Беларусь было инициировано принятием в 2007 году концепции энергетической безопасности, предусматривающей вовлечение в энергобаланс республики ядерного топлива и строительство АЭС. 12 ноября 2007 года вышел указ президента Республики Беларусь «О некоторых мерах по строительству атомной электростанции». Данный указ был издан с целью организации подготовительных работ для строительства атомной электростанции, а также обеспечения ядерной и радиационной безопасности в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ. Для осуществления функций заказчика по выполнению комплекса подготовительных и проектно-изыскательских работ по строительству АЭС в составе Министерства энергетики создается Дирекция строительства атомной электростанции. Параллельно создаются органы государственного регулирования и лицензирования в области безопасного использования атомной энергии, ионизирующего излучения, безопасного обращения с радиоактивными отходами. В Министерстве по чрезвычайным ситуациям создается департамент по ядерной и радиационной

безопасности, так называемый Госатомнадзор. В начале 2008 года на заседании Совета Безопасности, которое проходило под председательством главы государства Александра Лукашенко, было принято окончательное политическое решение о строительстве в Беларуси собственной атомной электростанции. Первоначально желающими участвовать в конкурсе на право строительства атомной станции в Белоруссии были названы Украина, Россия, Франция, Китай и Иран. 28 мая 2009 года в рамках заседания Совета Министров Союзного государства в Минске было подписано Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Беларусь о сотрудничестве в области использования атомной энергии в мирных целях.

Местом для строительства будущей АЭС была выбрана площадка вблизи города Островец. Мощность станции была запланирована в 2,4 ГВт – два энергоблока по 1200 МВт.

15 марта 2011 года в Минске состоялось подписание межправительственного соглашения между Россией и Беларусью о строительстве первой в стране атомной электростанции по проекту АЭС-2006, разработанному инженеринговой компанией «СПбАЭП» (г. Санкт-Петербург). Выбор данного проекта был обусловлен использованием в нем самых современных и надежных средств и систем безопасности: четыре канала систем безопасности, дублирующие друг друга, устройство локализации расплава, двойная защитная оболочка здания реактора, система удаления водорода, системы пассивного отвода тепла. В проект также заложено максимальное расчетное землетрясение 7 баллов по шкале MSK-64, предусмотрена защита от разнообразных внешних воздействий. В соответствии с соглашением, строительство и ввод в эксплуатацию блоков АЭС в Республике Беларусь осуществляется «под ключ», а российская сторона предоставляет белорусской стороне государственный кредит в сумме и на условиях, определенных отдельным межправительственным соглашением.

В рамках принятых обязательств российская сторона осуществила передачу Беларуси действующих в Российской Федерации основных нормативных документов, по которым осуществляются проектирование, строительство и эксплуатация атомных электростанций, для их использования при разработке соответствующих нормативных правовых актов Республики Беларусь, включая технические нормативные правовые акты.

По достигнутой договоренности российская сторона обеспечивает поставки в течение всего периода эксплуатации энергоблоков АЭС ядерного топлива в виде готовых тепловыделяющих сборок в объемах, необходимых для начальной загрузки и всех последующих перегрузок энергоблоков. Одним из важных моментов является то, что отработавшее ядерное топливо, приобретенное у российских поставщиков, будет подлежать возврату в Российскую Федерацию для переработки на условиях, определяемых в отдельном соглашении.

Также российская сторона обязалась подготовить белорусских специалистов для эксплуатации будущей АЭС. По требованию белорусской



Белорусская АЭС

стороны были определены объемы и порядок поставки отдельного оборудования и материалов, изготавливаемых белорусскими исполняющими организациями в соответствии с проектными требованиями на строительство АЭС.

Соглашение предусматривает выделение правительству Беларуси до 10 миллиардов долларов государственного экспортного кредита для строительства атомной электростанции. Средства будут предоставлены для финансирования 90% стоимости работ по генконтракту на строительство АЭС. Еще 10% оплачивает белорусская сторона. В 2019 году президент Белоруссии Александр Лукашенко в послании белорусскому народу и Национальному собранию заявил, что стоимость строительства Белорусской АЭС составит менее 7 миллиардов долларов.

Контрактное соглашение по сооружению энергоблоков № 1 и 2 АЭС на территории Республики Беларусь было подписано 11 октября между компаниями Госкорпорации «Росатом» и ГУ «Дирекция строительства атомной электростанции». Уже в начале 2012 года по контракту начались изыскательные работы, разработка проектной документации и первоочередной рабочей документации по Белорусской АЭС.

По линии МАГАТЭ в Беларуси в 2012 году была проведена комплексная оценка ядерно-энергетической инфраструктуры республики, по результатам которой, проведя анализ 19 направлений деятельности, важных для успешной реализации проекта строительства АЭС, было представлено 17 рекомендаций и 25 предложений по дальнейшему развитию инфраструктуры. В это же время в Беларуси приступили к разработке котлована под первый энергоблок АЭС.

В ноябре 2020 года энергоблок № 1 Белорусской АЭС выдал первые киловатт-часы электрической энергии в единую энергосистему республики. С 13 января 2021 года блок № 1 работает на 100% проектной мощности. На энергоблоке №2 завершаются отделочные и монтажные работы. Ввод в эксплуатацию второго энергоблока запланирован на 2022 год.

С введением в эксплуатацию первого энергоблока АЭС Республика Беларусь получила надежный источник энергоснабжения страны. Беларусь практически полностью зависела от внешних поставок энергоносителей: нефти, газа и угля. Кроме того, на создание сопутствующей инфраструктуры, жилого городка для работников АЭС, подъездных железнодорожных путей, линий электропередачи и прочего были выделены многомиллиардные инвестиции. Для нужд строительства станции были возведены 62 объекта производственной базы. В Островце был построен бетонный завод, который поставлял бетон для возведения Белорусской атомной электростанции и в настоящее время обеспечивает работой около 35-40 человек. Также в

Островце запустили учебно-тренировочный центр Белорусской АЭС. На полномасштабном тренажере учебно-тренировочного центра проводятся занятия оперативного персонала - будущих работников блочного пульта управления атомной станцией. В центре проходят обучение начальники смен энергоблока, начальники смен реакторного и турбинного цехов, ведущие инженеры по управлению реактором и турбиной.

С началом строительства АЭС Островец получил статус города, при этом до 1958 года Островец был деревней, а с 1958 года – поселком городского типа. В городе было возведено несколько кварталов многоквартирных домов, преимущественно это жилье для строителей и приглашенных специалистов. Рядом с жилыми домами одновременно строили школы, детские сады, магазины, спортивные комплексы. В городке открыты современная гимназия и больница. Население города выросло с 8 до 14 тысяч человек. В целом строительство АЭС в Беларуси придало импульс для развития производства, инфраструктуры региона, повысило занятость населения. Была развита научная сфера, решен вопрос подготовки кадров.



Современный облик города Островец

Строительство АЭС в Финляндии (Framatome)

Финляндия, страна с населением в 5,5 миллионов человек, не является страной-новичком в использовании атомной энергии и уже давно использует АЭС для снабжения электроэнергией и теплом жилых домов и предприятий с энергоемкими производственными предприятиями. При этом Финляндия не обладает собственными разработками реакторных технологий. На сегодняшний день в стране работают две АЭС. Одна из АЭС «Ловииса», построенная в 70-ых годах Советским Союзом, находится на острове Хястхолмен. АЭС состоит из двух энергоблоков с реакторами ВВЭР-440. Вторая АЭС «Олкилуото», также построенная в 70-ых годах, находится на побережье Балтийского моря. В состав АЭС «Олкилуото» входит два действующих энергоблока с реакторами BWR-2500 и один строящийся компанией Framatome энергоблок с реактором EPR.

Компания TVO, которой принадлежит АЭС «Олкилуото», в 2000 году подало в правительство Финляндии заявку на строительство третьего энергоблока. В результате в 2002 году заявка была одобрена правительством и парламентом страны. В 2003 году состоялся тендер на строительство третьего энергоблока, который компания Framatome выиграл у российского Атомстройэкспорта с модернизированным вариантом реактора ВВЭР-1000 и у компании General Electric с реактором ESBWR. Для французской компании Framatome это была возможность построить первый в мире энергоблок с реактором EPR-1600 в стране Евросоюза, одобрившей строительство пилотного проекта.

Стоимость третьего энергоблока АЭС «Олкилуото» на момент подписания контракта 18 декабря 2003 составляла 3,2 миллиарда евро. Строительство осуществляется «под ключ» консорциумом, состоящим из французской компании Framatome и немецкой Siemens Power Generation. В сферу ответственности французской стороны входит реакторная часть, включая здания систем безопасности, бассейна выдержки топлива, дизельных генераторов, спецводоочистки и переработки радиоактивных отходов. Компания Framatome также является поставщиком первой активной зоны и симулятора блочного щита управления. Немецкая сторона обеспечивает строительство и поставку оборудования для турбинного остова, трансформаторного и электrorаспределительного хозяйства, системы подачи охлаждающей воды, а также ряда вспомогательных зданий.

Оператор и владелец станции - TVO на этапе строительства отвечает за процесс лицензирования в национальном ядерном регуляторе Финляндии, подключение блока к электрической сети, выемку грунта и создание строительной инфраструктуры. На площадке энергоблока компания самостоятельно возводит лишь офисное здание. TVO получил лицензию на эксплуатацию третьего энергоблока АЭС «Олкилуото» в марте 2019 года.

На площадке развёрнут полномасштабный тренажёр для подготовки будущих операторов третьего энергоблока АЭС «Олкилуото».

Так как АЭС «Олкилуото» расположена на острове (Рисунок 8), отделенном от материковой части небольшой протокой, для доставки крупногабаритных грузов был специально построен причал.

Энергоблок «Олкилуото» с реактором EPR стал настоящим долгостроем. Первоначально ожидалось, что третий энергоблок АЭС «Олкилуото» будет запущен в коммерческую эксплуатацию в 2009 году, однако впоследствии даты запуска переносились на 2013, 2015, 2018 и 2020 годы. Стоимость строительства с 3 миллиардов евро выросла до 9 миллиардов евро. За срыв сроков французская сторона согласилась выплатить 450 миллионов евро компенсации в два этапа.

В числе одной из основных причин очередного сдвига ввода энергоблока в эксплуатацию называют эпидемию коронавируса. Еще в апреле 2020 года руководство TVO официально заявило, что «меры, предпринятые на строительной площадке для предотвращения распространения коронавируса, возможно, внесут неопределённость в ход реализации проекта». Вскоре в Framatome заявили, что загрузка топлива, намечавшаяся на июнь 2020 года, в назначенные сроки не состоится, и, соответственно, запланированный на март 2021 года запуск блока в эксплуатацию может быть перенесён. Скорректированные сроки запуска энергоблока в эксплуатацию стороны обещали назвать тогда, когда будут ясны последствия пандемии и сроки её завершения. На сегодняшний день названы конкретные сроки переноса: срок загрузки топлива сдвигается на 9 месяцев, а энергетический пуск и начало коммерческой эксплуатации – на 11 месяцев. Кроме эпидемии коронавируса, которая, помимо прочего, стала причиной задержек в поставках оборудования, были названы и другие причины переноса запуска энергоблока, в частности, технические проблемы, в том числе обнаруженные трещины в трубопроводных системах, неисправные компоненты в аварийных дизель-генераторах, неисправная изоляция кабелей в шкафах управления, проблемы с системами обессоливания морской воды и т.п.

Топливо для третьего энергоблока АЭС «Олкилуото» прибыло на площадку станции в 2018 году. В общей сложности 241 тепловыделяющая сборка, изготовленная на заводах Framatome в Германии и Франции, будет перенесена из хранилища и загружена в корпус реактора, чтобы составить первую активную зону реактора. Для выполнения погрузочных работ сформирована единая команда из около 40 сотрудников TVO и Framatome. В её состав входят около 15 операторов по обращению с топливом, персонал, специализирующийся на операциях с топливом, и четыре инженера по нейтронной электронике, отвечающих за мониторинг активной зоны во время загрузки.

В марте 2021 года Центр ядерной и радиационной безопасности Финляндии выдал разрешение на начало загрузки топлива в третий энергоблок АЭС «Олкилуото». Но в ходе инспекционных работ строительный консорциум решил продлить проведение капитальной модернизации всех трех тихоходных турбин, и провести на них дополнительные проверки. Данные дополнительные работы приведут к задержке пуска блока еще на три месяца, при этом достижение первой критичности ожидается в январе 2022 года, начальное производство электроэнер-

гии - в марте 2022 года, а регулярное производство электроэнергии - в июне-июле 2022 года.

Сейчас ядерное топливо уже загружено в активную зону реактора третьего энергоблока АЭС «Олкилуото». В настоящее время реактор находится на этапе ввода в эксплуатацию, во время которого TVO проведет новую серию горячих функциональных испытаний, чтобы убедиться в правильности работы систем станции.

После выхода на полную мощность третьего энергоблока АЭС «Олкилуото» доля атомной энергетики в структуре производства электроэнергии в Финляндии составит более 40%. Планируемый срок службы энергоблока составляет не менее 60 лет. Однако его технический срок службы может быть значительно дольше.

Стоит отметить, что третий блок АЭС «Олкилуото» должен был стать первым в Европе энергоблоком с реактором нового поколения EPR-1600 разработки французской EDF. Но из-за множества переносов сроков окончания строительства в настоящее время в мире закончено строительство и работают уже два энергоблока с реактором этого типа. В декабре 2018 года первый блок АЭС «Тайшань» в китайской провинции Гуандун стал первым EPR, введенным в промышленную эксплуатацию, за ним последовал второй блок АЭС «Тайшань» в сентябре 2019 года, которые сейчас являются самыми мощными действующими реакторами АЭС в мире. Еще один энергоблок с EPR строится с 2007 года на АЭС «Фламанвиль» во Франции, загрузка топлива в который намечена на конец 2022 года. Два блока EPR также строятся на АЭС «Хинкли Поинт Си» в Сомерсете, Англия.

Строительство АЭС в ОАЭ (KEPCO)

О своей заинтересованности в использовании ядерной энергии как дополнительного источника электроэнергии правительство Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ) заявило в апреле 2008 года. 24 сентября 2009 года было создано Федеральное управление по ядерному регулированию ОАЭ (FANR).

В международном тендере по созданию четырех блоков АЭС «Барака», объявленном в декабре 2009 года, Корпорацией по ядерной энергии Эмиратов был выявлен победитель. Им стал южнокорейский консорциум во главе с компанией Korea Electric Power Corp (KEPCO). В консорциум входят Korea Hydro and Nuclear Power (KHNP), Hyundai, Samsung, Doosan, Korea Power Engineering Company (KOPREC), Korea Nuclear Fuel (KNF) и Korea Plant Service and Engineering (KPS). Основными соперниками южнокорейской KEPCO являлись европейский консорциум в составе компаний Framatome (Areva), General Electric и Westinghouse Electric.

KHNP в консорциуме поставщика отвечает за услуги по поддержке эксплуатации и кооперационные предприятия, а KEPCO Engineering and Construction (KEPCO E&C) является субподрядчиком, обеспечивающим проектирование станции, архитектуру и инженерные работы. Doosan было поручено



Третий блок АЭС «Олкилуото»

строительство и управление системой подачи ядерного пара, парогенератором и другими соответствующими компонентами. Hyundai и Samsung отвечают за инженерно-строительные работы, а Westinghouse Electric Corporation предоставляет техническую помощь и работы, связанные с лицензированием. KNF поставит ядерное топливо, которое будет обслуживаться KPS. Компания Hilal Bil Badi and Partners Contracting была привлечена для строительства важнейших водозаборных сооружений, которые обеспечат охлаждение конденсаторов турбины и теплообменников в здании турбогенератора. Компания Bechtel предоставила KEPCO E&C услуги по проектированию и управлению проектом.

Для строительства будущей АЭС была выбрана площадка в районе Аль-Дафра в 250 км от Абу-Даби. В основе конструкции энергоблоков «Барака» используется южнокорейская модель реактора PWR APR-1400, проектной мощностью 1400 МВт, совокупная мощность всех четырех блоков составит 5600 МВт. APR-1400, реактор поколения III+, имеет такие передовые характеристики, как прямой впрыск в корпус из системы безопасного впрыска, пассивное устройство регулирования потока в бачке безопасного впрыска, система подачи воды для дозаправки в контейнменте и системы смягчения последствий тяжелых аварий и управления ими. Реактор оснащен двумя парогенераторами, которые передают тепло 4000 МВт из системы теплоносителя реактора во вторичную систему, производя пар для привода турбогенератора.

Реакторы станции были адаптированы к климатическим условиям ОАЭ и оснащены более мощными насосами, системами охлаждения станции и забора морской воды, улучшенной вентиляцией и более совершенной конструкцией заборного экрана. АЭС спроектирована таким образом, чтобы выдерживать землетрясения силой 7,0 баллов и выше по шкале Рихтера. Окончание строительства четырех блоков предполагалось к 2020 году.

Строительство первого южнокорейского блока APR1400 началось 18 июля 2012 года, а завершено в 2018 году.

ENEC совместно с KEPCO была создана дочерняя компания Nawah (Nawah Energy Company), которая получила лицензию от FANR в феврале 2020 года на эксплуатацию и техническое обслуживание АЭС сроком на 60 лет. В мае 2014

года ENEC установила первый корпус реактора. В марте 2020 года успешно завершена загрузка топливных сборок в первый энергоблок, что ознаменовало ввод в эксплуатацию атомной станции. Начало промышленной эксплуатации последовало за периодом обширных испытаний под надзором Федерального агентства по ядерному регулированию. Эти испытания проводились вместе с оценками и экспертными обзорами МАГАТЭ и Всемирной ассоциации ядерных операторов.

Строительство второго энергоблока началось в мае 2013 года. В марте 2021 года была выдана лицензия на эксплуатацию второго энергоблока и произведена загрузка тепловыделяющих сборок в активную зону реактора.

Заявка на получение лицензии на строительство 3 и 4 блоков была подана в феврале 2013 года и одобрена в сентябре 2014 года, и незамедлительно было начато строительство третьего блока. Первая заливка бетона блока № 4 состоялась в сентябре 2015 года. Основные бетонные работы и подъем тяжелых грузов для блоков № 2, 3 и 4 были завершены к ноябрю 2018 года. Строительство третьего и четвертого энергоблоков также находится на завершающей стадии. По данным ENEC, по состоянию на июнь 2021 года строительство этих энергоблоков было завершено на 94% и 89% соответственно.

Производство топлива для АЭС осуществляется в кооперации с мировыми производителями. ENEC подписала контракты с компаниями Framatome (Areva) и Techsnabexport на поставку урановых концентратов, а также на оказание услуг по конверсии и обогащению. Uranium One и Rio Tinto заключили контракты на поставку природного урана для АЭС. ConverDyn предоставит услуги по конверсии, а Urenco - по обогащению. Обогащенный уран будет поставляться компании Kerco Nuclear Fuels для изготовления топливных сборок в целях использования на АЭС «Барака». Компания Barakah One, дочерняя компания ENEC, отвечающая за финансовую и коммерческую деятельность АЭС «Барака», подписала в 2016 году соглашение с компанией Emirates Water and Electricity Company на закупку всей электроэнергии, вырабатываемой на станции, в течение следующих 60 лет.

Финансирование проекта АЭС «Барака» осуществляется за счет прямого кредита правительства Абу-Даби в размере 16,2 миллиарда долларов и кредита Экспортно-импортного банка Кореи (KEXIM) в размере 2,5 миллиарда долларов. Общая стоимость проекта превысила 24,3 миллиарда долларов.

При строительстве АЭС периодически выявлялись серьезные дефекты в бетоне: образовывались трещины и пустоты в блоках. В сообщении ENEC говорилось об обнаружении пустот в бетоне на третьем блоке, а также небольших пустотах, выявленных на втором блоке. Для третьего блока был подготовлен и одобрен эмирскими регуляторами план по устранению дефектов. При этом стоимость проекта возросла до 32 миллиардов долларов.

В октябре 2021 года компания Doosan Heavy Industries & Construction Co. подписала договор на техническое обслуживание реактора на атомной электростанции «Барака». По условиям сделки с компанией Nawah Energy Co., оператором атомной электростанции, Doosan будет проводить техническое обслуживание турбин, генераторов и деталей, связанных с ядерным

реактором атомной электростанции, в течение трех месяцев, начиная с апреля 2022 года.

В целом в ОАЭ есть проблемы с подготовкой кадров для развивающейся атомной отрасли. В стране существует нехватка местных подготовленных специалистов. Поэтому широко практикуется привлечение зарубежных специалистов, как на должности в регуляторном органе, так и в обслуживающий персонал атомной станции.

После полного ввода в эксплуатацию четырехблочная станция будет производить 5,6 гигаватт электроэнергии, которая будет направлена на увеличение доли экологически чистой энергии в общем энергобалансе до 50%, и по оценкам специалистов, предотвращая при этом выброс более 21 миллиона тонн углекислого газа в год.

Исходя из приведенного опыта стран можно отметить несколько основных моментов.

Во-первых, до начала реализации строительства АЭС в стране необходимо провести комплексный анализ существующей ядерной инфраструктуры, включающий анализ нормативно-законодательной базы, государственных органов регулирования и управления в области использования атомной энергии, организаций по подготовке квалифицированных специалистов различного уровня для строительства и эксплуатации АЭС, системы обращения с радиоактивными отходами и множество других аспектов. На основе проведенного анализа необходимо выявить уязвимые места и выработать рекомендации и предложения по улучшению ядерно-энергетической инфраструктуры для дальнейшего устойчивого развития. Немаловажным аспектом, а в сложившихся условиях Казахстана, одним из наиболее важных для комфортной реализации проекта строительства АЭС, является работа с общественным мнением. К сожалению, в казахстанском обществе доминирует негативная реакция на возможное строительство АЭС, подогреваемая различного рода «экспертами» и экологическими активистами. В массовое сознание вкладывается идея об отсталости и потенциальной опасности атомной энергетики. Проводится некорректное сравнение атомной станции с дилижансом, который навязывается народу Казахстана извне, когда остальной мир пересаживается на современные машины, имея в виду возобновляемые источники энергии. Хотя, используя вышеупомянутые аналогии, правильно сравнивать атомную энергетику с автомобилем, а мировую тенденцию к переходу на возобновляемые источники энергии к пересаживанию на велосипед, который, конечно экологичный вид транспорта и полезен для здоровья, но при этом существенно ограничен в возможностях по сравнению с автомобилем.

Следующим шагом при достижении готовности инфраструктуры и социально-экономической необходимости в развитии атомной энергетики является принятие политического решения о строительстве АЭС. В соответствии с законодательством Республики Казахстан это должно быть Постановление Правительства. Принимая во внимание мировой опыт, заявляемые сроки строительства АЭС в 5-6 лет на практике могут несколько рас-



Четыре энергоблока блока АЭС «Барак»

тянуться, а с проектными и подготовительными работами, включающие исследования на площадке, общий срок реализации проекта строительства АЭС может составить до 10 лет. Поэтому, с учетом прогноза дефицита электроэнергии в Казахстане к 2030 году, а по некоторым оценкам уже к 2027 году, решение о строительстве АЭС, как надежного, экологически чистого базового источника мощности, должно быть принято в ближайшее время.

После этого определяется поставщик технологий на основе международного конкурса или напрямую подписанием межправительственного соглашения. При этом в обоих случаях должны быть четко определены требования к станции и обязательства потенциального поставщика. Оптимальным вариантом для Казахстана является строительство станции «под ключ» с условиями выполнения графика работ и поставок оборудования в соответствии с контрактными обязательствами. В соглашении с поставщиком обозначаются основные положения, касающиеся финансирования строительства, нормативно-правовых вопросов, подготовки кадров, максимально возможной локализации работ и услуг при разработке проекта и производстве строительно-монтажных работ, обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом. Отдельного обсуждения заслуживает вопрос производства и поставки свежего топлива для АЭС. Казахстан, как страна, обладающая развитой урановой промышленностью: от добычи урана до производства тепловыделяющих сборок, вправе выдвинуть предложение о местном производстве топлива для будущей АЭС, либо долевом участии в производстве путем поставок на завод изготовитель уранового сырья или таблеток. В случае местного производства топлива необходимо учитывать, что с большей вероятностью проблема обращения с отработавшим ядерным топливом ляжет на плечи Казахстана. Потенциальный поставщик не будет принимать к себе отработавшее топливо, произведенное не на его заводе, даже при наличии на это как технических возможностей по переработке, так и опциональных – контрактных.

Говоря о преимуществах АЭС для страны и района размещения, необходимо отметить, что положительное влияние оказывается уже на стадии строительства АЭС, когда в регион поступают большие финансовые потоки для подготовки инфраструктурной базы. Происходит привлечение местной рабочей силы, развивается местная база строительных материалов, поставщиков материалов и оборудования. Большой толчок к развитию получает население, находящееся вблизи строящейся атомной станции. Вслед за строителями и специалистами в районе размещения АЭС появляется сопутствующая социальная инфраструктура: школы, детские сады, спортивные залы, предприятия здравоохранения и культуры и в целом повышается уровень жизни, приходит стабильность и долгосрочная перспектива, так как средний срок службы энергоблоков с современными реакторами составляет как минимум 60 лет. В большинстве случаев АЭС становится градообразующим предприятием. В последующие годы эксплуатации АЭС налоги поступают в местный бюджет.

Внедрение атомной энергетики способствует стабильности цен на электроэнергию в течение длительного периода времени, ввиду того, что себестоимость атомной электроэнергии определяется, в основном, капитальными вложениями в строительство АЭС, а не топливными затратами, которые для атомной станции составляют до 25% от общей стоимости выработки электроэнергии, а для тепловых станций находятся на уровне 50-80%.

В масштабах страны строительство АЭС позволит оптимально использовать имеющиеся топливные и минеральные ресурсы, обеспечить покрытие дефицита мощностей, повысить энергетический потенциал и безопасность страны и диверсифицировать энергетическое производство, внедрить экологически чистые современные энергетические технологии, придать дополнительный импульс к развитию атомной науки и наукоемких технологий.

*Виталий Поспелов, Александр Коровиков,
Диана Давыденко, Дарья Харченко*



Атом во имя прогресса!

ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал

Собственник:

РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан»

Адрес редакции:

071100, Республика Казахстан,
г. Курчатов, ул. Бейбіт атом, 2Б
Тел.: +7 722 51 3 33 33, факс: +7 722 51 3 38 58
E-mail: nnc@nnc.kz
web-сайт: www.nnc.kz

Главный редактор:

Эрлан Батырбеков

Заместитель Главного редактора:

Владимир Витюк

Медиа-консалтинг:

Наталья Утенкова
Игорь Перепелкин

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры и информации РК.
Свидетельство №8764 от 12.11.2007 г.

Мнение авторов не обязательно совпадает с мнением редакции.
Любое воспроизведение материалов или их частичное использование
возможны с согласия редакции.
Выходит 1 раз в полугодие.
Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ТОО «Надежда 2050».
г. Кокшетау, ул. Баймуканова, 3. Тел.: 8 (716-2) 25-62-12



