



Атом во имя прогресса!

ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал №2 (26) 2016



BUILDING
A NUCLEAR
WEAPON
FREE
WORLD

ЯДРОЛЫҚ ҚАРУСЫЗ ӘЛЕМ ҚҰРУ

- ВИДЕНИЕ АСТАНЫ
- ОТ НАЦИОНАЛЬНОЙ ТРАГЕДИИ –
К НАЦИОНАЛЬНОЙ ГОРДОСТИ
- ПОЛИГОН, ОТКРЫТЫЙ МИРУ



В Астане на международной конференции «Построение мира без ядерного оружия» состоялась презентация книги «Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние». *Подробности читайте на стр. 9-17*

СОДЕРЖАНИЕ

«Видение Астаны: от радиоактивной мглы к миру без ядерного оружия»	2
Выступление Президента Казахстана Нурсултана Назарбаева на пленарном заседании Международной конференции «Построение мира без ядерного оружия»	4
От национальной трагедии – к национальной гордости. Трехтомная монография «Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние»	9
<i>Атом и общество</i>	18
Полигон, открытый миру	20
Уникальный памятник ядерной эпохи	30
<i>Хроника событий</i>	36
<i>Астана. ЭКСПО-2017</i>	46
Термоядерный синтез	48
Солнце работает без выходных	56
Долгая дорога отечественного ветрогенератора	59
<i>Связь времен</i>	64
Научно-исследовательскому институту НПО «ЛУЧ» – 70 лет	66
<i>Верхний уровень</i>	74
Подготовка кадров высшей квалификации в атомной отрасли	76
Памяти Академика Национальной Академии наук Республики Казахстан Такибаева Жабагы Сулейменовича	86





Видение Астаны: от радиоактивной мглы к миру без ядерного оружия

29 августа 2016 года в Астане состоялась международная конференция «Построение мира без ядерного оружия»

Конференция стала крупнейшим международным мероприятием, проводимым в день 25-летия закрытия Семипалатинского испытательного полигона, и еще одним важным шагом в повышении осведомленности мирового сообщества о реальности ядерной угрозы.

Организаторами конференции выступили Сенат Парламента, МИД РК и международная неправительственная организация «Парламентарии за ядерное нераспространение и разоружение».

В работе конференции приняли участие представители государственных органов, неправительственных организаций, дипломатического корпуса, сферы науки и образования, видные общественные деятели, а также зарубежные гости из более 50 стран.

В рамках конференции проведены четыре панельные сессии по темам: «ООН и разоруженческий процесс: каковы перспективы? Манифест «Мир. XXI век», «Отказ от ядерного сдерживания – новое качество международной безопасности», «Зоны, свободные от ядерного оружия. География устойчивого мира», «Роль гражданского общества в области ядерного разоружения».

В рамках мероприятия прошли тематические выставки, представленные Министерством энергетики РК, национальной компанией «Казатомпром» и Проектом АТОМ.

Участники конференции «Построение мира без ядерного оружия» приняли итоговый документ – декларацию «Видение Астаны: от радиоактивной мглы к миру без ядерного оружия». В декларации отмечается: «Преисполненные глубокой обеспокоенностью о будущем всего человечества и воодушевленные примером Казахстана в области ядерного разоружения, мы торжественно заявляем о перспективе и необходимости достижения мира и безопасности нашей планеты, свободной от ядерного оружия, уже при жизни нашего поколения».

В документе также говорится: «Мы поддерживаем стремление, выраженное в Манифесте, о том, что мир без ядерного оружия должен стать основной целью человечества в XXI веке, которая должна быть достигнута не позднее 100-летнего юбилея ООН в 2045 году».

Главным событием конференции стало выступление Президента Республики Казахстан – Лидера нации Нурсултана Абишевича Назарбаева.

Выступление Президента Казахстана Нурсултана Назарбаева на пленарном заседании Международной конференции «Построение мира без ядерного оружия»





Уважаемые участники конференции!

29 августа 1991 года произошло событие, имеющее историческое значение и для нашей страны, и для всего мира.

Четверть века назад был юридически прекращён самый зловещий эксперимент милитаризма, который почти 40 лет терзал нашу землю и наш народ.

Несколько предшествующих этому событию десятилетий мир пытался снизить порог ядерной опасности через процессы сокращения атомного оружия, моратории на его испытания.

Мы в Казахстане первыми разрубили «гордиев узел», приняв Указ о закрытии самого большого в мире испытательного полигона.

После нашего решения полигоны всех ведущих ядерных держав замолчали, но до сих пор они нигде не закрыты.

Казахстан стал первым, кто пошёл на такой шаг.

Такова была воля нашего народа.

В этом заключается великая значимость этого события для всей планеты.

Поэтому мы рассматриваем участие в этой конференции высоких зарубежных гостей как акт широкого международного признания заслуг Казахстана в глобальном антиядерном движении.

Я убеждён, что наша конференция внесёт важный вклад в активизацию процесса запрещения ядерных испытаний, нераспространения атомного оружия, избавления людей от угрозы ядерного безумия.

Уважаемые дамы и господа!

Открытие атомной энергии стало одним из выдающихся достижений науки в XX веке.

Но её использование в военных целях оказалось величайшим и самым опасным заблуждением в истории человечества.

Уже на заре ядерной эры великие учёные, военные стратеги и политики доказали, что победить в войне с применением атомного оружия – это иллюзия. В ней проиграют все.

И цена всеобщего проигрыша – это уничтожение мира.

«Эффект привыкания» к жизни под «дамкловым мечом» ядерного апокалипсиса уже начинает генетически передаваться от одного поколения к другому.

Удастся ли человечеству разорвать этот порочный круг?

25-летний юбилей закрытия Семипалатинского ядерного испытательного полигона – это хороший повод для старта нового этапа борьбы по сокращению и полному запрету оружия «Судного дня».

Уникальный опыт Казахстана, добывающегося полного устранения угрозы ядерного самоуничтожения планеты, остаётся единственным и не превзойденным в мировой истории.

Решение о закрытии Семипалатинского полигона было принято, когда мы ещё оставались частью бывшего СССР.

Пришлось одолеть мощное сопротивление союзной военной командной машины.

На тот момент, после распада СССР, мы оказались обладателями четвертого по мощи в мире ракетно-ядерного потенциала.

На нашей территории размещались 104 межконтинентальные баллистические ракеты СС-18 («Сатана»).

На них было установлено 1400 ядерных боеголовок.

На наших аэродромах базировалось 40 стратегических бомбардировщиков ТУ-95 МС с 370-ю крылатыми ядерными ракетами.

Этот потенциал превосходил ядерные силы Франции, Великобритании и Китая, вместе взятые.

На Семипалатинском полигоне оставалась мощная научно-исследовательская инфраструктура, готовая к производству и совершенствованию ядерного оружия.

К тому же Казахстан, обладая четвертью всех мировых запасов природного урана, располагал полным циклом его обогащения, производства ядерного топлива, реакторов и установок.

На территории страны были расположены 5 установок, работающих на ядерном топливе, включая атомный реактор в городе Актау.

Для того чтобы отказаться от такого мощного потенциала, нужна была сильная политическая воля.

Скажу откровенно, что часть нашего общества была подвержена соблазну сохранить ядерный статус.

Потребовалось множество усилий, чтобы не поддаваться на эти ложные искушения.

Отказ от ядерного оружия и статуса ядерной державы был нашим осознанным, искренним выбором, добровольным актом, поддержанным всем народом Казахстана.

Не менее значимым было и гуманитарное измерение этого исторического решения.

Почти 5 десятилетий непрерывных испытаний ядерного оружия на территории Казахстана нанесли колоссальный вред нашей земле и здоровью нации.

Всего было испытано 456 ядерных и термоядерных зарядов, в том числе 116 – в атмосфере.

Вокруг полигона площадью 300 тысяч квадратных километров проживало порядка полутора миллионов человек!

При этом в документальных обоснованиях советского военного руководства о размещении на территории Казахстана полигона есть кощунственные фразы «о безлюдности» этих мест.

Не только полигон, но и территории, прилегающие к нему, подверглись интенсивному радиоактивному загрязнению.

Это вело к лучевой патологии живущих вокруг людей, а также всей живой природы.

По оценкам специалистов общее число граждан, подвергшихся облучению, составляет до 500 тысяч человек.

Ещё несколько поколений казахстанцев будет ощущать на своём здоровье последствия тех губительных экспериментов.

Казахстан и казахстанцы пострадали от ядерных испытаний, возможно, как никакая другая страна и народ в мире.

Сегодня наше стремление к миру, свободному от ядерного оружия – это важнейший компонент общенациональной идеи Мәңгілік Ел.

Уважаемые участники конференции!

За четверть века на примере Казахстана мы сформировали эффективную модель пути к миру, свободному от ядерного оружия.

Эту модель мы предлагаем использовать всем странам мира.

Она включает следующие базовые основы.

Первое – это добровольно принятые на основе широкого общенационального консенсуса решения о закрытии Семипалатинского ядерного испытательного полигона, отказе от обладания ядерным оружием и запрете его размещения на своей территории когда-либо в будущем.

Второе. Мы обрели Независимость без ядерного полигона!

Мы создали и укрепили нашу независимую страну, добились её высокого международного авторитета без ядерного оружия!

В 2006 году подписан Семипалатинский договор о создании Центрально-азиатской зоны, свободной от ядерного оружия.

Все её участники – Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан – получили в 2015 году гарантии безопасности от пяти держав ядерного клуба, оформленного специальным протоколом.

Таким образом, с учётом подписанного ядерными державами в 1994 году Будапештского Меморандума, наша страна имеет двойные гарантии безопасности.

Третье. Казахстан является участником всех фундаментальных международных договоров в сфере ядерной безопасности.

Четвертое. На основе международных соглашений, в транспарентном режиме, мы провели полный цикл практических действий по обретению безъядерного статуса.

Пятое. Казахская модель денуклеаризации опирается на широкое международное сотрудничество нашей страны с Россией, США и рядом других стран, а также международными

организациями.

Огромную роль сыграла программа «Совместного сокращения угрозы», принятая и реализованная по инициативе сенаторов США Сэмюэла Нанна и Ричарда Лугара.

В её рамках была профинансирована и проведена работа по ликвидации в Казахстане всех объектов военного атома.

В 2012 году было принято Совместное заявление Президентов США, России и Казахстана о продолжении трёхстороннего сотрудничества на бывшем Семипалатинском полигоне.

Мы всегда ощущали помощь ООН, принявшей ряд резолюций о реабилитации жителей и пострадавших земель Семипалатинского региона.

Казахстанцы особо ценят вклад ряда стран-доноров – Японии и государств Европейского Союза – по дезактивации и восстановлению экологического баланса на территории бывшего полигона, медицинской помощи пострадавшим от радиации людям.

Мы надеемся на усиление помощи мирового сообщества в работе по ликвидации последствий радиационного загрязнения.

Шестое. Наша страна, отказавшись от ядерного статуса, сохранила возможность развивать мирный атом, включая ядерную энергетику и производство ядерного топлива.

Созданы и работают Национальный ядерный центр, Национальная атомная компания «Казатомпром».

Мы стали депозитариями Международного Банка низкообогащенного ядерного топлива.

Этот факт подчеркивает высокий уровень безопасности Казахстана и наш высокий международный авторитет.

Седьмое. В современном мире Казахстан удерживает ли-





дерские позиции в глобальном антиядерном движении.

По нашей инициативе реализуется проект АТОМ, суть которого заключается в объединении всех людей в борьбе за всеобщее запрещение ядерного оружия.

Я убежден, что мировое сообщество по достоинству оценит и использует в будущем эти семь фундаментальных основ казахстанского опыта движения к миру, свободному от ядерного оружия.

Дамы и господа!

В XXI веке нет разумной альтернативы освобождению мира от угрозы глобальной ядерной войны.

Развитие земной цивилизации, вплотную подступившей к новому этапу научно-технологического прогресса – Четвертой индустриальной революции, делает задачу нераспространения и уничтожения ядерного оружия вопросом выживания человечества.

Сейчас чувство всеобщей опасности перед мировым ядерным конфликтом отчасти усыплено.

Кто-то возлагает надежды на систему международных договоренностей, сформированную в предыдущие десятилетия.

Но реальность такова, что принятые договоры не помешали расширению ядерного клуба держав в самом конце XX века.

Международное право, к сожалению, содержит немало двусмысленностей, позволяющих обходить режим запретов на военное использование атома.

Однозначно, что путь освобождения планеты от угрозы ядерного суицида не будет лёгким.

Он потребует глубоких ментальных изменений, новых многосторонних политических решений, высокого уровня доверия в международных отношениях.

Необходима тщательно проработанная программа и слаженные алгоритмы действий всего мирового сообщества.

Во-первых, в XXI веке человечество достигло такой точки развития, когда смертельным вызовом глобальной безопасности является даже не количество накопленного на планете ядерного оружия, а сам факт его наличия.

Вероятность его попадания в руки международных террористов намного опаснее.

И это серьёзный аргумент для всеобщего участия в процессе нераспространения всех стран мира.

Во-вторых, успех или неудача процесса ядерного нераспространения и разоружения напрямую зависит от способности мирового сообщества преодолеть милитаристские анахронизмы.

Надо оставить в прошлом военные блоки, существование которых становится провоцирующим и бессмысленным.

Своё видение общемировых антивоенных мер я изложил в Манифесте «Мир. XXI век», который может стать основой для постепенной демилитаризации мира.

В этом я вижу шанс решительно снизить угрозу ядерного саморазрушения планеты.

В-третьих, процесс сокращения ядерных арсеналов следует сделать многосторонним, с участием всех государств, де-факто обладающих такими видами военной мощи.

Этому должна предшествовать полная легализация ядерных статусов государств, относящихся ныне к «пороговой» группе.

Всем ядерным державам надо приступить к переговорам о выработке Всеобщего договора о сокращении ядерных вооружений.

В-четвертых, международная правовая база ядерной безопасности в XXI веке укрепила свою основу.

По инициативе Казахстана Генеральная Ассамблея ООН приняла 7 декабря 2015 года, впервые в истории человечества, Всеобщую Декларацию о построении мира, свободного от ядерного оружия.

Сейчас важно кодифицировать всё международное право по вопросам ядерной безопасности.

Необходимо развивать юридически обязывающую систему гарантий ядерных держав государствам, добровольно отказавшимся от обладания атомным оружием, а также имеющим безъядерный статус.

Нужно выработать реально работающий механизм применения жестких мер против обладания и распространения ядерного оружия.

Такие многосторонние соглашения необходимо утверждать резолюциями Совета Безопасности ООН.

Казахстан добивается принятия в ООН Конвенции о полном и всеобщем запрещении ядерного оружия.

В-пятых, нам нужны новые механизмы регулирования отношений между крупными державами, и новыми центрами силы.

Кроме того, считаю необходимым создание новых международных организаций или реформирование уже существующих институтов для предотвращения конфликтов.

Надо создать систему управления кризисами в отношениях между крупными державами.

Важно также усилить контроль над распространением обычных видов вооружений и новых военных технологий.

Я призываю все правительства принять новые обязательства по дальнейшему укреплению международных договоров и институтов, составляющих основу ядерной безопасности.

Я также обращаюсь ко всем парламентариям, которые представляют сегодня свои страны и народы, принять в этом активное участие.

Этим и другим мерам по укреплению международного мира и безопасности будет посвящена деятельность Казахстана в качестве члена Совета Безопасности ООН.

На государствах-постоянных членах Совета Безопасности ООН, обладающих наибольшим арсеналом ядерного оружия, лежит особая ответственность перед всем миром.

Мы обращаемся к ним, чтобы именно данные страны возглавили эту работу и показали пример.

В-шестых, новый импульс освобождению от ядерной угрозы должно придать широкое общественное движение за усиление ядерной безопасности, против испытаний и совершенствования ядерного оружия.

Дорогие друзья!

Я убеждён, что в XXI веке человечество в силах пройти достойный путь к миру, свободному от ядерного оружия.



Торжественно отмечая 25-летний юбилей закрытия Семипалатинского ядерного полигона, мы вновь призываем мир осознать никуда не исчезнувшую угрозу ядерного самоуничтожения.

Я верю, что воля и разум мирового сообщества, помноженные на энергию выверенных коллективных действий, не дадут нашей планете шагнуть в пропасть ядерной катастрофы.

Сегодня еще есть шанс сделать мир более безопасным, освободив его от самого разрушительного оружия.

Убеждён, что призывы и предложения, которые прозвучат сегодня с этой трибуны, будут услышаны политиками и учёными, всеми людьми доброй воли.

Прежде всего, хотел бы выразить искреннюю признательность всем участникам конференции за теплые слова в адрес Казахстана и его народа.

Благодарю вас за конструктивные идеи и предложения, направленные на достижение безъядерного мира.

Они будут учтены при подготовке итогового документа конференции и будут посланы международным организациям.

Символично, что наша конференция состоялась именно сегодня – 29 августа. Пять лет назад, в 2011 году, на Международном форуме за безъядерный мир, была принята Астанинская

декларация за безъядерный мир.

Присутствие сегодня плеяды самых известных деятелей демонстрирует чрезвычайную актуальность и важность проблематики нашего форума.

Это и есть выражение коллективной воли лучшей части человечества к запрещению и ликвидации ядерного оружия.

Сейчас крайне важно не ограничиваться одними призывами, а конкретными делами продвигать нашу планету к безъядерному будущему.

Это нужно во имя счастья и процветания грядущих поколений землян, в интересах всех стран и народов.

Одним из конкретных шагов в этом направлении является разработка и принятие Всеобъемлющей конвенции о ядерном оружии. Надеюсь на вашу поддержку.

Она должна установить запрет на ядерное оружие, установить конкретные сроки его ликвидации, в том числе и в странах, обладающих им.

Вместе с тем, мы не исключаем принятия других юридически обязывающих документов, которые придадут ядерному оружию статус нелегального.

Хотел бы ещё раз выразить глубокую благодарность за высокие оценки вклада нашей страны и моего скромного личного вклада в глобальное ядерное разоружение.

Также признателен за инициативу об учреждении Премии Президента Казахстана за глобальный мир и безопасность. В целом, я эту инициативу поддерживаю. Наверное, будет более правильным назвать ее Премией за ядерное разоружение, необходимо еще подумать над наименованием. Мы подумаем и примем решение об учреждении такой Премии.

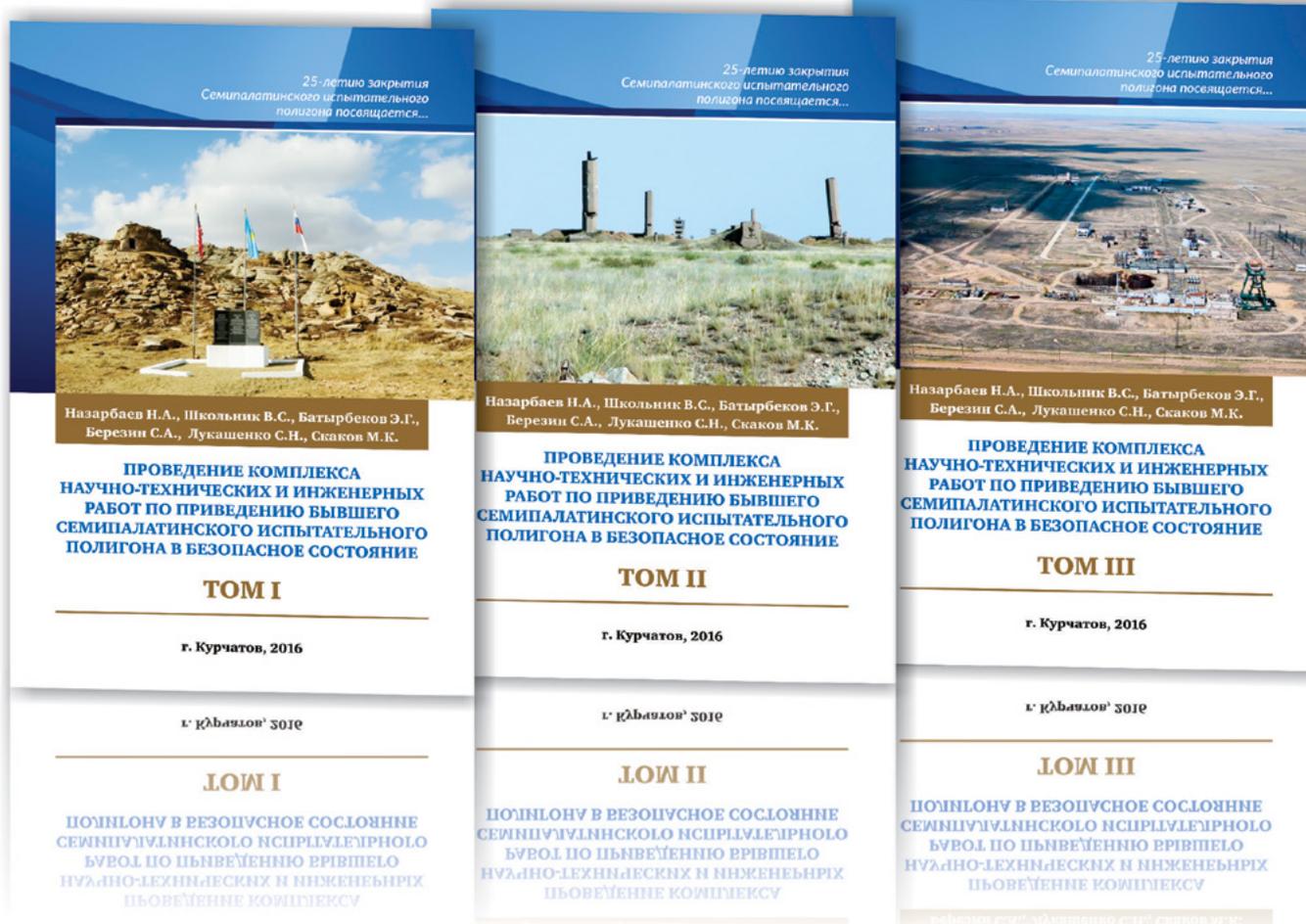
Хочу проинформировать, что в ноябре в столице Казахстана по моей инициативе будет созван Астанинский саммит мира.

В нем будут участвовать руководители государств, правительств, известные политические и общественные деятели, ученые и бизнесмены многих стран. Именно на этом саммите можно было бы говорить об учреждении этой премии и вручении ее первому лауреату.

Ещё раз благодарю всех участников конференции. Желаю вам больших успехов в вашей деятельности.

*От национальной трагедии –
к национальной гордости!*

Трехтомная монография «Проведение комплекса научно- технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние»





В Астане на международной конференции «Построение мира без ядерного оружия» состоялась презентация книги «Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние».

В трехтомной монографии, авторами которой являются Назарбаев Н.А., Школьник В.С., Батырбеков Э.Г., Березин С.А., Лукашенко С.Н., Скаков М.К., представлены итоги широкомасштабной деятельности по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия. Содержание весомого научного труда включает результаты работы по конверсии бывшего военно-промышленного комплекса СИП, научно-технического сотрудничества в сфере безопасности атомной энергетики и радиозащиты, проведенные Национальным ядерным центром Республики Казахстан совместно с зарубежными партнерами.

Отвечая на вопрос, как появилась идея создания столь монументального печатного труда, генеральный директор Национального ядерного центра Республики Казахстан Эр-

лан Батырбеков сказал следующее:

– Идея написать эту книгу возникла менее года назад, когда появилось четкое осознание того, что работы, проводимые сотрудниками Национального ядерного центра на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне по его конверсии и реабилитации, не до конца осознаны и оценены как по их объему, так и по их значимости. И 25-летие закрытия СИП – удачный рубеж для подведения итогов. Мы обобщили весь опыт нашей многолетней успешной работы. На выставке в Астане мы презентовали нашу книгу и уже получили положительные отклики ученого сообщества, зарубежных партнеров, они отметили уникальность, своевременность и значимость данного труда.

«От национальной трагедии – к национальной гордости»,

– под таким девизом вышла в свет эта трехтомная монография, которую открывает статья Главы государства. Лидер нации Нурсултан Назарбаев говорит о важных исторических решениях, принятых на заре Независимости, о насущных политических инициативах, выдвинутых Казахстаном и поддержанных миром. Этот текст настолько значим, что требует полного изложения:

«Двадцать пять лет назад был закрыт Семипалатинский испытательный ядерный полигон. За 40 лет с 1949 по 1991 годы на территории Семипалатинского полигона было проведено 456 испытаний всех видов ядерного оружия, что привело к распространению радиации на большой территории. На тот момент площадь полигона составляла 18 300 кв. км, что соизмеримо с территориями таких государств, как Израиль или Словения.

После распада Советского союза на территории суверенного Казахстана оставалось значительное количество ядерного вооружения – стратегические ракеты с разделяющимися боеголовками, дальние бомбардировщики и соответствующие атомные и термоядерные заряды к ним. Весь этот смертоносный потенциал являлся четвертым по мощност

и в мире.
Осознавая глобальную ответственность перед миром,

Казахстан отказался от ядерного арсенала. Как показало время, мы приняли единственно правильное решение. Этот исторический выбор определил дальнейшую стратегию нашей страны в сфере глобальной безопасности.

С этого момента сохранение и укрепление режима нераспространения оружия массового уничтожения стало одним из приоритетных направлений во внешней и внутренней политике Казахстана.

Казахстан одним из первых среди стран СНГ присоединился к Договору о нераспространении ядерного оружия и Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний.

По нашей инициативе ООН объявила 29 августа – день закрытия полигона – Международным днем действий против ядерных испытаний.

Центральная Азия, после подписания пятью республиками Договора, объявлена зоной, свободной от ядерного оружия. Это первая безъядерная зона, созданная в Северном полушарии в регионе, где прежде существовало и испытывалось мощное ядерное оружие.

Очередным шагом на пути формирования Глобального антиядерного движения стало утверждение ООН по предложению Казахстана Всеобщей декларации о построении



мира, свободного от ядерного оружия. Это стало свидетельством признания и поддержки международным сообществом вклада нашей страны в дело сокращения ядерных вооружений, укрепления глобальной стабильности и обеспечения равной и неделимой безопасности для всех.

Наряду с этим, огромным вкладом нашей страны в укрепление режима нераспространения, свидетельством признания нашей страны как надежного партнера, имеющего большой опыт обращения с ядерными материалами, стало создание Банка низкообогащенного урана МАГАТЭ на территории Казахстана. Банк является уникальным механизмом гарантированных поставок низкообогащенного урана государствам-членам МАГАТЭ на случай, если они не смогут получить его на мировом коммерческом рынке. В подписанном в 2016 году на Саммите по ядерной безопасности в Вашингтоне нашем совместном заявлении с лидерами ряда иностранных государств по Банку НОУ МАГАТЭ отмечено, что «Казахстан имеет прекрасный послужной список в отношении содействия ядерному нераспространению и международному миру».

Эти исторические акты продемонстрировали всему миру нашу приверженность миру, свободному от военной угрозы.

Однако мир становится другим, менее безопасным, возникают совершенно новые вызовы и угрозы. Растет обеспокоенность в связи с распространением ядерного оружия, войнами и конфликтами. И сегодня, когда мир стоит перед угрозой войны, Казахстан вновь подтверждает, что главными инструментами политики должны стать укрепление международной безопасности, развитие сотрудничества между государствами, урегулирование глобальных проблем и конфликтов путем переговоров. Мое новое обращение «Манифест. XXI век» стало предложением миру сделать «решительные шаги в сторону демилитаризации», разработать новую ПРОГРАММУ «XXI ВЕК: МИР БЕЗ ВОЙНЫ». Снять угрозу глобальной войны можно, если активизировать процесс ядерного разоружения, искоренить войны, выстроить новую тенденцию развития на основе равного и справедливого доступа всех наций к инфраструктуре, ресурсам, рынкам. Только общими усилиями мы можем сделать решительный шаг к построению безъядерного мира.

Имея огромный опыт в деле нераспространения, важно, как никогда прежде, именно сегодня рассказать миру о нашем опыте сотрудничества, распространить практику использования энергии атома в мирных целях.

Широкомасштабная деятельность по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия, конверсия бывшего военно-промышленного комплекса СИП на мирные цели, результаты научно-технического сотрудничества в сфере безопасной атомной энергии и радиозологии, новое понимание проблем Полигона – эти и другие работы, проведенные Национальным ядерным центром Республики Казахстан совместно с зарубежными партнерами США, России, Франции, Великобритании, Японии являются огромным достижением Казахстана в деле построения спокойного и безопасного мира, подтверждением выдающегося и уникального вклада Казахстана в дело нераспространения, который выражается не только в активной антиядерной по-

зиции страны, но и в конкретных делах.

Сегодня с удовлетворением могу констатировать, что территория бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона полностью очищена от последствий ядерной деятельности инфраструктуры военно-промышленного комплекса СССР. Уже к 2000 году все штольни и скважины, которые предназначались для подземных взрывов ядерных зарядов, приведены в состояние, которое не позволит их использовать по назначению. На трёх испытательных площадках полигона сумели реализовать семь крупных проектов, результатом которых стала частичная реабилитация загрязненной территории и исключение доступа к отходам ядерной деятельности.

С целью противодействия распространению особо опасных материалов и технологий двойного использования проведена большая работа по выводу из эксплуатации реактора БН-350 и перемещению отработавшего ядерного топлива для долговременного хранения на реакторный комплекс «Байкал-1» НЯЦ РК. В настоящее время этот материал находится под гарантией МАГАТЭ и не представляет угрозы с позиции нераспространения.

Полигон из источника военной угрозы стал объектом научных исследований. Обследовано уже более 50% территории полигона, проведено более 2 млн. полевых измерений и более 100 тыс. лабораторных исследований.

Главным средством противодействия распространению особо опасных ядерных материалов была и остается надежная система контроля и физической защиты. Поэтому на всех объектах СИП создана трехуровневая система физической защиты, обеспечивающая надежную охрану. Созданы надёжные физические барьеры, исключающие несанкционированный доступ к отходам ядерной деятельности на 44 объектах.

Таким образом, подводя итоги успешной 25-летней работы, можно отметить, что Казахстан показал положительный пример действенного международного сотрудничества по построению безопасного, стабильного и процветающего мира. Думаю, что мировое сообщество должно воспользоваться открывающейся возможностью применить наработанные и проверенные Казахстаном методы снижения глобальной угрозы, укрепления режима нераспространения, проведения совместных научно-технических и опытно-конструкторских работ, эффективность которых проверена временем.

Считаю публикацию данной книги важным и своевременным событием. Основываясь на результатах исследовательских работ ученых и специалистов, получивших высокую экспертную оценку международных организаций, мир должен знать, каковы последствия применения ядерного оружия, сколько ресурсов потребуется для ликвидации этих последствий, какой урон может быть причинен земле, людям и окружающей среде. И это не голословные заявления, а итоги кропотливой научной работы, основные этапы и результаты которой представлены в данной книге.

Н. Назарбаев

Нурсултан Назарбаев



В первом томе монографии впервые приводятся результаты инженерно-технических работ по уничтожению инфраструктуры испытания оружия массового уничтожения на СИП и ликвидации последствий самих испытаний.

После прекращения ядерных испытаний на СИП остались объекты, содержащие «чувствительную» информацию о технологии проведения ядерных испытаний. К таким объектам относились контейнеры «Колба», отдельные штольни горного массива Дегелен и площадки, содержащие диспергированные отходы ядерной деятельности, а также специальное технологическое оборудование для испытаний. Ведение на территории полигона хозяйственной деятельности, в том числе и несанкционированной, существенно повышало вероятность доступа к «чувствительной» информации и могло привести к нарушениям в области соблюдения положений Договора о нераспространении ядерного оружия, а также угрозе радиационного и ядерного терроризма.

Именно в целях снижения рисков распространения в период с 1996 года по 2000 год на бывшем СИП были выполнены уникальные инженерные работы по ликвидации инфраструктуры проведения ядерных испытаний. Проекты выполнялись в рамках Исполнительного соглашения между РК и США относительно ликвидации инфраструктуры оружия массового поражения от 3 октября 1995 года.

Начиная с 2000 года, работы продолжились на трехсторонней основе (РК – РФ – США). В результате работ на объектах и площадках бывшего СИП были созданы надежные защитные барьеры, исключая несанкционированный (без применения промышленных средств) доступ к отходам ядерной деятельности и информации, «чувствительной» по



критериям нераспространения.

Успешность трехсторонних работ во многом определялась способностью исполнителей находить компромиссные решения, которые присутствовали практически в каждой работе. Самый главный результат трехсторонних работ – это опыт взаимопонимания.

Ценность приведенных в книге результатов работ для всего мира отметили три Президента: Российской Федерации - Дмитрий Медведев, Республики Казахстан – Нурсултан Назарбаев, Соединенных Штатов Америки – Барак Обама в апреле 2012 года на Саммите по ядерной безопасности в Сеуле. Президенты сделали специальное заявление об уникальности трехстороннего сотрудничества, которое дало отличные результаты.

Авторы монографии выражают надежду, что этот опыт сотрудничества найдет применение и в будущем. С уверенностью они заявляют также о том, что полигон действительно стал гораздо безопаснее, чем был, что прямые угрозы, которые он нес Казахстану и всему мировому сообществу, локализованы, и что теперь можно поэтапно перейти к полномасштабной реабилитации территории полигона и поэтапной передаче земель для нужд экономики.

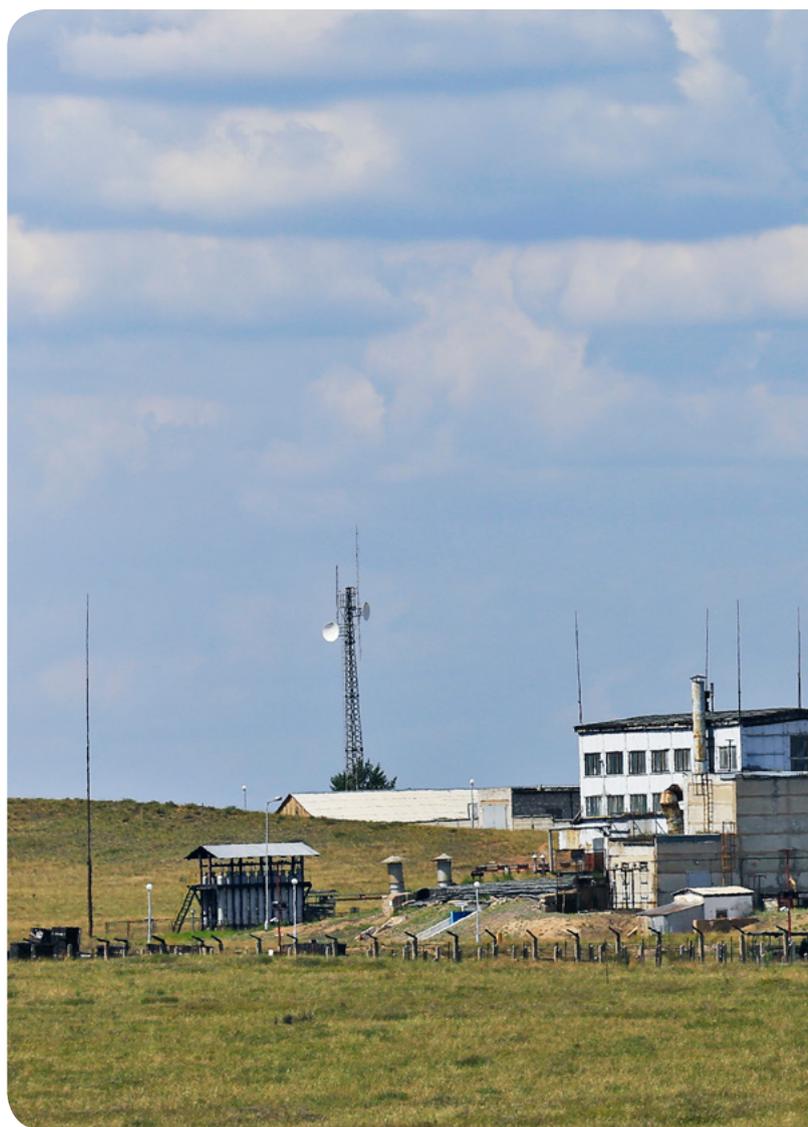
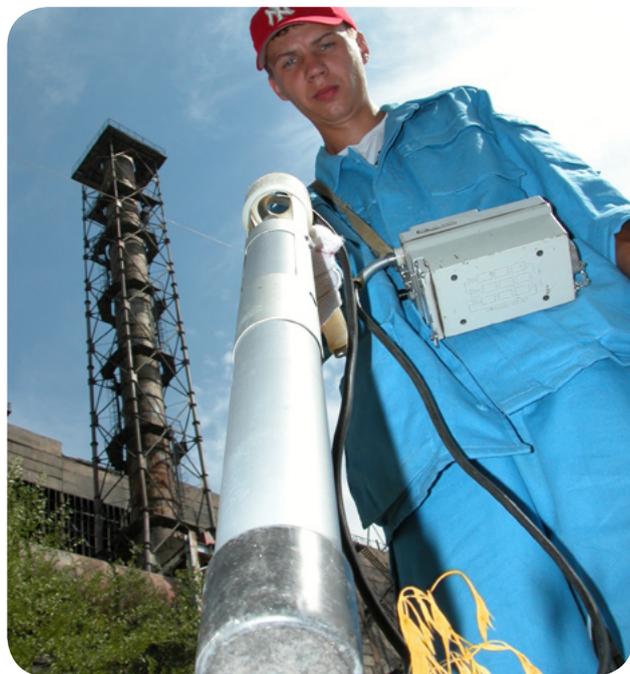
Второй том книги посвящен вопросам радиэкологической обстановки на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне и прилегающей к нему территории, сложившейся в результате проведенных ядерных испытаний.

В книге подробно представлена информация об инфраструктуре, типах ядерных испытаний и современном состоянии радиационной обстановки на основных испытательных площадках СИП. Детально описываются характер, особенности и механизмы формирования радиационной обстановки на различных участках СИП.

Отдельная глава книги посвящена вопросам радиационной обстановки на территориях, прилегающих к бывшему Семипалатинскому испытательному полигону. На основе большого фактического материала проведено описание уровней концентрации радионуклидов в основных компонентах окружающей среды: почвенном покрове, растительности, воздушной и водных средах. Широкое использование картографического материала позволяет читателю легче усвоить поданный материал.

Кроме того, в книге представлены результаты оценки осуществления сельскохозяйственной деятельности на бывшем СИП. Научной новизной отличаются экспериментальная и теоретическая оценка качества сельскохозяйственной (растениеводческой и животноводческой) продукции, производимой (или которая может быть произведена) на территории СИП и доказательство возможности ее производства с гарантированным качеством по радиационным признакам.

Представленный материал наглядно показывает, что соблюдение соответствующих мероприятий по обеспечению радиационной безопасности при промышленной разработке месторождений на территории бывшего СИП, позволяет обеспечить радиационную безопасность персонала и производимой продукции. Важным моментом является информация о перспективах развития территории бывшего СИП, в





том числе с точки зрения разработки месторождений полезных ископаемых, а также для размещения промышленных отходов.

Необходимо отметить, что проведение работ по исследованию радиационной обстановки характеризовалось системным подходом, четкой постановкой задач, разработкой новых принципов, критериев и методов проведения радиологического обследования. В результате накоплен огромный массив данных, которые позволили подойти к решению проблемы возвращения территории полигона в хозяйственное использование. Подобная задача еще никогда и никем не решалась в мире.

Авторами проведена серьезная исследовательская работа, позволяющая получить представление о современной радиэкологической обстановке на бывшем СИП и прилегающих к нему территориях.

Третий том книги посвящен важным результатам научных работ и исследований в сфере атомной энергетики, выполненных на экспериментальной научно-технической базе Национального ядерного центра РК, расположенной

на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона.

Книга иллюстрирует научный потенциал НЯЦ РК, многообразие и сложность решаемых на СИП задач, их научно-практическую важность для Казахстана и мирового сообщества. По тематикам работ и их результатам, приведенных в данной монографии, однозначно прослеживается научная значимость направления, их международное признание и важность.

В третьем томе отражены научные результаты, полученные с использованием реакторных комплексов СИП - КИР «Байкал-1» и КИР ИГР. Здесь решались проблемные вопросы сбора и хранения радиоактивных отходов и источников ионизирующего излучения, хранения отработавшего ядерного топлива реакторов БН-350 и ИГР, вывоза в Россию высокообогащенного ядерного топлива реакторов ИВГ.1 и РА, исследовались возможности конверсии реакторов ИВГ.1М и ИГР на низкообогащенное топливо.

Одним из наиболее интенсивно развиваемых направлений, получившим отражение в третьем томе, является реализация экспериментальных исследований в области





безопасности объектов атомной техники и реакторного материаловедения.

В третьем томе дано также детальное описание научно-технических работ в обоснование безопасности объектов ядерной и термоядерной энергетики, охватывающих широкий спектр экспериментальных исследований, выполненных в последние годы на высоком профессиональном и техническом уровне, соответствующем мировому уровню. Большинство из выполняемых исследований проводятся впервые в мире и с привлечением зарубежных партнеров.

Особое место уделено экспериментам, проводимым с японскими коллегами, по исследованию процессов, характерных для «тяжёлой» аварии водо-водяного энергетического реактора с плавлением его активной зоны. Приводятся результаты, полученные в рамках уникальных экспериментов по проблеме исключения повторной критичности при постулированной аварии с плавлением активной зоны реактора на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.

Впервые приведены результаты экспериментов по изучению возможности использования жаростойких материалов для ловушки расплава активной зоны реактора удерживаю-

щей от выхода радиоактивного расплава за пределы здания реактора. Описаны важные экспериментальные данные по свойствам затвердевшего прототипа кориума, которые в будущем позволят разработать технологию утилизации затвердевших фрагментов расплава активной зоны аварийных реакторов АЭС Фукусима-1.

Приводится описание научных исследований в рамках программы французского Комиссариата по атомной энергии и альтернативным источникам (CEA) по строительству прототипного реактора на быстрых нейтронах Поколения IV с натриевым теплоносителем ASTRID в обоснование способности конструкции его активной зоны смягчать последствия тяжелой аварии реактора с плавлением топлива. Описаны запланированные работы по обоснованию безопасности реактора MYRRHA в условиях тяжелой аварии.

В книге получили отражение и некоторые новые научные направления использования реакторного потенциала СИП, такие как исследования прямого преобразования ядерной энергии в оптическое излучение, перспективных материалов для ядерной и термоядерной энергетики с улучшенными эксплуатационными свойствами.

В целом трехтомная монография показывает весомый научный потенциал Национального ядерного центра Республики Казахстан, книга указывает также на многообразие и сложность решаемых на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне задач, их научно-практическую важность для Казахстана и мирового сообщества.





The background is a 3D rendered abstract scene. It features several large, smooth, metallic-looking spheres and curved surfaces. The primary colors are a vibrant blue and a bright yellow. The surfaces are highly reflective, showing highlights and shadows that give them a three-dimensional appearance. The composition is dynamic, with the curves and spheres overlapping and creating a sense of depth and movement. The lighting is soft but directional, highlighting the contours of the objects.

АТОМ И ОБЩЕСТВО

ПОЛИГОН, ОТКРЫТЫЙ МИРУ

В Национальном ядерном центре Республики Казахстан прошла VII международная научно-практическая конференция «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и перспективы развития».

В этом году исполнилось 25 лет со дня подписания Указа Президента Республики Казахстан Нурсултана Назарбаева о закрытии Семипалатинского испытательного полигона. С этим знаменательным событием связана история создания Национального ядерного центра РК.

Все определил Указ Главы государства

Открывая пленарное заседание, генеральный директор НЯЦ РК Эрлан Батырбеков отметил:

– 40-летняя деятельность Семипалатинского испытательного полигона – это один из этапов в истории бывшего Советского Союза, закрытие полигона и ликвидация последствий деятельности на нем – одна из первых страниц в истории суверенного государства – Республики Казахстан. Сразу после закрытия полигона Указом Главы государства от 15 мая 1992 года на базе комплекса бывшего Семипалатинского испытательного полигона и соответствующих научных организаций и объектов, расположенных на территории Казахстана, был создан Национальный ядерный центр РК. С созданием Центра

на полигоне начали решать новые весьма сложные задачи в области нераспространения, атомной энергетики и радиозекологии. За эти годы специалисты НЯЦ РК совместно с международными партнерами решили сложный комплекс проблем по ликвидации инфраструктуры проведения ядерных испытаний, завершили работы по ликвидации последствий испытаний ядерного оружия, была создана научно-техническая, технологическая и кадровая база для развития атомной энергетики в республике.

Приветственные слова участникам конференции направили аким Восточно-Казахстанской области Даниал Ахметов и Министр энергетики РК Канат Бозумбаев.





Актуальные темы – всестороннее изучение

В течение трех дней, с 21 по 23 сентября 2016 года, специалисты из 16 стран мира, в том числе России, США, Японии, Китая, Беларуси и других стран, обсуждали вопросы радиозоологического состояния различных радиационно-опасных объектов, включая места проведения ядерных испытаний и аварий, актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности в промышленности и медицине. Участники конференции говорили о снижении рисков распространения ядерного оружия, развитии и безопасности атомной энергетики.

В докладах речь шла о реабилитации радиоактивно-загрязненных территорий и передаче земель в хозяйственный оборот. Ученые говорили о современной радиозоологической обстановке в местах проведения ядерных испытаний, прослеживали динамику, делали прогнозы, учитывали особенности миграции радионуклидов в различных экосистемах.

Нашли свое отражение на конференции и актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности в промышленности и медицине. Особенно важно было разобраться в проблемах оценки, учета и контроля дозовых нагрузок населения и персонала. Попутно говорилось об индивидуальной дозиметрии персонала и населения от внешних источников излучения и внутреннего поступления радионуклидов.





Успешный пример трехстороннего взаимодействия и сотрудничества Казахстана, России и США в области нераспространения

Семипалатинский испытательный полигон стал гораздо безопаснее, чем был, прямые угрозы, которые он нес Казахстану и всему мировому сообществу локализованы», – такой резолюцией завершили обсуждение итогов работы на СИПе в области нераспространения участники «круглого стола», который прошел в рамках VII международной конференции «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и перспективы развития».

Ликвидация последствий ядерных испытаний на объектах бывшего СИП выполнялась более 15 лет большим коллективом специалистов Казахстана, России и США. На объектах и площадках бывшего СИП созданы надежные защитные барьеры.

После закрытия полигона всего за несколько лет был полностью ликвидирован четвертый по величине в мире арсенал ядерного оружия, а также уничтожена вся инфраструктура полигона, предназначенная для испытания ядерного оружия. В этих работах специалисты Национального ядерного центра РК принимали самое непосредственное участие.

Действительно, военные, спешно оставившие территорию бывшего полигона, не могли в одночасье уничтожить оружие и инфраструктуру полигона, созданные в течение 40 лет. Поэтому наследство, доставшееся казахстанским

ученым-ядерщикам, было весьма опасным и доставляло немало хлопот. На территории полигона оставалось несколько сотен штолен, предназначенных для подземных взрывов атомного оружия, множество химического оборудования и продукты, оставшиеся после испытаний. Все это требовалось уничтожить, чтобы никто не смог воспользоваться этим сомнительным наследством в своих, далеко не бескорыстных, целях.

Однако в одиночку молодой Казахстан с такой работой вряд ли бы справился. Поэтому к работам по ликвидации ядерного арсенала и инфраструктуры были привлечены специалисты США и России.

По словам исполняющего обязанности помощника секретаря программы по ядерной, химической и биологической защите США Байрона Райстфета, начиная с 1958 года в США приступили к работам по обследованию закрытых полигонов и рекультивации земель и пострадавших территорий. За этот период были завершены работы по таким испытательным полигонам, как Атолл Энвоток, Атолл Бикини, Атолл Джонстона и самый крупный полигон в штате Невада. Накопленный опыт помог американским ученым оказать методическую и практическую помощь казахстанским коллегам в таком важном и весьма ответственном деле.

– Всего за несколько лет напряженной работы по лик-

видации последствий на ядерном полигоне была закрыта 181 штольня в горах Дегелен и 13 вертикальных скважин в комплексе «Балапан». Параллельно велись работы по утилизации ядерных отходов и другой чувствительной информации, – сообщил Эрлан Батырбеков. – Кроме того, мы провели целый комплекс работ по усилению мер безопасности и установке физических барьеров для ограничения доступа к испытательным площадкам, законсервированным штольням и скважинам. На сегодняшний день создана современная трехуровневая система безопасности, а объекты, представляющие опасность, охраняются силами Национальной гвардии РК. Таким образом, опыт, приобретенный при ликвидации инфраструктуры полигона, позволил нам приступить к реализации нового серьезного проекта по изучению площадки «Опытное поле» – одного из самых загрязненных участков на территории бывшего полигона.

Итак, прямые угрозы, которые нес полигон миру, ликвидированы. И территория Семипалатинского полигона сегодня служит мирным целям научного исследования.

Работы по снятию проблемы угроз распространения и

терроризма применительно к территории СИП - это уникальный пример международного сотрудничества. Участники работ понимали, что причастны к решению одной из глобальных проблем человечества.

За годы совместной работы специалисты трех стран научились находить компромиссные решения в каждой проведенной операции. В свое время были найдены и ресурсы, и силы, чтобы совместно заниматься одной проблемой и успешно решить ее.

Но главное, что вынесли из опыта сотрудничества, и что стало общим достоянием – это опыт взаимопонимания. Этот опыт уникален, и сейчас мы видим его реальные результаты – Семипалатинский испытательный полигон приведен в безопасное состояние.

СИП, являясь большой научной лабораторией, продолжает ставить все новые и новые задачи, которые также можно решить только на основе сотрудничества. Следующую встречу предложено провести уже по обсуждению технических вопросов.



Время подводить итоги

На пресс-конференции, состоявшейся сразу после первого пленарного заседания, вице-президент антиядерного движения «Невада – Семей» Султан Картоев поздравил участников конференции с выходом трехтомного сборника научных трудов, посвященного 25-летию закрытия Семипалатинского испытательного полигона. Он особо подчеркнул участие в этом проекте Президента страны и попросил подробнее рассказать о том, как родилась идея этого фундаментального издания?

Отвечая на вопрос, генеральный директор НЯЦ РК Эрлан Батырбеков сказал, в частности:

– Своим появлением Национальный ядерный центр РК обязан двум событиям. Это, во-первых, закрытие Семипалатинского полигона и необходимость решения многих вопросов по безопасности. Второе событие – это обретение Казахстаном независимости, которое и предопределило возможность создания Национального ядерного центра. В преддверии 25-летия Независимости Республики Казахстан мы посчитали, что настало время подвести итоги той большой работы, которая была проделана на полигоне за четверть века. Первый том посвящен работам, которые были связаны с уничтожением инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия. Во втором томе мы сосредоточили внимание на работах в области радиоэкологии, стратегии использования полигона. В третьем томе мы собрали всю информацию о нашей научной деятельности, об использовании той уникальной экспериментальной инфраструктуры, которая нам досталась в наследство, которую нам удалось не только сохранить, но и приумножить.

– Безусловно, – сказал Эрлан Гадлетович, – мы очень благодарны тому решению Главы государства о создании Национального ядерного центра, которое было принято на заре нашей независимости. И все работы, которые нами делались, они проводились с одобрения Президента страны Нурсултана Абишевича Назарбаева и в рамках тех задач, которые были определены в его Указе по созданию НЯЦ.



Накопленный опыт – это еще и стартовая площадка

Высокую оценку работе, проделанной учеными и специалистами НЯЦ РК на полигоне, дал директор Департамент развития атомных и энергетических проектов Министерства энергетики Республики Казахстан Батыржан Каракозов:

– Итог 25-летней деятельности Национального ядерного центра РК, действительно, можно подвести. Накопленный опыт уникален. Основная деятельность центра была связана с ликвидацией последствий ядерных испытаний. Но изучать прошлое, если не иметь в виду будущее, бессмысленно. Вот почему я уверенно могу сказать о том, что накопленный в Национальном ядерном центре РК опыт – это отличная стартовая площадка для прорыва в будущее. НЯЦ РК сегодня это такой живой организм, который прогрессирует и активно развивается. Возникает международная научная коллаборация в различных сферах. Это касается и радиоэкологии, и науки в целом. В НЯЦ РК есть уникальные иссле-

довательские реакторы. Здесь также реализуется большой проект Токамак КТМ. Открываются широкие перспективы. Я высоко ценю все достижения Национального ядерного центра РК. Он открыт, доступен. Большая работа проводится в кадровой политике. Сюда пришли молодые казахстанские ученые, создана и действует преемственность поколений, много перспективных ребят, которые начинали здесь, теперь продолжают обучение и плодотворно работают в международных научных центрах. В общем, у Курчатова высокие стартовые возможности для повышения научного потенциала Республики и развития технического прогресса. Хотелось бы отметить заслуги ветеранов, которые вложили всю душу в свое дело. И нужно хорошо представлять, что 25 лет назад Национальный ядерный центр РК начинал буквально с нуля, а теперь это уникальный научный центр, который с каждым годом все быстрее движется вперед.

С прицелом на ЭКСПО-2017

Тему, связанную со строительством казахстанского Токамака КТМ, продолжил генеральный директор НЯЦ РК Эрлан Батырбеков. Предполагается, что материаловедческая установка Токамак КТМ станет главным экспонатом казахстанского павильона на международной выставке «ЭКСПО-2017» в Астане. В каком состоянии этот проект сейчас, что он будет значить для мирового сообщества? Отвечая на эти вопросы, Эрлан Батырбеков сказал следующее:

– На фоне сокращения углеводородных запасов, запасов урана, а также на фоне увеличения потребностей в электроэнергии, безусловно, перед человечеством встает вопрос, что же делать завтра? Какой вид энергии использовать? Самую экологически чистую, с нескончаемым ресурсом топлива энергию дает термоядерный синтез. Он как солнце, которое светило и будет светить бесконечно долго. И если человечеству удастся создать управляемый термоядерный синтез, то это будет решение всех наших насущных проблем на земле. Сегодня этот вопрос решается в рамках проекта по созданию международного термоядерного экспериментального реактора ИТЭР, это большой серьезный проект, который осуществляют многие страны путем научной коллаборации. У этого проекта есть свои проблемы. Одна из них – какие материалы использовать в реакторе, где действуют высокие температуры и сильные магнитные поля? Для решения именно этой проблемы в Казахстане, в Национальном ядерном центре РК строится термоядерный реактор – Токамак КТМ, который призван ответить на вопрос, какие материалы мы будем использовать в источнике энергии будущего.

Вы знаете, что девиз ЭКСПО-2017 – это зеленая энергия будущего, – сказал далее Эрлан Батырбеков. – И поскольку термоядерный реактор даст нам именно такую энергию, то мы считали вправе показать наш казахстанский вклад в решение этой серьезной проблемы человечества. Мы получили

дополнительное финансирование из государственного бюджета на завершение работ на объекте Токамак КТМ. У нас имеется генеральный подрядчик. И мы планируем осуществить физический пуск реактора во время открытия выставки ЭКСПО-2017, то есть в июне 2017 года. В нашем центральном павильоне будет представлен Токамак КТМ, и там будет онлайн связь с действующим реактором в Курчатове.

Главный директор по производству и ядерно-топливному циклу АО «Национальная атомная компания «Казатомпром» Бауржан Ибраев остановился на сотрудничестве НЯЦ РК и АО «НАК «Казатомпром»:

– С Национальным ядерным центром РК, – сказал он, – мы подписали соглашение о научно-техническом сотрудничестве, в рамках которого мы ведем совместную работу. Это делает Ульяновский металлургический завод, есть совместные работы непосредственно с головным офисом Национальной атомной компании. Понятно, что часть работ мы пока не можем афишировать, но в целом у нас существует большой пласт интересной совместной деятельности.



*«Научные вопросы полигон постоянно подкидывает.
Это действительно, уникальный объект...»*

За четверть века на Семипалатинском полигоне был проведен огромный комплекс работ по усилению мер безопасности и установке физических барьеров для ограничения доступа к испытательным площадкам, законсервированным штольням и скважинам. В общем, все прямые угрозы полигона ликвидированы. Он теперь служит мирным целям научного исследования. Так, например, здесь ведется комплексное радиэкологическое обследование загрязненных земель. На данный момент изучено более девяти тысяч квадратных километров территории, из них 8853 признаны чистыми, еще 336 могут быть использованы в промышленных целях. И только 20 квадратных километров – это земли запаса, которые находятся под охраной государства. Впрочем, как показывает практика, даже эти земли могут приносить стране доход. Пример тому – строительство хранилища промышленных отходов «Казцинк» на площадке «Балапан».

– Означает ли это, что Семипалатинский испытательный полигон уже ничем не удивит ученых? Или вы все еще ожидаете каких-то новых открытий?

На эти вопросы ответил **руководитель Института радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК Сергей Лукашенко:**

– С одной стороны, мы достаточно хорошо представля-

ем себе ситуацию на полигоне, после чего и приняли решение о том, что часть его территории может быть передана в народно-хозяйственное использование. С другой стороны, какие-то научные вопросы он нам постоянно подкидывает. Это действительно уникальный объект. В качестве примера я могу рассказать о поведении в окружающей среде такого изотопа как тритий. Он присутствует у нас в таких формах, в каких его нигде больше и нет. Может быть, будет что-то еще. Я даже не сомневаюсь, что будет. Но это будет не что-то такое, что кардинально изменит наше представление о полигоне, это, скорее всего, будут научные открытия в области фундаментальной науки, например, в области, геохимии, техногенных радионуклидов. Такие открытия могут быть. Мы их ожидаем. Собственно говоря, мы над этим работаем.

– А в каких районах будут вестись радиэкологические работы в ближайшее время?

Сергей Лукашенко:

– Начали мы с северных территорий, потом перешли на юго-восток. Об этом нас попросили жители сел, расположенных в юго-восточной части полигона. Это, к примеру, жители села Саржал. Сейчас мы работаем на площадке Балапан. На следующий год запланирована площадка Сары-Узень. Далее на очереди территории в центральной части полигона, которые ближе всего к Курчатову.





Полигон это теперь еще и заповедник

Внимание СМИ привлекло также сообщение о том, что на территорию Семипалатинского испытательного полигона вернулись архары. За стадом этих краснокнижных животных наблюдают сотрудники Национального ядерного центра РК, работающие на площадке Дегелен, которая некогда использовалась для проведения подземных ядерных испытаний. Пасущихся в горах Дегелена архаров зафиксировали фотоловушки.

Последнее ядерное испытание на площадке Дегелен было произведено четвертого октября 1989 года. С 1996 по 1998 год здесь прошли работы по закрытию всех штолен (181), чтобы никто и никогда уже не смог повторно использо-

вать их для ядерных испытаний.

Радиоэкологическое обследование площадки Дегелен показало, что большая ее часть не имеет радиоактивного загрязнения, так как основная доля радиоактивности сосредоточена в полостях штолен. Архары будто узнали об этом и вернулись. К тому же здесь давно не взрывают и не стреляют. Территория огорожена, появление браконьеров исключено. И как бы сам собой на месте полигона возник заповедник архаров.

– За одну поездку мы насчитали там 92 архара! – сообщил начальник отдела комплексных исследований экосистем НЯЦ РК Андрей Паницкий.

Перспективный технотуризм

Власти Курчатова строят планы по развитию технотуризма. На пресс-конференции аким Курчатова Нурбол Нургалиев рассказал следующее:

– В Казахстане самыми интересными в этом смысле являются два объекта, это космодром Байконур и Семипалатинский испытательный полигон. Мы проработали маршрут на полигоне, вышли на туроператоров с опытом работы и наработанной клиентурой в технотуризме. Национальный ядерный центр РК поддержал нас, что очень важно, поскольку на данном маршруте будут задействованы гостиницы, техника и специалисты НЯЦ РК. Этот проект имеет также большое значение для развития малого и среднего бизнеса в Курчатове, потому что появление

туристов даст толчок развитию внутреннего рынка услуг. Кроме того, Национальный ядерный центр РК сможет более эффективно использовать существующую инфраструктуру. Данный проект выгоден городу в целом, поэтому мы занимаемся им.

Инициативу акима Курчатова поддерживает **генеральный директор НЯЦ РК Эрлан Батырбеков:**

– Мы к этой идее относимся положительно, - сказал он на пресс-конференции. – Почему нет? Где еще, как не у нас развивать научный и технический туризм?! У нас много интересных мест – Опытное поле, Атомное озеро, музей. Хорошая идея! Она принадлежит акиму города.



Курчатовские специалисты работают над разгадкой «сонной болезни» Калачей

В ходе конференции ученые поделились результатами исследований «сонного» села Калачи, расположенного в Акмолинской области. Исследования, проведенные специалистами Института радиационной безопасности и экологии, показали, что содержание техногенных и естественных радионуклидов в Калачах является типичным для Казахстана. Вместе с тем были обнаружены зоны повышенной плотности потока радона с поверхности грунта. Геоэкологические исследования выявили наличие геодинамических зон на территории Калачей, а исследование газовой обстановки – повышенных концентраций угарного газа и диоксида углерода. Жители села страдают от

хронического отравления угарным газом легкой степени. Кроме того, пробы атмосферного воздуха показали повышенное содержание толуола и бензола. «Полученные результаты позволяют предположить, что причиной «сонного синдрома» является вдыхание загрязненного воздуха с пониженным содержанием кислорода и повышенной концентрацией угарного и углекислого газов», – считают ученые НЯЦ РК. Кроме того, на территории села Калачи возможно сочетание ряда факторов, которые при определенных условиях приводят к развитию «сонной болезни». Например, в Калачах зафиксирован высокий уровень внутреннего облучения радоном.

Незабываемый Курчатов

Участники VII международной научно-практической конференции в очередной раз убедились, что Семипалатинский испытательный полигон до сих пор является практически единственным полигоном, открытым для научных исследований ученых всего мира, открытым

для международного сотрудничества, что подтвердил, например, реализованный здесь совместно с японцами проект Fukushima Debris. В этой связи представитель японской корпорации «Тошиба» Шохэй Кавано отметил, в частности:





– В данный момент мы работаем с Национальным ядерным центром РК по проекту «Фукусима». Казахские ученые смоделировали образование расплава активной зоны на АЭС «Фукусима – I», после чего мы начали исследование расплава, собираем все его характеристики. Это совместная работа казахских и японских ученых. Проект был запущен в 2014 году. К сожалению, у нас в Японии нет таких ядерных установок, как здесь, что и позволило нам провести все необходимые исследования. Мы очень высоко оцениваем работу высококвалифицированных казахских специалистов. Обязательно продолжим работу по развитию атомной энергии в мирных целях...

Гости Курчатова прикоснулись к истории полигона, посетили экспериментальные комплексы Национального ядерного центра РК, Опытное поле, музей и многие другие объекты.

Встречи, экскурсии, заседания, дискуссии – все это проходило в атмосфере взаимопонимания и взаимной заинтересованности в плодотворности научного поиска. Участники конференции увозили с собой незабываемые впечатления о неповторимом Курчатове и устремленном в будущее Национальном ядерном центре Республики Казахстан.

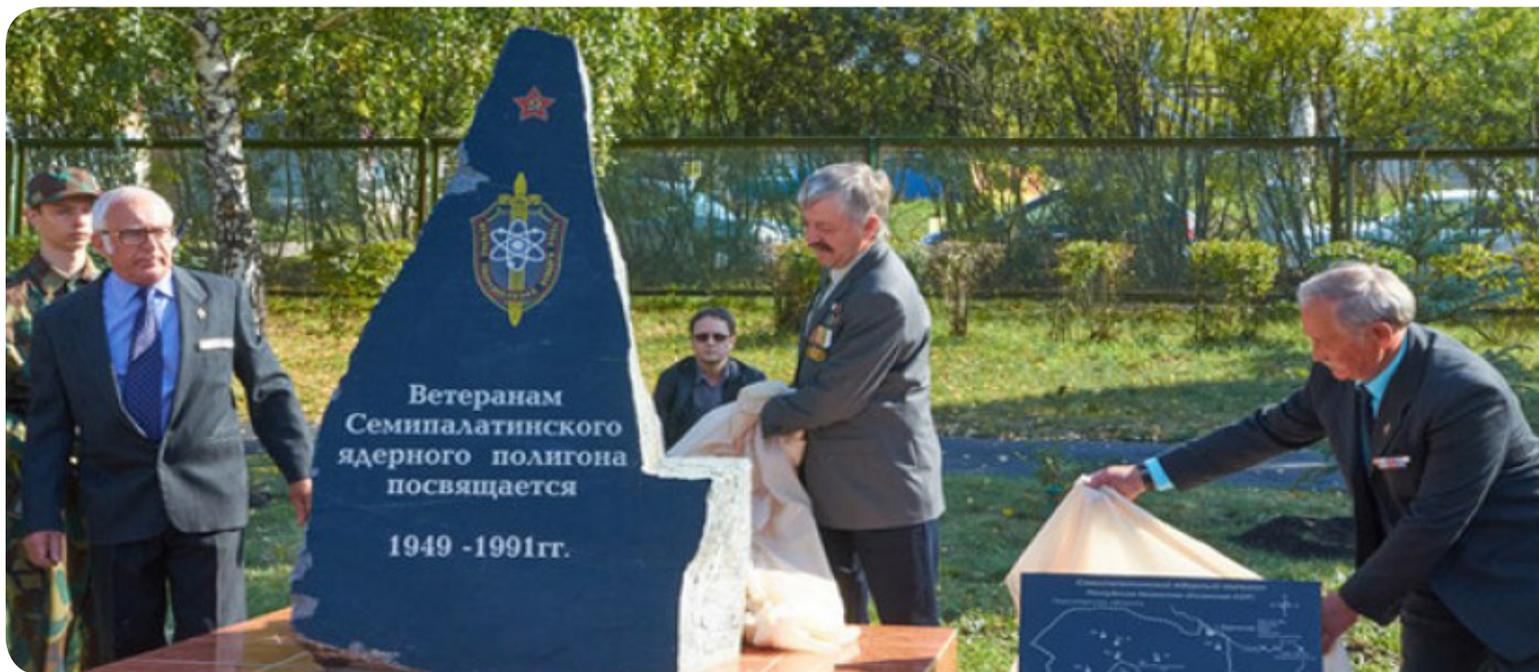
*Андрей Кратенко
Фото Алексея Мазницина*

* * *

Между тем, в Красноярске почти одновременно с конференцией в Курчатове открылся памятник ветеранам Семипалатинского испытательного ядерного полигона.

Инициатором строительства мемориала стала общественная организация ветеранов подразделений особого риска. Памятник выполнен из жадеита – твердого, «теплого» камня. На монументе высечена надпись «Ветеранам Семипалатинского ядерного полигона посвящается». Он символизирует собой 40-летнюю историю атомных испытаний, когда ковался ядерный щит СССР.

– Наша молодость осталась там, на полигоне, – сказал ветеран Александр Либренц. – Многие парни уже ушли, а их имена до сих пор никому не известны... И останутся таковыми, ведь в советские времена о ядерном полигоне не принято было говорить. Это – память о тех молодых, 20-летних... Они все здесь.



УНИКАЛЬНЫЙ ПАМЯТНИК ЯДЕРНОЙ ЭПОХИ

«Опытное поле» было первой испытательной площадкой Семипалатинского полигона. Площадка представляет собой равнину диаметром примерно 20 км, окруженную с трех сторон невысокими горами.

Площадка «Опытное поле» представляла собой крупномасштабный комплекс инженерно-строительных сооружений, предназначенных для проведения испытаний и регистрации параметров ядерного взрыва в условиях натурального эксперимента. До настоящего времени сохранились отдельные фрагменты приборных и фортификационных сооружений со следами воздействия ядерных взрывов.

Всего на «Опытном поле» было проведено 116 ядерных испытаний, из них 86 были воздушными, 30 наземными.

Весь комплекс площадки «Опытное поле» до сих пор является уникальным памятником ядерной эпохи.

Более подробно в материалах данной статьи.

Первая испытательная площадка Семипалатинского полигона «Опытное поле» предназначалась для проведения атмосферных (наземных и воздушных) ядерных испытаний в период с 1949 по 1962 годы.

Первый взрыв ядерного устройства был произведен 29 августа 1949 года.

Площадка «Опытное поле» занимает площадь размером около 300 км², периметр – 64 км. Площадка расположена на расстоянии более 50 км от города Курчатова и около 170 км от города Семипалатинска.

«Опытное поле» представляло собой крупномасштабный комплекс инженерно-строительных сооружений, предназначенных для проведения испытаний и регистрации параметров ядерного взрыва в условиях натурального эксперимента.

Для проведения испытаний атомной бомбы на полигоне были подготовлены:

- опытное поле (площадка «П») радиусом 10 км, оборудованное специальными сооружениями, обеспечивающими проведение испытаний, наблюдение и регистрацию физических измерений;

- площадка КБ-11 (площадка «Н»), расположенная на восточной границе «Опытного поля», со зданиями и сооружениями, предназначенными для сборки изделия перед испытаниями, хранения узлов и деталей атомной бомбы, аппаратуры и оборудования;

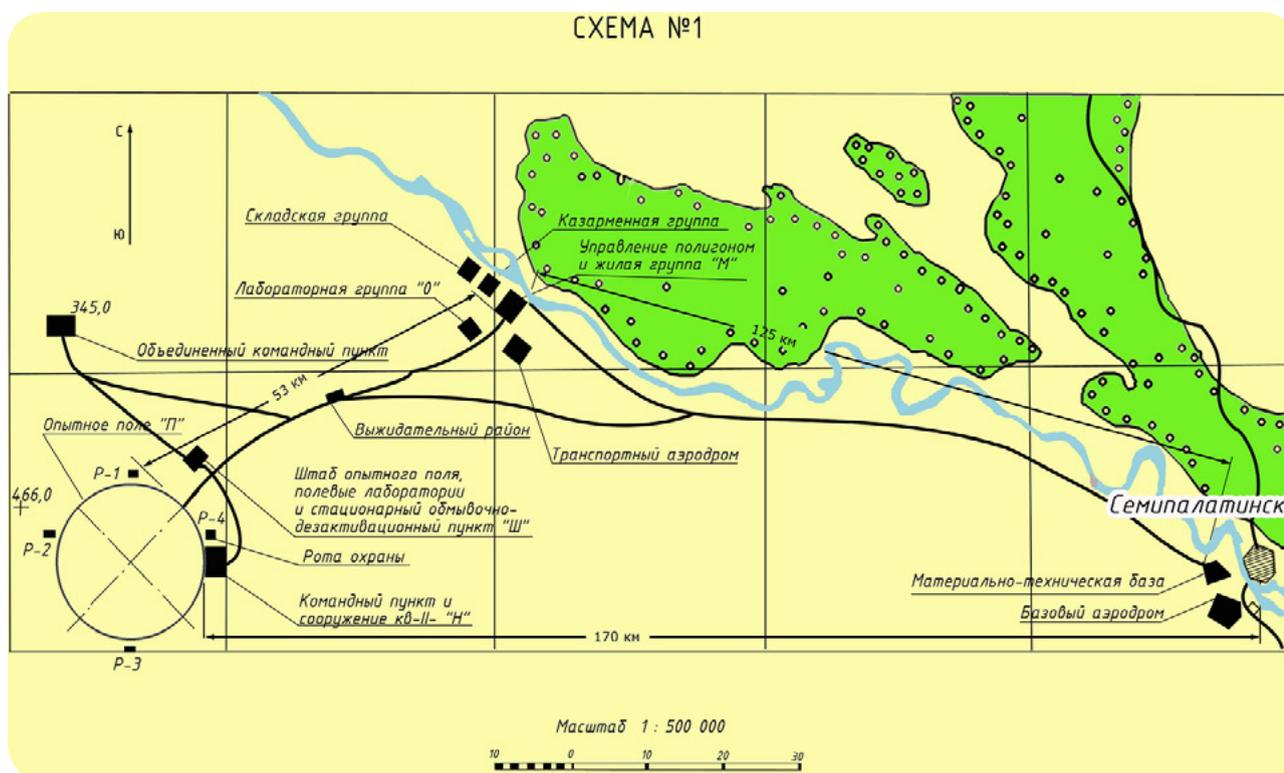
- штабной городок (площадка «Ш»), расположенный примерно в 5 км от границы «Опытного поля», на его северо-восточном радиусе, и предназначенный для размещения штаба войск охраны и энергосилового обеспечения опытного поля.



Первая советская атомная бомба РДС-1 (РДС – реактивный двигатель специальный)

Технологическая площадка «Н»

В 10 км от центра «Опытного поля» в восточном направлении, одновременно со строительством на «Опытном поле», было развернуто строительство технологической площадки «Н». Здания и сооружения площадки должны были обеспечивать сборку заряда перед испытанием, хранение его узлов и деталей, а также размещение и хранение необходимой для этих



Расположение площадки «Опытное поле».

целей аппаратуры и оборудования. Сооружение 12П – основной командный пункт «Опытного поля», сохранившийся до настоящего времени. Сооружение располагалось на расстоянии 10 800 м от центра поля на восток.

Штабной городок – площадка «Ш»

В 15 км от центра «Опытного поля» в распадке между пологими холмами осуществлялось строительство городка – площадки «Ш», предназначенного для размещения электростанции, обеспечивающей энергосиловое снабжение «Опытного поля» и площадки «Н», для проживания участников испытаний – личного состава полигона и прикомандированных лиц, а также для размещения подразделений охраны и строительных частей.

Таким образом, к августу 1949 года в результате строительства первой очереди полигона была создана мощная испытательная база, позволявшая проводить как наземные, так и воздушные испытания ядерных боеприпасов практически без строительства новых приборных сооружений.

Площадки для проведения серий наземных и воздушных ядерных взрывов

Изначально вся территория «Опытного поля» условно называлась «площадка П». По всей видимости, позже, когда было принято решение о строительстве других испытательных площадок в пределах «Опытного поля», его центральную часть (центральную площадку) в радиусе несколько километров стали называть площадка П-1.

В 1953 году начала возрастать интенсивность проведения ядерных испытаний, связанная, главным образом, с необходимостью осуществления не только наземных, но и воздушных взрывов различной мощности, следовательно, появилась потребность в строительстве новых испытательных площадок. Причем можно выделить две основные причины возникновения такой потребности: во-первых, это увеличение числа разработок промышленностью новых образцов ядерного оружия различного назначения (для авиации, ракетных войск и артиллерии, военно-морского флота и др.) и, во вторых, наличие на «Опытном поле» только одной испытательной площадки П-1. К тому же, в центре этой площадки и там, где стояла башня для размещения ядерного заряда, после термоядерного взрыва в августе 1953 года образовалась большая воронка и возникло сильное радиоактивное загрязнение территории площадки, что исключало возможность дальнейшего использования большинства построенных на ней приборных сооружений.

Началось строительство новых испытательных площадок: для наземных взрывов – площадка П-2; для воздушных взрывов малой и средней мощности – площадка П-3; для воздушных взрывов большой мощности – площадка П-5. На площадках П-3 и П-5, построенных специально для проведения воздушных взрывов при бомбометании с самолетов, были подготовлены целеуказатели – кресты из мела и белой глины для визуального прицеливания, а также установлены угольковые отражатели. Для размещения приборов были построены новые подземные казематы, а для кино- и фотокамер – подвижные сооружения КРВ. Территория создаваемых испытательных площадок распространялась на расстояние до 2 км от центра площадки. В юго-восточной

части «Опытного поля» была создана площадка П-6, на которой проводились специальные испытания. Информация об этих испытаниях отсутствует.

Исходя из хронологии проведения ядерных испытаний, строительство площадки П-7 было завершено к 1961 году, после чего на площадке проводились испытания, в основном, с целью исследования аварийных режимов и аварийных ситуаций.

На рисунке представлено расположение испытательных

площадок на «Опытном поле», штабного городка, командного пункта и других объектов. На космоснимке хорошо видны места проведения ядерных испытаний, контуры испытательных площадок и некоторых объектов (приборные сооружения, мосты, полевой аэродром и др.), построенных для изучения поражающих факторов ядерного взрыва.

Всего на «Опытном поле» было проведено 30 наземных испытаний, из них в 5 случаях ядерное устройство не сработало, и 86 воздушных испытаний.

Радиационная обстановка на площадке «Опытное поле»

Аэрогамма-съемка 1990-1992 годов

Очевидно, что большое количество ядерных испытаний (30 наземных и 86 воздушных) на сравнительно небольшой территории должно было сформировать масштабное радиоактивное загрязнение почвенного покрова площадки. Но так это или нет можно было лишь догадываться, так как до закрытия Семипалатинского испытательного полигона в 1991 году, его территория была практически недоступна для гражданских исследований.

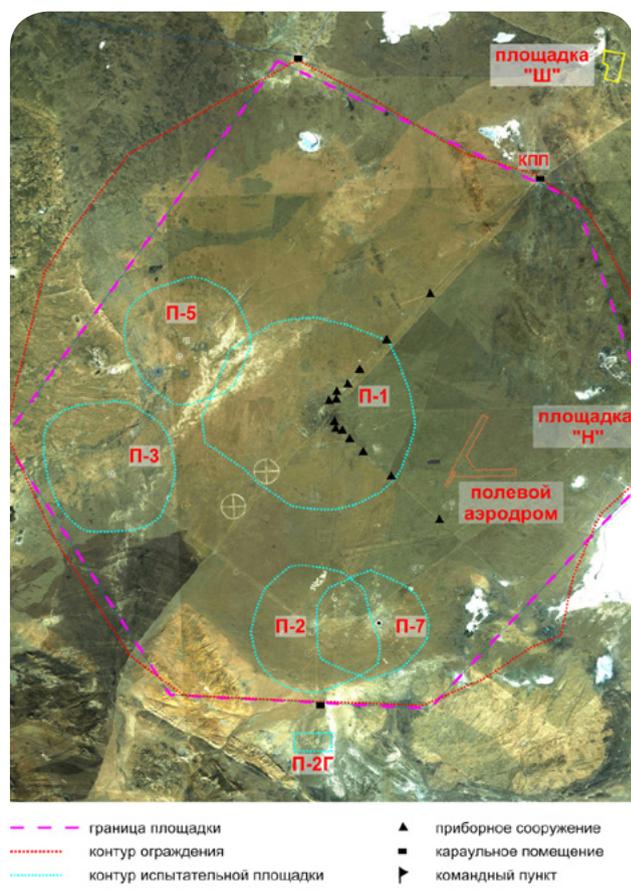
К 1993 году имелось лишь общее понимание о загрязнении территории гамма-излучающими радионуклидами, которое основывалось на результатах аэрогамма-съемки

1990-1992 годов, выполненное Комплексной аэросъемочной экспедицией ПГО «Аэрогеология» (Российская Федерация).

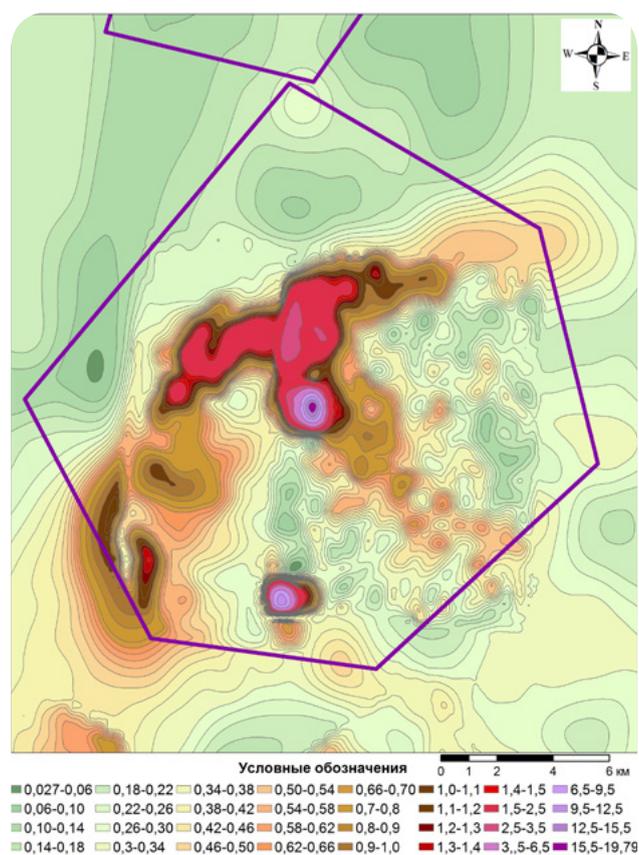
Ниже показано радиоактивное загрязнение поверхности площадки «Опытное поле» радионуклидом ¹³⁷Cs, выявленное аэрогамма-съемкой 1990-1992 годов.

Это первая карта радиоактивного загрязнения площадки «Опытное поле». И несмотря на невысокое разрешение съемки, она дает важное понимание о загрязнении площадки – это не «сплошное» радиоактивное пятно площадью 300 км², а три фрагмента следа радиоактивных выпадений и несколько локальных пятен.

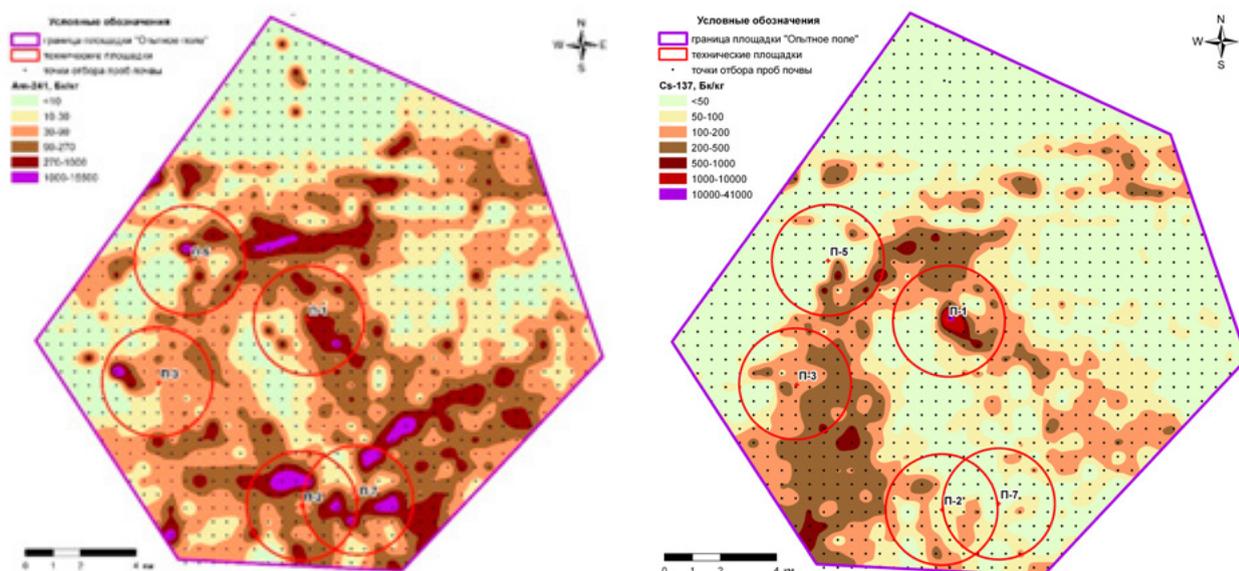
Первоначальным предположением было то, что эти три следа радиоактивных выпадений образованы от испытания 29.08.1949 года – так называемый «восточный след», от



Расположение площадок на «Опытном поле».



Аэрогамма-съемка.



Радиоактивное загрязнение площадки «Опытное поле» ^{137}Cs и ^{241}Am .

испытания 24.09.1951 года - «южный след», и от испытания 12.08.1953 года (первое термоядерное испытание) – «юго-восточный след».

При этом, два следа («южный» и «юго-восточный») идентифицированы на местности в результате аэро-гамма-спектрометрической съемки 1990-1991 годов, а третий след («восточный») на территории СИП практически не проявляется, или проявляется совсем незначительно, фрагментарно, что, вероятнее всего, связано с неблагоприятными метеорологическими условиями на момент испытания (сильный порывистый ветер, дождь).

Очевидно, что по результатам аэрогамма-съемки о радиационной обстановке на «Опытном поле» можно было судить лишь на качественном уровне. Да, имеется радиоактивное загрязнение площадки, видны контуры этого загрязнения, оно сформировано ^{137}Cs , его уровни достигают в некоторых местах значений в 20 Ки/км². Вот, пожалуй, и все. Как обстоят дела с другими техногенными радионуклидами, а особенно с трансурановыми, оставалось неясно. Чтобы получить полную картину по загрязнению площадки различными радионуклидами, включая радионуклиды образованные в результате деления ядра, так называемые продукты деления, продуктами активации и радионуклидами, входящими в состав ядерного заряда – трансурановыми элементами, необходим тщательный анализ проб грунта подстилающей поверхности. При этом, пробы должны быть отобраны со всей территории площадки, обеспечивая приемлемую представительность. То есть, необходимы площадные исследования.

Площадные исследования в 2010-2011 годы

Наиболее важными в понимании характера пространственного распределения техногенных радионуклидов на площадке «Опытное поле» стали исследования, выполненные Институтом радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК

в период 2010-2011 годов.

Основу данных исследований составлял лабораторный анализ проб почвы, отобранных по регулярной сети 500x500 м (более 1000 проб). Сеть обследования покрыла всю территорию площадки. На рисунке представлены результаты в виде карт загрязнения поверхности радионуклидами ^{137}Cs и ^{241}Am .

Кроме ^{137}Cs и ^{241}Am в пробах грунта анализировались ^{90}Sr , $^{152,154,155}\text{Eu}$, ^{60}Co , $^{239+240}\text{Pu}$. Собственно, анализ данного комплекса техногенных радионуклидов, находящихся в почвенном покрове, позволил выявить ряд неопределенностей, которые трудно было объяснить, имея в наличии даже тысячи проб.

К таким неопределенностям можно было отнести, во-первых то, что на основе имеющихся данных все же невозможно идентифицировать эпицентры большинства наземных ядерных испытаний (по опубликованным данным – 30).

Во-вторых – присутствует явное различие в площадном распределении ^{137}Cs (продукт деления ядерного взрыва) и ^{241}Am (один из элементов материала ядерного заряда). Понятно, что эти два радионуклида отличаются друг от друга прежде всего своими химическими свойствами, однако столь большое отличие невозможно объяснить лишь вторичным перераспределением (или миграцией) после ядерного взрыва. Для получения такого результата под воздействием процессов миграции требуется значительно больше времени - сотни и тысячи лет.

В-третьих – в ряде случаев имелся значительный разброс значений отношений $^{239}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ – от 1 до 100, в близлежащих точках. Это свидетельствовало о том, что радиоактивное загрязнение соседних точек, расположенных в 500 м друг от друга, сформировано различными источниками. Однако анализ по другим радионуклидам это не подтверждал.

Понять и объяснить эти особенности радиоактивного загрязнения площадки «Опытное поле» можно лишь сугутив

сеть обследования. Очевидно, что сеть 500x500 м слишком большая и между точками отбора проб могут лежать «открытия», ждущие своего часа.

Однако, сгущая сеть обследования, количество проб будет увеличиваться в геометрической прогрессии – от тысячи до нескольких миллионов, что приведет к увеличению количества лабораторных анализов. Соответственно, будут увеличиваться ресурсы, как материальные (деньги), людские (квалифицированный персонал), так и временные (время), на получение достоверных данных. Для решения этой проблемы необходимо было применить метод, который бы позволил провести полное обследование площадки с высоким разрешением, но при этом он должен был оставаться доступным и затраты на такое обследование должны были лежать в разумных пределах. И такой метод нашелся.

Пешеходная гамма-спектрометрическая съёмка 2012-2014 годы

Для детального обследования площадки был разработан и впервые применен метод пешеходной гамма-спектрометрической съёмки, который позволил определять активность в поверхностном слое почвы таких радионуклидов, как ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{152}Eu .

Данные элементы, собственно, перекрывают весь основной диапазон типов продуктов, образующихся при ядерном взрыве – продукты деления, продукты активации и материал ядерного заряда. Это позволяет оценить активность других техногенных радионуклидов, образованных в результате испытаний, но анализ которых сопряжен со сложностью его выполнения, используя изотопные отношения. Для каждого испытания изотопные отношения продуктов деления, продуктов активации и материала ядерного заряда будут стабильными, с известной долей вероятности. Естественно, что для разных ядерных испытаний такое соотношение также будет разным.

Так, по активности цезия-137 можно оценивать активность ^{90}Sr (тоже продукт деления ядерного взрыва); по активности ^{241}Am – $^{239+240}\text{Pu}$ (оба являются элементами материала ядерного заряда); по активности ^{152}Eu – ^3H (продукты активации).

Принцип исследования площадного радиоактивного загрязнения площадки «Опытное поле» заключался в наборе массива данных - гамма-спектров, во время движения оператора с гамма-спектрометром по заданному маршруту. Для этого, предварительно, вся площадка и прилегающая к ней территория (1 км от границы площадки) была разбита на элементарные секторы размером 500x500 м. На каждый сектор была наложена сеть профилей, с расстоянием между ними – 20 м. Далее, оператор осуществлял движение по заданным профилям.

Во время создания данного метода обследования больших территорий было разработано несколько программных продуктов, приспособлений и механизмов, отлажена система передачи данных и т.п.

Обследование всей площадки «Опытное поле», а также

прилегающей территории (1 км от границы площадки), было проведено за три года с 2012 по 2014 год. Общая площадь обследования составила 350 км².

Данное обследование проводилось в рамках Договора по Программе предотвращения распространения оружия массового поражения между Национальным ядерным центром РК и DTRA (Defense Threat Reduction Agency – Агентство по уменьшению угрозы) Министерства обороны США.

Для выполнения работ были задействованы сотрудники трех научно-исследовательских институтов – Института радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК (г. Курчатова), Института атомной энергии НЯЦ РК (г. Курчатова), Института ядерной физики (г. Алматы).

Работы велись три года, каждый год работы начинались в ранний весенний период (начало марта) и заканчивались поздней осенью (конец ноября). Режим работы – 12-14 часов в сутки, т.е. практически весь световой день.

По результатам пешеходной гамма-спектрометрической съёмки было получено и обработано более 2,5 млн гамма-спектров и построены карты-схемы распределения ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{152}Eu (cps) на обследованной территории.

Как видно из представленных карт площадное распределение исследуемых техногенных радионуклидов несколько различается между собой. Эти различия показывают, что привычный взгляд на радиоактивное загрязнение площадки «Опытное поле», как результат только ядерных испытаний, не является полным. Радиоактивное загрязнение площадки сформировано как ядерными испытаниями, так и различными экспериментами с ядерными материалами (плутоний и уран), которые не сопровождалась цепной реакцией, и как следствие, не приводили к образованию изотопов, образующихся в результате деления ядра заряда и нейтронной активации объектов окружающей среды.

«Классическому» представлению о радиационной обстановке на площадке «Опытное поле» соответствует карта площадного распределения ^{137}Cs . На ней можно выделить несколько областей радиоактивного загрязнения, приуроченные к техническим площадкам П-1, П-3, П-5, П-2, П-7.

Кроме этого, хорошо детектируются следы радиоактивных выпадений, ширина которых достигает нескольких километров.

Эпицентры ядерных испытаний отчетливо проявились на карте площадного распределения ^{152}Eu . Здесь также можно отметить, что практически все эпицентры расположены в пределах технических площадок П-1, П-3, П-5, П-2, П-7.

Анализ площадного распределения ^{241}Am показал, что таких участков на площадке «Опытное поле» несколько, самый показательный из которых, это площадка П-2М. Радиоактивное загрязнение площадки обусловлено, в значительной степени, радионуклидом ^{241}Am . ^{137}Cs является привнесенным от других испытаний элементом. Кроме того, радиоактивное загрязнение характеризуется многочисленными следами выпадений.

Данный тип радиоактивного загрязнения местности имеет несколько характерных признаков, которые отличают его от радиоактивных выпадений от ядерных взрывов, и тем более, от глобальных выпадений.

Во-первых, это пространственные характеристики радиоактивного загрязнения. Речь идет не о размерах следов, так как очевидно, что следы выпадений от неядерно-взрывных экспериментов гораздо меньше следов от «классических» ядерных испытаний, так как мощность таких экспериментов не превышает сотен кг в тротиловом эквиваленте. Длина следов радиоактивных выпадений от гидроядерных и гидродинамических экспериментов достигает 3-5 км, ширина – <100 м. При этом, характерной особенностью является то, что ширина следа сохраняется от начала, и практически, до конца (~80-90 м), т.е. не наблюдается какого-либо значительного расширения радиоактивной полосы по мере удаления от эпицентра, как при ядерных взрывах большой мощности.

Кроме этого, направление следа выпадений от неядерно-взрывных экспериментов остается неизменным на всей его протяженности. Оба эти факта (неизменная ширина и направление следа) могут свидетельствовать о том, что формирование следов данного типа происходило без влияния метеорологических условий на момент испытаний. Другими словами, радиоактивные частицы от подобных испытаний переносились не ветром, а иным способом. По одному из предположений - направленным (коллимированным) взрывом.

Второй отличительной особенностью следов радиоактивных выпадений от гидроядерных и гидродинамических экспериментов является их специфичный изотопный состав. Радиоактивное загрязнение местности в таких местах обусловлено исключительно радионуклидами, входящими в состав ядерного заряда – плутоний (его изотопы), уран-235, америций-241. Другие радионуклиды (продукты деления и активации, такие как ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{60}Co , ^{152}Eu и др.) либо полностью отсутствуют, либо их количество незначительно, а сами они привнесены в результате выпадений от других ядерных испытаний.

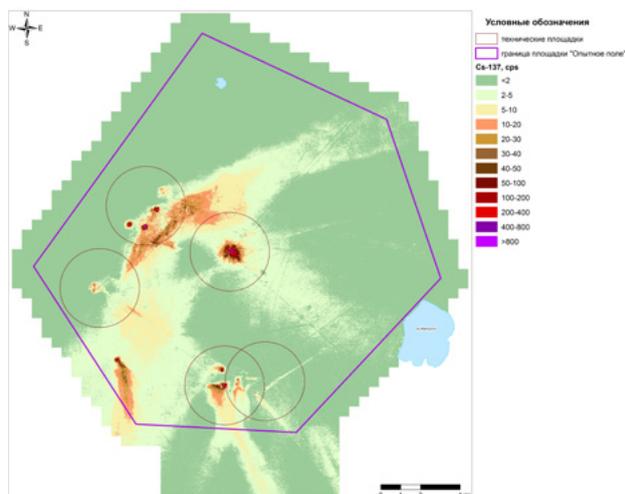
Таким образом, можно утверждать, что в настоящее время «белых пятен» – неизвестных локальных участков радиоактивного загрязнения на площадке «Опытное поле» – нет.

Кроме того, необходимо отметить, что на площадке «Опытное поле» проводились не только ядерные испытания с характерным радиоактивным загрязнением местности, но и другие эксперименты, где основными загрязняющими радионуклидами являются трансурановые элементы, а их концентрации чрезвычайно высокие.

Проведенные исследования площадного радиоактивного загрязнения «Опытного поля» являются основой для дальнейшей детальной характеристики площадки, включая пространственное распространение техногенных радионуклидов в глубину почвенного покрова, физико-химические особенности загрязнения и др.

*Сергей Лукашенко, Мурат Умаров,
Юрий Стрильчук, Александр Мошков
Институт радиационной безопасности и
экологии НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

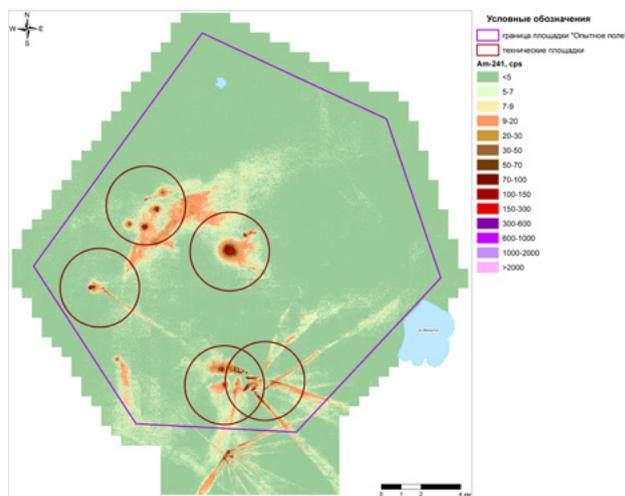
Площадное распределение техногенных радионуклидов на территории площадки «Опытное поле»



Площадное распределение ^{137}Cs

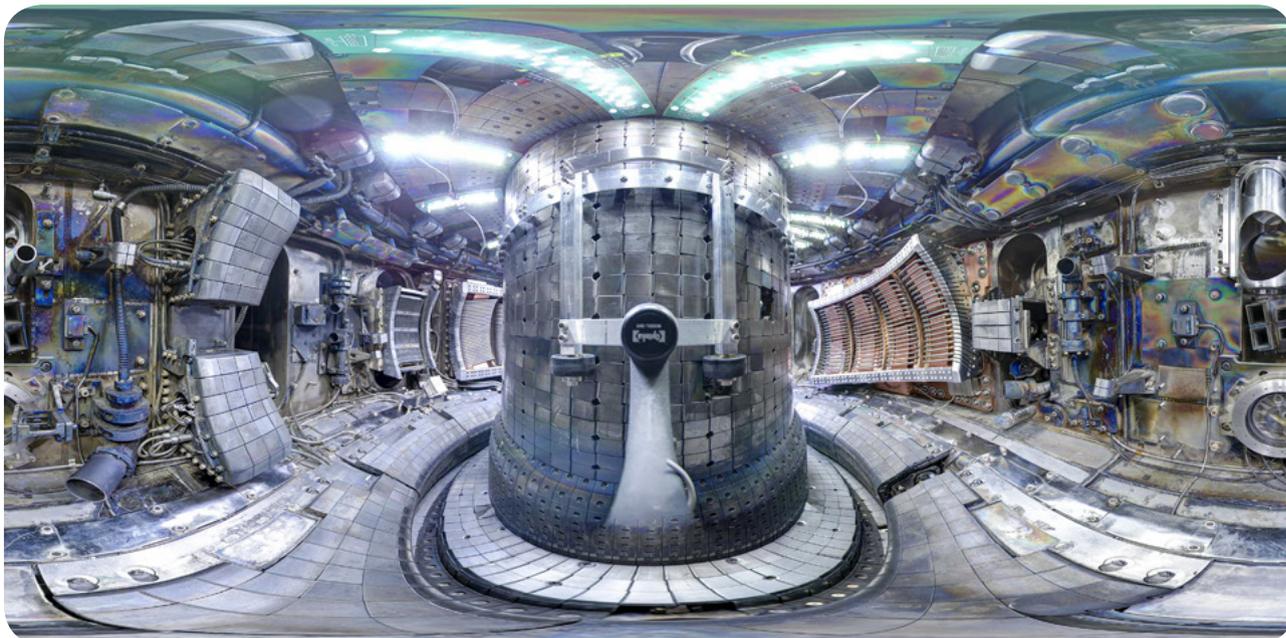


Площадное распределение ^{152}Eu



Площадное распределение ^{241}Am

НА РЕАКТОРЕ ALCATOR C-MOD УСТАНОВЛЕН НОВЫЙ МИРОВОЙ РЕКОРД ИЗ ОБЛАСТИ ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА



В настоящее время все усилия в области развития альтернативной энергетики сосредоточены на солнечной, ветряной и водородной энергетике. Однако, истинным

«Святым Граалем» альтернативной энергетики является термоядерный синтез, который может стать бесконечным источником экологически чистой энергии. Но для этого требуется ни много, ни мало, а воспроизвести физические условия, подобные условиям, присутствующим в ядре Солнца. И ученые, работающие над несколькими проектами в разных странах, движутся к намеченной цели небольшими, но уверенными шагами. Одним из таких шагов сделали исследователи из Массачусетского технологического института, которые работают на экспериментальном реакторе Alcator C-Mod. Ими был установлен своего рода рекорд, заключающийся в создании в камере реактора плазмы, находящейся под более высоким давлением, нежели этого удавалось добиться в других установках термоядерного синтеза.

Основной задачей, которая решается внутри устройств термоядерного синтеза, является воспроизведение условий, при которых ядра атомов водородного топлива начнут объединяться в ядро атома гелия, преодолевая силы их отталкивания. При таком объединении, синтезе, выделяется огромное количество энергии. Нечто подобное происходит и в недрах Солнца, а выделяющейся при этом энергии достаточно для постоянного перемешивания огромной массы материи и для излучения в окружающее пространство мощнейших потоков света и частиц.

Для создания высокотемпературной плазмы и управляемой термоядерной реакции газ нагревают сначала до сверхвысокой температуры. Шнур плазмы, находящейся под огромным давлением создается и удерживается по цен-



тру тороидальной камеры реактора при помощи магнитного поля, индуцируемого обычно обмотками сверхпроводящих электромагнитов.

И не так давно ученым из Массачусетского технологического института удалось достичь давления высокотемпературной плазмы в 2,05 атмосферы, что на 15% больше предыдущего рекорда в 1,77 атмосферы, установленного на реакторе C-Mod в 2005 году. Ученые прогнозируют, что новый рекорд сможет продержаться еще около 15 лет до тех пор, пока не будет создан новый реактор, конструкция которого уже находится в стадии разработки.

В недрах реактора Alcator C-Mod сейчас может быть создано магнитное поле, силой до 8 Тесла, что в 160 тысяч раз сильнее магнитного поля Земли. Во время рекордного запуска магниты реактора создали поле, силой в 5,7 Тесла,

чего хватило для разогрева плазмы до температуры в 35 миллионов градусов Цельсия. Во время эксперимента в плазме произошло около 300 триллионов единичных реакций ядерного синтеза в секунду, а моментальное количество выделившейся при этом энергии составило 1,4 миллиона Ватт. И все эти силы и энергии бушевали внутри камеры реактора, объем которой равен приблизительно одному кубическому метру.

К сожалению, проект, в рамках которого на реакторе Alcator C-Mod велись работы по исследованиям термоядерного синтеза, остановлен из-за прекращения его финансирования американским правительством. А рекордный запуск был произведен в самый последний день работы этого реактора.

Источник: <http://www.dailytechinfo.org/>

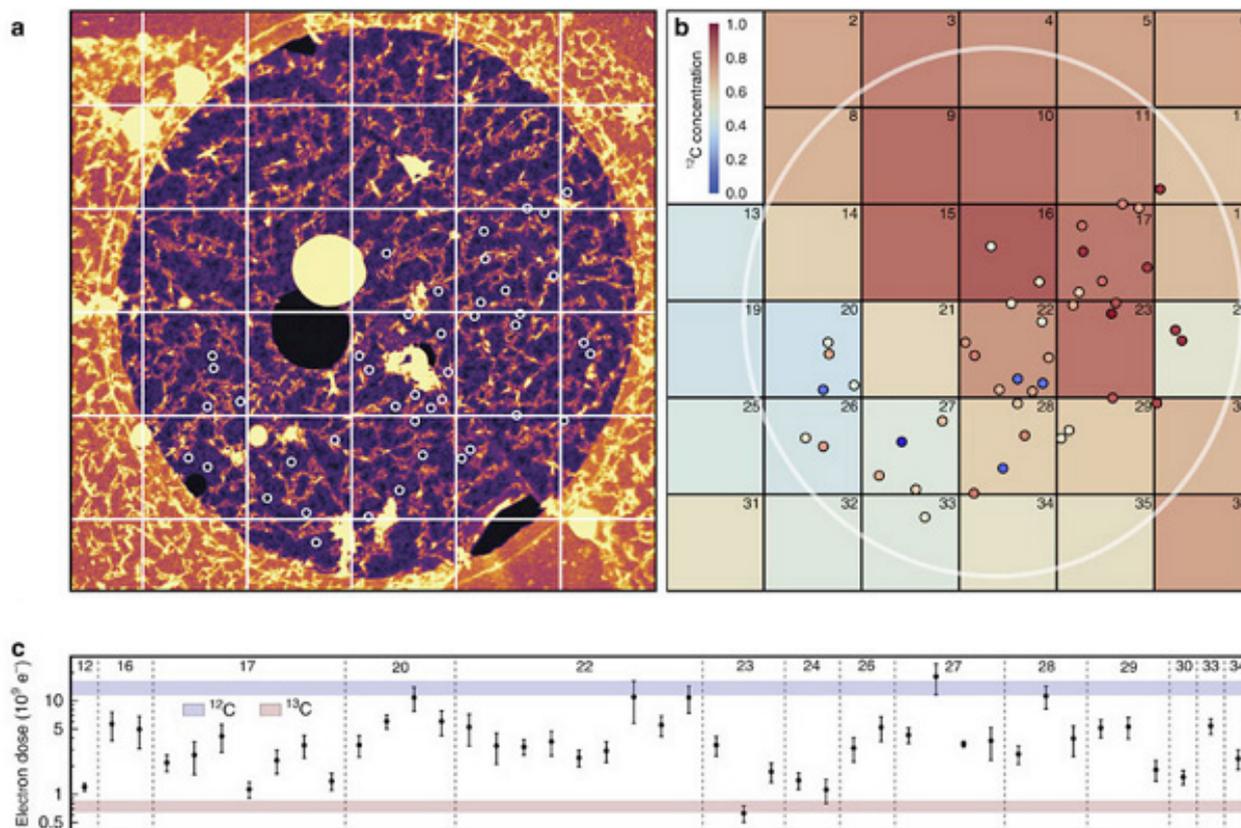
УЧЕНЫЕ НАУЧИЛИСЬ ВЗВЕШИВАТЬ АТОМЫ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА

Австрийские ученые разработали методику, позволяющую определять изо-топное распределение химических элементов в материале с помощью метода просвечивающей растровой электронной микроскопии.

К настоящему моменту авторы опробовали новый метод только на образцах графена, но в дальнейшем планируют применить его для исследования других двумерных объектов. Ученые утверждают, что, помимо удобства, разработанная ими методика позволяет достичь лучшего пространственного разрешения при изучении двумерных объектов по сравнению с другими методами. Работа опубли-

кована в журнале Nature Communications, краткое описание статьи доступно на сайте Венского университета.

В просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ) ультратонкий срез или пленка изучаемого вещества (до 0,1 микрометра толщиной) облучается пучком электронов определенной энергии. Расположенные за образцом различные детекторы собирают прошедший рассеянный пучок или электромагнитное излучение, которое возникает из-за взаимодействия электронов с образцом. Оснащенный несколькими детекторами ПЭМ позволяет не только строить изображение объекта, но и определять элементный состав



образца, кристаллическую структуру, наличие дефектов и т.д.

Основным отличием растрового ПЭМ (ПРЭМ) от обычного просвечивающего электронного микроскопа является наличие очень точной системы фокусировки электронного пучка, которая позволяет «сжать» его в точку с размерами меньше ангстрема, что сопоставимо с радиусами отдельных атомов. Перемещая электронный пучок и сопоставляя данные детекторов с его положением, можно получить изображение изучаемого объекта с очень высокой точностью.

Авторы новой работы использовали возможности сверхточной фокусировки ПРЭМ для других целей: ученые смогли определить распределение изотопов углерода в образце графена. Для этого точечный электронный пучок фокусировали на отдельном атоме углерода и ждали, пока рассеянной электронами энергии не станет достаточно, чтобы выбить этот атом из образца. Изотопу углерода ^{12}C требуется меньше энергии, чтобы «вылететь» из графенового листа, в отличие от более тяжелого ^{13}C . Таким образом, по необходимому для «выбивания» атомов среднему количеству электронов можно определить изотопный состав образца и, одновременно с этим, «используя» те же самые электроны, построить изображение объекта.

Чтобы «откалибровать» прибор, ученые изготовили несколько образцов графена: первый из чистого углерода ^{12}C , второй, состоящий полностью из тяжелого изотопа ^{13}C , и еще один смешанного состава. После серии измерений на «чистых» графеновых листах авторы методами математической обработки определили средние количества и скорости электронов, необходимые для «выбивания» конкретного

изотопа углерода. Свои вычисления ученые проверили методом рамановской спектроскопии, который также позволяет оценить изотопный состав по характерному виду спектров, однако с гораздо меньшим разрешением.

Авторы также провели сравнение нового метода с другими распространенными способами получения изображений пространственного распределения изотопов в образце. Так, некоторые виды масс-спектрометрии также позволяют извлечь подобную информацию. Для этого атомы из образца выбивают пучком ионов или испаряют лазером, а затем определяют их массу и заряд, пропуская пучок получившихся заряженных частиц через сложные магнитные системы и собирая данные об их пролете с помощью различных детекторов. Однако отделение сигналов ^{13}C от, например, $^{12}\text{C}^{1}\text{H}$ в масс-спектрометрии является нетривиальной задачей. Еще один метод определения изотопного состава – атомно-зондовая томография – позволяет строить трехмерные поатомные изображения образца, но может работать только с объектами определенной формы.

Основы электронной микроскопии заложили немецкие инженеры Макс Кнолль и Эрнст Руска еще в 1931 году. Метод был создан на замену оптической микроскопии, которая не позволяла получать изображения объектов меньше определенного размера из-за так называемого барьера Аббе, обусловленного длиной волны света. В 1986 году Эрнсту Руске за создание ПЭМ была присуждена Нобелевская премия по физике.

Екатерина Мумрофанова

По материалам сайта: <https://nplus1.ru>

СОЗДАН САМЫЙ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ МИКРОСКОП НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ

Любой человек, которому приходилось производить съемку камерой мобильного телефона в условиях плохой освещенности, знает, что в результате этого получаются низкокачественные «зернистые» снимки, сильно зашумленные разными помехами. Ученые, пытающиеся получить снимки различных биологических объектов, сталкиваются точно с такими же проблемами. Это происходит потому, что подобные съемки проводятся при слабом освещении, что позволяет избежать повреждения тонких и хрупких объектов съемки. А по полученным зернистым изображениям можно выяснить очень мало, особенно когда дело касается запутанных белковых молекул или внутренних клеточных структур.

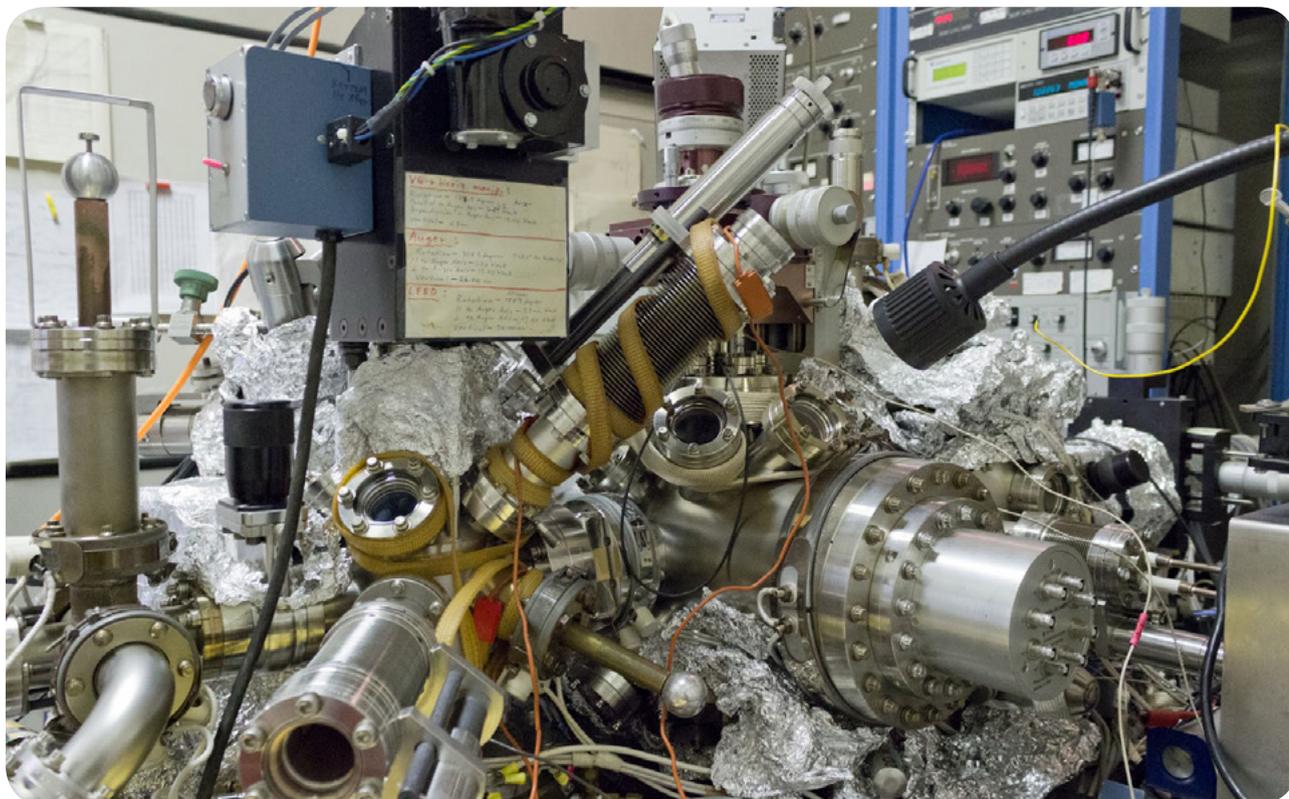
Эффект, который приводит к зернистости и зашумленности снимка при низкой освещенности, возникает из-за собственных тепловых шумов фотосенсора камеры, в которых буквально «тонут» полезные сигналы. Ученые из Стэнфордского университета нашли достаточно изящное решение проблемы, которое было реализовано в виде так называемой технологии «многопроходной микроскопии». Эта технология съемки позволяет рассмотреть белки и другие элементы живых клеток с более высокой четкостью,

нежели это обеспечивают любые другие методы.

«Если вы вынуждены работать в условиях недостаточной освещенности, то шумы и помехи ограничивают количество полезной информации, которую можно почерпнуть из снимка, – рассказывает Томас Джуффман (Thomas Juffmann), один из членов группы, возглавляемой профессором Марком Касевичем (Mark Kasevich), – Однако, зашумление снимка – это не фундаментальное явление, он не накладывает на процесс съемки никаких ограничений и его можно обойти достаточно простым способом».

В оптических микроскопах фотоны света, пропущенные через исследуемый образец, попадают на поверхность светочувствительного датчика только один раз. Стэнфордские ученые предположили, что лучших результатов можно добиться, если получится заставить каждый из фотонов воздействовать на датчик по нескольку раз. Для того чтобы реализовать это на практике, ученые придумали уловку, позволяющую освещать образец его же изображением, полученным на предыдущем проходе.

«В некотором роде это походит на многократную съемку одного и того же объекта, – рассказывает Брэннон Клопфер



(Brannon Klorfer), – вы берете первое из полученных изображений и освещаете им образец. Качество изображения увеличивается с каждым проходом съемки. И процесс повторяется до тех пор, пока качество изображения не станет удовлетворительным».

Многопроходная микроскопия является не единственным методом борьбы с зашумлением снимков при слабом освещении. Существует и другой метод, называемый квантовой микроскопией, в котором используются пары запутанных фотонов. Однако, в силу целого ряда причин технического и экономического плана метод квантовой микроскопии еще не нашел широкого распространения.

«Метод многопроходной микроскопии обеспечивает такое же качество снимка, как и квантовая микроскопия,

уже на втором проходе съемки» – рассказывает Томас Джуффман, – «Сейчас нам гораздо легче организовать 10 последовательных проходов света через образец, нежели чем создать квантовое состояние, в котором между собой запутаны сразу десять фотонов света».

В настоящее время область применения технологии многопроходной микроскопии ограничена областью оптических микроскопов. Однако стэнфордские ученые уже начали работу в направлении создания многопроходной электронной микроскопии, технологии, которая позволит без нарушений структуры производить высококачественную съемку молекул ДНК и белков с разрешающей способностью до атомарного уровня.

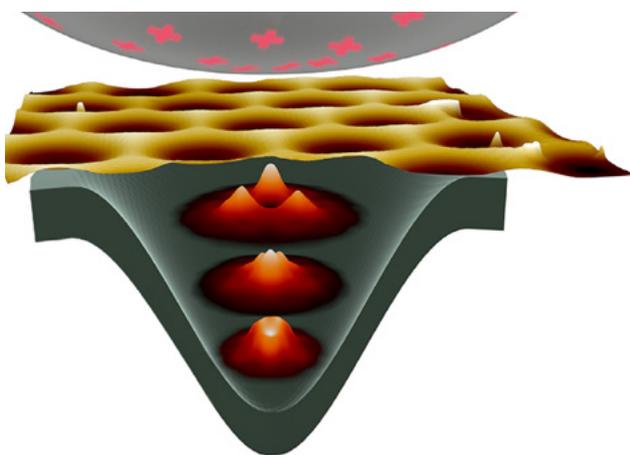
Источник: <http://www.dailytechinfo.org/news/>

УЧЕНЫМ УДАЛОСЬ СОЗДАТЬ «ГРАФЕНОВЫЙ» ИСКУССТВЕННЫЙ АТОМ

Электроны, заключенные в «тюрьму» крошечной квантовой ловушки, ведут себя совершенно по иному, нежели их свободные собратья. Они могут находиться только на строго определенных энергетических уровнях (в квантовых состояниях), подобно электронам оболочек атома, именно по этой причине такие электронные ловушки называют искусственными атомами. Эти искусственные атомы, в свою очередь, обладают рядом свойств, как совпадающими со свойствами обычных атомов, так и уникальных свойств, которые делают их необычайно полезными для применения в различных областях, в частности, в области квантовых

вычислений. И эти уникальные свойства проявляются с наибольшей силой у искусственного атома, изготовленного на базе графена учеными из венского Технологического университета, Австрия, института RWTH Ахен, Германия, и Манчестерского университета, Великобритания.

Искусственные атомы, создаваемые в материалах наподобие арсенида галлия, обладают способностью находиться только в двух энергетических состояниях. Однако, графеновые искусственные атомы, за счет высокого уровня симметрии кристаллической решетки графена, могут находиться в четырех квантовых состояниях. Это открывает новые пути



для реализации технологий хранения и обработки квантовой информации, однако, дело создания контролируемых в достаточной степени графеновых искусственных атомов является весьма и весьма сложным занятием.

Одним из распространенных путей создания искусственных атомов является заключение свободного электрона внутри тонкого слоя материала. Такой подход работает и в отношении графена, материала, изначально имеющего одноатомную толщину. Однако, симметрия кристаллической решетки графена нарушается на краях этого материала, которые не могут быть абсолютно гладкими по определению.

И это становится причиной, что вместо четырех, графеновый искусственный атом может находиться в обычных двух квантовых состояниях.

Поэтому путь заключения электронов внутри маленьких частиц плоской графеновой пленки не очень подходит для создания графеновых искусственных атомов. Для этого более подходит использование комбинации магнитных и электрических полей. При помощи наконечника туннельного микроскопа электрическое поле может быть сосредоточено в крошечной локальной области поверхности графена, создавая ловушку, способную удерживать низкоэнергетические электроны. А воздействие магнитного поля с определенными параметрами заставляет эти электроны вращаться по орбитам с очень малым радиусом.

Графеновые искусственные атомы демонстрируют ряд достаточно неординарных свойств. Электроны этих атомов сохраняются в состоянии квантовой суперпозиции в течение длительного промежутка времени, что делает их идеальным вариантом для работы в качестве квантовых битов, кубитов, квантовых вычислительных систем. Помимо этого, используя один и тот же метод можно создавать сколь угодно большое количество искусственных атомов на кристалле одного чипа, что позволит создавать квантовые процессоры, насчитывающие сколь угодно большое количество кубитов и обладающие поистине неограниченной вычислительной мощностью.

Источник: <http://www.dailytechinfo.org>

ИНОСТРАННЫЕ ТУРОПЕРАТОРЫ ГОТОВЯТСЯ К «ЭКСПО-2017»

Турагентства Южной Кореи приступают к подготовке к новому туристическому сезону. Главным событием следующего года однозначно станет международная выставка «ЭКСПО». Так считают работники отрасли, которые приняли участие в роуд-шоу. Интерес к презентации проявили ведущие туроператоры Кореи.

На встрече – около 70 представителей различных компаний. Подготовку к летнему сезону отпусков они, как правило, начинают заранее, следуя правилу «готовь телегу зимой». К площадкам международных выставок – всегда особое внимание. Поскольку иностранные турагентства серьезную часть своих доходов ежегодно получают благодаря организации туров в страну-хозяйку «ЭКСПО».

Роза Асанбаева, зам. директора департамента продвижения и туризма НК «Астана ЭКСПО-2017»:

– В прошлом году в рамках визита комиссара «ЭКСПО-2017» было подписано соглашение между НК «Астана ЭКСПО-2017» и Национальной организацией туризма Кореи. И мы в течение года очень много работали с ними и как результат - сегодняшнее роуд-шоу. Эти роуд-шоу они ждут. Все туроператоры мира заинтересованы в том, чтобы посылать своих туристов за новыми эмоциями и впечатлениями, и узнать о Казахстане больше, открыть Казахстан для своих клиентов. Естественно, для них это

очень важный сезон.

Проведение международных выставок - это всегда не только привлечение внимания к глобальным проблемам. Успех «ЭКСПО» измеряется количеством гостей. А их в Астане в 2017 году ожидается больше 3 миллионов. Гостиницы, рестораны, санатории, развлекательные центры, таксисты... и просто идейные и предприимчивые люди. При желании заработать сможет кто угодно и где угодно.

Для привлечения туристов компания «Астана ЭКСПО» совместно с турагентствами Казахстана разработала специальные пакеты. В период проведения выставки гости смогут побывать не только в Астане, но и выбрать дополнительные маршруты и направления. Размер прибыли для иностранных туроператоров будет зависеть от срока приобретения билетов: чем раньше их купить, тем выгоднее. Но больше всего от «ЭКСПО-2017» смогут заработать казахстанцы. Поскольку благодаря повысившейся конкурентоспособности национальной валюты Казахстан становится еще более привлекательным для иностранных туристов.

Сон Иг Гу, вице-президент туристической компании:

– Мне очень нравится Казахстан, я бывал там. По сравнению с другими государствами интерес к вашей стране у меня гораздо выше. Я бы хотел привлечь внима-



ние корейских туристов, чтобы как можно больше людей отправить в Казахстан в 2017 году. Также у меня появилась идея – отправлять на эту выставку корейских студентов во время каникул. Для того чтобы они получили опыт в сфере «зеленой» экономики и энергии будущего.

Пока в Астане достраивают ЭКСПО-городок, казахстанские туркомпании вовсю зазывают в столицу иностранных гостей. С коллегами они обсуждают все детали партнерства

– стоимость билетов, удобство транспортных маршрутов, условия проживания, интересные и познавательные экскурсии. Серия роуд-шоу продолжится и в других странах. Ведь от подобных презентаций и встреч B2B зависит, станет ли в итоге Казахстан в следующем году мировым центром туризма.

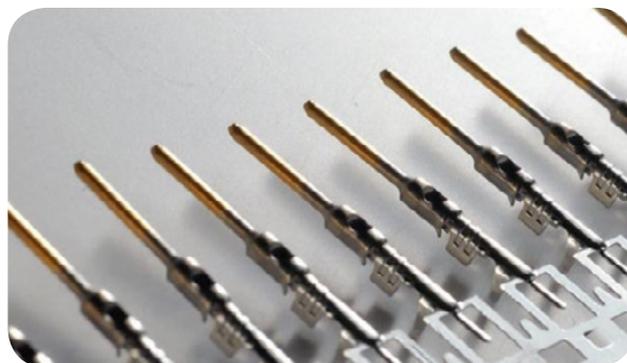
Автор: Айгерим Уразалиева, Сеул, Корея.

Источник: ТК «Хабар 24»

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ХРОМА СОЗДАНЫ В КАЗНУ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ

Технология получения композиционных электролитических покрытий на основе хрома разработана учеными НИИ экспериментальной и теоретической физики КазНУ им. Аль-Фараби. В качестве армирующей фазы используется нанопорошок белой сажи, придающий защитным покрытиям улучшенные эксплуатационные свойства и продлевающий ресурс работы оборудования в коррозионной среде в 2,5-3,7 раза. Руководитель темы, г.н.с. доктор физ.-мат. наук, профессор Г.Ш. Яр-Мухамедова.

Разработанные наноструктурированные композиционные электролитические покрытия (нано-КЭП) позволили создать оптимальные составы хромовых электролитов, где в качестве дисперсной фазы использовали белую сажу SiO_2 . Область применения – химическое, нефтегазовое и тяжелое машиностроение, ремонтно-восстановительное производство. Разработанная технология рекомендована для внедрения на СП «Казэлектропривод», на ТЭЦ-1 г.



Алматы, а также в научно-производственных предприятиях и компаниях, работающих в области машиностроения, ремонтно-восстановительного производства.

Источник: Отдел по связям с общественностью АО «НЦНТИ»

60-Я СЕССИЯ ГЕНЕРАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МЕЖДУНАРОДНОГО АГЕНТСТВА ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ (МАГАТЭ)



Делегации 164 государств-членов с 26 сентября по 30 сентября 2016 года рассмотрели ежегодный доклад МАГАТЭ и доклад о физической ядерной безопасности, а также отчетность, программу и бюджет Агентства. В центре внимания Генеральной конференции находились вопросы, касающиеся перспектив развития ядерной энергетики, укрепления международного сотрудничества в области ядерной и радиационной безопасности, мирного использования ядерной энергии, ядерных технологий и их применения, технического сотрудничества, повышения действенности и эффективности гарантий.



Постоянный представитель РК при международных организациях в Вене, Посол Казахстана в Австрии Кайрат Сарыбай возглавил делегацию РК, в состав которой вошли представители МЭ РК, АО НАК «Казатомпром», Национального ядерного центра и других организаций.

От Национального ядерного центра приняли участие: Эрлан Батырбеков, генеральный директор РГП НЯЦ РК, Владимир Витюк, начальник лаборатории филиала «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК, Жанат Байгазинов, начальник группы эпидемиологических исследований филиала «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК.

В заявлении главы казахстанской делегации Кайрата Сарыбая отражены достижения нашей страны в области нераспространения ядерного оружия, эффективное сотрудничество между РК и МАГАТЭ в сфере мирного использования ядерной энергии. Внимание государств-членов МАГАТЭ было привлечено к инициативам Президента Казахстана Нурсултана Назарбаева в сфере ядерного нераспространения. Участники мероприятия были проинформированы о реализации проекта Банка низкообогащенного урана МАГАТЭ в РК.

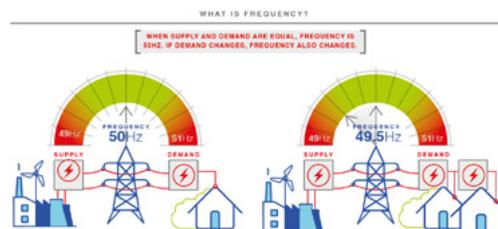
Делегация РК провела встречи с представителями Европейского Союза, Ирана, Индии, России, Аргентины, Монголии, в ходе которых был затронут широкий круг вопросов сотрудничества.

На весь период Генеральной конференции в Венском отделении ООН была развернута выставка АО НАК «Казатомпром» и Национального ядерного центра РК.

РАЗРАБОТАНА И ИСПЫТАНА ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СЕТИ

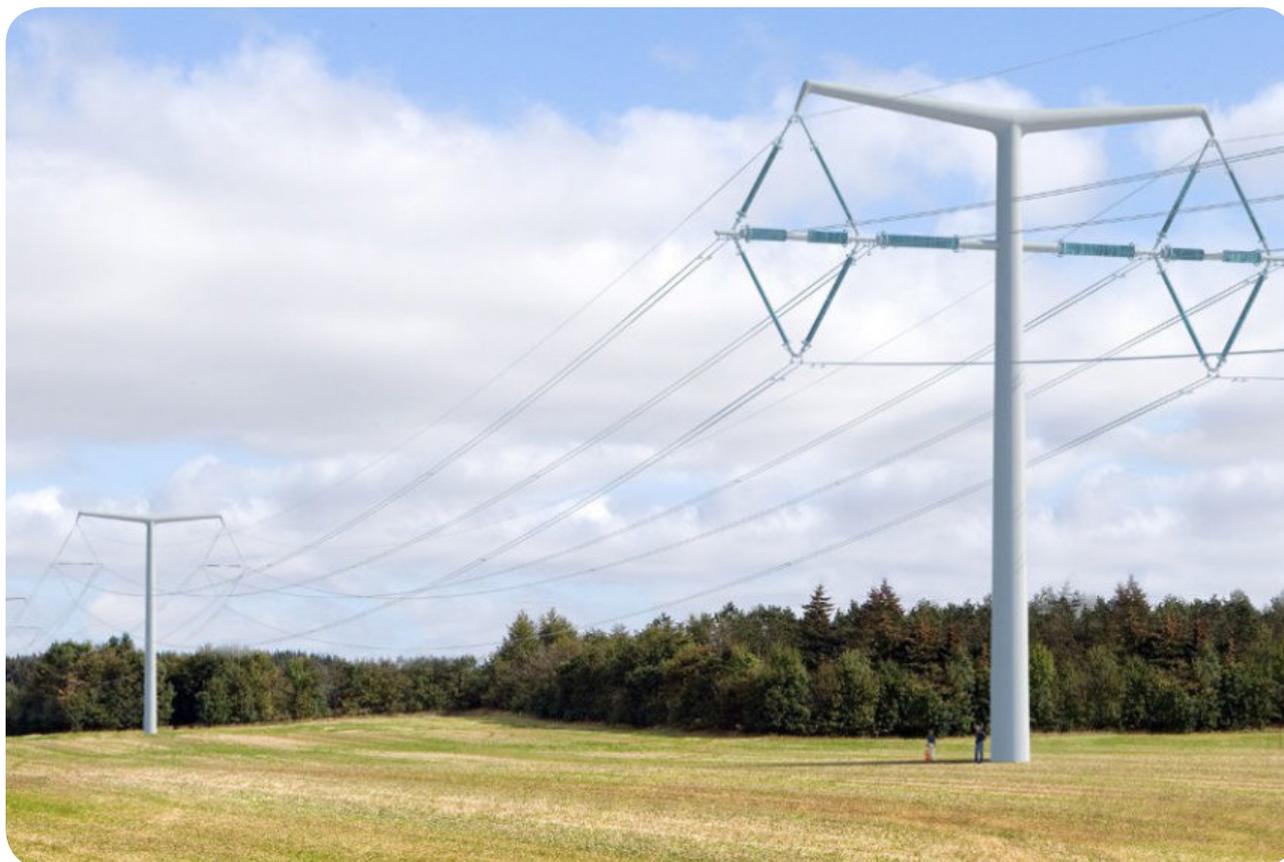
Группа специалистов британской компании Reactive Technologies (RT), работавшая совместно с учеными из нескольких научных учреждений, закончила разработку и провела испытания новой и первой в своем роде коммуникационной системы Grid Data and Measurement System (GDMS), которая в качестве среды для передачи данных использует глобальные энергетические сети национального масштаба. Во время испытаний были задействованы 20 приемников, установленных в различных местах Великобритании, и при их помощи было успешно получено 100 процентов от всех переданных в сеть информационных пакетов.

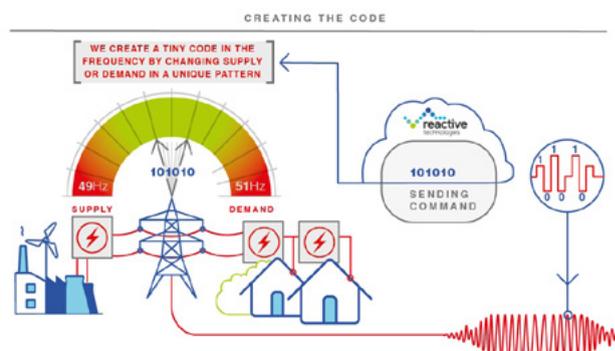
Конечно, технологии передачи данных по энергетическим сетям не могут обеспечить таких скоростей, как традиционные технологии, использующие оптические, радио- и спутниковые каналы. Однако в данном случае для развертывания инфраструктуры не требуется прокладки новых линий и установки большого количества дополнительного оборудования. Да и задачи, решаемые системами передачи данных на базе энергетических сетей несколько иные, эти сети являются одной из составных частей «умных» глобальных энергетических систем, умеющих быстро реагировать на изменения текущей обстановки.



Внедрение «умных» энергетических систем позволит сгладить пики в потреблении энергии, которые сильно нагружают сети и заставляют использовать дополнительные пиковые генераторы, работающие, как правило, на природном газе или другом топливе.

Умные системы могут добиться сглаживания пиков потребления энергии несколькими путями. Основным из этих путей является регулирование работы потребительских устройств. К примеру, в часы пик все холодильники, морозильные камеры и кондиционеры могут получить команду на повышение регулируемой температуры всего на половину градуса. А отопительные и водонагревательные приборы





будут работать на полную мощность в середине ночи, когда нагрузка на сети минимальна.

Такие небольшие изменения в работу бытовых электрических приборов могут дать весьма и весьма значительный результат с учетом их количества. Согласно оценкам комиссии UK government's National Infrastructure Commission (NIC) «умная» энергетическая система позволит ежегодно сэкономить энергию, стоимость которой составляет 9,8 миллиардов долларов. И это достаточно ощутимо для страны с населением 64 миллиона человек.

Источник: www.dailytechinfo.org

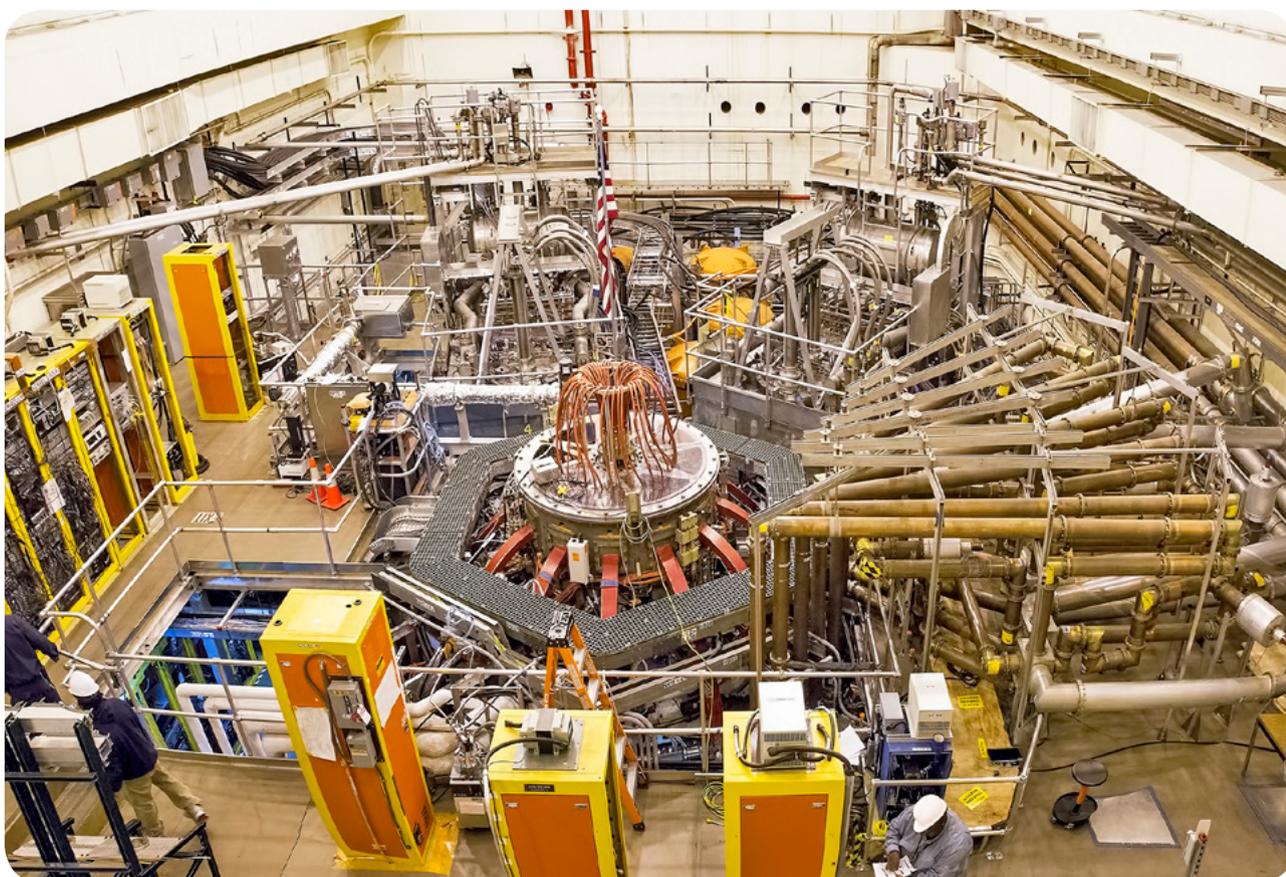
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РЕАКТОР ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА NSTX-U ВЫШЕЛ ИЗ СТРОЯ ПОСЛЕ 100-МИЛЛИОННОГО АПГРЕЙДА

Экспериментальный реактор термоядерного синтеза NSTX-U, находящийся в ведении ученых из Принстонского университета вышел из строя спустя небольшой промежуток времени после окончания его модернизации, которая заняла 4 года времени, и на которую было потрачено 94 миллиона американских долларов. Во избежание более серьезных поломок принстонские ученые полностью остановили работу реактора NSTX-U (National Spherical Torus Experiment

Upgrade) после того, как было обнаружено неправильное функционирование одной из катушек электромагнитов этой невероятно сложной установки.

Реактор NSTX-U начал работать после модернизации в декабре прошлого года на низком уровне мощности. Эти эксперименты дали ученым в руки массу «высококачественной и важной научной информации». Но, спустя 10 недель после начала функционирования, при проведении попыток





по увеличению мощности реактора, ученые из Принстонской лаборатории физики плазмы (Princeton Plasma Physics Laboratory – PPPL) обнаружили аномалии в работе одной из катушек и приняли решение об остановке работы реактора.

Исследования дефектной катушки показали, что причиной ее неправильного функционирования является недостаточное качество меди, из которой изготовлена ее обмотка. «Люди очень часто допускают ошибки. И вся мировая программа исследований термоядерного синтеза также является путем проб и ошибок» – рассказывает Стивен Дин (Stephen Dean), глава некоммерческого фонда исследований термоядерного синтеза, – «Данной ошибки можно было избежать путем выполнения более тщательных проверок и анализа на завершающем этапе процесса модернизации реактора».

«Мы тщательно исследовали дефектную катушку и не нашли ни малейших отклонений от технических требований, согласно которым она изготавливалась. Более того, в ее

обмотках использован тот же самый сорт меди, что и в обмотках других катушек, которые работают должным образом» – рассказывает Джонатан Менард (Jonathan Menard), руководитель программы NSTX-U, – «Вполне вероятно, что причиной неправильной работы катушки является какой-то производственный дефект, на настоящий момент мы еще не имеем точного объяснения произошедшему. Так же еще неизвестно, в какую конечную сумму выльется восстановление реактора, мы можем лишь сказать, что на возобновление его работы уйдет не менее одного года».

Несмотря на то, что реактор NSTX-U был остановлен в июле этого года, этот факт всплыл только в конце сентября после отставки директора лаборатории PPPL Стюарта Прэджера (Stewart Prager). Со слов Стюарта Прэджера вопрос об его отставке был решен еще до остановки реактора, а повторный запуск реактора будет проводиться уже под руководством его преемника.

Источник: www.dailytechinfo.org



The background is an abstract, dynamic composition of flowing golden liquid. The liquid forms thick, curved ribbons and pools, creating a sense of movement and depth. The lighting is dramatic, with bright highlights on the liquid's surface and deep shadows in the recesses, giving it a metallic, shimmering appearance. The overall color palette is dominated by various shades of gold, from bright yellow to dark, almost black, tones.

**АСТАНА.
ЭКСПО-2017**





Термоядерный синтез



В Национальном ядерном центре РК идут работы по завершению строительства Казахского материаловедческого термоядерного реактора токамака КТМ, на котором будут проводиться материаловедческие исследования по различным проблемам управляемого термоядерного синтеза.

На сегодняшний день комплекс токамака КТМ реализован на 80%, что позволило провести пробный запуск установки КТМ в 2010 году. Финансирование реализации оставшихся работ по проекту создания комплекса КТМ осуществляется за счет средств республиканского бюджета.

Ввод токамака КТМ в эксплуатацию планируется в 2017 году. Этот проект станет одним из главных экспонатов предстоящей выставки «Астана Экспо-2017».

Бурный рост производства и населения на Земле приводит к увеличению потребности в энергии. Современные способы удовлетворения потребности в энергии в подавляющем большинстве основаны на сжигании органического сырья. По мнению многих учёных органическая энергетика уже к середине XXI века может столкнуться с серьёзным кризисом. И связан этот кризис будет не только с исчерпанием ресурсов, но и с экологическими проблемами выбросов вредных продуктов от сжигания органического сырья. Поиски решения надвигающегося кризиса в энергетике привели к исследованиям в области управляемого термоядерного синтеза. Идеи использования энергии управляемых термоядерных реакций высказывались давно, однако совсем недавно, после проведения множества исследований, появились обоснованные надежды на возможность успешного решения этой задачи.

Наверно, без преувеличения можно утверждать, что одним из самых распространённых превращений элементов во Вселенной является реакция термоядерного синтеза. Протекают такие реакции в звёздах.

Звезда начинает свою жизнь как холодное разряжённое облако межзвёздного газа, сжимающееся под действием собственного тяготения и постепенно принимающее форму шара. При сжатии энергия гравитации переходит в тепло, и температура объекта возрастает. Когда температура в центре достигает 15—20 миллионов К, начинаются термоядерные реакции и сжатие прекращается. Объект становится полноценной звездой.

К 1939 году было установлено, что источником звёздной энергии является происходящий в недрах звёзд термоядерный синтез. Большинство звёзд испускают излучение потому, что в их недрах четыре протона соединяются через ряд промежуточных этапов в одну альфа-частицу. Это превращение может идти двумя основными путями, называемыми протон-протонным, или p-p-циклом, и углеродно-азотным, или CN-циклом. В мало массивных звёздах энерговыделение в основном обеспечивается первым циклом, в тяжёлых - вторым. Запас ядерного топлива в звезде ограничен и постоян-



но тратится на излучение. Процесс термоядерного синтеза, выделяющий энергию и изменяющий состав вещества звезды, в сочетании с гравитацией, стремящейся сжать звезду и тоже высвобождающей энергию, а также с излучением с поверхности, уносящим выделяемую энергию, являются основными движущими силами звёздной эволюции.

Протекающие в звёздах реакции являются источником громадной энергии. Стоит отметить, что протон-протонные реакции синтеза, идущие в звёздах, не рассматриваются как перспективное термоядерное горючее. Для удовлетворения энергетических потребностей на Земле представляют интерес следующие ядерные реакции для управляемого термоядерного синтеза:

Реакция	Энергетический выход, q , (МэВ)
$D + T = He^4 + n$	17.6
$D + D = He^3 + n$	3.27
$D + D = T + p$	4.03
$D + He^3 = He^4 + p$	18.4
$p + B^{11} = 3He^4$	8.7
$Li^6 + n = He^4 + T$	4.8
$Li^7 + n = He^4 + T + n$	- 2.47

Все приведенные реакции, кроме последней, происходят с выделением энергии в виде кинетической энергии продуктов реакций, q , которая указана в скобках в единицах миллионов электронвольт (МэВ), ($1 \text{ эВ} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 11600 \text{ К}$). Две

последние реакции играют особую роль в управляемом термоядерном синтезе - они будут использоваться для производства трития, которого не существует в природе.

Установлено, что смесь двух изотопов, дейтерия и трития, требует меньше энергии для реакции синтеза по сравнению с энергией, выделяемой во время реакции. Однако, хотя смесь дейтерия и трития (D-T) является предметом большинства исследований синтеза, она в любом случае не является единственным видом потенциального горючего. Другие смеси могут быть проще в производстве; их реакция может надёжнее контролироваться, или, что более важно, производить меньше нейтронов. Особенный интерес вызывают так называемые «безнейтронные» реакции, поскольку успешное промышленное использование такого горючего будет означать отсутствие долговременного радиоактивного загрязнения материалов и конструкции реактора, что, в свою очередь, могло бы положительно повлиять на общественное мнение и на общую стоимость эксплуатации реактора, существенно уменьшив затраты на вывод из эксплуатации и утилизацию. Проблемой остаётся то, что реакцию синтеза с использованием альтернативных видов горючего намного сложнее поддерживать, потому D-T реакция считается только необходимым первым шагом.

В результате расчётов и исследований было установлено, что DT-реакции более легко осуществимы – они требуют существенно меньшей температуры плазмы, чем DD-реакции и накладывают менее жесткие условия на ее удержание. Современная термоядерная программа нацелена на осуществление управляемого DT синтеза.

Таким образом, управляемые термоядерные реакции, в принципе, возможны и основная задача термоядерных



исследований - это разработка практического устройства, которое могло бы конкурировать экономически с другими источниками энергии.

Все изобретенные за 50 лет устройства можно разделить на два больших класса:

- 1) стационарные или квазистационарные системы, основанные на магнитном удержании горячей плазмы;
- 2) импульсные системы.

В первом случае, плотность плазмы невелика и критерий Лоусона достигается за счет хорошего удержания энергии в системе, т.е. большого энергетического времени жизни плазмы. Поэтому, системы с магнитным удержанием имеют характерный размер плазмы порядка нескольких метров и относительно низкую плотность плазмы, $n \sim 10^{20} \text{ м}^{-3}$ (это примерно в 10^5 раз ниже, чем плотность атомов при нормальном давлении и комнатной температуре).

В импульсных системах критерий Лоусона достигается за счет сжатия термоядерных мишеней лазерным или рентгеновским излучением и создания смеси с очень высокой плотностью. Время жизни в импульсных системах мало и определяется свободным разлетом мишени. Основная физическая задача в этом направлении управляемого термоядерного синтеза, заключается в снижении полной энергии взрыва до уровня, который позволит сделать практический термоядерный реактор.

В закрытых стационарных или квазистационарных системах, основанных на магнитном удержании горячей плазмы, таких как в ТОКАМАК или СТЕЛЛАРАТОР, хорошее

удержание плазмы обеспечивается наличием замкнутых магнитных поверхностей. В открытых системах удержание частиц в направлении вдоль магнитного поля достигается за счет создания магнитных или электростатических пробок на концах магнитных ловушек.

Уже известно, что среди систем для магнитного удержания плазмы, в настоящее время, лидируют ловушки с замкнутыми магнитными поверхностями – ТОКАМАКИ и СТЕЛЛАРАТОРЫ. Следующим шагом в этом направлении будет экспериментальная машина, обладающая всеми чертами термоядерного реактора и способная работать в режиме термоядерного горения. Подобная установка – уникальный ТОКАМАК ИТЭР (ITER) будет введена в эксплуатацию в 2025 году в городе Кадараш (Франция).

Вместе с этим, в настоящее время в мире активно ведутся исследования и концептуальное проектирование перспективных термоядерных источников нейтронов (ТИН) и демонстрационных термоядерных электростанций (ДЕМО) на основе токамака.

В современной стратегии развития управляемого термоядерного синтеза (УТС) акцент делается на ускоренное проектирование и сооружение гибридных установок синтеза-деления.

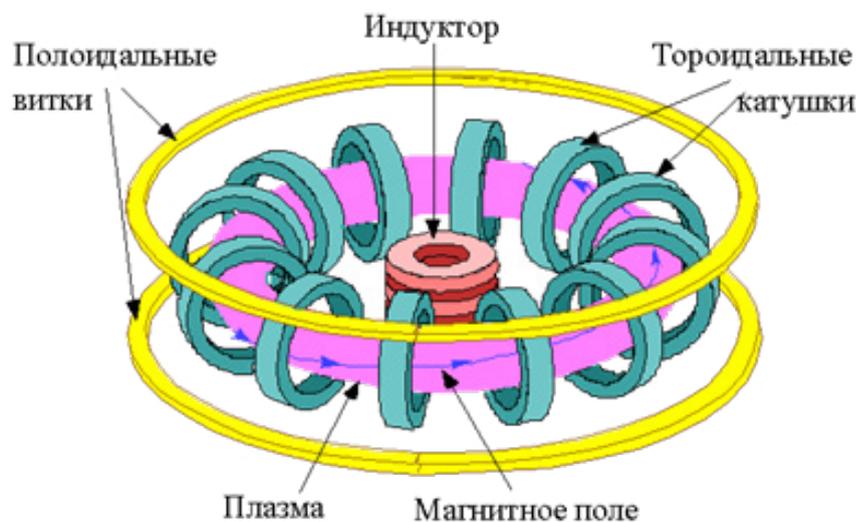
В чисто термоядерной установке, работающей в режиме с $Q > 1$, требования к физическим параметрам плазмы (плотности n , температуре T , времени удержания энергии) довольно высоки. Они могут быть существенно снижены при переходе к гибридным системам синтеза-деления, где



основная часть энергии производится в так называемом ядерном blankets с топливом, которое может содержать сырьевые нуклиды, такие, как ^{232}Th , ^{238}U , топливные нуклиды (^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu), минорные актиниды (Np, Am, Cm), продукты деления и трансмутации. При использовании ядерного blankets снижается и «цена» нейтронов. Термоядерные источники нейтронов – гибридные реакторы на основе токамака уже в обозримом будущем могут быть эффективно использованы для наработки делящегося ядерного топлива

из природных изотопов ^{238}U и ^{232}Th и для трансмутации долгоживущих нуклидов из отработанного ядерного топлива, что позволит приблизить атомную энергетику к замкнутому ЯТЦ, а так же начать решать серьезные экологические и энергетические проблемы человечества.

Слово «ТОКАМАК» – это сокращение слов Тороидальная Камера, Магнитные Катушки, которые описывают основные элементы этой магнитной ловушки, изобретенной А.Д. Сахаровым в 1950 году.



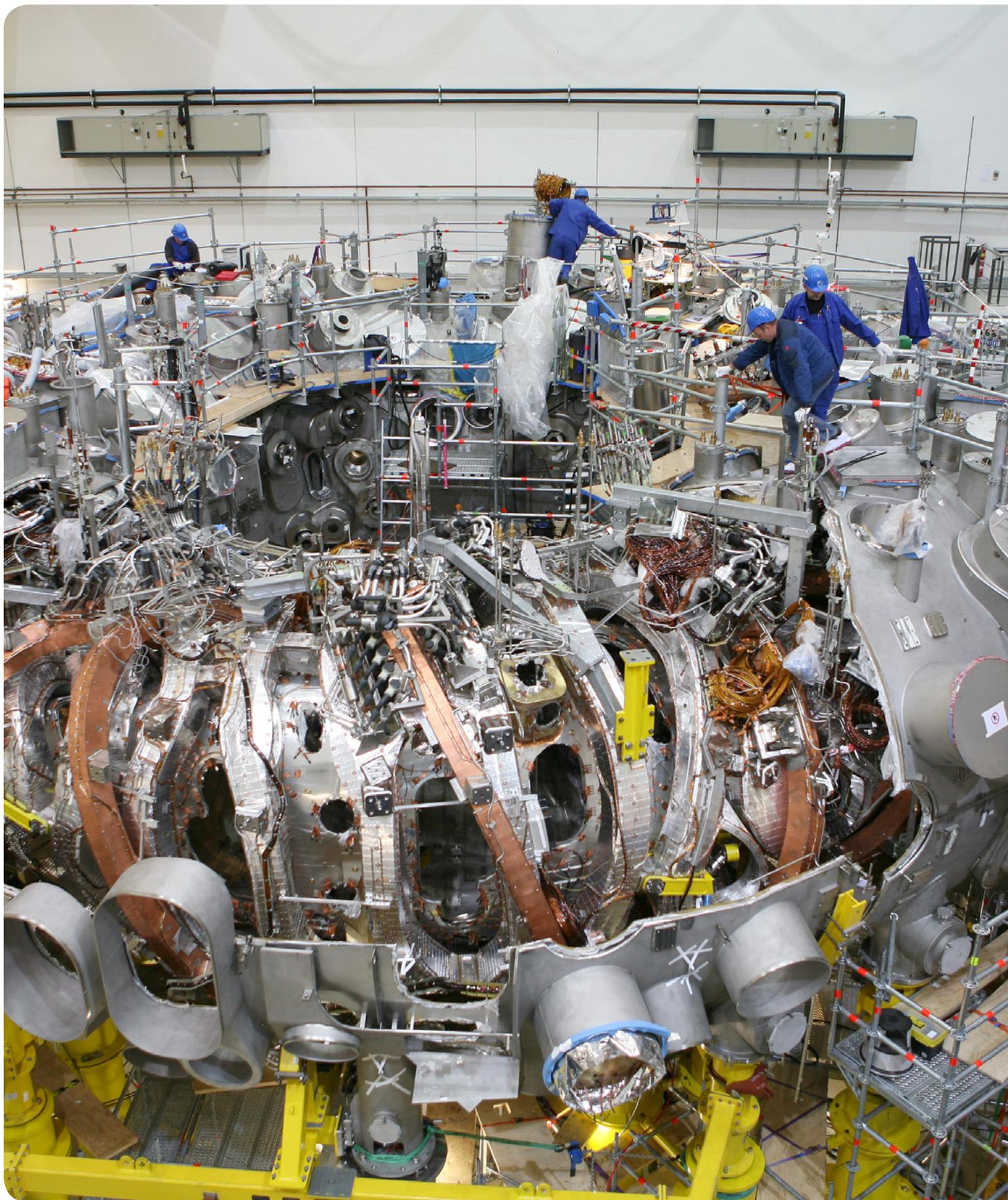
Основное магнитное поле в тороидальной камере, содержащей горячую плазму, создается тороидальными магнитными катушками. Существенную роль в равновесии плазмы играет плазменный ток, который протекает вдоль тороидального плазменного шнура и создает полоидальное магнитное поле, B_p , направленное вдоль малого обхода тора. Результирующее магнитное поле имеет силовые линии в виде бесконечных спиралей, охватывающих центральную линию плазменного тора – магнитную ось. Таким образом, силовые линии магнитного поля образуют в ТОКАМАКе замкнутые, вложенные друг в друга тороидальные магнитные поверхности. Ток в плазме поддерживается вихревым электрическим полем, создаваемым первичной обмоткой индуктора. При этом, плазменный виток играет роль вторичной обмотки. Очевидно, что индукционное поддержание тока в ТОКАМАКе ограничено запасом потока магнитного поля в первичной обмотке и возможно лишь в течении конечного времени. Кроме тороидальных катушек и первичной обмотки индуктора в ТОКАМАКе должны быть полоидальные обмотки, которые нужны для поддержания равновесия плазмы и контроля ее положения в камере. Токи, текущие в полоидальных катушках создают электромагнитные силы действующие на плазменный ток и таким образом могут изменить ее положение в камере и форму сечения плазменного шнура.

Первый ТОКАМАК был построен в России в Институте атомной энергии им И.В. Курчатова в 1956 году.

Десять лет напряженных исследований и усовершен-

ствований этого устройства привели к существенному прогрессу в плазменных параметрах ТОКАМАКов. ТОКАМАК Т-3 получил к 1968 году температуру плазмы 0.5 кэВ и достиг $n_T = 5 \cdot 10^{17}$, что существенно превосходило параметры, достигнутые на других магнитных ловушках. С этого момента началось активное развитие этого направления и в других странах. В семидесятые года были построены ТОКАМАКи следующего за Т-3 поколения: Т-7, Т-10, Т-11 в СССР, PLT и DIII-D в США, ASDEX в Германии, TFR во Франции, JFT-2 в Японии и др. На ТОКАМАКах этого поколения были разработаны методы дополнительного нагрева плазмы, такие как инжекция нейтральных атомов, электронный и ионный циклотронный нагрев, различные плазменные диагностики и разработаны системы управления плазмой. В результате на ТОКАМАКах второго поколения были получены внушительные параметры плазмы: температура в несколько кэВ, плотности плазмы превышающие 10^{20} м^{-3} . Параметр n_T достиг величины $5 \cdot 10^{18}$. Кроме того, ТОКАМАК получил дополнительный, принципиально важный для реактора элемент – дивертор. С помощью токов в системе полоидальных витков силовые линии магнитного поля выводятся в современном ТОКАМАКе в специальную часть камеры.

Дивертор позволяет лучше контролировать потоки энергии из плазмы и уменьшать поступление примесей в плазму. Важным достижением этого поколения ТОКАМАКов было открытие режимов с улучшенным удержанием плазмы – H-моды.



В начале 80-х годов в строй вошло третье поколение ТОКАМАКов – машин с большим радиусом тора 2-3 м и плазменным током в несколько МА. Были построены пять таких машин: JET и TORUS-SUPRA в Европе, JT60-U в Японии, TFTR - в США и T-15 в СССР. Две из этих машин, JET и TFTR, предусматривали работу с тритием и получение термоядерного выхода на уровне $Q_{fus} = P_{синтез} / P_{затрат} = 1$.

ТОКАМАКИ T-15 и TORUS-SUPRA имеют сверхпроводящие магнитные катушки, подобные тем, которые будут нужны в ТОКАМАКе-реакторе. Основная физическая задача машин этого поколения заключалась в исследовании удержания плазмы с термоядерными параметрами, уточнении предельных плазменных параметров, получение опыта работы с дивертором и др. Технологические задачи включали в себя: разработку сверхпроводящих магнитных систем, способных создавать поле с индукцией до 5 Тл в больших объемах, разработку систем для работы с тритием, приобретение опыта снятия высоких потоков тепла в диверторе, разработку систем для дистанционной сборки и разборки внутренних узлов установки, совершенствование плазменных диагностик и др.

И хотя экспериментальная программа на этих ТОКАМАКах еще не закончена, это поколение машин, практически, выполнило поставленные перед ним задачи. ТОКАМАКИ JET и TFTR впервые получили большую термоядерную мощность DT-реакций в плазме, 11 МВт в TFTR и 16 МВт в JET.

Это поколение ТОКАМАКов достигло пороговой величины $Q_{fus} = 1$ и получило nE всего в несколько раз ниже, чем то, которое требуется для полномасштабного ТОКАМАКа-реактора. В ТОКАМАКах научились поддерживать стационарный плазменный ток с помощью ВЧ полей и нейтральных пучков. Была изучена физика нагрева плазмы быстрыми частицами и, в том числе, термоядерными альфа-частицами, изучена работа дивертора и разработаны режимы его работы с низкими тепловыми нагрузками. Результаты этих исследований позволили создать физические основы, необходимые для следующего шага - первого ТОКАМАКа-реактора, который будет работать в режиме горения.

В 1998 г был закончен инженерный проект ТОКАМАКа-реактора ИТЭР. Работы проводились совместными усилиями четырех сторон: Европы, России, США и Японии с целью создания первого экспериментального ТОКАМАКа-реактора, рассчитанного на достижение термоядерного горения смеси дейтерия с тритием.

ИТЭР будет обладать, уже, всеми основными чертами ТОКАМАКа-реактора. Он будет иметь полностью сверхпроводящую магнитную систему, охлаждаемый бланкет и защиту от нейтронного излучения, систему дистанционного обслуживания установки. Предполагается, что на первой стенке будут получены потоки нейтронов с плотностью мощности до 1 МВт/м^2 и полным флюенсом до $0.3 \text{ МВт} \times \text{лет/м}^2$, что позволит провести ядерно-технологические испытания материалов и модулей бланкета, способных воспроизводить тритий.

Основные параметры первого экспериментального термоядерного реактора-токамака ИТЭР

Большой / малый радиус плазмы (A / a)	6,2 м / 2 м
Конфигурация плазмы	С одним тороидальным дивертором
Плазменный объем	837 м ³
Ток в плазме	15 МА
Тороидальное магнитное поле на оси плазменного шнура	5.3 Тл
Полная мощность термоядерных реакций	500 (700) МВт
Нейтронный поток на первой стенке	до 1 МВт/м ²
Длительность горения в индуктивном режиме	> 400 с
Мощность дополнительного нагрева плазмы	73 МВт

Экспериментальная программа, которая будет продолжаться на этом экспериментальном реакторе около двадцати лет, позволит получить плазменно-физические и ядерно-технологические данные, необходимые для строительства в 2030–2035 г. первого демонстрационного реактора-ТОКАМАКа – DEMO, который уже будет производить электроэнергию. Основная задача ИТЭРа будет заключаться в демонстрации практичности реактора – ТОКАМАКа для производства электроэнергии.

В настоящее время полагают, что токамак с низким аспектным отношением (сферический токамак) представляет собой перспективный тип установок для получения термоядерного горения в компактной и простой системе, более дешевой, чем традиционные токамаки. Сферический токамак сочетает в себе преимущества сферомаков (компактность) и токамаков (улучшенное удержание плазмы). Эксперименты и теоретические исследования показали, что сферический токамак имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными токамаками: плазма в сферическом токамаке не подвержена срывам, имеет хорошую вертикальную устойчивость и обладает потенциалом для естественной диверторной конфигурации. Вычисления показывают возможность функционирования даже в отсутствие проводящей стенки для дополнительной устойчивости, большая часть тока может создаваться плазменным давлением, что ведет к возможности стационарных режимов работы без использования криогенных сверхпроводников. Для данного фактора устойчивости, благодаря низкому аспектному отношению и естественному высокому удлинению вакуумное тороидальное поле может быть на порядок меньше чем в традиционных токамаках с тем же плазменным током. Впечатляющие экспериментальные результаты и предварительное рассмотрение работы промышленного реактора указывают на то, что данный подход открывает сравнительно низкочастотный путь к термоядерной энергии.

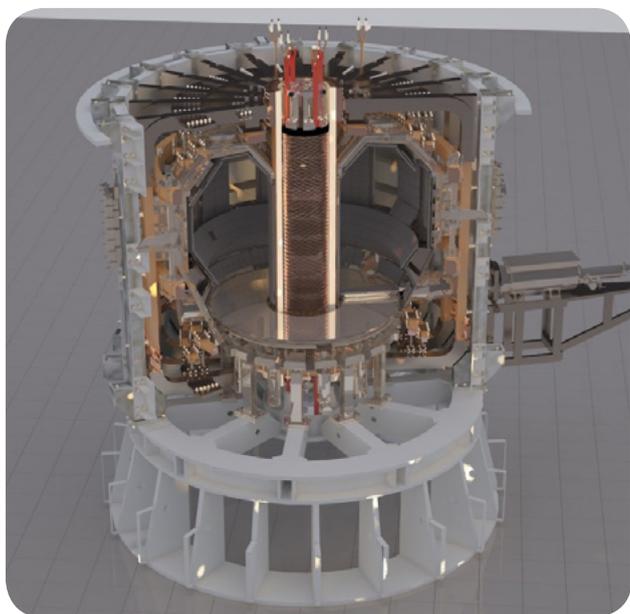


Одним из важных вопросов при строительстве ИТЭРа остаётся вопрос использования материалов для первой стенки и дивертора. Эти части ИТЭр будут наиболее подвержены тепловому и радиационному воздействию, и от их стойкости будет зависеть работа всего устройства. В настоящее время проведены различные расчёты и множество модельных экспериментов с материалами кандидатами для первой стенки и дивертора, получены обнадеживающие результаты, однако полномасштабных экспериментов на специализированной установке с параметрами воздействия тепловых потоков близких к тем, что будут в ИТЭР пока не проводилось. По этому, определяющим остаётся проведение экспериментальных исследований поведения кандидатных материалов первой стенки и дивертора в условиях воздействия тепловых нагрузок близких к тем, что будут в ИТЭР. Одной из таких установок является создаваемый в Республике Казахстан токамак КТМ (Казахстанский Токамак Материаловедческий).

Токамак КТМ реализуется в соответствии с решением Правительства Республики Казахстан в поддержку программы ITER, а так же для развития в РК современной науки и технологий, подготовки научных и инженерных кадров высокой квалификации. Его основная задача – проведение исследований материалов по взаимодействию их с высокотемпературной плазмой, для создания ответственных узлов и комплектующих будущих термоядерных реакторов, в том числе ITER.

Проект по созданию КТМ реализуется в тесном сотрудничестве с Российской Федерацией в рамках совместной программы научно-исследовательских работ в области мирного использования атомной энергии.

Заказчик проекта – Министерство энергетики РК. Генеральный конструктор токамака – НИИ электрофизической аппаратуры им. Ефремова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. В работе по созданию токамака КТМ участвует множество научных и производственных организаций России и Казахстана.



Уникальный проект КТМ позволит испытывать материалы под тепловой нагрузкой на них до 20 МВт/кв.м., что соответствует параметрам тепловых нагрузок ITER. Кроме того, оригинальные проектные решения КТМ позволят решать множество различных задач как плазмофизического так и инженерно-технического характера.

По своей конструкции токамак КТМ относится к новому типу токамаков – сферическим токамакам. Основное отличие токамака КТМ от аналогичных установок – наличие транспортно-шлюзового устройства, через которое возможна замена исследуемых образцов в кратчайшие сроки, без разгерметизации вакуумной камеры. Таким образом, токамак КТМ существенно экономит время, необходимое на перезагрузку образцов. Наряду с этим КТМ имеет специализированный диверторный стол для установки на нем образцов исследуемых материалов.

Основные параметры токамака КТМ:

Большой радиус плазмы R	0,9 – 1 м
Малый радиус плазмы a	0,2 – 0,45 м
Аспектное отношение A	2
Вытянутость k_{g5}	–0,01–0,1
Треугольность средняя $\Delta_{ср}$ на оси плазменного шнура	5,3 Тл
Вертикальное смещение магнитной оси Z_{axis}	0–0,3 м
Ток плазмы I_p	0,15–0,75 МА
Параметр β_p	0,1–0,15
Внутренняя индуктивность плазмы I_i	0,98–1,4
Мощность дополнительного нагрева P_{aux}	5–7 МВт
Длительность плато тока $\Delta t_{пл}$	до 5 с
Тороидальное магнитное поле $B_{то}$	1 Тл
Тепловая нагрузка на пластины дивертора	2–20 МВт/м ²

Денис Зарва, Александр Гулькин, РГП НЯЦ РК

Солнце работает без выходных

Энергию солнца «приручили» активисты Восточно-Казахстанской Ассоциации молодежных и детских организаций (АМДО). По их инициативе в Усть-Каменогорске на Комсомольском острове из экологически чистых материалов построен экологический дом – Экодом. Новое

жилье полностью автономно, тепло и электричество здесь берут у солнца. Ассоциация молодых стала, в сущности, ассоциацией «зеленых». «Зеленый офис» у них уже есть, вокруг него они намереваются построить еще и «Город Молодых».





Международная выставка ЭКСПО-2017 пройдет под девизом «Энергия будущего». Каждый регион страны, каждый город должен будет показать, что есть у него в активе на эту тему. Усть-Каменогорск, к примеру, представит в числе других проектов и Экодом.

Управляет им председатель областной Ассоциации молодежных и детских организаций Ольга Бобрышева.

– Солнце, ветер и вода работают без выходных, – с улыбкой говорит Ольга Бобрышева. – Вот почему экологи-

ческие идеи так нравятся всем. Идей таких много. Можно, к примеру, производить бутылки из водорослей, и они в отличие от пластиковой посуды будут легко разлагаться. Сегодня появляются экологические кафе, в которых используется посуда из вторичного сырья. А мы проводим тут исследования. Солнечная электростанция – это пока дорогая вещь, и мы должны выяснить, за какое время она может окупиться. Поэтому мы сейчас все замеряем, вычисляем, чтобы получить четкую картинку...

Суть и основные характеристики проекта Ассоциации молодежных и детских организаций «Оборудование образовательно-презентационной площадки – «зелёного офиса» на территории молодежного комплекса «Город Молодых»

В связи с проведением в Казахстане Международной выставки «ЭКСПО-2017» авторы проекта предполагают повышение интереса к доступным малым изменениям, способствующим улучшению экологического состояния окружающей среды.

Проектная документация многопрофильной инфраструктуры «Город молодых» на момент подачи заявки включает в себя несколько домов (Дом заботы, Бизнес-дом, Дом досуга, Зелёный дом) и сооружений (скалодром, роллер-дром, открытая эстрада и закрытый зал для массовых мероприятий) – на территории Левобережного открытого досугово-выставочного комплекса. Территория выбрана из расчёта посещаемости горожанами (на Левобережном комплексе в настоящее время функционирует этнодеревня, зоопарк, несколько кафе, Город мастеров и другие объекты досугового и просветительского назначения) и перспективно-го Плана застройки города до 2020 года.

Организация-заявитель (АМиДО ВКО), выступая консолидирующим звеном между молодёжной общественностью области и исполнительными органами, заинтересованная в создании единой молодёжной базы и участии в масштабном начинании, при поддержке Программы малых грантов Глобального экологического фонда рассчитывает внести свой вклад в развитие «Города Молодых», посредством приобретения оборудования и оснащения «зелёного офиса» в Зелёном доме. Так, индукционный котёл SAV-20 (20 кВт) установленный в Зелёном доме, позволит снизить энергетические затраты на отопление до 25%, а солнечная электростанция (СЭС – 3,2 кВт) и использование энергосберегающих ламп снизят энергопотребление в 4-5 раз.

Проект-презентация «зелёного офиса», будучи пилотным на территории области и осуществленный при активном участии молодёжной общественности, призван стать законодателем «зелёной моды», опережая события 2017 года, привлекая молодых людей к экологическим инициативам без нажима, на практическом примере.

Открытый демонстрационный доступ к «зелёному офису» и проведение в нем сопутствующих мероприятий позволят повысить осведомлённость общественности в отношении экотехнологий в целом; окажут позитивное влияние на партнёрскую деятельность и политический диалог, а также выступят своеобразным вкладом в создании благоприятной атмосферы для достижения устойчивого развития и решения экологических вопросов на национальном уровне.





Для ВКО характерно использование в основном гидро-электроэнергии (на территории ВКО действуют крупнейшие ГЭС: Бухтарминская, Шульбинская, Усть-Каменогорская, обеспечивая около 10% потребностей страны). Использование солнечной энергии в регионе незначительно, при том, что годовая длительность солнечного света составляет 2200—3000 часов в год, а оцениваемая мощность 1300—1800 кВт на 1 м² в год.

В Республике Казахстан, на сегодняшний день, созданы условия для внедрения энергосберегающих технологий и использования возобновляемых источников энергии.

Со стороны государственных органов – достигнута договоренность о начале строительства и выделения стартовых средств (в размере 100 млн. тенге), предоставлен необходимый земельный участок (в размере 23,8 га), определен подрядчик-застройщик.

Со стороны бизнес - структур интерес к проекту «Город

молодых» будет расти, в связи с тем, что застройка и перенесение городского центра планируется на левобережье Иртыша и функционирование объектов различного назначения будет выгодным вложением средств.

Ежегодно, до 2017 года «Город молодых» и дома в нём планируется оснащать технологическими, экологичными и/или другими новинками, которые будут выступать практическими и прикладными примерами для внедрения.

Оборудован «зелёный офис» солнечной электростанцией (СЭС – 3,2 кВт), солнечным водонагревателем (бак-термос 200 литров, насос циркуляции Grundfoss, блок автоматики), индукционным котлом SAV-20(20 кВт), для отопления помещения 300 кв м и энергосберегающими лампами Диора-40 ультраслим призма .

В итоге создана площадка для практической демонстрации и применения энергосберегающих технологий, посредством:

а) использования солнечной электростанции на 3,2 кВт, солнечного водонагревателя и индукционного котла, позволяющих экономить до 30% потребляемой энергии, необходимой для отопления помещения в работе «зеленого офиса»;

б) использования для освещения помещений энергосберегающих ламп Диора-40 ультраслим призма;

в) практического использования «зеленого офиса» как примера - в инфраструктуре молодежного комплекса «Город молодых» посредством его предоставления для проведения различных городских, областных и республиканских мероприятий.

Фото Алексея МАЗНИЦИНА
Усть-Каменогорск



Долгая дорога отечественного ветрогенератора

Научная работа жительницы Усть-Каменогорска Альмиры Жилкашиновой по созданию отечественных ветрогенераторов внесена в реестр казахстанских инноваций для отбора на ЭКСПО-2017. Она также стала победителем республиканского конкурса изобретателей «Шапағат-2015» в номинации «Женщина-изобретатель».

Альмира Жилкашинова кандидат физико-математических наук, заведует лабораторией энергосбережения и альтернативной энергетики, которая входит в состав Национальной лаборатории, а базируется в Восточно-Казахстанском государственном университете.

Известность изобретательнице из Восточного Казахстана принесли такие работы как «Ветровой генератор Бриз», «Ветровой генератор Близнецы», «Способ изготовления угольных электродов топливного элемента».

– В мире используется более 30 типов ветро-генераторов и более ста модификаций, – поясняет она. – Активно развивается как малая, так и большая ветроэнергетика. Казалось бы, покупай технологии и используй. Но Министерство образования и науки РК совсем не случайно выделило грант на разработку, создание и эксплуатацию эффективного отечественного ветрогенератора. Потому что он максимально должен быть приспособлен к местным условиям. Должен учитывать ветровую аэродинамику наших мест, температуру минус 40 градусов и так далее. Начав работать по данному

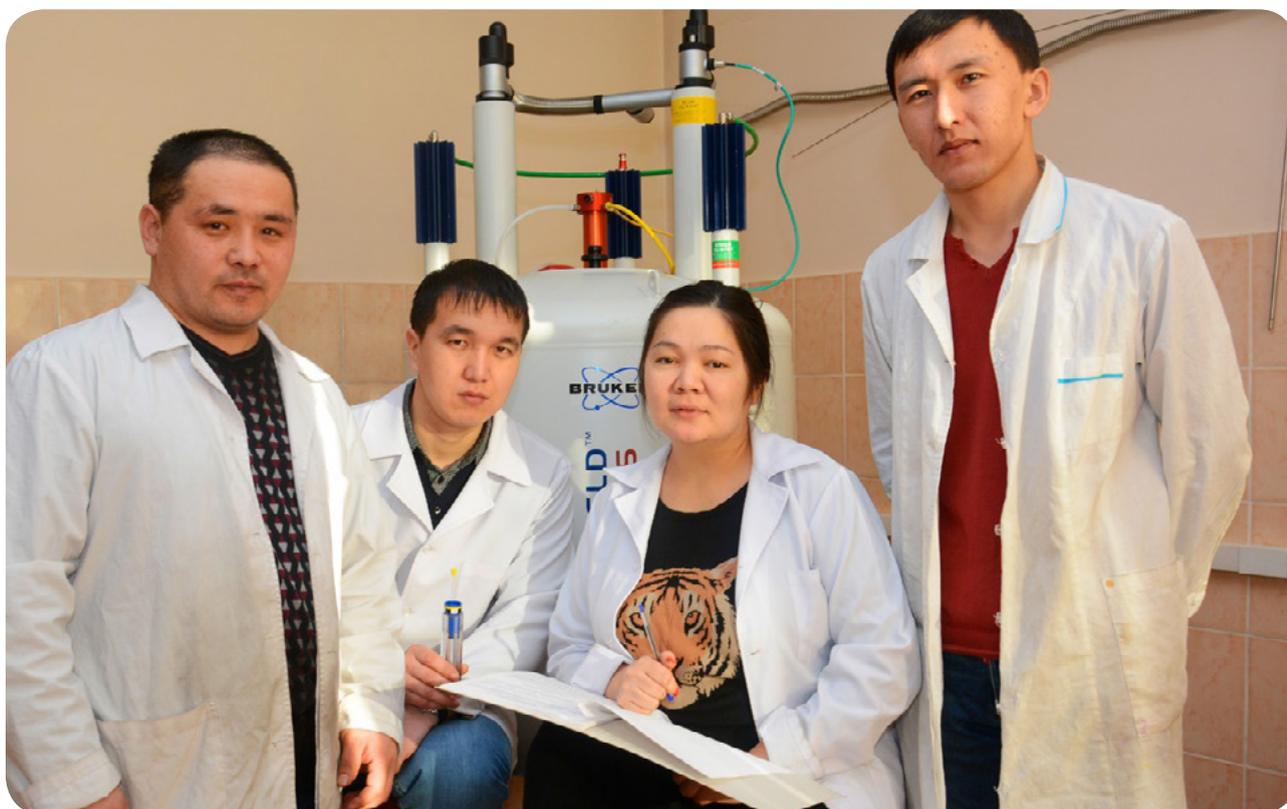
направлению, я быстро поняла, что нужно владеть информацией обо всех мировых достижениях в сфере ветроэнергетики. Специально для этого выучила английский. Начала подавать заявки. И скоро стала обладателем зарубежного гранта Британского совета, который позволил пройти научную стажировку в лаборатории возобновляемых источников Великобритании.

Известно, что женщины для достижения мечты могут гораздо сильнее проявить такие качества, как целеустремленность и последовательность. Эти-то качества и помогли Альмире Михайловне за счет грантов пройти научные стажировки не только в Великобритании, но и США, Австрии, Индии, Германии.

Вскоре ветрогенератор, создаваемый по гранту Министерства образования и науки РК, приобрел законченный вид, был выработан оптимальный вариант, приемлемый именно для нашего региона. Альмире хотелось, чтобы её установка показывала результаты здесь и сейчас, например, в учебной аудитории. Учитывая, что в условиях города ветровые потоки нестабильны и несильны, она применила лопасти, которые как бы ловят и усиливают ветровой поток.

Новые конструкторские решения были применены при компоновке узлов, в устройстве ветроголовки, изготовлении лопастей.

Опытный образец сегодня работает в одном из корпусов



ВКУ, он устойчиво обеспечивает светодиодным освещением две аудитории.

Но ветровые потоки в Восточном Казахстане могут быть и ураганными. Так, ветрогенератор, установленный возле Сибинских озер, ураган снёс и раскидал на большом расстоянии. Это чрезвычайное происшествие стало поводом для разработки системы защиты от стихии.

В команду «ветровиков», кроме Альмиры Жилкашиновой, объединились ученые четырех казахстанских вузов: КазНУ им.Аль-Фараби, КарГУ им. Е.Букетова, Кокшетауского ГУ им.Ш.Уалиханова, ВКУ им. С.Аманжолова. Каждый получил свою специализацию. Так, алматинцы углубленно изучают аэродинамику ветровых потоков, кокшетаусцы – материаловеда. Наша специализация – совершенствование электротехнической начинки. Основной же целью является изготовление опытного образца компактной трехэтажной

гибридной ветроэлектростанции (КТГВЭС), не имеющей аналогов в мире и укомплектованной отечественными составляющими, защищенными патентами Республики Казахстан.

Изделие будет готово к началу работы ЭКСПО-2017.

Подробнее о проблемах создания малых ветроустановок в Казахстане пишут в своей монографии ученые Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова Байшагиров Х.Ж., Есдавлетова К.Д., Казиева Д.Б.

В стране отдельными учеными разрабатывается несколько видов малых ветроустановок (МВЭУ) как с вертикальными, так и с горизонтальными осями вращения. К первой группе относятся разработки академика НАН РК Ершина Ш.А., академика НИА Болотова А.В., д.т.н. Буктукова С.Н., к.т.н. Кунакбаева Т.О. Ко второй группе относятся опытные образцы д.т.н. Камбарова М.Н., д.т.н. Байшагирова Х.Ж., д.т.н. Петрова В., д.ф.-м.н. Кусаинова К.К., к.ф.-м.н. Жилкашиновой Э.М и др. В работе приведены параметры отечественных МВЭУ.

В КазНУ им.Аль-Фараби, НИИ математики и механики академиком НАН РК, д.т.н., профессором Ершиным Ш.А. спроектирована и изготовлена действующая модель ветротурбины карусельного типа, могущая работать в режиме Дарье и Бидарье. Ветроэнергетическая установка Бидарье (ВЭУБ) обеспечивает выработку электроэнергии при скорости 5-15 м/с. Номинальная мощность 7 кВт достигается при скорости ветра 7-8 м/с. Аварийная остановка при 20 м/с, общая высота ВЭУ 10,6 м, масса 800 кг. ВЭУ устанавливается на легком фундаменте и дополнительно закрепляется с помощью тросовых растяжек. Вертикально-осевой ротор Бидарье состоит из двух коаксиальных валов, независимо вращающихся относительно друг друга в противоположных направлениях. Габариты роторов: мах наружного ротора – 2 м, длина лопасти – 4,5 м, мах внутреннего ротора – 1,7 м, длина лопасти – 4 м. Защищены патентами РК.

В Казахстане работает более 50 станций с ветровыми роторными турбинами – уникальной разработкой казахстанского ученого, д.т.н., профессора Алматинского университета энергетики и связи, академика Болотова А.В.

В её основе использована вертикально-осевая роторная турбина с двумя вращающимися в противоположных направлениях модулями. Такая конструкция может давать ток даже на низких скоростях ветра, при которых





пропеллерные станции не работают. Параметры ветровой роторной турбины Болотова: вес модуля – 750 кг, диапазон температур –40 – +40°С, мощность – 3-10 кВт, номинальная скорость – 12,3 м/с, особенности: высокая безопасность (нет вибраций, открытых движущихся частей), повышенный ресурс, надежность, срок эксплуатации 10+ лет, не зависит от направления ветра, работа в условиях турбулентности, модульность конструкции, низкие эксплуатационные расходы, синергетический эффект в комбинации с солнечными панелями.

Установка профессора Буктукова Н.С. (Институт горного дела МОН РК) может работать при любом направлении ветра и скорости от 3 до 60-80 м/с, все 300-330 дней в году. При этом цена её всего 5 тысяч долларов США. Так же, в отличие от дорогих зарубежных ветростанций, она имеет в комплекте генератор, мультиплексора, прибор управления аппаратурой, зарядку и устройство защиты аккумулятора. Простые подсчёты показывают, что стоимость казахстанского ноу-хау без учёта исполнительных механизмов дешевле в 4 раза виндоторных и в 7 раз – лопастных установок. У ветростанции Буктукова нет башни, и она проста в изготовлении. Кроме того, изобретение может одновременно выступать и в качестве маяка как в степях Казахстана, так и на островах. Она хороша тем, что при увеличении скорости ветра её лопасти сжимаются и приобретают форму трубы.

И скоростной диапазон её работы намного больше – от 3 до 70 м/с.

В КазНУ им.Аль-Фараби под руководством доцента кафедры механики Кунакбаева Т.О., академика НАН РК Отелбаева М., предложена компактная многоэтажная модель ветроэлектростанции (КМВЭ), которая имеет ряд преимуществ перед обычными ветроэлектростанциями, расположенными в один этаж на земле. КМВЭ представляет собой многоэтажную конструкцию, на этажах которой располагаются ветротурбины различного типа. Преимущества КМВЭ: экономия территории, стабильное использование энергии ветра, воздушный коридор между этажами. В 2013 году в рамках выполнения инновационного гранта МОН РК «Разработка, изготовление и экспериментальные исследования эффективности компактной ветроэлектростанции» будет изготовлен и испытан экспериментальный образец трехэтажной компактной ветроэлектростанции и он будет готов к внедрению в 2014 г.

В Кокшетауском госуниверситете им.Ш.Уалиханова был создан опытный образец композиционной ветроэнергетической установки с диффузором (ВЭУД). Разрабатываемая из стеклопластика ВЭУД будет экологически чистой, удобным в эксплуатации переносным источником электроэнергии. Испытания показали, что ВЭУД в два раза мощнее, чем ВЭУ без диффузора. Главная теоретическая идея подтвер-

дилась – диффузор эффективен. Параметры ВЭУД: масса – 95 кг, высота башни – 4 м, проектная мощность – 1 кВт, температурный режим от -50°C до $+80^{\circ}\text{C}$, длительность эксплуатации 20 лет, вырабатывает ток при скорости ветра 4-25 м/с. Монтаж (демонтаж) ВЭУД могут провести 3 работника в полевых условиях за 2-3 часа без подъемных устройств. С использованием ресурсосберегающей технологии переработки композиционных материалов были изготовлены из стеклопластика основные узлы и диффузор, благодаря которому увеличиваются длительность рабочего режима установки и география ее использования. Можно выделить также ее высокую мобильность, удобство в обслуживании, повышенные ремонтпригодность, стойкость к воздействию различных проявлений климата, безопасность при самом широком диапазоне использования, бесшумность работы, незначительная металлоемкость, привлекательность дизайна, отсутствие радиопомех и т.д. ВЭУД окупается за 4-5 месяцев при использовании ее совместно с насосом «Водолей-3» для подачи питьевой воды из скважины.

В лаборатории (Институт прикладной математики, г. Караганда) д.ф.-м.н. Кусаиновым К.К. велись научные исследования «Разработка ветродвигателя для малых скоростей ветра на основе вращающегося цилиндра переменного сечения». В широком диапазоне скорости набегающего потока (3-15 м/с), скорости вращения исследуемого тела, изменения геометрических параметров исследована подъемная сила, создаваемая эффектом Магнуса. Впервые установлены зависимости коэффициентов аэродинамической подъемной силы от скорости ветра, от скорости вращения цилиндров со сферическими торцами, от диаметра исследуемых тел. Определены диапазон оптимальных параметров, обеспечивающие стабильно максимальный коэффициент подъемной силы. Разработан и изготовлен макетный образец двухлопастного ветродвигателя с использованием в качестве источника автомобильного генератора мощностью 700 Вт. Впервые разработан и создан малооборотистый синхронный торцовый генератор для ветроэнергетических установок.

Профессором Камбаровым М.Н. (ТОО «Ecowatt») создана ВЭУ «Казканат» параметры: макс. мощность – 15 кВт, номинальная – 5 кВт, скорость ветра – от 3 до 40 м/с. без остановок, напряжение – 380/200 В, число лопастей – 2, размеры лопасти – нижняя хорда 1 м, верхняя хорда – 0,5 м, радиус лопасти – 1,8 м, число опор – 2 (пространственные конструкции), высота – 2,4 м, высота вала над грунтом – 2,4 м, ориентация по ветру – за счет флюгерных эффектов лопастей и 4 плоских опор (без специальных механизмов), угол атаки лопастей – 8 градусов (без регулирования).

В Национальной научной лаборатории при ВКГУ имени С.Аманжолова к.ф.-м.н. Жилкашиновой А.М. разработан, изготовлен и введен в эксплуатацию опытный образец парусного ветрогенератора мощностью 5,5 кВт с горизонтальной осью вращения в трехфазном исполнении, напряжением 380 вольт. Опытный образец установлен на учебно-научно-производственной базе ВКГУ «Сибинь». Выбор разработки парусного ветрогенератора обоснован тем, что парусное колесо очень быстро подстраивается под направление дующего ветра, что дает возможность работы ветрогенератора при различных скоростях ветра.

Технические характеристики: мощность – 2 кВт, высота ветроустановки – 4 м, диаметр ветроколеса – 2,5 м, количество парусов – 8, генератор – асинхронный, мультипликатор шестеренчатый прямозубый – 1:40, ветер страгивания с



нагрузкой – 2 м/с.

Сельские жители РК испытывают острый недостаток электричества, так как они потребляют лишь один процент той энергии, что вырабатывается в стране. Если учесть малую плотность населения, то становится очевидным, что выход из положения можно найти, в первую очередь, через МВЭУ. Дело в том, что централизованное энергоснабжение находится в бедственном состоянии, а в условиях нашего рынка не представляется возможным восстановить энергосистему традиционными методами. Поэтому установками типа ВЭУД или МВЭУ могут заинтересоваться все потребители электроэнергии, особенно, в труднодоступных и отдаленных местах.

Все разрабатываемые в Казахстане виды МВЭУ имеют



право на существование, т.к. у каждого из них может быть свой сектор потребителей или регион использования. Кроме того, каждый ветроагрегат является машиной, преобразующей один вид энергии в другой, поэтому разнообразие их видов может быть таким же, как, например, многообразие марок автомобилей.

В 2004–2011 г.г. осуществлялся проект ПРООН «Казахстан-инициатива развития рынка ветроэнергетики». Он связан с мониторингом ветрового потенциала в регионах и подготовкой соответствующих ТЭО по установке в 10 наиболее перспективных районах РК ветростанций (ВЭС) средней и большой мощности для выработки промышленного тока и передачи его в энергосеть. В настоящее время проводится

поиск инвесторов для поставки, монтажа соответствующих ветростанций.

О производстве больших ветряков в РК в полном объеме в ближайшие 5-10 лет говорить затруднительно, так как это связано с большими проблемами. Поэтому имело бы смысл для начала заняться ветряками малой мощности. Конкретный потребитель, например, из села или пригородных районов больше нуждается в собственном источнике энергии. Это тем более осуществимо, так как для производства МВЭУ в РК имеются правовая база и другие возможности, требующие внимания и вложения ресурсов.





СВЯЗЬ ВРЕМЕН



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ИНСТИТУТУ НПО «ЛУЧ» – 70 ЛЕТ

Ровесником атомной отрасли России является ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ», которое в этом году встретило свое 70-летие. Предприятие решает задачи по разработке и обеспечению атомной промышленности и оборонного комплекса тепловыделяющими элементами и сборками для ядерных энергодвигательных установок, а также создает тепловыделяющие элементы нового поколения.

НИИ НПО «ЛУЧ» является уникальным комплексом современных технологий на основе монокристаллических и высокотемпературных материалов.

История становления и развития

В 1946 году Министром цветной металлургии П.Ф. Ломако был издан приказ о создании в Подольске в составе Гиредмета опытной установки (в дальнейшем опытного завода), директором, которой был назначен В.Н.Костин.

Перед предприятием была поставлена задача – разработка технологий промышленного производства бериллия, циркония и ряда других редких металлов и топливных материалов для зарождающейся атомной энергетики.

С этого началась история предприятия «Луч».

В 1952 году Подольский опытный завод был передан в подчинение Министерству среднего машиностроения.

В 1955 году на Подольском заводе образован научно-исследовательский отдел, который занялся разработками в области технологии редкоземельных элементов, бериллия и циркония, тогда же было положено начало работ по тепловыделяющим элементам. Первой разработкой по этой тематике было создание технологии уран-бериллиевых сердечников, выпуск которых был начат в 1956 году.

В 1960 года приказом Министра среднего машиностроения Подольский опытный завод преобразован в научно-исследовательский институт тепловыделяющих элементов

(НИИТВЭЛ).

В 1962 году директором института становится доктор физико-математических наук, профессор М.В. Якутович, крупный специалист в области создания технологии получения высокообогащенного урана и его промышленного производства. В это время начинается бурное развитие НИИТВЭЛ.

Одной из задач предприятия стало создание активной зоны ядерного ракетного двигателя. Начиная с 1962 года, активно проводились работы в этом направлении. Создан целый ряд конструкций и материалов для активных зон



установок ИВГ-1, ЭД-1, ОКА-900, ТОПАЗ-2, Д-10, ИР-100, МАК, БИГР, Памир.

Институт создал единственный в России технологический и испытательный комплекс высокотемпературных топливных и конструкционных материалов.

Еще одной задачей предприятия были исследования по технологии изготовления микротрещин для реакторов ВТГР. Разработки велись в области двухслойных и многослойных покрытий топливного ядра.

В настоящее время ведутся серьезные научные разработки в области технологии изготовления микросферического топлива для реакторов ГТ-МГР.

В 1969 году директором института был назначен доктор физико-математических наук, член-корреспондент Академии наук Грузии И.Г. Гвердцители.

В институте начались работы по развитию термоэмиссии, по направлению создания новых материалов и технологий.

НПО «Луч» разработаны различные типы электрогенерирующих каналов (ЭГК) с ядерным и неядерным нагревом: одно- и многоэлементных ЭГК ядерных термоэмиссионных энергоустановок, плоских и цилиндрических ТЭП с солнечным нагревом, с внутренним и внешним нагревом эмиттера.

В настоящее время НПО «Луч» ведет разработки двухрежимных ЭГК с увеличенным ресурсом. Изготовлен двухрежимный 9-ти элементный ЭГК улучшенного качества. Ресурс испытаний в форсированном режиме превысил 8000 часов.

С 1978 по 1989 годы директором Подольского научно-исследовательского института был доктор технических наук В.Ф.Гордеев.

В 1975 году в рамках направления «Е» в институте появилась новая тема - металлические зеркала для работы с мощным лазерным излучением. Была создана метрологическая база, обеспечивающая высокую точность измерения коэффициента отражения, были созданы приборы и установки для испытания и диагностики металлооптики.

В 1989 года руководитель института — доктор технических наук, член-корреспондент РАН И.И. Федик.

Институт сохранил и развивает уникальные технологии, которые были созданы с момента образования предприятия.

Одним из основных направлений НПО «Луч» являются комплексная переработка необлученных уран содержащих материалов, в том числе обеспечение их возврата в топливный цикл.

Для решения задачи обеспечения безопасности атомной энергетики в НПО «Луч» создан стендовый комплекс экспериментальных исследований проблем безопасности АЭС. В рамках федеральной Программы по безопасности АЭС на стендах «Параметр — М» и «Лава —

П» проводятся исследования поведения конструкционных материалов активной зоны реактора типа ВВЭР в условиях различных стадий аварии типа 1-ОСА с последующим материаловедческим анализом.

НПО «Луч» является ведущим предприятием по изготовлению и поставке термопреобразователей, устройств для их защиты и коммутации на атомные электростанции.

В рамках Программы «Кремний России» НПО «Луч» занимается производством монокристаллического кремния в слитках и опытных партий изделий из карбида кремния.

Технологии выращивания монокристаллов металлов это одно из ведущих направлений работ НПО «Луч» на протяжении 40 лет. На предприятии разработаны технологии выращивания монокристаллов лейкосапфира, ниобия, молибдена, вольфрама и изделий из них.

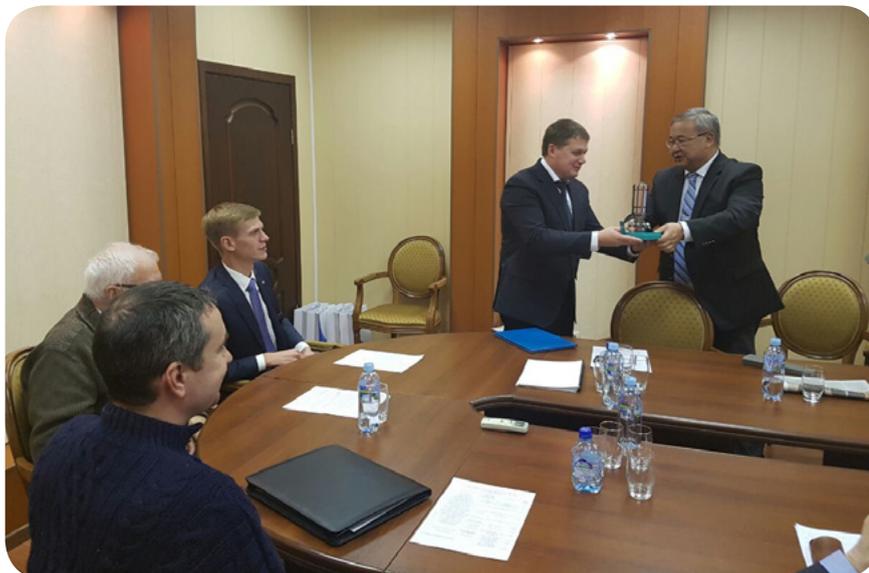
С середины 70-х годов НПО «Луч» занимается разработкой особо прочных керамических материалов и технологий изготовления изделий из них. В настоящее время крупногабаритные изоляторы и кольца для тяговых машин кабельной промышленности.

В 2000 году в состав НПО «ЛУЧ» вошел в ЗЭМО (г. Протвино) и стал называться Протвинским филиалом НПО «Луч». Протвинский филиал разрабатывает, изготавливает и испытывает приборы, устройства и аппараты, предназначенные для использования в атомной энергетике (в том числе для ядерной и радиационной безопасности и реакторной техники), космической технике, теплотехнике, вакуумной технике и других областях промышленности.

В 2008 году руководителем ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ» стал доктор технических наук С.В. Алексеев. Он внес вклад в области технологии тепловыделяющих элементов, теплофизики энергетических установок, лазерной техники, физики роста кристаллов и теплопередающих устройств на основе тепловых труб.

С 2014 года генеральным директором ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ» назначен кандидат технических наук П.А. Зайцев.

История НПО «Луч» неразрывно связана с деятельностью Национального ядерного центра РК.





**ДЕРЯВКО ИЛЬЯ ИЛЬИЧ, ученый секретарь
Института атомной энергии, кандидат техниче-
ских наук:**

В мае 2016 года исполнилось 70 лет с исторического момента создания на рабочей окраине подмосковного Подольска небольшого промышленно-исследовательского предприятия под названием – Опытная установка Государственного института редких металлов. Созданная в тяжелом послевоенном 1946 году Опытная установка Гиредмета, положившая начало функционированию в СССР уникальной научно-исследовательской и промышленной площадки по производству тория, циркония, бериллия и других металлов для развивающейся атомной промышленности, через 14 лет – в 1960 году – получила статус НИИ под названием НИИТВЭЛ (Научно-исследовательский институт теплового деления элементов). Через 6 лет – в 1966 году – НИИТВЭЛ был реорганизован в Подольский научно-исследовательский технологический институт (ПНИТИ), ставшим одним из крупнейших НИИ в атомной отрасли страны. Через 4 года – в 1970 году – к ПНИТИ была присоединена Объединенная экспедиция (ОЭ ПНИТИ), расположенная в казахстанском

военном городке Семипалатинске-21, а еще через 19 лет – в 1989 году – на базе ПНИТИ было создано Научно-производственное объединение «Луч» (НПО «Луч»), содержащее внутри себя и Научно-исследовательский институт (НИИ НПО «Луч»), и Опытный завод (ОЗ НПО «Луч») и Объединенную экспедицию (ОЭ НПО «Луч»).

Здесь следует обратить внимание на то, что в процессе своего развития и различных структурных преобразований Научно-исследовательский институт в Подольске именовался в разные годы по-разному (НИИТВЭЛ, ПНИТИ, НПО «Луч», ГосНИИ НПО «Луч», ФГУП «НИИ НПО «Луч»), но для многих коллег моего поколения этот Институт был, есть и останется Подольским научно-исследовательским технологическим, каким он был официально в течение 23 лет (с 1966 года по 1989 год). Ко мне это относится в первую очередь, поскольку я проработал в ПНИТИ 16 лет как раз в эти годы: с 1970 года по 1986 год.

В моей памяти 16 лет, проведенных в ПНИТИ, – это 16 счастливых лет работы в огромной по нынешним меркам лаборатории огромного же Института. В самом деле, численность сотрудников лаборатории Ланина А.Г. (впоследствии доктора технических наук, профессора, лауреата Государственной премии, заслуженного деятеля науки и техники РФ), куда я попал сразу после окончания МИФИ, составляла 65 человек, а численность сотрудников ПНИТИ (вместе с ОЗ ПНИТИ и ОЭ ПНИТИ) достигала примерно 6500 человек. Тематика работ в нашей лаборатории была под стать ее численности: работая по примерно тридцати темам в очень тесном

научном сотрудничестве с материаловедами, технологами, конструкторами и расчетчиками из других лабораторий и отделов, мы занимались изучением прочностных, теплофизических, коррозионных и других свойств поликристаллических и монокристаллических высокотемпературных материалов и изделий ядерной техники. Материалы это – вольфрам, цирконий, молибден, бериллий, графиты, топливные и конструкционные карбиды и нитриды циркония, ниобия и урана, пирографиты, топливные и конструкционные оксиды и другие; изделия это – катоды электрогенерирующих каналов, твэлы, опорные решетки и теплоизоляционные пакеты технологических каналов реакторов ЯРД и ЯЭДУ, шаровые твэлы и микротвэлы ВТГР и др.

Из отмеченного становится понятным, почему в лаборатории функционировали семь полнокровных исследовательских групп – группа теплофизики, группа прочности металлов, группа прочности неметаллов, группа высокотемпературной ползучести, группа физики прочности, группа термочувствительности и группа рентгеноструктурного анализа. В живом творческом общении сотрудников многопрофильной

лаборатории появлялись многие интересные научные результаты, возникали новые идеи, рождались неожиданные решения. В конечном итоге это создало благоприятную обстановку для выполнения диссертационных исследований, и сейчас я могу с гордостью сообщить, что в нашей лаборатории в доперестроечный период выросли 4 доктора (Ланин А.Г., Рымашевский Г.А., Зубарев П.В., Таубин М.Л.) и более 20 кандидатов наук.

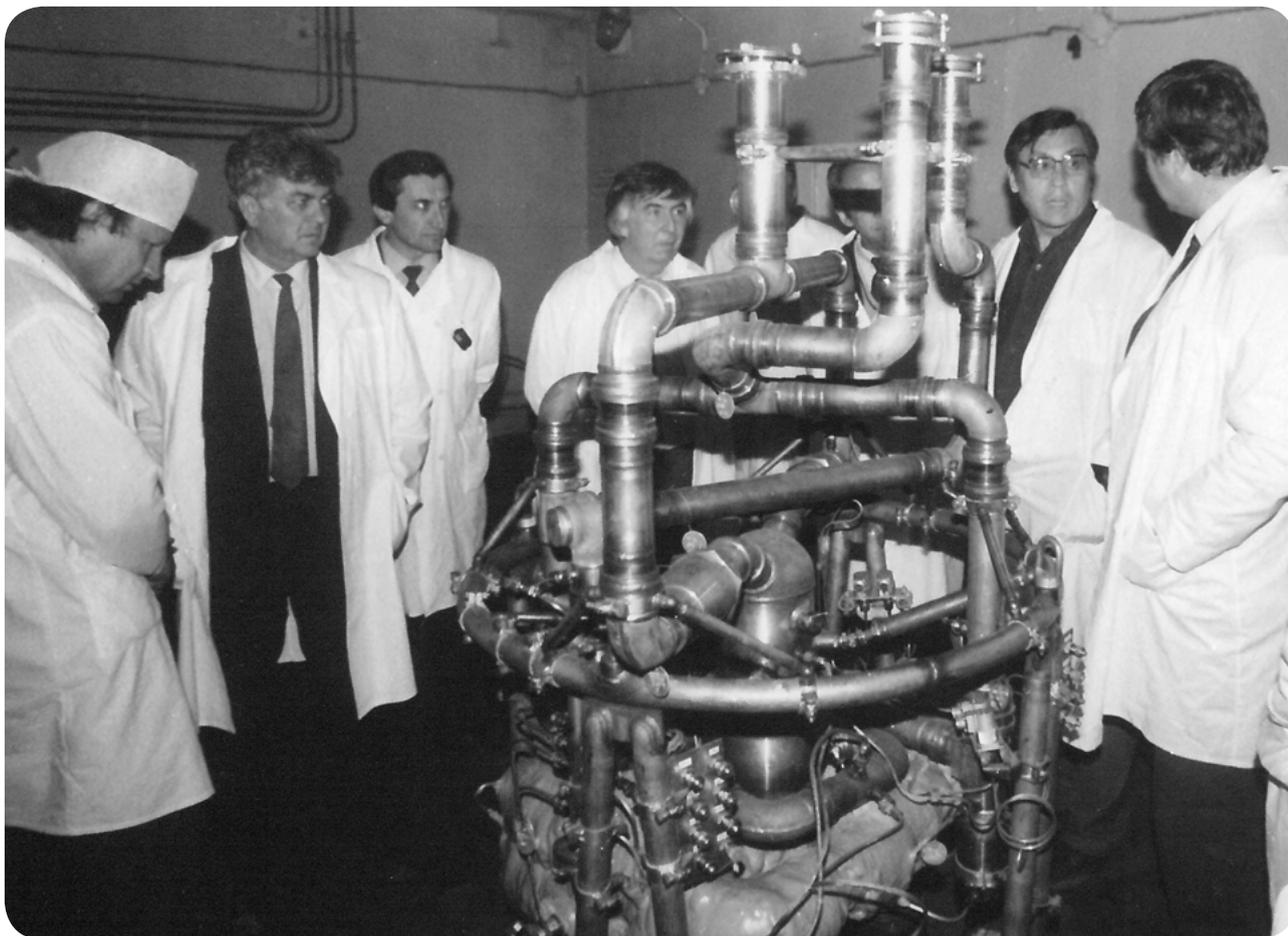
Важно отметить, что наша лаборатория не была единственной в своем роде в Институте, в большинстве лабораторий и отделов обстановка была точно такой же творческой, как у нас. Именно поэтому уже к концу 80-х годов огромный творческий потенциал Института позволил достичь ему весьма впечатляющих успехов во многих научных направлениях. Если сказать кратко, то путь, пройденный многотысячным коллективом Института с момента своего создания, – это долгий и плодотворный путь непрерывного развития, совершенствования и расширения научных исследований и их воплощений.

Он включил в себя очень многое: от разработки технологий получения новых металлических материалов до разработки и внедрения технологий изготовления высокотемпературных керамических материалов и изделий, от разработки и изготовления твэлов для различного типа высокотемпературных ядерных реакторов до разработки, изготовления и испытания опытных образцов ядерных ракетных двигателей и термоэмиссионных преобразователей

космического назначения, от разработки монокристаллических систем силовой металлооптики для мощным лазерных установок до создания твэлов и ТВС для реакторов перспективных ядерных энергетических и двигательных установок, от разработки и изготовления температурных датчиков для АЭС с реакторами типа ВВЭР, РБМК и БН до производства высокоинтенсивных источников излучения для медицинских диагностических аппаратов.

Надо отметить, что Институтом разработаны технологии ядерных и высокотемпературных материалов для нужд оборонной, атомной, электронной и других отраслей промышленности собственной страны и для нужд партнеров-потребителей в странах Европы, Америки и Азии. Многие разработки Института получили международное признание по итогам их участия в международных конференциях, симпозиумах, выставках и были отмечены множеством дипломов и свидетельств. В Институте выросла плеяда ученых, защитивших более 30 докторских и 200 кандидатских диссертаций, многие сотрудники стали лауреатами Государственных премий и премий Правительства, кавалерами орденов и заслуженными изобретателями, заслуженными деятелями науки и техники.

В связи с таким обширным упоминанием о достигнутых успехах Института следует с особой благодарностью вспомнить тех, кто руководил все эти годы Опытной установкой Гиредмет, Подольским опытным заводом (ПОЗ), НИИТВЭЛ, ПНИТИ, НПО «Луч», ГосНИИ НПО «Луч» и ФГУП «НИИ





НПО «Луч», то есть тех, кто согласился в свое время нести полную и каждодневную ответственность за предприятие в отведенный ему срок.

Первым директором Опытной установки с 1946 года по 1947 год был Костин Владимир Николаевич, доктор технических наук, лауреат Ленинской и Государственной премий. В 1947 году его сменил доктор технических наук, профессор, лауреат Ленинской и Государственной премий, заслуженный изобретатель РСФСР Бучихин Петр Иванович, впоследствии первый директор НИИ-10 (ВНИИХТ). При Бучихине П.И. Опытная установка Гиредмет получила статус Подольского опытного завода. В 1951 году директором ПОЗ был назначен кандидат технических наук, лауреат Ленинской премии Соколов Дмитрий Дмитриевич, впоследствии заместитель начальника научно-технического управления Минсредмаша. С 1959 года по 1962 год Подольским опытным заводом руководил Петров Арсений Федосьевич, лауреат Государственной премии, кавалер орденов Ленина, Красной звезды, Трудового Красного знамени и Октябрьской Революции. При Петрове А.Ф. приказом Минсредмаша ПОЗ был преобразован в НИИТВЭЛ с опытным заводом.

В 1962 году директором НИИТВЭЛ был назначен Якутович Михаил Васильевич, доктор физико-математических

наук, профессор, кавалер двух орденов Ленина, орденов Трудового Красного знамени и Знак Почета, чьи заслуги в области создания технологии получения высокообогащенного урана и его промышленного производства были отмечены Ленинской (1960 г.) и двумя Государственными (1951 г. и 1954 г.) премиями. При Якутовиче М.В. начались разработки технологий для космического ядерного ракетного двигателя, кроме того, в 1966 году НИИТВЭЛ был переименован в ПНИТИ. В 1969 году директором ПНИТИ был назначен Гвердцители Иракле Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии, член-корреспондент АН Грузинской ССР, кавалер орденов Ленина, Трудового Красного знамени и Октябрьской Революции. При Гвердцители И.Г. всестороннее развитие получили разработки методов и технологий термоэлектрического и термоэмиссионного преобразования энергии.

В 1978 году директором ПНИТИ был назначен Гордеев Владимир Филиппович, доктор технических наук, лауреат Ленинской (1960 г.) и Государственной (1953 г.) премий, кавалер орденов Трудового Красного знамени и Знак Почета. При Гордееве В.Ф. начались работы по созданию высоконагруженных охлаждаемых металлооптических зеркал, оптика стала одной из ведущих тематик Института. В 1989



году на базе ПНИТИ было создано НПО «Луч», и его первым Генеральным директором был избран Федик Иван Иванович, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат Государственной (1980 г.) премии, кавалер орденов Трудового Красного знамени и Знак Почета, ведущий ученый страны в области ядерной энергетики, механики и теплофизики. К особым заслугам Федики И.И. следует отнести то, что ему удалось сохранить Институт в сложные годы перестроечного периода страны.

Вспоминая годы работы в ПНИТИ, я постоянно натапливаюсь на воспоминания об Объединенной экспедиции ПНИТИ (и о военном городке Семипалатинск-21), и ничего не могу с этим поделать.

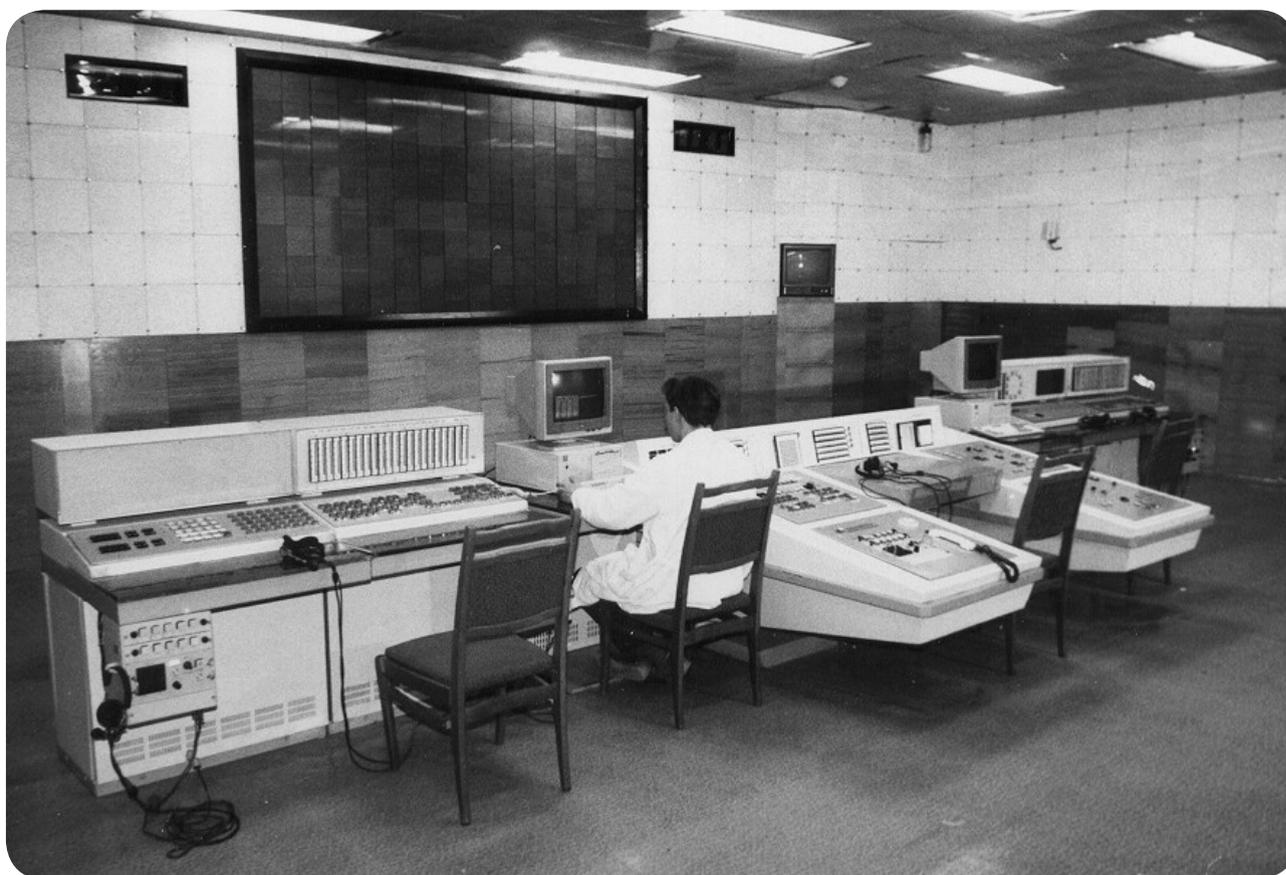
Что такое Объединенная экспедиция 70-х и 80-х годов? Численность Объединенной экспедиции в те годы составляла примерно 1200 человек. Основу составляли относительно молодые люди из числа недавно прибывших по распределению выпускников Томского политехнического института, Новосибирского электротехнического института, Московского инженерно-физического института, Московского физико-технического института, Московского авиационного института и других российских институтов со специальностями по эксплуатации ядерных реакторов, по электронике, по

энергетическим установкам, по авиационной и космической технике, по ядерным ракетным двигателям.

Но были среди них и бывшие сотрудники ПНИТИ, уже успевшие стать сложившимися специалистами. Одних из них руководство ПНИТИ направляло в Объединенную экспедицию для усиления научного потенциала экспедиции, другие сами выражали желание поработать в ОЭ из чисто экономических соображений (в ОЭ платили вдвое больше, чем в ПНИТИ, поэтому многие сотрудники ПНИТИ приезжали туда в длительные командировки, чтобы заработать на машину или на кооператив, или и на то и другое).

Сотрудников ПНИТИ, оказавшихся в ОЭ ПНИТИ в далекие теперь уже 70-е годы, было совсем немного. Но я поименно помню всех тех из них, с которыми сотрудничал и в ПНИТИ, и в ОЭ ПНИТИ. Вот их имена: Дьяков Евгений Константинович, Денискин Валентин Петрович, Иванов Владимир Яковлевич, Михайличенко Леонид Игнатьевич, Наумов Альберт Анатольевич, Дегтярева Лариса Сергеевна, Марошников Александр Васильевич, Колесников Борис Петрович, Вязов Александр Иванович. Люди старшего поколения могут вспомнить, что Дьяков Евгений Константинович – это бывший заместитель начальника Объединенной экспедиции по испытаниям, лауреат Государственной премии (1980 г.), впоследствии доктор технических наук, заместитель





Генерального директора НПО «Луч», а Денискин Валентин Петрович – это бывший начальник ОЭ, кандидат технических наук, заслуженный изобретатель РСФСР, впоследствии заместитель Генерального директора НПО «Луч», лауреат Премии Совета Министров 2001 года.

В 1975 году в Объединенной экспедиции по заданию Института начались испытания первой активной зоны реактора ИВГ.1 по тематике ЯРД, в связи с чем для более эффективного выполнения послереакторных исследований состояния облученных твэлов и ТВС Иван Иванович Федик предложил направить в длительную командировку в Объединенную экспедицию целый научный «десант» из наиболее опытных и по возможности остепененных сотрудников ПНИТИ соответствующих специальностей. Вот имена участников первой волны этого «десанта», прибывших в ОЭ в 1975-1977 годах: Таубин Михаил Львович (к.т.н.), Шевченко Александр Сергеевич (к.ф.-м.н.), Ушаков Борис Федорович (к.х.н.), Егоров Владимир Сергеевич (к.ф.-м.н.), Иванов Михаил Валентинович (к.т.н.), Захаркин Рудольф Яковлевич (к.ф.-м.н.), Момин Евгений Юрьевич, Михеев Игорь Владимирович. Упомянутых сотрудников я помню очень хорошо, поскольку приходилось часто общаться с ними в Институте в совместных работах по тематике ЯРД. Когда же они оказались в ОЭ ПНИТИ, то мне пришлось ездить к ним в краткосрочные командировки в Семипалатинск-21.

Впервые я прилетел в Объединенную экспедицию летом 1978 года, увидел закрытый военный городок Семипала-

тинск-21 и сразу в него влюбился. Городок выглядел чудным оазисом среди казахстанской полупустынной степи: утопающий в зелени, с фонтанами во дворах и арками вдоль улиц, удивительно чистый и ухоженный (солдаты многотысячного гарнизона городка убирали и поливали улицы каждый день, красили известью бордюры улиц и тротуаров каждую пятницу, подстригали кустарники и обрезали деревья каждый год).

В течение следующих 8 лет у меня было еще много командировок в Семипалатинск-21 и столько же встреч с полюбившимся военным городком, пока в 1986 году я не оказался в составе второй волны подольского научного «десанта» в ОЭ ПНИТИ. Необходимо констатировать, что вторая волна была и послабее первой, и по времени размыта сильнее, чем первая. Действительно, эта волна за шесть лет принесла в Объединенную экспедицию только четырех сотрудников ПНИТИ: Манюхина Виктора Петровича в 1981 году, Еремеева Владимира Сергеевича (д.т.н.) в 1984 году, вашего покорного слугу (к.т.н.) в 1986 году и, наконец, Бекетова Владимира Ивановича в 1987 году.

Таким образом, в 1986 году я оказался в Объединенной экспедиции предпоследним участником подольского научного «десанта». У меня началась новая жизнь, новая работа на новом месте, еще более интересная и устроенная, чем в Подольске. Правда, затянувшаяся на не очень длительный срок, ибо стремительно приближалось начало переломных 90-х годов, ... но это уже, как говорится, совсем другая история.



КОТОВ ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ, начальник отдела разработки и испытаний реакторных устройств Института атомной энергии:

Год рождения ПНИТИ совпадает с моим годом рождения.

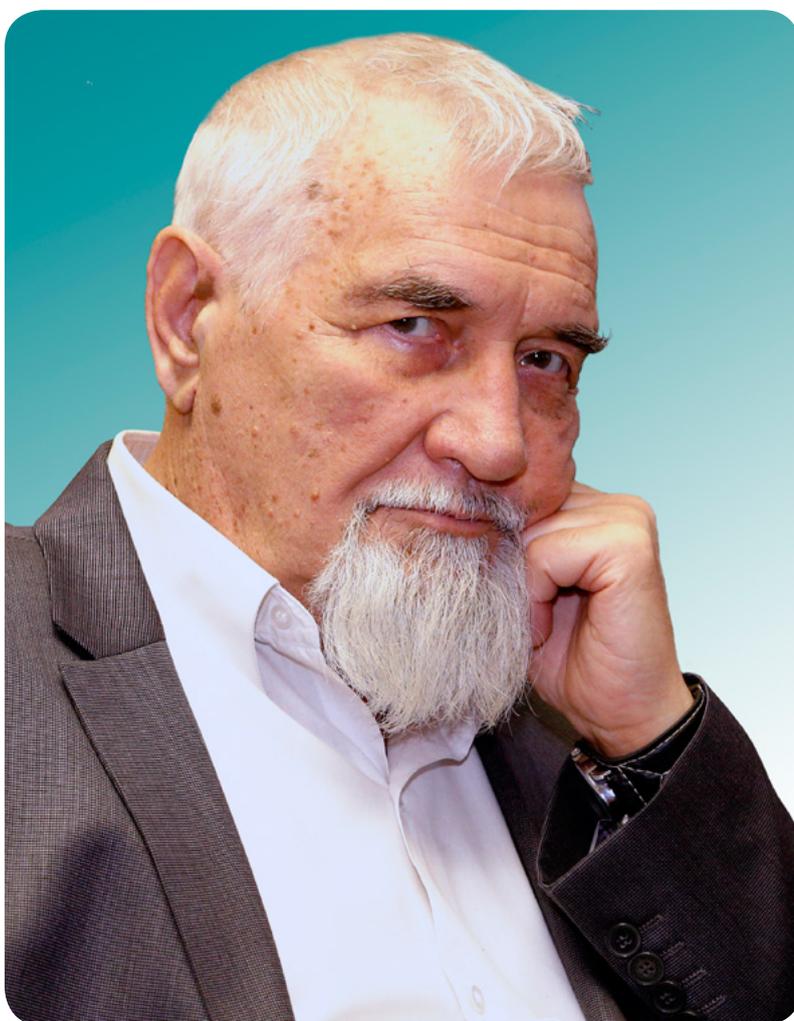
Сотрудниками филиала ПНИТИ «Объединенная экспедиция» мы – до того сотрудники «Экспедиции № 10» стали в июле 1970 года. В конце года был назначен новый директор – Руссков Олег Петрович. В этом же году состоялось и мое знакомство с самим ПНИТИ. В это время некоторая часть сотрудников Объединенной экспедиции, и я в том числе, была командирована в Институт атомной энергии (ныне – Курчатовский институт). Мне было поручено заниматься задачей оформления документации на физические каналы для исследования характеристик реактора ИВГ.1, а также подготовкой работ с этими каналами. Создание физических каналов велось совместно Институтом атомной энергии (г. Москва) и ПНИТИ (г. Подольск). Тогда же я познакомился с ведущими специалистами – конструкторами технологических и физических каналов реактора – Дьяковым Евгением Константиновичем, Тищенко Маратом Федоровичем, Тумановым Сергеем Владимировичем.

В ходе подготовки к пускам ИВГ.1 многие сотрудники ПНИТИ большое количество времени проводили в командировках на Объекте 300, где расположен ИВГ.1, где работали в тесном сотрудничестве со специалистами Объекта.

Энергетические пуски реактора поставили множество новых задач. Среди них – задача определения характеристик выхода продуктов деления из высокотемпературных твэлов без защитного покрытия. Были созданы необходимые методики для решения данной задачи. Проходило их совершенствование, создание условий для получения результатов с высокой точностью. Совместно с Подладчиковым Ю.Н., Дьяковым Е.К., Федоровым Э.М., Ляпкало М.Я. были разработаны технические решения, защищенные Авторскими свидетельствами СССР на изобретения.

Совершенствование методик измерения выхода продуктов деления без защитного покрытия позволило применить их и к твэлам с защитным покрытием, разрабатываемым в ПНИТИ. Ряд таких исследований был проведен на реакторе ИГР. Работа велась под методическим руководством специалистов ПНИТИ, в данном случае на реакторе ИГР в работах участвовал Функе В.Ф.

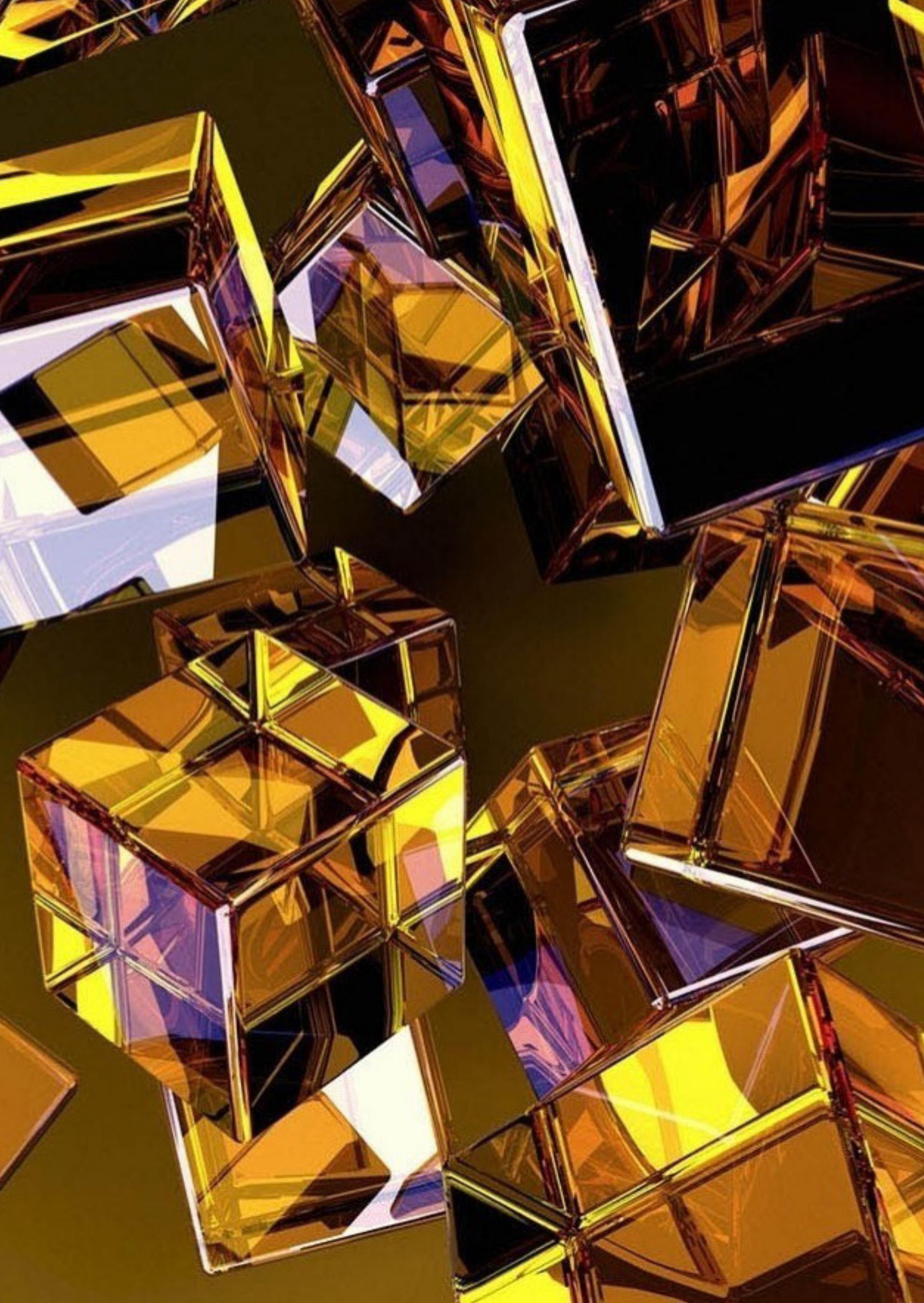
Специалисты Объединенной экспедиции участвовали

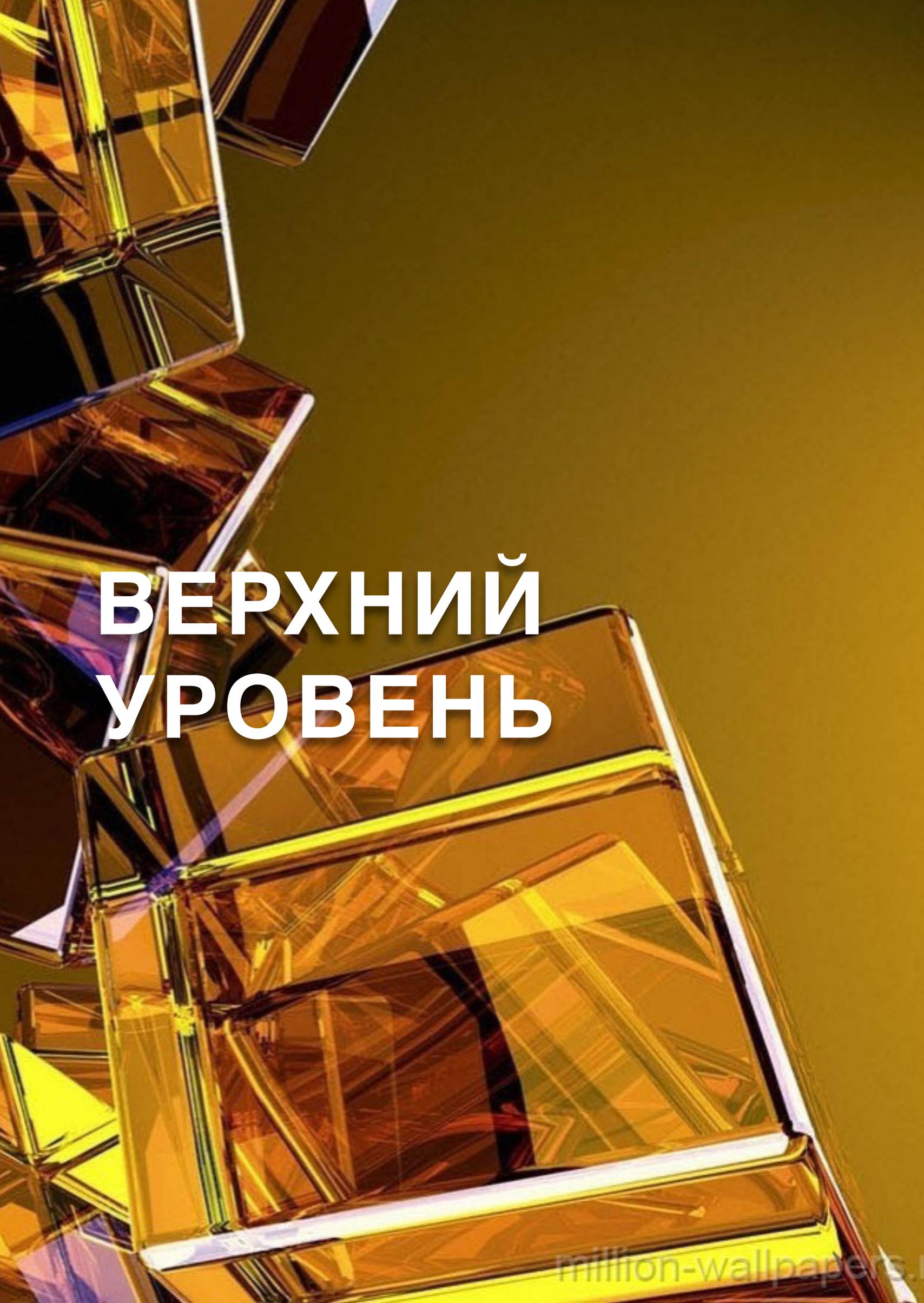


во многих конференциях, проводимых в различных городах СССР, в том числе и конференциях-конкурсах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ученых ПНИТИ. Я был в числе призеров нескольких таких конференций.

Работы институтов Министерства среднего машиностроения по тематике ядерных ракетных двигателей, в том числе ПНИТИ, получили высокую оценку не только руководства страны, но и зарубежных специалистов. В сентябре 1992 года в Семипалатинске-21 состоялась отраслевая конференция «Ядерная энергетика в космосе. Ядерные ракетные двигатели», на которой были представлены многочисленные работы ПНИТИ и его филиала – Объединенной экспедиции. В ноябре 2003 года мне довелось встречаться с сотрудниками ПНИТИ, возглавляемыми Федиком Иван Ивановичем, на конференции в Филадельфии «Partnerships for Prosperity & Security». Отклик о наших работах есть в русскоязычном журнале «SEAGULL», издаваемом в Филадельфии, за 23 ноября того же года.

Надеюсь, что сотрудничество между нашим нынешним Институтом атомной энергии НЯЦ РК и ПНИТИ (и другими нашими партнерами прошлых лет) будет и в будущем плодотворно развиваться.





ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ

Подготовка кадров высшей квалификации в атомной отрасли



Казахстан проводит последовательную политику в развитии образования. Структура образования приведена в соответствие с Международной стандартной классификацией образования. Введена трехуровневая подготовка специалистов: бакалавр – магистр – доктор PhD.

Для решения задачи воспроизводства кадровых ресурсов по профильным специальностям Национальный ядерный центр РК с 1997 года заключает договора с ведущими вузами Республики и ближнего зарубежья. На базе научных подразделений предприятия под руководством

квалифицированных специалистов студенты ежегодно проходят различные виды практик и выполняют дипломные работы, магистерские и докторские диссертации.

О том, какая сегодня ведется работа по подготовке кадров, рассказывает **Генеральный директор РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» Эрлан Гадлетович Батырбеков:**

– Успешное развитие прикладных научных исследований в сфере атомной науки и техники невозможно без высококвалифицированных специалистов.





Для удовлетворения потребностей атомной отрасли в квалифицированных специалистах необходимо было создать отечественную систему подготовки и переподготовки инженерно-технических кадров для атомной отрасли.

Создание кадровой базы является основополагающей задачей, от решения которой зависит успех развития отрасли. Для решения этой задачи Национальный ядерный центр осуществляет успешное сотрудничество по вопросам подготовки кадров с ведущими вузами страны и ближнего зарубежья. С целью интеграции образования, науки и производства, укрепления связей вузов с научными организациями и совершенствования подготовки для атомной отрасли при нашем предприятии функционируют филиалы следующих профильных кафедр:

– две кафедры Восточно-Казахстанского государственного технического университета: «Техническая физика» и «Информационные системы и компьютерное моделирование», открытые в 2013, 2015 годы;

– две кафедры Государственного университета имени Шакарима города Семей: «Техническая физика и теплоэнергетика» и «Экология и защита окружающей среды», сотрудничество с ними длится уже более 10 лет.

В 2016 году мы открыли филиал профилирующей кафедры «Физика и технологии» ВКГУ им. С.Аманжолова. Итого,

сегодня у нас работает уже пять кафедр университетов.

На базе действующих филиалов кафедр выполняется комплекс работ учебно-методического и научно-исследовательского характера. На предприятии организуются виды практик: производственные, преддипломные, дипломные, научно-исследовательские.

В настоящее время на предприятии успешно работают более 200 выпускников СГУ им. Шакарима, которые демонстрируют высокий уровень теоретической подготовки, имеют перспективы для дальнейшего профессионального роста.

– *А что может свидетельствовать о росте квалификации?*

– Результатом всей нашей работы по подготовке кадров стало значительное увеличение по сравнению с 2012 годом количества докторов и кандидатов наук, кроме того появились свои, то есть «выращенные» в Национальном ядерном центре РК, доктора Phd. А кадры, хорошие, квалифицированные кадры, как известно, решают все.

Например, только в 2015 году наши сотрудники защитили одну кандидатскую диссертацию, две PhD диссертации, пять магистрантов защитили магистерские диссертации. В настоящее время пять докторантов PhD обучаются в докторантуре.

В 2016 году защищены одна диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук, одна диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук, одна на кандидата физико-математических наук, две PhD диссертации.

– *Что еще делается в этом направлении?*

– Для подготовки необходимых научных кадров мы расширяем систему стажировок в ведущих вузах и центрах ближнего и дальнего зарубежья. Научные кадры нашего предприятия проходят стажировки в МИФИ (Москва), ХФТИ (Харьков), ТФТИ (Томск), проходят обучение в зарубежных летних школах.

Работники предприятия повышают уровень компетентности и профессионализма, обучаясь в магистратурах вузов. Так, в мае 2016 года на встрече с руководством МИФИ мы обсудили возможность продолжения дистанционного обучения специалистов НЯЦ РК в магистратуре НИЯУ МИФИ по ряду специальностей, а также возможность дистанционного обучения в аспирантуре по выбранным направлениям.

Договорились мы и об организации кооперации с ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, НИЯУ МИФИ, НЯЦ РК для совместной подготовки магистров и аспирантов. Рассмотрели возможность реализации программ магистратуры в Высшей Школе Физиков (ВШФ) им. Басова, а также возможность бесплатного обучения для представителей Республики Казахстан (НЯЦ РК) и предоставления общежития за счет специальных средств и программ Государственной корпорации «РОСАТОМ». Для повышения профессионального роста, развития научных инициатив мы проводим также ежегодные конкурсы научных работ молодых специалистов.

Владимир Анатольевич Витюк руководит лабораторией исследований теплофизических и нейтронно-физических характеристик облучательных устройств (Институт атомной энергии).

В Институт атомной энергии он пришел в апреле 2003 года сразу после окончания Семипалатинского государственного университета имени Шакарима. Выбранная специальность «Ядерные реакторы и энергетические установки» в 1997 году была достаточно новой для университета. Но открыта она была с той целью, чтобы подготовить кадры для атомной отрасли Казахстана.

– Естественно, что специалисты Национального ядерного центра активно участвовали в образовательном процессе, – рассказывает Владимир Анатольевич, – на базе НЯЦ РК проходила часть наших лекционных и практических занятий, производственная практика и дипломирование. Так что с предприятием я познакомился, будучи еще студентом. Это, в общем, и предопределило мой выбор. После окончания вуза меня приняли на должность инженера в лабораторию испытаний реакторного топлива, которую в то время возглавлял Александр Давидович Вурим – настоящий профессионал своего дела. Большую часть профессиональных знаний и опыта я получил и по сей день получаю именно от него. Лаборатория занималась научно-методическим и техническим обеспечением внутриреакторных испытаний элементов активных зон ядерных реакторов, проводимых в обоснование безопасного развития атомной энергетики. Коллектив лаборатории выполнял расчетное обоснование

режимов и условий испытаний экспериментальных устройств в импульсном графитовом реакторе, их изготовлением, подготовкой к испытаниям, разработкой программно-методической и технической документации, анализом результатов проведенных экспериментов. Это направление и сегодня остается основным в деятельности лаборатории.

В 2013 году Владимир Витюк успешно защитил диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. В основе диссертации лежат результаты работы по созданию методик для повышения качества подготовки реакторных экспериментов и интерпретации их результатов.

– Росту моего профессионального уровня, – говорит далее Владимир Анатольевич, – несомненно, способствуют учебные курсы, семинары на базе ведущих организаций мировой атомной отрасли. Много новой информации я получил на курсах, организованных японской атомно-энергетической компанией. Я участвовал в них несколько раз, начиная с 2008 года. Полученные знания были востребованы, когда в 2008-2009 годах Национальный ядерный центр проводил технико-экономические исследования в обоснование строительства атомных электростанций в Казахстане. Помогают в работе и профессиональном развитии учебные курсы и семинары, которые организует Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). Участие в них позволяет мне глубже изучить международный опыт, связанной с атомной энергетикой, обсудить важные вопросы с коллегами из других стран.



В настоящее время Владимир Витюк работает над проектами, связанными, в первую очередь, с вопросами безопасного и конкурентного развития атомной энергетики, испытаниями топлива перспективных ядерных реакторов. Попутно коллектив лаборатории решает задачи по разработке и совершенствованию новых способов очистки материалов от радиоактивных загрязнений, сотрудники лаборатории занимаются также развитием технологий опреснения воды. Развивается также сотрудничество с зарубежными партнерами.

– Наша работа, – говорит Владимир Анатольевич, – требует непрерывного совершенствования, так что скучать некогда. Научно-исследовательская деятельность вообще предполагает постоянный поиск решений для реализации новых полезных идей. Интерес, собственно, заключается в самом процессе поиска этих решений, а достижение положительного результата – есть критерий удовлетворенности от проделанной работы.

– Каковы ваши планы?

– Они связаны, в основном, с реализацией новых совместных проектов с зарубежными партнерами по проведению ис-

пытаний твэлов и тепловыделяющих сборок новых проектов реакторов. Помимо ставшего для нас традиционным сотрудничества с японскими коллегами перспективы совместной деятельности в этом направлении прорабатываются с разработчиками реакторов Франции, Бельгии и России. Чтобы реализовать наши планы, конечно, приходится постоянно думать о подготовке кадров и развитии человеческих ресурсов, этому вопросу на нашем предприятии уделяется большое внимание. Поддерживаются инициативы работников по повышению уровня образования. В подтверждение этому такая статистика: из восьми сотрудников нашей лаборатории два человека имеют ученые степени, один обучается в PhD-докторантуре, еще трое учатся в магистратуре. Кроме того, ежегодно в лаборатории проходят производственную практику и готовят дипломные проекты три-четыре студента ВУЗов, кто-то из них впоследствии приходит к нам на работу. На текущий момент средний возраст сотрудников лаборатории составляет 28 лет, то есть молодежь идет в науку, стремится развиваться и повышать свой образовательный уровень.

Бауржан Жамбулович Чектыбаев возглавляет лабораторию испытаний плазмо-физических средств диагностики (Институт атомной энергии). В 2007 году с отличием окончил Семипалатинский государственный университет им. Шакарима по специальности «Ядерные реакторы и энерге-

тические установки», квалификация – инженер. В 2009 году без отрыва от производства с отличием окончил магистратуру СГУ им. Шакарима по специальности «Теплоэнергетика», квалификация магистр теплоэнергетики. В 2016 году поступил в докторантуру по специальности «Техническая физика»



в ГУ имени Шакарима.

В Институте атомной энергии Бауржан Чектыбаев стал работать сразу после окончания университета в 2007 году. Начиная свою трудовую биографию в должности инженера в отделе 280, где и проходил дипломную практику. В 2008 году он был переведен на должность инженера второй категории. В 2010 году стал начальником группы лаборатории 283 испытаний плазменно-физических средств диагностики. С апреля 2011 года Бауржан Жамбулович работал исполняющим обязанности начальника лаборатории 283. В 2012 году он был переведен на должность начальника лаборатории 283.

За время работы Бауржан Чектыбаев участвовал в подготовке внеагрегаторных экспериментов по исследованию процессов, сопровождающих тяжелые аварии энергетических реакторов с плавлением активной зоны. Участвовал в разработке вакуумной системы токамака КТМ, а также в проектировании и разработке конструкторской документации системы вакуумной развязки диагностического комплекса токамака КТМ. Участвовал в проведении работ по научно-исследовательским темам отдела 280. Занимался настройкой, наладкой и калибровкой физических диагностик токамака КТМ. Принимал участие в пуско-наладке части информационно-измерительной системы КТМ. Являлся одним из участников международного проекта МНТЦ по теме «Литиевый дивертор токамака КТМ».

Бауржан Чектыбаев является также одним из соисполнителей научно-исследовательского договора с МАГАТЭ «Исследование образования и развития плазменного шнура токамака КТМ».

В 2008 году он прошел месячную стажировку в Японии на токамаке JT-60U. В 2009 году – курсы повышения квалификации в Томском Политехническом университете по теме «Информационно-измерительная система токамака КТМ».

Ануар Даулетович Садыков - начальник группы лаборатории испытаний плазменно-физических средств диагностики (Институт атомной энергии).

Родился и вырос Ануар в Семее. Среднее образование получил в экономическом лицее. Со школьных лет увлекался математикой, физикой и компьютерным программированием. После окончания лицея в 2003 году поступил в Семипалатинский государственный университет им. Шакарима, учился по специальности «Ядерные реакторы и энергетические установки». Дипломный проект делал в Национальном ядерном центре. Уже тогда ему понравились коллектив ядерного центра, он мечтал работать в нем, поэтому сразу после успешного окончания вуза в 2008 году устроился на работу в Национальный ядерный центр, точнее, в его филиал – Институт атомной энергии. Здесь он работает по сегодняшний день.

Научная работа Ануара Садыкова связана с токамаком КТМ. Он является одним из основных разработчиков ряда расчетных кодов моделирования различных процессов в токамаке. Является автором ряда публикаций по расчетам и моделированию магнитных полей и плазмы в токамаке КТМ. Неоднократно выступал на научных конференциях в РК и за

рубежом. Работу свою любит, она ему интересна.

В 2010 году в течение одного месяца участвовал в экспериментальной кампании на токамаке FTU (Италия). В июле 2011 года Б.Ж. Чектыбаев участвовал в ежегодной летней школе по физике плазмы в научно-исследовательском центре городе Калам (Англия), встречался со специалистами токамаков MAST и JET и обсуждал вопросы сотрудничества.

В 2010 году проводил исследование по теме «Диагностика томпсонского рассеяния токамака КТМ» в рамках гранта Международной федерации ученых. Прошел также обучающие курсы (2010-2013 гг.) по расчетам МГД равновесия и вертикальной неустойчивости плазмы и её эволюции в установках типа токамак. Участвовал в конкурсах-конференциях молодых специалистов и международных конференциях. На счету молодого ученого более 10 публикаций, в том числе в таких рейтинговых журналах как Review of Scientific Instruments, Nuclear Fusion, Fusion Engineering and Design.

Будучи начальником лаборатории испытаний плазменно-физических средств диагностики филиала ИАЭ, Бауржан Жамбулович не скрывает радости от того, что занимается физикой и диагностикой плазмы в установке токамака.

– Работа интересная, – говорит он, – много нерешенных задач, поэтому постоянно приходится изучать что-то новое.

– Какие планы?

– Планы на ближайшие пару лет – это запустить токамак КТМ, начать проводить эксперименты на нем и закончить докторантуру. А дальше не загадываю, как показывает опыт, жизнь всегда вносит свои коррективы.

– Что скажете о преемственности поколений ученых?

– Существует проблема кадров. Но мы ищем и находим толковых ребят, берем их на производственную практику, помогаем дипломироваться.

рубежом. Работу свою любит, она ему интересна.

– Все-таки, – объясняет он, – исследования по проблемам управляемого термоядерного синтеза – это одно из самых передовых направлений в современной науке. Я занимаюсь моделированием магнитных полей и плазмы в токамаке. Участвую в проведении пусков на токамаке и в обработке и интерпретации диагностических данных. Планирую написать диссертацию и получить ученую степень.

– Работа в НЯЦ действительно дает широкие возможности для профессионального роста?

– Безусловно, – отвечает Ануар Даулетович. – У нас очень тесные связи с нашими российскими коллегами. Много полезного опыта мы получили, работая с ними. Несколько раз в Курчатов приезжал тогда еще кандидат, а сейчас уже доктор наук, преподаватель МГУ им. М.В. Ломоносова Д.Ю. Сычугов. Он охотно делился с нами опытом моделирования плазмы в токамаках. Совместно с ним была проделана большая работа по разработке расчетного кода эволюции плазмы в токамаке. Несколько раз я стажировался в Санкт-Петербурге, где хорошо развита школа исследований проблем управляемого термоядерного синтеза. В рамках стажировок был я и на двух крупнейших токамаках в



мире: в Японии - на токамаке JT-60 и в Великобритании - на токамаке JET. В Великобритании я проходил обучение в летней школе по физике плазмы. Эта школа расположена в одном из крупнейших в мире центров по термоядерным исследованиям – в Калеме. Такие стажировки, несомненно, полезны в профессиональном плане, они значительно расширили мой кругозор.

– Вы уже задумывались о том, какое поколение молодых ученых грядет на смену?

– Я пока сам еще, можно сказать, подрастающая смена, – с улыбкой отвечает Ануар Садыков, – однако я уже был руководителем практики и дипломных работ у нескольких выпускников университетов. Все они успешно защитили свои дипломные работы. Я охотно делюсь опытом с молодыми специалистами. Мне очень хочется преподавать, я считаю, что надо больше делиться опытом с юными умами, чтобы они в будущем достигли больших высот в науке, чем мы...

Асан Оралханович Айдарханов, заместитель директора Института радиационной безопасности и экологии по прикладным исследованиям.

В 2001 году он окончил полный курс Восточно-Казахстанского госуниверситета по специальности «Физика». В конце 2000 года приехал в город Курчатов на преддипломную практику. Практику проходил в Институте радиационной безопасности и экологии РГП НЯЦ РК в должности лаборанта. Трудовую деятельность начал сразу после окончания университета в 2001 году в Курчатовской лаборатории Института ядерной физики в должности инженера. В 2006 году в связи с реорганизацией перешел в Институт радиационной безопасности и экологии на должность руководителя группы «Спектрометрии и радиометрии». С 2008 года являлся начальником отдела разработки систем мониторинга окружающей среды ИРБЭ. Первого февраля 2016 года Асан Айдарханов назначен на должность заместителя директора

по прикладным исследованиям филиала Института радиационной безопасности и экологии.

В декабре 2013 года в Российской Федерации защитил диссертацию на соискание ученой степени «Кандидат биологических наук». За личный значительный вклад в управленческий процесс, выдающиеся трудовые достижения, преданность своему делу и профессионализм в декабре 2013 года получил национальный сертификат «Специалист года 2013». За достигнутые результаты в работе неоднократно поощрялся руководством предприятия, в 2014 году был награжден Почетным нагрудным знаком «Заслуженный работник атомной отрасли РК» 3 степени (Бронзовый знак).

– До приезда в город Курчатов, – рассказывает Асан Оралханович, – я имел смутное представление о Семипалатинском испытательном полигоне и о радиации в целом. Конечно, имелись знания из курса «физики», но, как оказалось, многого я не знал. В НЯЦ РК меня научили «не боять»

ся» радиации», а относиться к ней с уважением. Здесь же произошло мое первое знакомство с самым современным оборудованием ведущих мировых производителей, которое позволяет проводить определение радиационных параметров в объектах окружающей среды. Я прошел также курс подтверждения квалификации в Московском инженерно-физическом институте. Львиная доля обучения выпала на тренинг-курсы, которые проходят под эгидой Международного агентства по атомной энергии. Первый тренинг-курс проходил в Алматы в 2005 году. Затем были курсы в Литве, Швеции, Швейцарии, США. Тематика этих курсов связана с радиацией, а лекции читают ведущие мировые специалисты. Сейчас я работаю в должности заместителя директора по прикладным исследованиям Института радиационной безопасности и экологии. Работа, безусловно, интересная и ответственная. Останавливаться на достигнутом уровне я не собираюсь, хочу и дальше развиваться как специалист, буду получать новые знания. Как говорится: «Век живи – век учись».

– Для этого все двери открыты?

– В том-то и дело! Обратите внимание на то, что Национальный ядерный центр РК – это вообще одна из немногих организаций, где средний возраст специалистов порядка всего 35 лет! Это очень хороший показатель. Нынешний век – век высоких технологий. Обмен информацией посредством Интернета, мобильной связи старшему поколению дается тяжелее, чем нам. Молодое поколение легче адаптируется, что позволяет выполнять работу быстрее. Хотя, без практического опыта старшего поколения нам тоже не обойтись. В процессе работы я стремлюсь по максимуму передавать свои знания молодым специалистам. Было бы желание брать их! Тем более, что



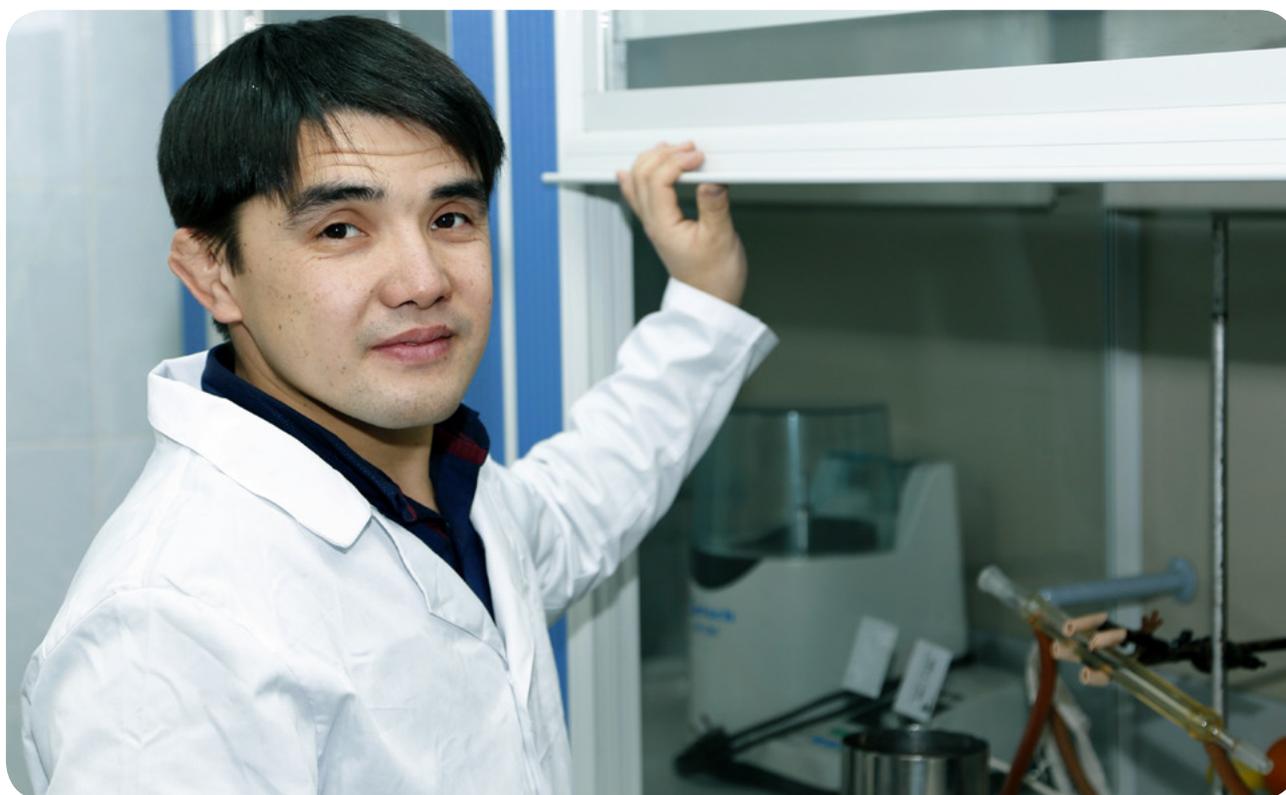
имидж Национального ядерного центра открывает двери ведущих мировых организаций для стажировок, обмена опытом, повышения квалификации, а руководство нашего ядерного центра уделяло и уделяет большое внимание подготовке кадров.

Жанат Абылканович Байгазинов, начальник группы радиоэкологии сельскохозяйственных животных (Институт радиационной безопасности и экологии), родился в селе Урджар Восточно-Казахстанской области в 1984 году. 2001 году поступил в Семипалатинский государственный университет имени Шакарима на специальность «Селекция и биотехнология в животноводстве», с отличием окончил его в 2006 году. В октябре 2006 года был принят на должность инженера б/к в отдел комплексных исследований экосистем Института радиационной безопасности и экологии РГП НЯЦ РК. В июле 2008 год защитил магистерскую диссертацию на тему «Экспериментальное изучение поступления и распределения радионуклидов в организме сельскохозяйственных животных», получил академическую степень магистра биологии. В 2016 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на базе диссертационного совета при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэ-

кологии» (Обнинск, РФ). Тема диссертационной работы «Исследование параметров перехода $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^3H в организм некоторых видов сельскохозяйственных животных и птиц в условиях Семипалатинского испытательного полигона».

За десять лет работы Жанат Байгазинов побывал на различных международных конференциях, форумах, стажировках и рабочих встречах, проходивших в РФ, США, Греции, Испании, Австрии, Германии, Италии, Румынии.

– Но основные навыки работ и знания, – уточняет Жанат Абылканович, – я получил, работая в эффективной команде нашего предприятия. Моя работа мне очень интересна. Во-первых, это потому, что у нас есть возможность вести научную работу и проводить натурные эксперименты, которые в настоящее время не каждая организация в мире может позволить себе. Во-вторых, результаты наших работ достаточно «осязаемые», они решают конкретные вопросы в области радиоэкологии и радиобиологии, как фундамен-



тального, так и прикладного значения. Задачей «минимум» нашей группы в ближайшее время является закрытие проблемных вопросов, касающихся параметров перехода искусственных радионуклидов в продукцию животноводства и птицеводства. В мире работы в данной области достаточно фрагментарны и единичны.

– *Есть человек, которого вы назвали бы своим главным учителем?*

– Руководителя филиала Лукашенко Сергея Николаевича, который большое количество времени (я бы даже сказал, абсолютно все свое время!) уделяет подготовке научных

кадров и специалистов. Я считаю, что это, помимо научных достижений, является также одним из основных достижений предприятия. Я считаю себя одним из учеников «школы Лукашенко». Я горжусь этим!

В Национальном ядерном центре работой по подготовке кадров занимаются все руководители отделов, лабораторий и групп. К примеру, за мной закреплены четыре специалиста. Мы вместе готовимся к ежегодному конкурсу молодых ученых и специалистов НЯЦ РК, я координирую их научные тематики, слежу за подготовкой научных статей и отчетов.

Наталья Владимировна Ларионова, начальник лаборатории радиозоологических исследований. В 2003 году она окончила Семипалатинский государственный университет им. Шакарима по специальности «Биология» и сразу была принята на работу в Институт радиационной безопасности и экологии Национального ядерного центра Республики Казахстан в отдел радиационной экологии растений и животных на должность инженера (биолога).

В 2007 году Наталья Владимировна была переведена на должность руководителя группы радиозоологических исследований в отделе комплексных исследований экосистем, в 2012 году стала начальником лаборатории радиозоологических исследований в отделе комплексных исследований экосистем.

В 2009 году прошла курс повышения квалификации по теме «Обеспечение радиационной безопасности при обращении с радиоактивными веществами». В 2013 году на заседании диссертационного совета при Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственной

радиологии и агроэкологии (Обнинск) защитила диссертацию «Накопление искусственных радионуклидов растениями на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона» на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности «Радиобиология».

Наталья Ларионова прошла обучение на тренинг-курсах МАГАТЭ «Радиозоология и радиационная безопасность окружающей среды» (Вена, Австрия, 2009), «Методология оценки радиационного воздействия на окружающую среду и население» (Обнинск, Россия, 2011) и «Основное содержание плана ремедиации» (Бухарест, Румыния, 2014). В 2016 году участвовала в региональном семинаре по отбору проб почвы и растений (Карлсруэ, Германия, 2016 год).

– В последние годы, когда уровень радиозоологических работ в филиале Института радиационной безопасности и экологии существенно возрос, – говорит Наталья Владимировна, – руководство НЯЦ РК всячески поддерживает участие научных сотрудников во всевозможных международных конференциях. Так, в 2013 году я доложила о результатах



своих исследований на IV международной научной конференции «Современные проблемы загрязнения почв» в МГУ им. М.В. Ломоносова. В 2014 я выступала на третьей Международной конференции по радиозэкологии и радиоактивности окружающей среды в Барселоне (Испания), в 2015 году – на Международной конференции «ENVIRA 2015. Радиоактивность окружающей среды: Новые проблемы с новыми технологиями» в городе Салоники (Греция).

Работа Натальи Ларионовой связана с Семипалатинским испытательным полигоном. Она изучает процессы миграции радионуклидов на его территории. Одним из наиболее масштабных и социально-значимых направлений проектов Института является проведение комплексных исследований территории полигона с целью передачи в хозяйственный оборот. Чтобы оценить реальную опасность полигона, уже несколько лет сотрудники лаборатории, которой руководит Наталья Ларионова, выращивают сельскохозяйственные растения и домашних животных на одном из радиоактивно-загрязненных участков. Уже получен огромный научный материал, позволяющий предсказать поступление радионуклидов в организм человека при любом сценарии его поведения на полигоне.

– Проведение столь серьезных научных исследований, – говорит в этой связи Наталья Владимировна, – невозможно без соответствующего технического оснащения. И здесь нам очень повезло! За последние несколько лет наш Институт превратился в современное предприятие с огромным научным потенциалом, новыми зданиями и лабораториями мирового уровня. В прошлом году было закончено строительство оранжереи, которая открывает дополнительные возможности для проведения исследований в контролируемых, искусственно созданных условиях. В наших планах

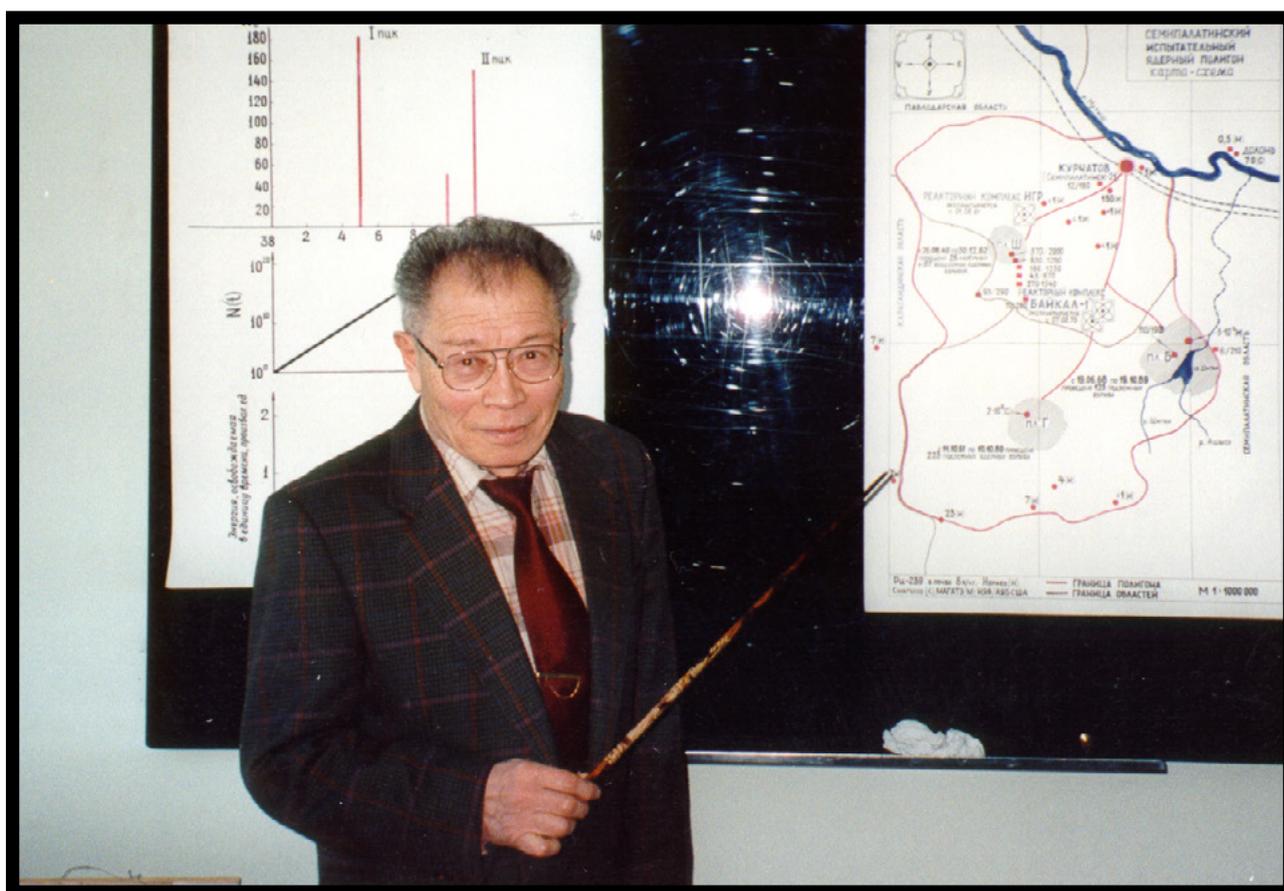
постановка серьезных вегетационных опытов по изучению поведения радионуклидов в системе «почва – вода – воздух – растения».

– *Подрастает ли достойная смена ученых?*

– Да, для этого достаточно сказать о ежегодной конференции-конкурсе НИОКР молодых ученых и специалистов РГП НЯЦ РК. Эта традиционная конференция проходит в мае. Я участвовала в ней с 2006 по 2013 год. Мой научный руководитель – директор института Сергей Николаевич Лукашенко. Под его руководством я неоднократно занимала призовые места, в том числе первое место в 2014 году за работу «Оценка радиоактивного загрязнения растительного покрова Семипалатинского испытательного полигона». С 2015 года я уже сама являюсь научным руководителем сотрудников лаборатории Кожуханова Тимура Едилбаевича, Каменовой Ирины Николаевны, Янкаускас Алёны Борисовны. Не могу умолчать о том, что в 2015 году Алёна заняла третье место с работой «Исследование морфо-анатомических показателей растений, произрастающих в условиях радионуклидного и химического загрязнения». Так что достойная смена действительно растёт, она учится без отрыва от производства, успешно защищает магистерские и кандидатские диссертации, публикует научные статьи в рецензируемых журналах высокого уровня. В общем, можно смело говорить не просто о преемственности поколений, а о возникновении казахстанской школы радиозэкологии.

Подготовил Андрей Кратенко.

ПАМЯТИ АКАДЕМИКА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ТАКИБАЕВА ЖАБАГЫ СУЛЕЙМеновича



31 октября 2016 г. на 98-м году ушел из жизни, бывший научный руководитель Национального ядерного центра РК, академик НАН РК, академик Международных Академий, заслуженный деятель науки и техники РК, профессор, доктор физико-математических наук Такибаев Жабага Сулейменович.

Жабага Такибаев родился 28 сентября 1919 года в городе Семипалатинск. Семья пострадала от репрессий и он рано остался без родителей, воспитывался в семипалатинских детских домах.

Жабага Сулейменович с отличием окончил в 1942 году физико-математический факультет Среднеазиатского государственного университета (г. Ташкент). Затем в 1945 году он поступает в аспирантуру отдела теоретической физики Физического института АН СССР им. П.Н.Лебедева в городе Москве. Ж.С.Такибаев своим учителем и наставником считал

лауреата Нобелевской премии академика И.Е.Тамма, у которого учился в аспирантуре вместе с академиком Андреем Сахаровым.

В ФИАН СССР Ж.С.Такибаевым были защищены кандидатская на тему: «Взаимодействия релятивистских электронов» – 1949 год, а в 1958 году докторская диссертация на тему: «Исследование характера взаимодействия космических лучей с атомными ядрами тяжелых и легких элементов». В 1958 году ему присваивается звание профессора и он избирается академиком Академии наук КазССР.



После окончания аспирантуры он получает персональное приглашение К.И.Сатпаева в город Алматы в Институт астрономии и физики, созданный в АН КазССР в 1941 году, на должность научного сотрудника и, практически сразу, назначается заведующим вновь созданной лаборатории космических лучей. Затем в 1951 году создается первый в Казахстане институт с чисто физическим профилем – физико-технический (ФТИ), и он назначается его директором.

Следующей созидательной вехой на жизненном пути Ж.С.Такибаева было участие в создании многопрофильного Института ядерной физики (1957 год). Это стало возможным после возвращения в 1954 году на должность Президента АН КазССР К.И.Сатпаева.

При поддержке и участии К.И. Сатпаева было определено территориальное расположение нового института, обустройство поселка Института ядерной физики, обзаведение исследовательскими и хозяйственными, мелкими и крупными установками, самой крупной из которых был атомный реактор – ВВР-К. Ж.С.Такибаев был первым директором Института ядерной физики АН КазССР. Затем Ж.С.Такибаев становится первым директором Института физики высоких энергий АН КазССР (1970 год). По его инициативе и под его руководством созданы высокогорная станция космических лучей и просмотрово-измерительный комплекс Института физики высоких энергий АН КазССР.

Плодотворные научные исследования Ж.С. Такибаев совмещает с активной педагогической деятельностью. С 1952 года он преподавал в вузах Казахстана, главным образом в Казахском государственном университете им. Аль-Фараби, где основал кафедру ядерной физики.

Ж.С.Такибаевым внесен вклад в развитие АН КазССР, действительным членом которой он являлся более 50 лет. В 1962 году он избирается академиком-секретарем Отделения физико-математических наук, в течение 10 лет занимал пост вице-президента Академии наук, был советником Президиума НАН РК. Важным этапом его жизни является совместная работа с К.И.Сатпаевым во главе АН КазССР.

С 1993 года его творческая деятельность связана со становлением и развитием Национального ядерного центра Республики Казахстан (НЯЦ РК). В должности Научного руководителя НЯЦ РК Ж.С.Такибаев вкладывает свои знания и опыт в развитие и укрепление НЯЦ РК, выступает его представителем на международной арене, читает лекции в университетах Японии, США, Турции, европейских странах, выступает с докладами на крупных Международных конференциях, является председателем диссертационного совета.

Ж.С.Такибаев, всегда стоял на позициях необходимости закрытия Семипалатинского испытательного полигона. В своих воспоминаниях, опубликованных в печати, он говорил об истории создания полигона. «В самом начале, в 1947 году, на заседании Правительства после доклада Берия Л.П. о создании полигона, при обсуждении его места расположения, высказывались сомнения в правильности выбора территории. Позднее в моих беседах с академиком А.Д.Сахаровым у нас сложилось согласованное мнение о том, что полигон находится в окружении промышленно развитых районов, поэтому место выбрано не удачно. В 1957 году при

встрече и беседе в Академии наук КазССР И.В.Курчатова и Ю.Б.Харитона с К.И.Сатпаевым и мной снова поднимался вопрос о месте для полигона, в ответ И.В.Курчатова сказал, что полигон работает, там проводятся испытания ядерного и термоядерного оружия, и это уже свершившийся факт. И, тем не менее, в 1959 году М.О.Ауэзовым и мной было написано письмо на имя 1-го секретаря ЦК КПСС Н.С. Хрущева о необходимости переноса Семипалатинского полигона. Письмо находилось в архиве полигона и в настоящее время вместе с ним вывезено в Москву».

С именем Ж.С.Такибаева связано создание и развитие в нашей республике таких направлений, как физика высоких энергий, элементарных частиц и космических лучей, классическая электродинамика, ядерная физика, прикладные проблемы ядерной физики, нетрадиционная энергетика, физика твердого тела и полупроводников, автоматизация физических исследований.

Ж.С.Такибаев воспитал большое число учеников. Под его руководством защищались докторские и кандидатские диссертации. Его ученики, такие как академики: Э.Г.Боос, И.Я.Часников, Д.К.Каипов; профессора: А.Ш.Гайтинов, М.А.Ташимов, В.А.Ботвин, А.А.Локтионов, Т.Х.Садыков, Р.А.Турсунов и другие стали крупными учеными, имеют свои научные направления и школы.

Ж.С.Такибаев принадлежал к числу видных общественных деятелей нашей республики, был депутатом Верховного Совета Казахстана, входил в состав его Президиума, являлся председателем Проблемного совета по ядерной физике и физике элементарных частиц при АН КазССР, членом Комитета по Государственным премиям в области науки и техники Казахстана, членом ученых советов ряда научно-исследовательских институтов городов Москвы и Алматы, председателем диссертационных советов.

За большие заслуги в развитии физической науки, плодотворную педагогическую деятельность и подготовку высококвалифицированных научных кадров Ж.С.Такибаев был удостоен звания «Заслуженный деятель науки Казахской ССР», лауреата премии «Тарлан-2002», награжден орденами Трудового Красного Знамени (СССР), «Парасат» (РК), медалями, Почетными грамотами Президиума Верховного Совета Казахской ССР.

Жабага Сулейменович – талантливый ученый и прекрасный наставник, сделавший много для развития казахстанской физической науки, пропаганды научных знаний, подготовки научных кадров и высококвалифицированных специалистов, навсегда останется в памяти и сердцах его коллег, учеников и всех тех, кто был сопричастен к совместному научному творчеству.

*Г.А.Батырбеков, Э.Г.Батырбеков, Э.Г.Боос,
Т.Х.Садыков, А.А.Локтионов, Н.П.Андреева,
А.Ш.Гайтинов, Н.Н.Павлова.*



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. Красноармейская, 2, зд. 054 Б
Тел.: +7 722 51 2 33 33,
факс: +7 722 51 2 38 58
E-mail: energy_atom@mail.ru; nnc@nnc.kz
web-сайт: www.nnc.kz

Главный редактор:

Эрлан Батырбеков

**Заместитель
Главного редактора:**

Сергей Березин

**Шеф корпункта в
Усть-Каменогорске:**

Андрей Кратенко

Медиа-консалтинг:

Наталья Утенкова

Фотограф:

Александр Хотынец

Верстка и дизайн

Валерия Симонова

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан.

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 типографии "BIOS"
ИП Медведев Н.В.

Адрес: г. Усть-Каменогорск,
Потанина 31,
тел/факс 8(7232) 53-61-21, 76-27-50,
53-61-21, 8-777-494-45-49
www.biospro.kz



