



Атом во имя прогресса!

ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал №2 (28) 2017

62nd Pugwash Conference

on Science and World Affairs



- БАНК НОУ
- ФОРУМ ЯДЕРНОЙ КООПЕРАЦИИ В АЗИИ
- JAEA – NNC RK: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭКОЛОГИИ
- РАБОТАЕТ МИРНЫЙ АТОМ



Впервые в Казахстане в Астане 11 октября 2017 года прошло совещание Форума ядерной кооперации в Азии на уровне министров.
Подробности читайте на стр. 24

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Открытие Банка низкообогащенного урана МАГАТЭ</i>	4
<i>От запрещения ядерных испытаний к запрещению ядерного оружия</i>	9
АТОМ И ОБЩЕСТВО	15
<i>Конверсия реактора ИВГ.1М</i>	17
<i>18-е совещание Форума ядерной кооперации в Азии (FNCA)</i>	24
<i>Применение ядерной науки и технологий для защиты окружающей среды</i>	28
<i>Парниковый эффект и возобновляемая энергетика</i>	31
ПОЛИГОН	39
<i>IAEA – NNC RK: современные проблемы радиозологии</i>	40
<i>Исследование параметров перехода радионуклидов в продукцию животноводства на Семипалатинском испытательном полигоне</i>	42
<i>Исследования окружающей среды после аварии ядерного реактора на АЭС Фукусима</i>	44
<i>Хроника</i>	52
СВЯЗЬ ВРЕМЕН	65
<i>Работает мирный атом</i>	67
<i>На левом берегу Иртыша</i>	70
ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ	81
<i>Памяти известного радиобиолога, генетика Сейсебаева Ахметжана Тлеубаевича</i>	82



Открытие Банка низкообогащенного урана МАГАТЭ

29 августа в мире отмечается Международный день действий против ядерных испытаний. В этом году в этот день Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев в ходе телемоста с Усть-Каменогорском открыл здание расположенного там банка низкообогащенного урана МАГАТЭ.



Президент Республики Казахстан Нурсултан Назарбаев во время телемоста вручил символический ключ Банка низкообогащенного урана Международного агентства по атомной энергии в Казахстане генеральному директору МАГАТЭ Юкия Амано.

— В этот день, 29 августа 1991 года, моим Указом был закрыт крупнейший в мире Семипалатинский испытательный ядерный полигон. И сегодня во всем мире 29 августа отмечается как Международный день действий против ядерных испы-

таний. Второй проблемой было наличие у Казахстана мощного ядерного арсенала. Именно усилия Казахстана показали путь другим странам, которые столкнулись с проблемой ядерных арсеналов, — сказал Президент Казахстана.

Глава государства отметил, что предоставив возможность МАГАТЭ разместить Банк низкообогащенного урана, Казахстан внес свой вклад в укрепление режима нераспространения и создание уникального механизма безопасных поставок ядерного топлива.

— Подчеркиваю: Банк НОУ будет функционировать под полным контролем МАГАТЭ и будет находиться в его официальном юридическом владении. Поэтому выражаю признательность руководству МАГАТЭ и донорам Банка за их большой вклад в этот важный проект, — сказал Нурсултан Назарбаев.

Президент Казахстана обратил внимание на актуальность развития ядерной энергетики и рассказал о перспективах дальнейшей ее модернизации.

— Мы являемся крупнейшим производителем урана и готовы играть важную роль в мировой энергетике. Также Казахстан находится в русле глобального «зеленого» тренда. Именно поэтому в Астане мы проводим международную выставку ЭКСПО, посвященную энергии будущего, — сказал Глава государства.

Кроме этого, Нурсултан Назарбаев отдельно поприветствовал участников 62-й сессии Пагуошского движения ученых по глобальным проблемам и поздравил их с 60-летним юбилеем Движения.

Президент Казахстана остановился на проблеме распространения ядерного оружия и пагубных последствиях его использования для человечества.

— Ядерное оружие — это казнь всего человечества. У девяти государств мира содержится 16 тысяч единиц ядерного оружия. Но даже половина процента ядерных арсеналов нарушит климат и вызовет глобальный голод. Это означает саморазрушение, — сказал Глава государства.

Нурсултан Назарбаев отметил низкий уровень доверия между основными ядерными державами, следствием которого стало отсутствие единства в мировом сообществе по вопросу глобальной ядерной безопасности.

— Казахстан сделал свой выбор. Мы — последовательные сторонники ядерного разоружения и глобальной ядерной безопасности. При этом мы полагаем, что ядерная безопасность может быть только универсальной и недискриминационной. Именно на это направлена инициатива G-GLOBAL, объединившая около 190 стран, — сказал Президент Казахстана.

Глава государства выразил обеспокоенность в связи с ужесточением санкционного противостояния между США и Россией и подчеркнул важность недопущения перерастания торгово-экономических конфликтов в силовое противостояние.

— Стабильность и ядерная безопасность XXI века зависит в первую очередь от официальных ядерных держав. Отношения между ними имеют для человечества ключевое и определяющее значение. Что касается ситуации вокруг КНДР, то мы решительно поддерживаем резолюцию Совета Безопасности ООН 2371, — сказал Нурсултан Назарбаев.



Глава государства отметил необходимость возвращения в международные отношения политического доверия и системного диалога, а также рассказал о вкладе Казахстана в разрешение мировых проблем.

— Мы готовы и дальше содействовать в миротворческом направлении. В частности, Казахстан готов способствовать диалогу по разрешению кризиса на юго-востоке Украины. Мы призываем стороны конфликта найти пути его преодоления, — сказал Президент Казахстана.

Учитывая сложившуюся глобальную ситуацию, Глава государства предложил ряд идей с целью решения отдельных вопросов ядерной безопасности.

— Мы не раз указывали, что Договор о нераспространении ядерного оружия не оправдывает возлагавшихся на него надежд. В частности, страны «ядерного клуба» не раскрывают сведения о ядерных программах в добровольном порядке. Другие же страны дают МАГАТЭ исчерпывающую информацию. Необходимо сокращать дисбаланс в подходах между «ядерной пятеркой» и остальным миром. В 2020 году мировое сообщество будет отмечать 50-летие вступления в силу ДНЯО. Давайте приложим усилия, чтобы к этому сроку Договор о полном запрете ядерного оружия также вступил в силу, — сказал Нурсултан Назарбаев.

Наряду с этим, Президент Казахстана предложил провести легализацию статусов всех де-факто ядерных государств и создать Саммит стран-обладателей ядерного оружия.

Кроме этого, Глава государства указал на некоторые страны, обладающие ядерными технологиями, которые до сих пор не подписали или не ратифицировали Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, и обратился к их лидерам с призывом без промедления присоединиться к Договору.

— Создание зон, свободных от ядерного оружия — одно из самых эффективных средств в борьбе с его распространением. В марте 2009 года вступил в силу Договор о создании в Центральной Азии зоны, свободной от ядерного оружия. Пред-

лагаю объединить усилия всех государств, входящих в состав безъядерных зон, — сказал Нурсултан Назарбаев.

Президент Казахстана также предложил консолидировать все глобальные инициативы по вопросам антиядерного движения и выразил готовность Казахстана инициировать процесс обновления Глобального саммита по ядерной безопасности и провести его заседание в Астане.

— На 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН я выдвинул инициативу о достижении — к 100-летию ООН — мира без ядерного оружия. Все пункты, которые я озвучил, направлены на то, чтобы 100-летие ООН мир встретил без ядерного оружия. Своим примером мы призываем все страны, стремящиеся к ядерному оружию, сойти с этого опасного пути, — сказал Глава государства.

В завершение выступления Нурсултан Назарбаев, отметив необходимость сохранения глобальной ядерной безопасности, подчеркнул, что создаваемый в Казахстане Банк НОУ предназначен исключительно для мирного атома.

В свою очередь Юкия Аmano поблагодарил Нурсултана Назарбаева за согласие на размещение Банка НОУ на территории Казахстана.

— Казахстан много лет был сильным партнером МАГАТЭ по вопросам нераспространения ядерного оружия и использования атомной энергии в мирных целях, — сказал Юкия Аmano. — МАГАТЭ и Банк НОУ — это сложный проект, включавший в себя процессы переговоров, ряд соглашений и постоянные рабочие отношения между Международным агентством по атомной энергии и Казахстаном. Президент Нурсултан Назарбаев внес огромный вклад в этот проект.

Как ранее сообщил Министр энергетики страны Канат Бозумбаев, МАГАТЭ в 2006 году приняло решение о создании Банка низкообогащенного урана. В июле 2011 года Казахстан подал заявку о намерении разместить Банк на своей территории. Банк будет расположен на Ульбинском металлургическом заводе в Усть-Каменогорске — старейшем предприятии атомной отрасли, которое много десятилетий работает с подобным

материалом. По словам Министра, Банк будет представлять собой хранилище низкообогащенного урана, который является исходным материалом для изготовления топлива для атомных электростанций.

Канат Бозумбаев отметил также, что Банк не будет являться источником постоянных поставок или неким «магазином». Резерв урана станет неприкосновенным запасом, который будет востребован только в случае кризисной ситуации на мировом урановом рынке. В идеале при нормальном ходе событий этот запас никогда не потребуется, – информировал министр.

МАГАТЭ будет нести расходы по приобретению, доставке, содержанию низкообогащенного урана; расходы, связанные с импортом и экспортом низкообогащенного урана. Также Агентство будет нести расходы по выплате налогов, сборов и пошлин, от которых МАГАТЭ не освобождается; расходы, связанные с исполнением обязательств МАГАТЭ по применению гарантий в отношении банка.

Казахстан будет нести расходы, связанные с непосредственным хранением низкообогащенного урана МАГАТЭ, включая оплату электроснабжения, отопления, необходимых служебных помещений и расходы на персонал, предоставляемый Казахстаном; расходы, связанные с перемещением Банка в пределах Казахстана по просьбе РК.

В Усть-Каменогорске журналисты со всего мира получили возможность увидеть хранилище своими глазами. В качестве площадки по созданию Банка был выбран Ульбинский металлургический завод в Усть-Каменогорске, этот завод обладает всей необходимой для реализации такого проекта инфраструктурой.

Банк НОУ МАГАТЭ – это физический запас низкообогащенного урана общей массой до 90 тонн, пригодного для изготовления топлива для использования в стандартном ядерном реакторе.

Цель создания Банка НОУ – сформировать некоторый гарантированный запас сырья для производства ядерного топлива в отдельных государствах – членах МАГАТЭ, не обладающих технологиями обогащения урана. В случае перебоя поставок этого сырья страны-потребители могут воспользоваться материалом, хранящимся в Банке НОУ МАГАТЭ.



Все сырье будет являться собственностью МАГАТЭ. Только оно сможет реализовывать его по договоренности с конкретным предприятием, на котором будут изготавливаться топливные таблетки. Создание Банка НОУ позволит снизить риски дальнейшего распространения ядерного оружия.

6 апреля 2009 года Президент РК Нурсултан Назарбаев заявил, что Казахстан мог бы рассмотреть возможность размещения Банка НОУ на своей территории. После многочисленных раундов переговоров 27 августа 2015 года в Астане был подписан пакет соглашений, в том числе, Соглашение между Правительством РК и МАГАТЭ о создании Банка НОУ в Казахстане.

Площадкой, наиболее полно отвечающей критериям МАГАТЭ, был выбран Ульбинский металлургический завод (УМЗ) в Усть-Каменогорске. На этом предприятии давно создана соответствующая инфраструктура, работает квалифицированный персонал, у которого есть огромный (свыше 40 лет!) положительный опыт хранения и работы с гексафторидом урана (ГФУ).

Производство по изготовлению порошков низкообогащенного урана для нужд атомной энергетики здесь было организовано еще в 1973 году. На УМЗ и сегодня работают с ГФУ.





Здесь функционирует надежная система физической охраны. Завод караулят солдаты национальной гвардии. Кроме того, более 20 лет здесь действует режим гарантий МАГАТЭ.

Показывая новое складское помещение, директор по сбыту АО «УМЗ», руководитель проекта по созданию Банка НОУ Александр Ходанов сообщил, что данное помещение представляет собой легкосборный ангар площадью около 900 квадратных метров, он удовлетворяет всем требованиям МАГАТЭ по сейсмике (способно выдержать 8-бальное землетрясение) и физической защите. В здании склада установлены все системы, обеспечивающие безопасную эксплуатацию, в том числе система аварийной сигнализации, работают также многочисленные контрольные датчики.

Склад построен в установленные сроки. Возводили его местные специалисты, но с учетом технических регламентов МАГАТЭ. Ориентировочная стоимость проекта порядка 700 млн. тенге, из них более половины суммы оплатило МАГАТЭ.

По плану в Банке НОУ МАГАТЭ будет храниться запас ГФУ максимальным объемом не более 90 тонн, это 60 полных цилиндров. Такого объема вполне достаточно для изготовления топлива для одной полной загрузки активной зоны реактора мощностью 1000 МВт.

Физические свойства ГФУ позволяют безопасно и длительно хранить его в простых складских помещениях. В нормальных условиях ГФУ находится в твердом состоянии, он хранится в герметичном стальном цилиндре модели 30В. Такой цилиндр является международной упаковкой для ГФУ, требования к его изготовлению жестко регламентированы международными стандартами. Корпус цилиндра изготовлен из высокопрочной стали толщиной 13 мм, поэтому он способен выдержать большие механические нагрузки.

Журналисты увидели рядом со складом железнодорожные пути. Сначала в вагонах, а потом на автопогрузчике цилиндры с ГФУ будут доставляться на склад.

— Технологически все очень просто, — отметил Александр Ходанов.

Первая партия ГФУ займет свое место в Банке НОУ МАГАТЭ уже в 2018 году. Это произойдет после того, как Агентство объявит тендер на поставку материала.

Для Казахстана это не коммерческий проект. Банк НОУ укрепит репутацию Казахстана как надежного международного партнера, а это дорогого стоит...

Андрей КРАТЕНКО



От запрещения ядерных испытаний к запрещению ядерного оружия

Открытие здания Банка низкообогащенного урана МАГАТЭ пришлось на день завершения 62-й конференции Пагуошского движения ученых «Противостояние новым ядерным угрозам», которая прошла под патронажем Председателя Сената Парламента РК Касым-Жомарта Кемелевича Токаева в Астане во Дворце мира и согласия с 25 по 29 августа 2017 года.

Конференция собрала участников Пагуошского движения ученых, представителей Организации Объединенных Наций, международных организаций, дипломатического корпуса в Казахстане, видных политических деятелей и международных экспертов в области безопасности.

В своем выступлении Председатель Сената Парламента РК отметил роль Казахстана в глобальном антиядерном движении и укреплении режима нераспространения.

«В деле борьбы за мирное и стабильное будущее всего человечества историческое значение имеет выдающийся вклад основателя Республики Казахстан, Президента Нурсултана Назарбаева», – особо подчеркнул Спикер Сената.

К.Токаев указал на актуальность в свете текущей напряженной международной ситуации инициатив Главы государства о принятии Всеобщей декларации о построении мира, свободного от ядерного оружия, а также полном ядерном разоружении к 100-летию ООН в 2045 году в качестве главной цели человечества в XXI веке.

«В Казахстане убеждены: действиям, направленным на достижение «ядерного нуля», разумной альтернативы не существует», – сказал Председатель Сената. К.Токаев обратил внимание участников конференции на Манифест Президента Н.Назарбаева «Мир. XXI век», где содержится предупреждение об опасности и гибельности глобального ядерного конфликта.

Касым-Жомарт Токаев выразил уверенность, что с созданием в Казахстане международного Банка низкообогащенного урана МАГАТЭ будут обеспечены гарантированные условия для удовлетворения потребностей всех стран в развитии атомной энергетики.

Приведя в пример Чернобыль и Фукусиму, Спикер Сената напомнил о необходимости принятия всех возможных мер, обеспечивающих максимальную безопасность новых технологий получения ядерной энергии.

Всего в работе Конференции приняли участие более 200 учёных и экспертов из 46 государств. По итогам Конференции был издан **Астанинская декларация «От запрещения ядерных испытаний к запрещению ядерного оружия».**



The 62nd Pugwash Conference on Science and World Affairs

*Astana Declaration of the Pugwash Council «From Prohibition of Nuclear Testing toward Prohibition of Nuclear Weapons»
August 29, 2017*

Since 1945, nuclear weapons testing has played a primary role in the horizontal and vertical proliferation of nuclear weapons. Such testing has also inflicted great damage on the environment and people, especially in areas adjacent to nuclear test ranges but also globally. The cumulative consequences of more than 2000 nuclear tests conducted since 1945 by nuclear weapons states can be compared to a slow-motion limited nuclear war, waged by them on themselves and on humankind.

One of the initiatives that changed the tide in the fight against nuclear weapons testing was at Semipalatinsk. The decision by Kazakhstan to permanently close the Soviet nuclear test site was promulgated on 29 August 1991. It became one of the significant factors that led to the moratorium on nuclear testing, followed by the successful negotiation of the Comprehensive Test Ban Treaty (CTBT) in 1996. However, this treaty will only enter into force when eight key countries decide to adhere. We urge the DPRK, India and Pakistan to sign and ratify the treaty and also China, Egypt, Iran, Israel, and the USA to ratify it without delay.

For its part, Kazakhstan has been a strong supporter of this goal, including its joint-chairing with Japan of the conference for Facilitating Entry into Force of the CTBT for the past two years. The case of Kazakhstan is a powerful reminder of the importance of prohibiting nuclear tests, as well as of the humanitarian consequences that nuclear weapons entail, even when not used in war. Cancers of different types, leukemia, infertility, and genetic diseases due to nuclear weapons tests affect many people across the world. Furthermore, radiation damage to the genetic code continues to impact the second and even third generation of those exposed, and has had a devastating ecological impact on land, rivers, and agriculture.



It is more than seventy years since the first two nuclear explosions, when 170,000 people were killed and many more affected by the atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki. Still, over 15,000 nuclear warheads continue to pose a threat to humanity. The plight and suffering of Hibakusha around the world, survivors of the legacy of nuclear weapons as well as testing, must jolt us from complacency to finally and comprehensively eliminate nuclear weapons. The recently negotiated Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons, agreed upon by 122 States and supported by global civil society, acknowledges the importance of reaching this goal.

While nuclear weapons exist, there remains the serious possibility that a nuclear weapon or device might be detonated. In the current international climate, there is a heightened risk that a conflict can escalate and nuclear dangers would risk spiraling out of control. The absolute imperative of avoiding any nuclear explosion, in any possible conflict or situation, must be emphasized.

This year marks the 60th anniversary of the first Pugwash Conference. The tragic results of the Castle Bravo hydrogen bomb test by the US in 1954 in the Marshall Islands led Joseph Rotblat to set in motion what has now become a truly global movement. Here in Astana, on the International Day against Nuclear Tests, and aware of Kazakhstan's important contributions to this cause, the Pugwash Council calls upon all Governments and the people of the world to reflect on the grave and irreversible ecological and humanitarian consequences of nuclear weapons and to spare no efforts towards achieving a nuclear-weapon-free world.

На 62-й Пагуошской конференции учёных новым президентом Пагуошского движения учёных был избран известный бразильский дипломат посол Серджо Дуарте (Sergio Duarte), который сменил Джаянту Дханапалу, посла из Шри-Ланки, занимавшего пост президента Пагуошского движения с 2007 года.

13-й президент Пагуоша родился в 1934 году в Рио-де-Жанейро (Бразилия). Его последняя должность – Высокий представитель Организации Объединенных Наций по вопросам разоружения. Он был назначен Генеральным секретарем ООН Пан Ги Мун в июле 2007 года и ушел в отставку в феврале 2012 года.

С. Дуарте служил в бразильском внешнеполитическом ведомстве в течение 48 лет. Был послом Бразилии в ряде стран, включая Австрию, Хорватию, Словакию и Словению (1999-2002 годы), Китай (1996-1999 годы), Канаду (1993-1996 годы) и Никарагуа (1986-1991 годы). Он также служил в дипломатических представительствах в Швейцарии (1979-1986 годы), Соединенных Штатах (1970-1974 годы), Аргентине (1963-1966 годы) и Италии (1961-1963 годы).

В 2005 году С. Дуарте был председателем Седьмой обзорной конференции стран-участниц Договора о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) 2005 года.

С 2000 по 2002 год С. Дуарте был представителем Бразилии в Совете управляющих Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), а с 1999 по 2000 год являлся председателем Совета управляющих МАГАТЭ.



С 1979 по 1986 год С. Дуарте был заместителем Специального представителя Бразилии по вопросам разоружения в Штаб-квартире ООН в Женеве.

С. Дуарте имеет степень бакалавра права Федерального университета Флуминенсе (Нитеро, Рио-де-Жанейро, 1958 год) и степень бакалавра Бразильской школы государственного управления. Учился в Бразильской дипломатической академии с 1956 по 1957 год.

Напомним, продолжая последовательную политику Президента Республики Казахстан Нурсултана Абишевича Назарбаева в деле укрепления режима нераспространения оружия массового уничтожения 4 августа 2017 года в Казахстане создали Пагуошский комитет, в состав которого вошли ведущие ученые, политические и государственные деятели Казахстана.

Председателем Пагуошского комитета стал советник Президента РК Владимир Школьник, заместителем председателя – генеральный директор Национального ядерного центра РК Эрлан Батырбеков.

Деятельность Пагуошского Комитета Казахстана направлена как на развитие и укрепление международных научных связей и координацию участия казахстанских ученых в мероприятиях международной организации «Пагуошское движение ученых» (Pugwash Conferences on Science and World Affairs), так и на использование своего научно-технического потенциала в мирном использовании атомной энергии.

С первых дней Пагуошский комитет Казахстана приступил к активной работе.

Так, на пленарной сессии 62-ой Конференции «Ядерные угрозы» выступил председатель Пагуошского комитета Казахстана Владимир Школьник. Он презентовал широкой общественности книгу на английском языке «Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние», написанную с участием Президента страны Н.А. Назарбаева. Трехтомное издание, опубликованное на русском и английском языках, получило высокую оценку экспертов международного уровня.

Продвигая идеи Пагуошского комитета, Казахстан в очередной раз принял стипендиатов ООН по вопросам разоружения. Они посетили несколько городов Казахстана, в том числе и город Курчатов. В Курчатове стипендиаты встретились

с учеными Казахстана, обсудили с ними вопросы деятельности в сфере поддержки режима нераспространения, мирного использования ядерной энергии и технологий. Гости посетили музей Семипалатинского испытательного полигона, побывали с экскурсиями на Токамаке КТМ и на площадке «Опытное поле».

Пагуошский комитет Казахстана принял активное участие в работе крупных международных мероприятиях, в том числе в 61-ой сессии Генеральной конференции МАГАТЭ, международной конференции по физической защите ядерных материалов и установок, 60-м совещании контактной группы по ядерной безопасности и в 49 сессии подготовительного совещания ДВЗЯИ, что стало очередным значимым вкладом Пагуошского комитета Казахстана в продвижение инициатив Президента РК Нурсултана Абишевича Назарбаева по ядерному разоружению и нераспространению.



Одним из важных направлений в работе Пагуошского комитета является развитие международного научного сотрудничества. Казахстан стал важной диалоговой площадкой для обмена опытом в области мирного использования атомной энергии, вопросов нераспространения и радиозащиты.

Так, например, 10–11 октября 2017 года в Астане с участием членов Пагуошского комитета Казахстана состоялось 18-ое Совещание Форума ядерной кооперации в Азии на уровне министров с тематикой «Применение ядерной науки и технологий для защиты окружающей среды». Еще одним значимым мероприятием, на котором ученые Казахстана и Японии обменялись опытом в области ликвидации последствий ядерных испытаний ОМУ и аварий на АЭС, стало проведение 1–3 ноября на базе НЯЦ РК семинара, организованного совместно с японской организацией JAEA.

В научно-практической сфере работа членов-организаций Пагуошского комитета также отмечена большими успехами. В частности, с целью снижения риска распространения оружия массового уничтожения специалисты НЯЦ РК в рамках реализуемых международных договоров решают вопросы, связанные с обеспечением безопасности объектов и участков на территории СИП, содержащих отходы ядерной деятель-

ности. Для этого проводятся мероприятия, направленные на обеспечение конверсии инфраструктуры ядерных испытаний.

В 2017 году в рамках договора с Агентством по уменьшению угрозы Министерства обороны США (DTRA) проводились работы, связанные со снижением риска распространения ОМУ на территории испытательных площадок «Опытное поле», «Сары-Узень» и «Актан-Берли» СИП.



Обеспечен контроль объектов, важных с точки зрения укрепления режима нераспространения ядерных материалов.

Продолжается работа по переводу исследовательских реакторов с высокообогащенного на низкообогащенное топливо.

Историческая справка

Пагуошское движение ученых получило название от канадского местечка Пагуош (Pugwash), где 7–10 июля 1957 г. при поддержке американского промышленника Сайруса Итона состоялась первая встреча ученых, на которой обсуждались важнейшие аспекты мировой политики, в частности угроза ядерной войны.

Фундаментом Пагуошского движения явился Манифест Рассела – Эйнштейна (1955 г.), содержавший призыв к крупнейшим ученым с различными политическими и философскими убеждениями собраться для рассмотрения угрозы человечеству, которое представляет ядерное оружие. В 1-й Пагуошской конференции приняли участие 22 известных ученых из 10 стран мира, в т.ч. из СССР и США. Конференция положила начало регулярным встречам в рамках Пагуошского движения. К 2005 г. их состоялось более трехсот в разных странах мира, в которых приняли участие более 4500 человек.

Встречаясь как частные лица, а не как представители правительств или учреждений, участники Пагуошского движения обмениваются мнениями и разрабатывают альтернативные подходы к контролю над вооружениями и уменьшению напряженности, обнаруживая при этом такое сочетание прямоты, последовательности и гибкости, которое редко можно увидеть в ходе официальных переговоров и дискуссий между

Востоком и Западом или Севером и Югом. Вместе с тем статус многих участников Пагуошских встреч у себя на родине (а среди них есть советники правительств, авторитетнейшие представители академической и университетской науки, бывшие и будущие высокопоставленные государственные деятели, крупные военные и дипломаты) способствует быстрому распространению идей и мнений, вырабатываемых Пагуошем, уже на уровне официальной политики.

В период холодной войны, характеризовавшийся напряженностью в официальных межгосударственных отношениях, Пагуошское движение сыграло важную роль в разработке и принятии многих международных соглашений в области разоружения и безопасности: Договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой (1963), Договора о нераспространении ядерного оружия (1968), Договора об ограничении систем противоракетной обороны (1972), конвенций о запрещении биологического (1972) и химического (1993) видов оружия, Договора об обычных вооружениях в Европе (1993) и др. Пагуошское движение во многом способствовало прекращению войны во Вьетнаме и разрешению других международных конфликтов и споров.

В ряде случаев предложения, выработанные в рамках мероприятий Пагуоша, находили свое отражение в официальных международных договоренностях.

В разные годы президентом движения были выдающиеся ученые и общественные деятели: Б. Рассел, Дж. Кокрофт, Х. Флори, М.Д. Миллионщиков, Ю. Рабинович, Х. Альфвен, Д. Ходжкин, Дж. Ротблат, М. Аттия, М. Свамнатан, высшим исполнительным лицом – генеральный секретарь. Официальным руководящим органом является Совет Пагуошского движения, состоящий из 25 членов; в промежутках между его сессиями оперативное руководство осуществляет Исполнительный комитет в составе 10 членов.



Координация международной деятельности и решение административных вопросов возложены на четыре постоянно действующие штаб-квартиры Пагуошского движения в Вашингтоне, Женеве, Лондоне, Риме.

Выборы руководства и утверждение программных документов осуществляется на т.н. «юбилейных» конференциях (проводятся с 1962 один раз в пять лет).

В 1957 г. по решению Президиума АН СССР был создан Советский Пагуошский комитет, преобразованных в 1991 г. в Российский Пагуошский комитет при Президиуме РАН.



С 1987 г. параллельно с Пагуошским движением осуществляет свою деятельность Международное студенческое и молодежное Пагуошское движение, объединяющее более 30 национальных групп.

Угрозы международных террористов, распространение ядерных технологий и материалов в мире, возникновение локальных вооруженных конфликтов – все это находится в поле зрения Пагуошского движения ученых. В последние годы Пагуош проводит чрезвычайно продуктивные встречи и семинары в Индии, Пакистане, Иране, Южной и Северной Корее, Индонезии, Китае, Сирии, Непале и других странах. В ходе таких встреч – а в них участвуют ученые и политики из перечисленных стран, а также из России, США и Европы – рассматриваются актуальные проблемы нераспространения оружия массового уничтожения, укрепления мер доверия и международного научного сотрудничества, безопасности в Южной и Восточной Азии и на Ближнем Востоке.

Сегодня Пагуошское движение развивается на фоне деятельности многочисленных международных политологических центров и институтов, миротворческих организаций. Но движение сохранило свою уникальность и авторитет в среде широкого политического и научного сообщества. Залогом многолетней успешной работы Пагуоша является его независимость и неизменность научного подхода к решению актуальных проблем мировой политики и международных отношений.

Ученые Пагуоша, многие из которых связаны с разработкой разных видов оружия, включая оружие массового уничтожения, считают, что несмотря на шок, вызванный событиями 11 сентября 2001 г. в США, трагедиями в Мадриде и Беслане, другими терактами борьба с терроризмом должна вестись исключительно в рамках закона – международного и национального, не ограничивая права и свободы человека и гражданина.



Проблеме терроризма, в частности, возможного использования террористами ядерного оружия был посвящен ряд последних мероприятий, организованных Пагуошским движением. Разработанный в недрах организации специальный Пагуошский доклад «Ядерный терроризм и высокообогащенный уран» вызвал большой интерес международного политического и научного сообщества. Предметом особого беспокойства стали проблемы безопасного хранения и транспортировки ядерных материалов. В условиях активизации международного терроризма контроль над этими веществами приобретает чрезвычайное значение, так как они могут использоваться для создания взрывных устройств.

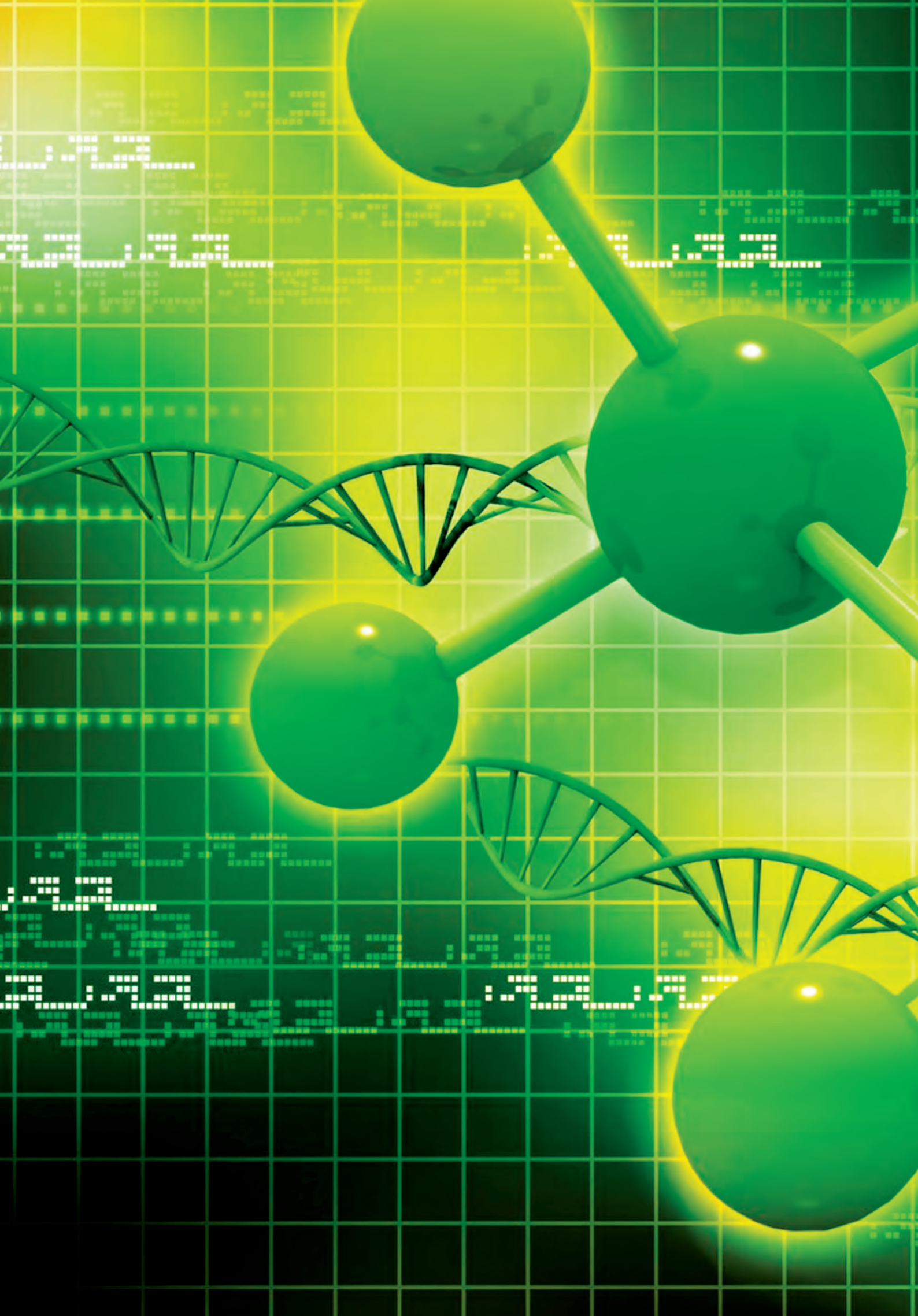
На состоявшейся в октябре 2004 г. в Сеуле 54-й Пагуошской конференции научное сообщество подчеркнуло необходимость консолидации ученых из разных стран для активизации работы в области укрепления Договора о нераспространении ядерного оружия и заключения новых международных актов по разоружению и контролю над вооружениями.

В Пагуошском движении принимали участие многие выдающиеся разработчики ядерного оружия, среди них был и академик Л.П. Феоктистов. В книге, посвященной его памяти, приводятся слова Льва Петровича: «Все мы, кто создавал ядерное оружие, не должны забывать о своей доле ответственности перед людьми – ответственности за то, что сделало человека беззащитным перед рукотворной ядерной стихией». Это убеждение разделяют все ученые-ядерщики, участвующие в Пагуоше и стремящиеся избавить человечество от страха и тревог за будущее детей и внуков.

Пагуошское движение ученых почти пять десятилетий прилагает усилия с целью обеспечения полноценных условий для свободного развития научных исследований в разных частях мира на благо безопасности и стабильности. Являясь неформальным объединением ученых из многих стран мира, Пагуош шаг за шагом способствует не только снижению опасности применения оружия массового уничтожения, предотвращению разрастания региональных конфликтов, но и укреплению доверия между политическими элитами разных государств.

Распространению идей ученых – участников Пагуошского движения служат периодические издания: “Proceedings of the Pugwash Conferences on Science and World Affairs” (ежегодно с 1957), “Pugwash Newsletter” (ежеквартально с 1963), “Pugwash Occasional Papers” (ежеквартально с 2000), “Pugwash Brief Issue” (с 2002), “Pugwash History Series” (с 2005), а также специальные монографии и доклады.

*Историческая справка
подготовлена по материалам сайта:
<http://www.pugwash.ru>*



АТОМ И ОБЩЕСТВО





Конверсия реактора ИВГ.1М

18 октября 2017 года был успешно проведен первый пуск реактора ИВГ.1М в рамках комплексных испытаний двух экспериментальных ВОТК-НОУ с топливом низкого обогащения в составе активной зоны по программе конверсии.

Историческая справка

В мае 1960 года было принято Постановление ЦК КПСС и СМ СССР о строительстве первой и второй очереди реакторного исследовательского комплекса «Байкал-1». Этим же постановлением было определено место расположения комплекса: на территории Семипалатинского испытательного полигона, в 65 км от г. Курчатова. Предусматривалось в составе первой очереди комплекса построить исследовательский газоохлаждаемый высокотемпературный реактор ИВГ.1, стенд хранения и подачи в реактор газообразного водорода и реактор ИРГИТ, являющийся стендовым прототипом реактора ЯРД (ядерный ракетный двигатель).

Строительство комплекса исследовательских реакторов «Байкал-1» было начато в 1964 году. В 1971 г. на первом рабочем месте был завершён монтаж реактора ИВГ.1, а в сентябре – декабре 1972 г. проведен физический пуск этого реактора. К осени 1973 г. были закончены строительство и монтаж стенда. Пуско-наладочные работы на стенде заняли почти полтора года и 7 марта 1975 года состоялся энергетический пуск реактора ИВГ.1. По результатам энергетического пуска стендовый комплекс «Байкал-1» с реактором ИВГ.1 был принят в эксплуатацию.

С начала строительства и до 1970 года, организацией, ведущей курирование строительных работ на комплексе «Байкал-1», являлась Экспедиция № 10 Подольского научно-исследовательского технологического института, которая должна была заниматься и эксплуатацией комплекса по окончании его сооружения.

В июле 1970 года, с целью сокращения сроков выполнения работ, координации усилий, совершенствования структуры и лучшего взаимодействия организаций, участвующих в создании ЯРД, Министерство среднего машиностроения решило объединить 10-ю экспедицию ПНИТИ и 361 экспедицию ИАЭ им. И.В. Курчатова в одно предприятие – Объединённую экспедицию (ОЭ), на которую возлагались задачи эксплуатации реакторных комплексов ИГР и «Байкал-1» и проведение всех реакторных испытаний и исследований по программе разработки ЯРД.

В 1989 году Подольский научно-исследовательский технологический институт был преобразован в научно-производственное объединение «Луч», в которое, в качестве одного из самостоятельных предприятий вошла и Объединённая экспедиция (ОЭ НПО «Луч»).

С образованием суверенного Казахстана и его Национального Ядерного Центра, ОЭ НПО «Луч» была преобразована в Институт атомной энергии и включена в состав НЯЦ РК.

В 1989 году была начата модернизация реактора ИВГ.1 и систем комплекса «Байкал-1» с целью создания на реакторе двух петлевых установок:

- петлевой установки для испытаний ТВС газоохлаждаемых реакторов, в том числе реакторов ЯРД и ЯЭДУ, оснащенной системой закрытого выброса газообразного теплоносителя;
- петлевой установки для испытаний модельных ТВС водоохлаждаемых реакторов, в том числе ВВЭР, в переходных и аварийных режимах, включая и режимы тяжелых аварий с возможным плавлением ТВС, для обоснования безопасности объектов ядерной техники.

В 1990 году был завершен первый этап модернизации – активная зона реактора укомплектована охлаждаемыми водой технологическими каналами и соответствующим образом была модернизирована система подачи воды на охлаждение реактора и ВОТК. Работы по второму этапу модернизации, – созданию петлевых установок и реконструкции системы водяного охлаждения реактора для увеличения длительности его работы на номинальной мощности – выполнены лишь частично

и прекращены в связи с изменением экономической и политической ситуации.

Физический пуск модернизированного реактора ИВГ.1М проведен в период с 25 мая по 15 июня 1990 года, энергетический – 18 декабря 1990 года. В соответствии с программой энергетического пуска реактор был выведен на мощность, составляющую 50% номинальной (35 МВт). По результатам энергетического пуска модернизированный реактор ИВГ.1М был принят в эксплуатацию. Реактор оснащен оборудованием для проведения исследований параметров взаимодействия конструкционных материалов с водородом и его изотопами в условиях реакторного облучения.

В период с 1991 г. по 2017 г. на модернизированном реакторе ИВГ.1М проведено более 150 экспериментов. В частности, проводились эксперименты по исследованию взаимодействия конструкционных материалов с водородом и его изотопами в условиях реакторного облучения. Методами газовой выделения и термодесорбции получены экспериментальные данные по проницаемости и о диффузионных и сорбционных свойствах образцов свинцово-литиевой эвтектики, графита, бериллия различных марок, сталей 12Х18Н10Т и 07Х16ХН6, сплавов VCr4Ti и CuCrZr при температуре от 600 до 1200 К в среде водорода с давлением от 1 кПа до 3 МПа. Эксперименты выполнялись в рамках работ по международному проекту создания термоядерного реактора ITER.



В 2010 году совместно с Аргоннской национальной лабораторией (АНЛ), США начаты работы по исследованию возможности конверсии исследовательского реактора ИВГ.1М на топливо на основе использования низкообогащенного урана (НОУ). Эта деятельность является частью совместных усилий РК и США по минимизации использования высокообогащенного урана (ВОУ) и снижения риска незаконного распространения делящихся ядерных материалов, которые могут быть использованы для создания оружия массового уничтожения.

Основной задачей исследований является изучение и обоснование возможности конверсии реактора ИВГ.1М путем замены высокообогащенного ядерного топлива (90 % по урану-235) низкообогащенным (не более 20 % по урану-235). Основным фактором, определяющим возможность конверсии реактора ИВГ.1М, является сохранение его эксплуатационных характеристик и возможности его использования в исследовательских программах, ныне реализуемых с использованием этого реактора. Необходимо подчеркнуть, что работы по снижению обогащения топлива реактора ИВГ.1М соответствуют интересам РГП НЯЦ РК в связи с тем, что в ближайшее время будет исчерпан ресурс существующей активной зоны (из-за низкого текущего запаса реактивности).

Начальный запас реактивности реактора составлял 3,2 β . На сегодняшний день запас реактивности реактора составляет 0,8 β . Таким образом израсходовано 75 % ресурса реактора. В случае успешной конверсии будет обеспечена возможность полноценной эксплуатации реактора ИВГ.1М в течение многих последующих лет.

На начальном этапе исследований были выполнены аналитические исследования, которые включали в себя предварительные и уточненные расчетные оценки нейтронно-физических и теплогидравлических параметров реактора ИВГ.1М с топливом пониженного обогащения в стационарных и переходных режимах эксплуатации реактора. Результаты расчетов показали, что существуют варианты конверсии, в результате реализации которых эксплуатационные и экспериментальные возможности реактора ИВГ.1М сохранятся.

Предприятие ФГУП «НИИ НПО «Луч» (г. Подольск, РФ), которое является одним из создателей реактора ИВГ.1 и разработчиков ныне эксплуатируемой активной зоны реактора ИВГ.1М, было привлечено к работам по разработке и изготовлению топлива для реактора с низкообогащенной активной зоной. В целях экспериментальной проверки эксплуатационных характеристик нового топлива ФГУП «НИИ НПО «Луч» изготовило два экспериментальных технологических канала ВОТК-НОУ, при этом поставка полного комплекта топлива будет произведена только после получения положительных результатов испытаний.

В отношении технологических каналов ВОТК-НОУ были выполнены процедуры входного контроля, проведены стандартные виды предреакторных испытаний, в том числе испыта-



ний на проходимость через калибр, гидравлических испытаний по установлению гидравлических расходных характеристик и испытаний на плотность. По результатам большого комплекса работ каналы были признаны пригодными к установке в реактор для проведения внутрореакторных испытаний.

В октябре 2016 года была выполнена загрузка экспериментальных технологических каналов ВОТК-НОУ в реактор ИВГ.1М, а также выполнена подготовка и проведены 5 пусков реактора ИВГ.1М с целью определения влияния новых технологических каналов на ключевой эксплуатационный параметр реактора – запас реактивности.

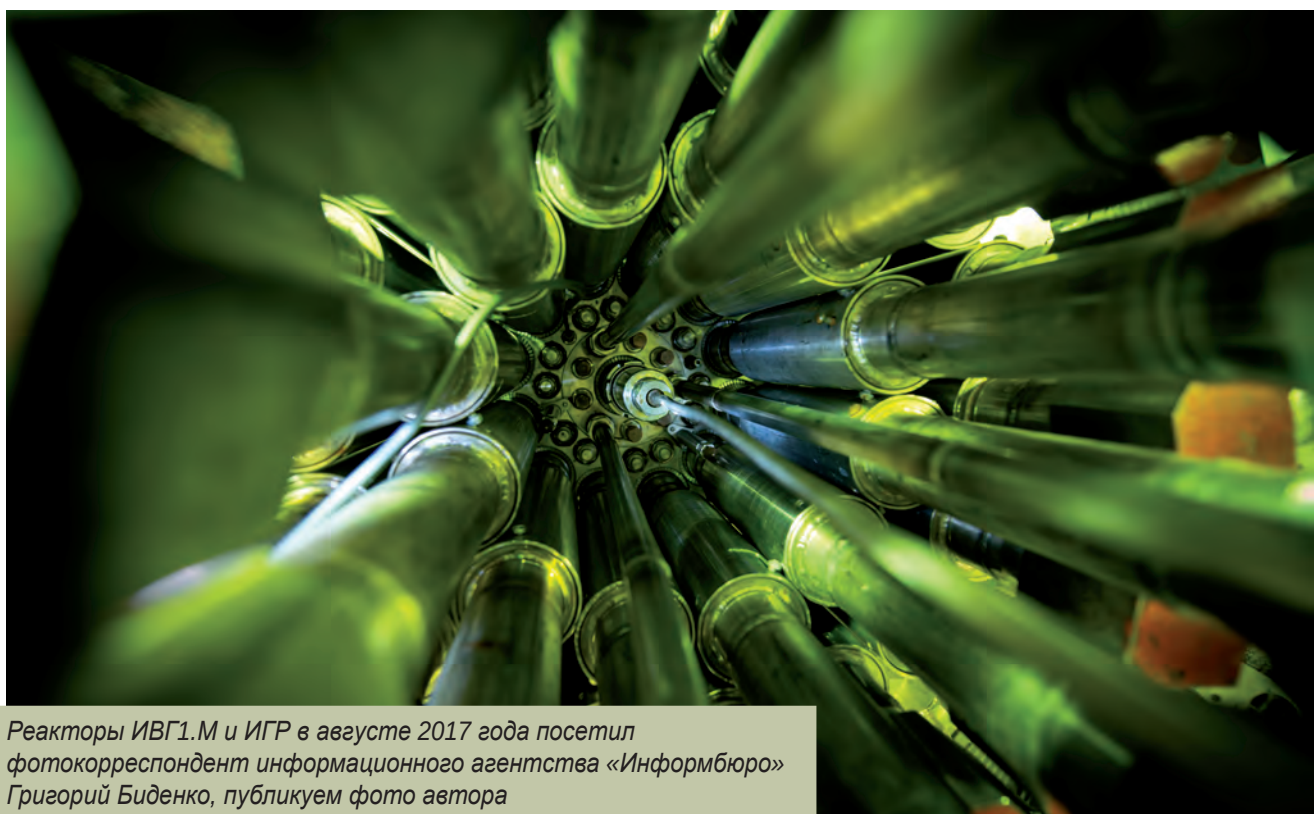
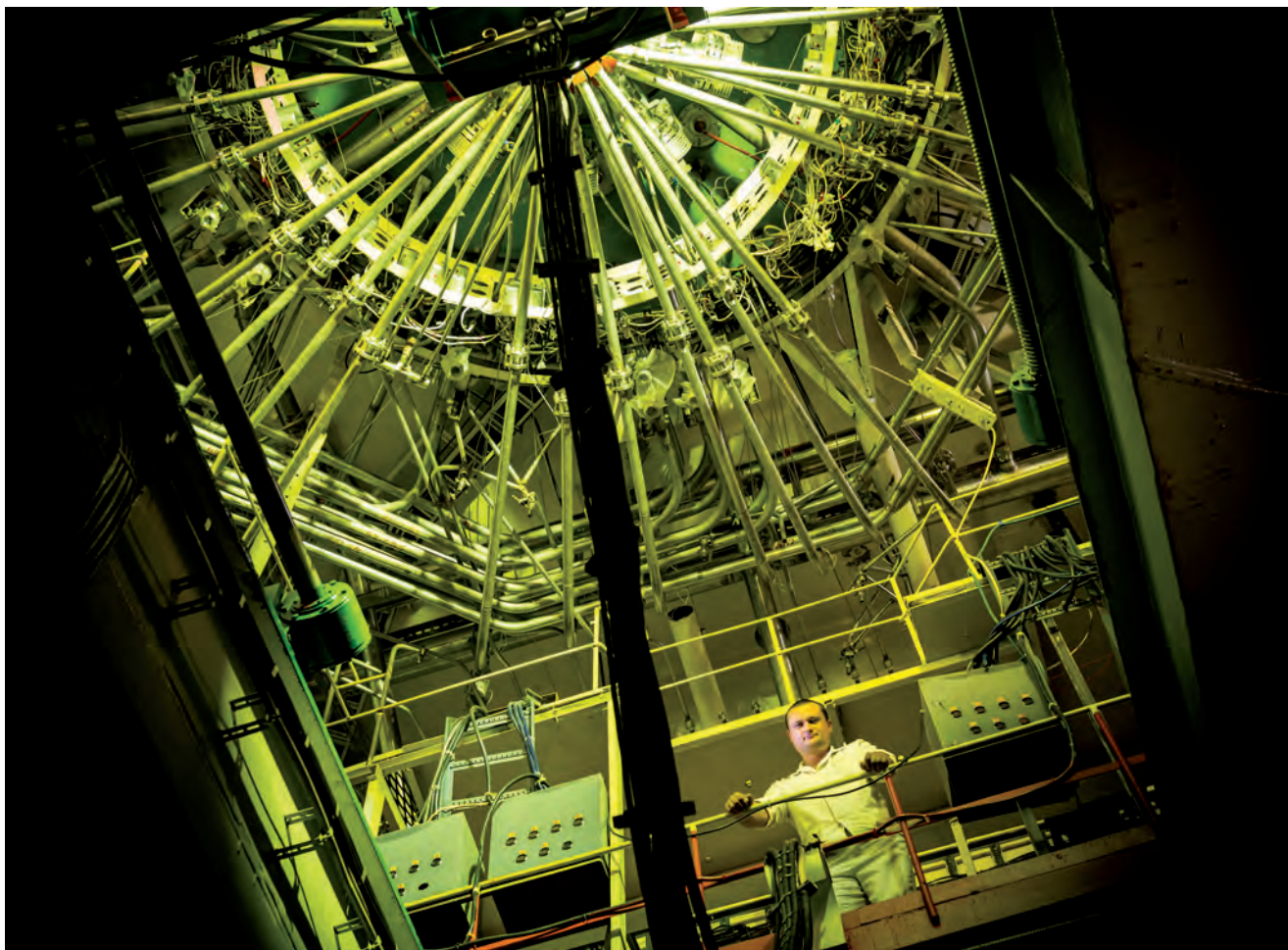
27 сентября 2017 года был осуществлен кратковременный пробный пуск реактора ИВГ.1М с целью проверки работоспособности его систем и элементов в реальных рабочих условиях. При проведении пробного пуска реактор был кратковременно выведен последовательно на мощность 1 кВт, 100 кВт, 300 кВт, 1 МВт и 3 МВт, при этом все системы реактора отработали штатно.

18 октября 2017 года был успешно проведен первый пуск реактора ИВГ.1М в серии из 30 экспериментов, предусмотренных программой комплексных испытаний двух экспериментальных ВОТК-НОУ.

При проведении пуска реактор был выведен на уровень мощности 6 МВт, и отработал на данной мощности в течение 5 часов 35 минут, что соответствует времени работы реактора на данной мощности, рассчитанному при планировании комплексных испытаний двух экспериментальных ВОТК-НОУ. Было отмечено, что все системы реакторной установки отработали в штатном режиме.

Проведенный пуск ознаменовал начало нового этапа исследований возможности конверсии реактора ИВГ.1М.

Вячеслав Гныря

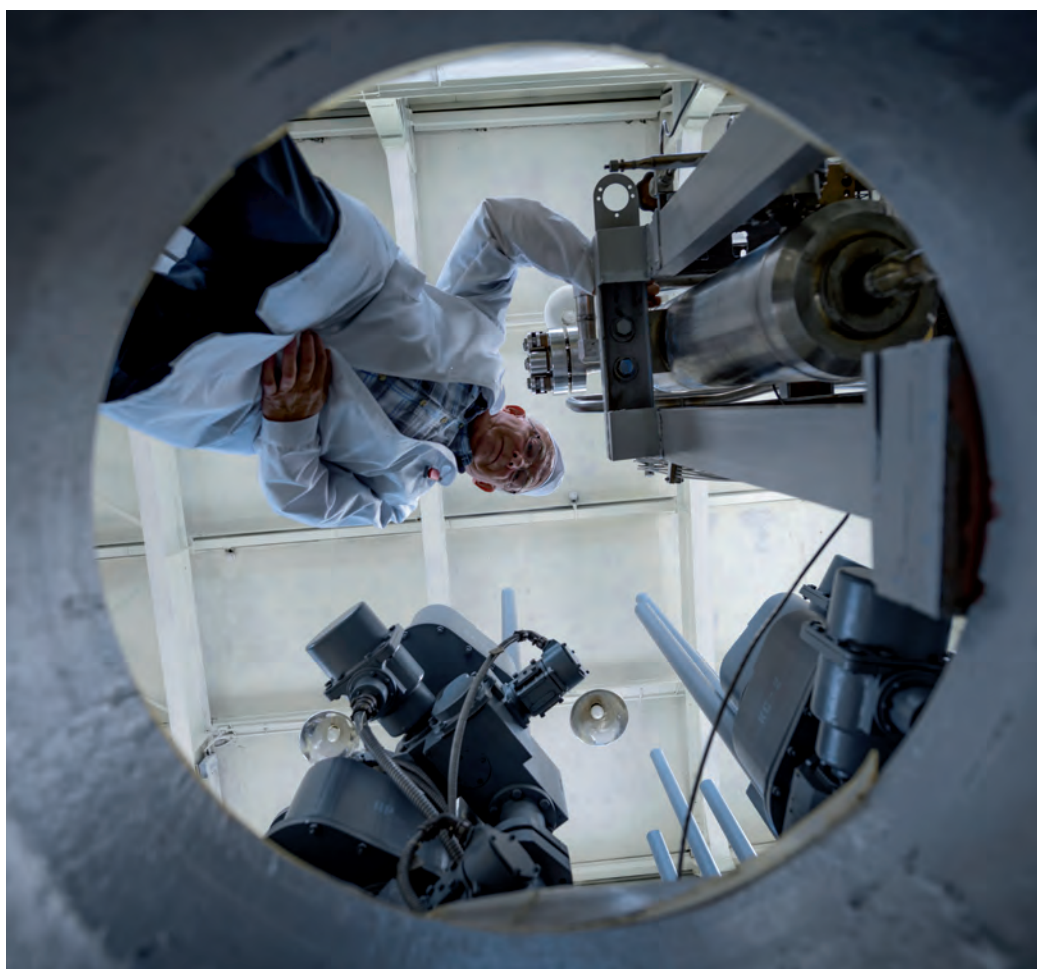


Реакторы ИВГ1.М и ИГР в августе 2017 года посетил фотокорреспондент информационного агентства «Информбюро» Григорий Биденко, публикуем фото автора





*Продолжается проработка вопроса возможности
конверсии реактора ИГР. Фото Григория Беденко*



18-е совещание Форума ядерной кооперации в Азии (FNCA)



11 октября 2017 года в Астане впервые в Казахстане прошло совещание Форума ядерной кооперации в Азии на уровне министров. Форум был создан в 2000 году по инициативе Комиссии по атомной энергии Японии с целью обеспечения эффективного сотрудничества в области ядерных и радиационных технологий между государствами азиатско-тихоокеанского региона.

Организаторами 18-го совещания в Казахстане выступили Министерство энергетики РК, кабинет министров Японии и Комиссия по атомной энергии Японии. Стоит отметить, что Казахстан стал активным членом форума с 2010 года, и с тех пор пытается внедрить элементы сотрудничества с сообществами по всему миру для использования ядерного потенциала в мирных целях.

В работе 18-го совещания приняли участие высокопоставленные представители министерств и ведомств 11 стран-участниц: Австралии, Бангладеш, Вьетнама, Индонезии, Китая, Казахстана, Малайзии, Монголии, Таиланда, Филиппин и Японии. Совещание послужило площадкой для обмена мнениями о политике в области исследований, разработки и использования ядерных технологий, и о роли регионального сотрудничества для их осуществления.

Темой совещания 2017 года было «Применение ядерной науки и технологий для защиты окружающей среды».

Открыли совещание Министр энергетики РК Канат Бозумбаев и председатель атомно-энергетической комиссии Японии Ёшиаки Ока.



«Этот форум в первую очередь направлен на развитие подходов по части вызовов, связанных с ядерной деятельностью. Участие в деятельности форума помогает в продвижении новой методологии по части ядерной медицины, а также для производства новых видов материалов для сельскохозяйственных целей в Казахстане. Дает также возможность получить новые подходы, что касается радиологии, радиологической безопасности, также в рамках управления безопасностью в этих сферах, а также использование этих знаний для использования новейших передовых технологий в области новых ускорителей и ядерных реакторов, чтобы мы могли выбрать соответствующие правильные меры для безопасного использования ядерных технологий и сохранения режима нераспространения ядерного оружия», – сказал министр энергетики РК Канат Бозумбаев.

Он также заверил участников в том, что Казахстан будет продолжать развитие мирного использования атомной энергии. Глава японской атомно-энергетической Комиссии Ёшиаки





Ока (Yoshiaki Oka) в свою очередь отметил, что страна восходящего солнца не собирается отказываться от ядерных технологий и ядерных электростанций даже на фоне катастрофы на Фукусиме.

«В этом году правительство Японии издало новую политику по части ядерной технологии, это является долгосрочной стратегией по использованию ядерной технологии. И это является изданием основных базовых документов по этой части в Японии. Страна будет продолжать работать по части укрепления возможности и понимания со стороны общества в части безопасности ядерных технологий», – сказал он.

Он отметил, что на протяжении последних 6 лет в Японии шла активная деятельность для улучшения стандартов ядерной безопасности на основе уроков после инцидента АЭС на Фукусиме, и теперь, найдя соответствующие институциональ-

ные подходы, Япония хотела бы поделиться своими знаниями с мировым сообществом.

«Я верю, что польза от ядерной технологии она значительна для всех нас в рамках видения устойчивого развития. По мере того, как мы будем идти в рамках определенных изменений в мире по части экологии, нам необходимо оставить более лучший мир, более чистый мир для будущих поколений и нам еще много придется потрудиться. Но я уверен, что этот форум ядерных коопераций в Азии будет направлять нас к более успешному будущему всех членов организации», – заключил Ёшиаки Ока.

На совещании заслушаны страновые доклады. В них представители стран-участниц привели сведения о произошедших за последний год изменениях в политике и деятельности в области ядерной науки и технологий в своих странах, и осветили достижения и проблемы в области использования таких технологий для защиты окружающей среды.

По итогам форума принято коммюнике, в котором участники решили работать в направлении расширения и усиления деятельности Форума в отношении применения ядерной науки и технологий, уделяя особое внимание таким сферам как защита окружающей среды, здравоохранение, медицина и сельское хозяйство, и в направлении активной поддержки действующих проектов, таких как «мутационная селекция», «радиационная онкология», «изменение климата», а также возможных будущих проектов по культуре ядерной безопасности и по физической защите, что должно способствовать устойчивому развитию каждой страны.

По окончании Форума председатель атомной энергетической комиссии Японии Ёшиаки Ока нанес визит в город Курчатова, где посетил объекты Национального ядерного центра РК.

С программной речью по тематике совещания выступил Генеральный директор НЯЦ РК Эрлан Батырбеков. Мы публикуем полный текст выступления.



Применение ядерной науки и технологий для защиты окружающей среды



Доклад генерального директора НЯЦ РК Батырбекова Э.Г.

В наши дни ядерная наука и технологии помогают в решении многих проблем, с которыми сталкивается человечество. При условии безопасного и грамотного использования ядерных технологий, они эффективно дополняют, а в некоторых случаях, и успешно заменяют традиционные подходы

в решении актуальных задач в различных областях деятельности человечества. Бесспорно, что развитие мирных ядерных технологий способствует устойчивому развитию человечества, улучшению благосостояния и здоровья населения во всем мире.



Сегодня одним из ключевых условий достижения социально-экономического благополучия всех стран мира является решение проблемы глобального изменения климата.

Парижское соглашение призывает страны к активным действиям для достижения целей по декарбонизации экономики к 2050 году. В данном контексте наряду с развитием возобновляемых источников энергии (солнечная, ветровая, энергия биомассы и т.д.) высокой остается роль атомной энергетики, позволяющей при необходимости обеспечить достаточно интенсивное замещение углеводородной энергетики за счет конкурентоспособных, в сравнении с альтернативной энергетикой, экономических показателей и высокой энергопроизводительности.

Другой глобальной проблемой современности является обеспечение населения Земли водными ресурсами. Эта проблема взаимосвязана с другими глобальными проблемами – экологической и демографической. С одной стороны, загрязнение окружающей среды приводит к тому, что источники питьевой воды становятся непригодными к употреблению. С другой стороны, рост населения планеты является причиной возникновения и усиления ее дефицита.

В этом направлении ядерные технологии также находят широкое применение: от выявления новых источников воды, мониторинга состояния водных объектов, до создания опреснительных комплексов на базе атомных станций.

Серьезнейшей проблемой, с которой в последние десятилетия столкнулось человечество, является проблема загрязнения окружающей среды. В контексте нашего совещания – это прежде всего проблема радиоактивного загрязнения.

Загрязнение природы радиоактивными веществами по своим последствиям является наиболее тяжелым и пагубным. Основными источниками масштабного радиоактивного загрязнения являются испытания ядерного оружия и аварии на объектах атомной энергетики.

Весомый вклад в общее загрязнение вносит промышленность, особенно опасными с этой точки зрения являются незаконсервированные хвостохранилища урановых рудников.

В данном аспекте разработка и усовершенствование методов мониторинга и контроля состояния окружающей среды является чрезвычайно важной и актуальной задачей не только для стран, на территории которых действовали или действуют испытательные ядерные полигоны, но и в государствах, экс-

плуатирующих ядерные установки, планирующих их внедрение и осуществляющих разработку урановых месторождений. Такая работа способствует проведению в дальнейшем мероприятий по локализации, ликвидации радиационно-опасных ситуаций и ремедиации зараженных территорий.

Республика Казахстан принимает активное участие в разрешении перечисленных глобальных проблем человечества. И ядерным технологиям в этом процессе отводится важная роль.

На сегодняшний день для развития ядерных технологий в Республике созданы все условия. У нас сформирована и успешно функционирует государственная система регулирования вопросов безопасного использования атомной энергии, контроля и лицензирования видов деятельности в этой сфере и разрешительного контроля.

Регулирование осуществляется Правительством Республики Казахстан в лице уполномоченного органа – Министерства Энергетики.

Контролирующие функции государства в области использования атомной энергии осуществляет Комитет атомного и энергетического надзора и контроля.

В Казахстане имеются ядерные установки, хранилища радиоактивных отходов, несколько сотен радиационных установок, несколько тысяч источников ионизирующего излучения, которые используются в медицине, промышленности, науке. Основные базовые установки, научный и кадровый потенциал атомной отрасли сосредоточены в научно-исследовательских центрах, подведомственных Министерству энергетики. Это Национальный ядерный центр, Институт ядерной физики, Парк ядерных технологий.

Приведу несколько примеров использования Республикой Казахстан ядерных технологий для решения глобальных проблем человечества, связанных с окружающей средой. Ярким примером является проблема глобального изменения климата.

В октябре 2016 года Казахстан ратифицировал Парижское соглашение по климату, подтвердив приверженность глобальной политике по переходу к низкоуглеродному развитию и декарбонизации мировой экономики.

Казахстан принял на себя обязательства по сокращению выбросов парниковых газов на 15% к 2030 году, а в случае дополнительной поддержки со стороны международного сообщества – на 25%.

Планируется, что к 2050 году 50% всей энергии в республике будет производиться за счет возобновляемых источников.

Внедрение атомной генерации, наряду с развитием возобновляемых источников энергии, является одним из факторов успешного выполнения принятых Республикой обязательств в рамках Парижского соглашения и реализации собственной Концепции по переходу к «зеленой экономике».

Казахстан активно участвует в разработке новых проектов ядерных реакторов, которые будут обладать улучшенной безопасностью и производить минимальный объем отходов. В этом отношении на базе Национального ядерного центра

совместно с ведущими атомно-энергетическими странами, такими как Япония, Франция, Россия, реализуются экспериментальные программы в поддержку разработки ядерных реакторов Поколения 4.

Опыт Казахстана может быть востребован и в решении проблемы обеспечения человечества водными ресурсами.

В период с 1973 по 1999 гг. у нас в стране успешно эксплуатировался энергетический реактор, одной из задач которого было снабжение энергией крупного опреснительного комплекса. Такой опыт может быть полезен при создании опреснительных комплексов на базе АЭС в регионах с дефицитом пресной воды.

С использованием ядерно-физических методов мы осуществляем мониторинг состояния подземных и наземных водных источников на территории Семипалатинского испытательного полигона. Такая работа позволяет контролировать уровни радиоактивного загрязнения, отслеживать пути миграции радионуклидов и предпринимать своевременные меры для предотвращения их поступления в объекты водопользования.

Республикой Казахстан налажено производство фильтрационных материалов на основе полимерных трековых мембран с использованием ускорителя тяжелых ионов DC-60. Фильтры, оснащенные такими мембранами, являются эффективным средством очистки загрязненной воды.

Еще одним направлением применения ядерных технологий является создание радиационно-сшитых водопоглощающих суперабсорбентов, применение которых в сельском хозяйстве снижает необходимость использования традиционных водозатратных систем полива в засушливых регионах.

Большая работа проводится в Казахстане для решения проблемы загрязнения окружающей среды, связанной с последствиями негативного влияния функционирования объектов военно-промышленного комплекса СССР.

С использованием таких методов как пешеходная гамма-спектрометрическая съемка, масс-спектрометрический анализ, лабораторный альфа, бета, гамма спектрометрический анализ, методов радиоизотопной гидрогеологии осуществляется обследование и мониторинг Семипалатинского испытательного полигона, полигона Азгир, объекта ЛИРА.

По состоянию на конец 2016 года выполнено экологическое обследование 50% территории (9120 км²) территории СИП.

По результатам проведенных исследований определено, что:

- 95,8% обследованной территории (или 8817 км²) может быть передано в хозяйственный оборот без ограничений;
- 4,2% обследованной территории (а это около 393 км²) является радиоактивно загрязненной и должно оставаться в землях запаса.

Однако нашей политикой является максимальное использование всей территории полигона, включая его загрязненные участки. Сегодня на площадке «Балапан», где ранее были произведены 105 ядерных взрывов, создан и успешно функционирует полигон промышленных отходов.

Таким образом территории СИП, которые ранее даже не предполагалось использовать, в настоящее время приносят реальную пользу Казахстану.

В планах строительство в этом же районе завода по уничтожению стойких органических загрязнений.

Благодаря наработанным компетенциям в ядерной сфере мы обеспечиваем самостоятельное хранение ОЯТ выве-



денной из эксплуатации АЭС с реактором БН-350 на специальной площадке на территории СИП. Безопасное хранение ОЯТ и использование для этого загрязненных земель полигона также является вкладом в решение проблемы загрязнения окружающей среды.

Имеющийся опыт применения ядерных технологий используется при ликвидации сложных радиационно-опасных ситуаций, вызванных историческими радиоактивными загрязнениями.

В рамках этих работ выполнено обследование территории Иртышского химико-металлургического завода и очистка ее от РАО.

Выполнены работы по выводу и утилизации радиоактивных материалов из бывших военных арсеналов в поселке Токрау.

Возвращаясь к Семипалатинскому испытательному полигону хочу отметить, что сегодня у нас есть план ремедиации его загрязненных участков. В ближайшие годы мы планируем провести изъятие радиационно-загрязненного грунта и его последующее захоронение на созданной площадке хранения радиоактивных отходов, а также создать систему ограничения доступа на наиболее опасные объекты полигона.

Это позволит ограничить физический доступ к радиационно-опасным объектам и ликвидировать радиоактивное загрязнение либо снизить его уровни на наиболее опасных участках.

Реализация плана реабилитации территории СИП позволит обеспечить дополнительно передачу около 130 км² загрязненных территорий в хозяйственный оборот.

Важным направлением применения ядерных технологий в Казахстане является обеспечение экологической и радиационной безопасности на промышленных и гражданских объ-

ектах. Мы осуществляем радиационный контроль и радиэкологический мониторинг на месторождениях угля и полезных ископаемых.

Наши специалисты были в числе первых, кто взялся проводить комплексное обследование экологической ситуации поселка Калачи в Акмолинской области для выявления факторов, которые могли привести к «сонному синдрому» населения.

Реализуется проект по изучению микроэлементного и изотопного состава для создания портретов готовой продукции уранодобывающих предприятий с целью противодействие незаконному обороту радиоактивных веществ.

Для нужд нефтедобывающих регионов страны разработана технология очистки и дезактивация загрязненной поверхности трубопроводов и фрагментов нефтегазового оборудования, утилизации низкоактивных отходов путем выделения радиоактивных компонентов.

Подводя итог, хочу отметить, что в Казахстане достигнут высокий уровень и качество результатов в разработке и применении ядерных технологий в сфере защиты окружающей среды. Но особенно ценен и уникален наш опыт в области исследования территорий, подвергшихся сильному радиационному воздействию на примере Семипалатинского испытательного полигона. И сегодня мы готовы делиться этим опытом с другими странами для улучшения экологической ситуации на всей планете.



В Астане с 19 по 20 июня 2017 года прошел Всемирный конгресс инженеров и ученых WSEC-2017 «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации» (подробности читайте в предыдущем номере). По следам Конгресса публикуем статью доктора технических наук профессора МИФИ Бориса Григорьевича Гордона.

Парниковый эффект и возобновляемая энергетика

На полях Конгресса

В июне 2017 года в столице Республики Казахстан г. Астане открылась очередная международная выставка ЭКСПО. В рамках сопутствующих ей мероприятий 19-20 июня состоялся Всемирный конгресс инженеров и учёных по тематике «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации» (WSEC-2017). Подробное описание и материалы Конгресса можно найти на его сайте.

По сведениям организаторов было прислано около 400 докладов, из них выбрано 240, а заслушано 150. Остальные, – по-видимому, получили статус стендовых. В Конгрессе приняли участие 1250 участников, в том числе, около 300 представителей 51-й страны. Среди них было пять лауреатов Нобелевской премии и восемь лауреатов премии «Глобальная энергия».

Главной интенцией Конгресса стала констатация того, что «впервые в мировой истории технологии использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) стали доступными для массового использования в самых разнообразных регионах мира и резко повысили свою конкурентоспособность». При этом процесс удешевления технологий и снижения стоимости электроэнергии ВИЭ продолжается столь активно, что «общая доля возобновляемых источников в мировом производстве электроэнергии превысила 20 %. Достигнутый прорыв во многом стал возможным благодаря углубленному анализу сущности и причин глобального потепления и климатических изменений на Земле, повышению внимания к антропогенной составляющей этих процессов». Цитаты взяты из проекта Декларации Конгресса, принятой на его пленарном заседании.

Надо подчеркнуть, что я делал доклад на секции, посвящённой проблемам атомной энергетики. Проблематика развития ВИЭ, глобального потепления и антропогенного влияния на климат не входит в круг моих профессиональных компетенций. Как говаривал Козьма Прутков: «Многие вещи нам непонятны не потому, что наши понятия слабы, но потому, что сии вещи не входят в круг наших понятий». Вместе с тем, представляется полезным рассмотреть проблематику глобального потепления, исходя из анализа экспериментальной техники измерения параметров столь нестандартного тела, как наша планета. Мне не встречался такой подход, возможно, в силу ограниченности моих знаний. Во всяком случае, сделанный анализ может претендовать не более, чем на его самостоятельность, поскольку приведённые цитаты порождают сомнения в достаточной изученности «сущности и причин глобального потепления и климатических изменений».



Думается, каждый из нас заинтересован в осмыслении этих общечеловеческих проблем, и было бы грешно не воспользоваться сведениями из докладов и краткими контактами со столь авторитетными специалистами, собравшимися на Конгресс, для развития своего понимания этой проблематики. Тем более, что она тесно связана с представлениями, развитыми в /1/. В начале 1920-х годов родилось понятие «ноосфера» как предвидение будущего воздействия разума на планетарные процессы. Понятие «ноокосмогенеза» возникло в результате учёта и анализа возможных путей развития разума в прошлом, как вариант взаимосвязи планетарных и космических процессов.

В науке найдётся немного теорий и концепций, по поводу которых у учёных не было бы обоснованных альтернативных мнений. Не стала исключением и концепция глобального потепления вследствие парникового эффекта. Одни специалисты с цифрами и графиками доказывают очевидный рост температуры Земли и концентрации парниковых газов в последние десятилетия. Другие – интерпретируют его как флуктуацию планетарных процессов, не зависящих от деятельности человека и изменяющихся по собственным законам и природным причинам в периоды сотен тысяч и миллионов лет. Третьи – считают не доказанным само явление возрастания температуры Земли и т.п. Но даже среди тех, кто признаёт наличие роста

температуры и концентрации парниковых газов, больше всего споров именно о его причинах: являются ли они природными или антропогенными. Собственно именно здесь растёт яблоко раздора, так как от выбора концепции зависят многие политические, социальные и технологические перспективы нашей цивилизации.

Я не настолько самонадеян, чтобы вмешиваться в профессиональные дискуссии специалистов. На базе имеющихся знаний можно только сформулировать вопросы, ответы на которые я не нашёл в открытом доступе. Упомянутый выше дискурс /1/ подразумевает, что современное состояние наших знаний может рассматриваться как вершина только по отношению к прошлому. В любых областях современных наук объём грядущих знаний представляется огромным по сравнению с имеющимися, и наша цивилизация ещё находится в младенческом возрасте. Так что возможности так называемого здравого смысла далеко не исчерпаны. И назначение данной статьи – добавить к рассмотренным на Конгрессе вопросам собственные аргументы, вытекающие из личного опыта и ряда общих представлений. Недостаток моих профессиональных знаний в рассматриваемых областях может служить как объектом критики, так и удобным индикатором для специалистов, приглашением высказаться по затронутым проблемам, а именно:

- насколько установлена и обоснована тенденция изменения физических параметров, определяющих глобальное потепление,
- каковы погрешности их измерений и расчётов,
- насколько обоснована величина антропогенного воздействия на природные процессы
- и самое главное, можно ли на базе имеющихся знаний о парниковом эффекте строить стратегию развития энергетики.

Далее последовательно будут изложены соображения по поводу изменения каждой из характерных физических величин.

Глобальное потепление

Глобальное потепление – это возрастание температуры Земли, которая пока не может быть прямо измерена и принципиально является расчётной величиной, зависящей от количества локальных измерений, координат их расположения, частоты опроса и т.п. От алгоритма её расчёта будет зависеть конечный результат. Измерение средней температуры тел, много больших, чем размеры чувствительного элемента, представляет собой сложную задачу: когда датчиков много, возникает проблема осреднения: среднее арифметическое, среднее по поверхности, объёму, массе и т.п. Изменение средней температуры от времени можно зафиксировать только при строгом сохранении как размещения датчиков, так и метода осреднения. В основе такого алгоритма лежит методика осреднения измеренных значений локальных температур, являющаяся предметом согласия, а не законом природы. В этом – корень высказываемых сомнений.

Измерение каждого физического параметра имеет свои особенности. Температура может измеряться прямыми и

косвенными, контактными и бесконтактными методами. Последние – возникли сравнительно недавно, и результаты их измерений могут использоваться лишь за период менее 100 лет. Систематические прямые измерения локальных температур атмосферы для метеорологических целей контактными методами проводятся чуть более 200 лет, так что сведения о её величине вне этого периода получены по косвенным свидетельствам.

Любой контактный термометр имеет чувствительный элемент, помещаемый в измеряемую среду, который фиксирует температуру не измеряемой среды, а самого элемента. Более того, наличие термометра искажает температурное поле среды. По существу термодатчик показывает зависимость изменения некой физической величины от собственной температуры чувствительного элемента: объёма ртути или спирта в привычных бытовых термометрах – от температуры наконечника термометра, величины электродвижущей силы – от температуры горячего спая термопары, тока в цепи термометра сопротивления – от его среднemasсовой температуры и т.п.

Так как средняя температура планеты, рост которой определяет эффект глобального потепления, – это величина расчётная, то алгоритм расчёта должен учитывать все разнообразные условия в точках измерения. Действительно, говоря о потеплении, имеют в виду, что средняя температура Земли увеличивается по годам. Но какой параметр можно назвать средней за год температурой планеты? Поверхности океана или суши, и на какой высоте от уровня моря? В литературе содержатся сведения, что средняя температура поверхности суши – 15 °С, океана – 3,5 °С. Соответственно, температуры воздуха над сушей и океаном будут различаться в зависимости ещё и от локальных условий: расстояние от поверхности, наличие ветра, осадков, радиации и т.д.

Температура воздуха существенно изменяется по высоте от поверхности планеты и зависит от того, над сушей или над океаном она измеряется. Поверхность океана втрое больше, чем суши, и температура над ним стабильнее за счёт аномально высокой теплоёмкости воды. Осуществление регулярных измерений температуры в одних и тех же местах океана весьма проблематично. В то же время движение воздушных масс над ними зависит от различных обстоятельств. В течение суток температура в любой точке переменна во времени так же, как она существенно изменяется в течение года. И в разных местах она должна измеряться синхронно с учётом произвольного нарезанных часовых поясов.

То есть температура поверхности планеты весьма неоднородна: в любое мгновение перепад температур между пустыней и Антарктикой может превышать 100 °С. При этом она нестационарна: в одной точке суточные перепады температур между днём и ночью могут составлять 10–50 °С, сезонные – между зимой и летом могут достигать также 100 °С. Так как от концепции осреднения температуры по пространству и времени будет зависеть сама величина параметра, то, в науке будут равно сосуществовать альтернативные концепции. Выбор из них может быть сделан только на основании экспериментов, длительность которых должна быть много больше времени осреднения.

Представляется, что систематические измерения температуры планеты, проводимые всего пару столетий, просто совпали с началом изучения изменений климата, природного и антропогенного влияния и т.п., но этого времени ещё явно не достаточно для обоснованного заключения о тенденции и причинах изменения температуры планеты. Поэтому существуют большие сомнения в том, что температура Земли возрастает, так как мы ещё только приступили к её измерениям.

Что же касается расчётов погрешности измерения нестационарных температур, то они как раз принципиально зависят от учёта всех вышеперечисленных и неопределённых обстоятельств. Абсолютные погрешности измерения локальных температур в точке вполне можно оценить в $0,1^{\circ}\text{C}$, проблема состоит в расчёте погрешности измерения средних температур, которая зависит от методики осреднения и по времени, и по пространству.

Для оценки приведу пример из собственного опыта. В 1970-х годах мне довелось участвовать в разработке методики измерения герметичности защитной оболочки V блока Нововоронежской АЭС. Её свободный объём составлял около 60 тыс. кубометров и основным параметром, по которому рассчитывалась величина неплотности или протечки в защитной оболочке, было изменение среднеобъёмной температуры воздуха за время измерений.

В случае аварии с разуплотнением контура теплоносителя эта характеристика оказывалась решающей для расчётов радиационной безопасности человека. Её можно было измерять разными датчиками. При применении термопар следовало доказать представительность распределения их горячих спаев по объёму. Для термометров сопротивления обосновывалась представительность размещения каждого из них по гермозоне. **Суммарная погрешность оценивалась в несколько градусов** и зависела, в основном, именно от условий размещения термодатчиков.

Этот опыт порождает скепсис в способности современной измерительной аппаратуры регистрировать повышение на 1-2 градуса за столетие средней температуры столь огромного и неоднородного тела, как наша планета. Вообще говоря, любой человек может сам поучаствовать в научном споре и на собственном опыте попытаться решить возникающие проблемы, чтобы проверить, как изменяется температура со временем в произвольно выбранной точке. Ведь основная задача состоит не только в самом измерении температуры, но и в фиксации её изменения из года в год.

Поместим термометр в отдалении от техногенных источников энергии, условимся считать его показания температурой Земли и будем записывать их, например, несколько раз в день. Рассмотрим только некоторые из проблем, с которыми нам придётся столкнуться при обработке результатов. На показания будут существенно влиять суточные и сезонные изменения, наличие ветров, осадков, солнечной радиации т.п. Если чувствительный элемент термометра разместить в замкнутом объёме, то термометр будет реагировать на все внешние воздействия через теплообмен этого объёма с окружающей средой и теплопередачу через его стенки к термометру.

Затем нам предстоит осреднить температуру за день по времени суток, затем осреднить среднесуточные температуры за год, и тогда можно будет сравнивать среднегодовые температуры между собой. Затем эту деятельность надо завещать своим потомкам на «смехотворный период» хотя бы в несколько столетий.

При этом делается молчаливое допущение, что температура в выбранном нами месте измерения и другими людьми будет считаться температурой всей планеты подобно тому, как температура подмышек считается температурой всего тела. Согласие необходимо, однако понятно, что локальные особенности места измерения могут существенно искажать результаты: близость пустынь, ледников, постоянные ветры и т. п. Это очень важный момент: мы измеряем температуру в произвольной точке и договариваемся считать её температурой всей Земли. Причём, если мы организуем измерения в тысячах точек на поверхности Земли, их представительность оказывается столь же недоказуемой, так как каждое показание будет иметь такие же особенности, а **их среднее является не одной из объективных характеристик планеты, а предметом договорённости.**

Именно понимание многоступенчатости методики определения среднегодовой температуры, зависимости её от многих неуправляемых факторов и недоказанных допущений формирует сомнения в том, что погрешность окончательного результата измерения годовой температуры может быть меньше самих рассчитываемых величин. И оценки изменений диапазона температуры в $1-2^{\circ}\text{C}$ с такими погрешностями вряд ли можно признать достоверными.

Не менее приблизительны оценки антропогенного вклада в тепловыделение, которые рассчитываются сопоставлением количества энергии от разных техногенных источников с природными: солнечная радиация, теплопередача изнутри планеты и т.п. В многочисленной литературе можно найти эту величину в диапазоне от долей процента до десятков процентов. Основная проблема состоит в том, что в этих работах также не приводятся методики расчёта, без анализа которых невозможна проверка его результатов. Ведь нельзя исключить, что фиксируемые изменения температур являются следствиями долговременных планетарных или космических воздействий.

Высказанные сомнения рождают опасения, что на современном уровне развития измерительной аппаратуры в принципе нельзя однозначно измерить среднюю температуру столь громадного тела, как Земля. Тем более нельзя зафиксировать достоверность изменения результатов измерений во времени. Во всяком случае, представления о том, что температура Земли за последние пару веков достоверно возрастает, и этот рост обусловлен именно антропогенной деятельностью, представляются не доказанными и нуждающимися в дальнейшем изучении.

Парниковый эффект

Похожие сомнения возникают при анализе измерений концентрации парниковых газов: водяного пара, двуокиси углерода, метана и др. Влияние этих газов на тепловой баланс планеты состоит в том, что они прозрачны для падающих сол-

нечных лучей, но отражают вовнутрь инфракрасное излучение от Земли подобно парниковой плёнке.

Концентрация этих газов в атмосфере – также величина расчётная, и её значение зависит не только от результатов локальных измерений, но и от методики, обобщающей эти результаты. Трудности с осреднением концентраций газов и оценкой погрешностей их изменения в такой же степени существуют, как и при измерении температуры.

В литературе можно найти данные о том, что средние объёмные концентрации этих газов в атмосфере составляют в процентах: водяной пар – примерно 0,2-2,5 в зависимости от места измерения; углекислый газ – 0,04; метан – $1,7 \times 10^{-4}$. Но так же, как и в случае с температурой, не приводятся методики осреднения значений экспериментально измеренных концентраций для всей планеты.

Так как водяной пар легче воздуха, а углекислый газ тяжелее, то их распределение по высоте будет различно. Причём каждый из газов вносит свой вклад в парниковый эффект: водяной пар 35-70 %, углекислый газ 10-25 %, а метан 5-10 %. Рассмотрим воздействие первых из них по очереди.

Концентрация водяного пара в атмосфере зависит, в основном, от динамического равновесия на границе раздела фаз и условий переноса пара в атмосфере. Так как поверхность планеты на три четверти покрыта водой, а на четверть состоит из суши, то межфазные взаимодействия будут различны и многообразны с возникновением циклонов, ветров, гроз и других известных природных явлений, влияющих на концентрацию пара.

Более того, существует известная положительная обратная связь между концентрацией водяного пара и температурой атмосферы: возрастание концентрации пара повышает температуру из-за парникового эффекта, а рост температуры приводит к повышению испарения с поверхности океанов. Очевидно, что наряду с этими явлениями возрастает отрицательная обратная связь: конденсационные процессы в верхних слоях атмосферы и на полюсах усиливаются с ростом концентрации пара. Возрастающая облачность снижает поток солнечной энергии, так что разгон температуры атмосферы за счёт парникового влияния водяного пара нам не грозит. Существующее на планете природное динамическое равновесие водяного пара сохраняется и нуждается со стороны человека только в его контроле и изучении.

В литературе можно встретить указания на влияние человеческой деятельности на концентрацию паров воды только в отдельных регионах, где есть искусственные водоёмы, открытые градиры и т.п. То есть, **хотя вклад водяного пара в парниковый эффект больше, чем остальных газов, антропогенный вклад в общую концентрацию пара в атмосфере планеты не рассматривается в силу его очевидной ничтожности.**

Так как деятельность человека воздействует на объёмную концентрацию водяного пара в атмосфере только локально, а не повсеместно, то сторонники концепции глобального потепления сконцентрировали свои усилия на исследованиях антропогенного воздействия углекислого газа.

Концентрация углекислого газа и средняя температура планеты также связаны положительной обратной связью: воз-

растание температуры приводит к повышению концентрации, которое усиливает парниковый эффект. Здесь препятствием к разгону температуры служат планетарные процессы поглощения углекислого газа в других средах.

В таблице приведены некоторые параметры планетарного гомеостаза, взятые из разных литературных источников, в частности [2]. Так как оценки этих параметров также не сопровождаются описаниями методов расчёта, то эти данные могут подвергаться сомнениям, тем более что они зависят от разнообразных факторов. Но порядки этих величин, по-видимому, сохраняются, причём сказанное выше о договорной температуре также относится и к измерениям концентраций: величины средних концентраций газов в атмосфере Земли – предмет договорённостей, а не характеристика самой планеты.

Количество в атмосфере углекислого газа зависит от его выделения из океана, вулканической деятельности и химических процессов внутри планеты, а также от интенсивности биосинтеза и разложения органики в биосфере. Величина биомассы планеты оценивается около $2,4 \cdot 10^{12}$ тонн. Она образуется за счёт углекислоты, азота и водяного пара, содержащихся в почве, воде и атмосферном воздухе. Так что **антропогенное воздействие на концентрацию углекислого газа так же, как и воздействие на концентрацию паров воды, должно изучаться, учитываться, но вряд ли они определяют динамику планетарных процессов.**

Таблица.

Параметры планетарного гомеостаза

Наименование	Значение, трлн. т.
Вес атмосферы Земли	5150
Вес кислорода в атмосфере	1080
Годовое производство кислорода биотой суши	0,168
Годовое потребление кислорода природой	0,165
Годовое потребление кислорода для сжигания органического топлива	0,04
Вес углекислого газа в атмосфере	2
Годовое потребление углекислого газа биотой суши	0,224
Вес углекислого газа в океане	140
Годовые выбросы углекислого газа техносферой	0,02

Известны косвенные измерения концентрации углекислого газа по анализу газосодержания в кернах, взятых из толщ антарктических льдов. В ряде источников приводятся данные, что эта концентрация изменилась за последние 400 тыс. лет с 0,028 до 0,038. Строго говоря, эти исследования свидетельствуют только о том, что на Земле сложились такие природные условия, которые обеспечили наблюдаемый рост концентрации углекислоты в Антарктиде. Нет никаких оснований распространять эти результаты на всю планету, а уж тем более – оценивать по ним антропогенное воздействие.

Напротив, эти данные свидетельствуют, что в этом месте происходят какие-то природные процессы, приводящие к медленному росту концентрации углекислого газа в течение сотен тысяч лет. И деятельность человека за последние пару столетий слабо влияет на долговременные природные воздействия. Вообще говоря, некоторое повышение концентрации углекислого газа и температуры в атмосфере приведёт даже к росту

урожайности, так что любые последствия климатических изменений многообразны.

Подводя итоги, можно сказать, что на данном этапе развития человечества совершенно справедливо установлена важность оценки антропогенного воздействия на планету, необходимость его точного измерения. Но это воздействие не следует демонизировать и связывать с ним все причины ухудшения природной среды. Пустыни Сахары, Аравии, Гоби и Кара-Кум возникли задолго до промышленной эры.

За последние столетия явно усилилось внимание к измерениям и расчётам температуры планеты и концентраций парниковых газов в её атмосфере. При оценке этих данных надо исключить так называемый эффект диспансеризации, состоящий в том, что заболеваемость в конкретном регионе резко возрастает при проведении регулярных и тщательных медицинских обследований. Из того, что начаты систематические измерения температуры в разных точках планеты, не следует вывод о возрастании её среднего значения.

Представления о человеческом влиянии на планетарные процессы, на парниковый эффект и глобальное потепление глубоко укоренились в массовом сознании, хотя нельзя исключить, что все изменения параметров обусловлены циклическими колебаниями в солнечной системе или даже в нашей галактике. Нас не смущают ошибки в недельных прогнозах локальной погоды, но мы спокойно доверяем результатам определения температуры всей Земли на столетия вперёд.

Вообще говоря, вполне возможно, что перенесённые из повседневной практики методы измерения температуры тел и концентрации газов непригодны в принципе для исследования планетарных процессов на длительных периодах времени. Масштабы датчиков и Земли, диапазоны человеческой жизни и геологических процессов слишком различны. Может быть, для описания планетарных условий нужны совсем другие параметры, как например, освещённость планеты, площадь поверхностей ледников, пустынь и т.п.

Краткость периода наблюдений и ограниченность наших знаний о многообразии космических и планетарных процессов не позволяют чётко установить величину этих воздействий. Среди упомянутых явлений, влияющих на планетарные процессы, особое внимание должно уделить следующим научным исследованиям [3]:

1. Изменение интенсивности солнечной радиации, вызванное орбитальным движением Земли.
2. Изменения в циркуляции мирового океана.
3. Зависимость кратковременных вариаций (периоды десятилетия и сотни лет) освещённости Земли, от изменений солнечной активности.
4. Циклические процессы в системе космос – атмосфера – гидросфера – поверхность и толща планеты.
5. Антропогенный фактор.

Хочется надеяться, что сотрудникам различных климатологических институтов, в том числе, международного комитета по изменению климата при ООН, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) известны все высказанные выше вопросы и обстоятельства. Именно специалисты должны преодолевать имеющиеся сомнения в измерениях и излагать свои результаты и мнения в общедоступных формах.

Оценка перспектив энергетики и места в ней ВИЭ

Так как антропогенное воздействие на планету ещё нуждается в тщательном изучении, то было бы опрометчиво основывать на его существовании долговременные экономические прогнозы и планы. Такой вывод сделан нами на основании анализа экспериментальной техники, и он, практически, дословно совпадает с мнением академика Р.И. Нигматулина, высказанным в его недавнем докладе [4]. Важно, что известный математик исходил из совсем других предпосылок. Он проанализировал современные теоретические и расчётные модели климата и нашел в них ряд фундаментальных неточностей. Поэтому их результаты должны быть тщательно изучены.

Разумеется, антропогенное влияние существует, только величина его пока нам не известна, и впоследствии вполне может оказаться, что некоторые из воздействий весьма незначительны. Но существуют эффекты соломинки, переломившей хребет верблюда, песчинки, вызывающей лавину, последней капли, рождающей поток, так что последствия слабых возмущений могут оказаться различными. Вообще говоря, результаты любых научных исследований всегда варианты и вероятностны. Особенно об этом следует помнить, пытаясь представить будущее.

С тех пор, как за два предыдущих века наука из частного занятия редких чудаков превратилась в производительную силу, её влияние в обществе существенно возросло. Наука оказалась выгодным вложением средств и в мирных, и в военных целях. Размеры ангажемента прямо зависят от уже полученных выгод и прибылей прикладной науки. Хотя фундаментальную науку это коснулось в меньшей степени, но и она уже развивается не по собственным законам, а в зависимости от социального заказа.

Поэтому изучение влияния человека на природу должно стать предметом фундаментальных наук, имеющих целью по определению получение новых знаний. Пока же изучением влияния человеческой деятельности на планетарные процессы занимались по большей части прикладные науки, утилитарная цель которых состояла в уменьшении этого влияния. Постановка этой, бесспорно, гуманной цели пока ещё представляется преждевременной, так как масштабы влияния точно не установлены.

Стимулами фундаментальной науки помимо хорошо известного субъективного побуждения и любопытства можно признать стремление к совершенству, к гармонизации мира. Хотя наряду с ними у фундаментальных и прикладных наук существуют и общие стимулы (конкуренция, карьера, признание и т.п.), но именно стремление к совершенству не позволяет ограничиться промежуточными результатами.

Экология должна развиваться в числе фундаментальных наук, изучать все аспекты антропогенной деятельности, а не служить, по преимуществу, социальным, экономическим и другим внешним целям, в частности, тормозом для развития промышленности, энергетики, транспорта. Так, хотелось бы, чтобы развитие ВИЭ осуществлялось без апокалипсических тревог, политического давления и т.п., а в рамках естественной конкуренции энергетических технологий.

Здесь уместно отметить, что использование эпитета «возобновляемый» не вполне точно: солнечная и геотермальная энергия, энергия приливов и гидростатических перепадов снижаются со временем за счёт затухания естественных процессов, которые происходят со столь низкими скоростями, что ими принято пренебрегать. Но такое понимание наводит на необщепринятую мысль, что скорость синтеза на планете «не возобновляемых» источников (нефти, угля, газа), может быть искусственно увеличена с помощью именно фундаментальных наук. И это тоже может рассматриваться как антропогенное влияние, только взятое со знаком плюс для развития углеродной энергетики.

Вообще говоря, правильная классификация объектов существенно облегчает понимание их перспектив развития. Так, рассматривая ближайшие перспективы ВИЭ, следовало бы отличать возобновляемые источники тепловой энергии (ВИТЭ) от возобновляемых источников электрической энергии (ВИЭЭ). Использование солнечной энергии для нагревания воды и повседневных нужд следует осуществлять везде, где это позволяют климатические условия и региональная экономика. Примеры Израиля и Саудовской Аравии хорошо известны. С этой же целью может использоваться тёплая вода из геотермальных источников. Это проблематика не энергетики, а экономики строительства и коммунального хозяйства.

В свою очередь, в электроэнергетике также следует различать бытовую и промышленную энергетику, в которых возобновляемые источники играют различные роли. Здесь полезно обратить внимание на доклад П.Л. Капицы «Энергия и физика» 1975 года, который можно найти в [5], где обсуждаются фундаментальные физические ограничения, накладываемые на производство и передачу электрической энергии.

П.Л. Капица допускал, что в ряде случаев некоторые ВИЭЭ вполне могут оказаться привлекательными для бытовых нужд, где отсутствуют потребности в высоких величинах установленной мощности и плотности передаваемой энергии. Это вполне прагматичная позиция: если есть подходящие природные условия, свободные деньги, земли и другие ресурсы, то сооружение ВИЭЭ, действительно, приводит к сохранению природы и экономии углеродосодержащего топлива.

Однако состав объектов и плотность их строительства зависят от того, является ли данная местность автономной, расположенной вдали от объектов централизованной электроэнергетики, или входит в состав региональных или государственных электрических сетей. Производство электроэнергии на ВИЭЭ зависит от изменяющихся и неподвластных человеку природных условий, а потребление – от времени суток, дней недели, сезона и т.п. Особенность электроэнергетики состоит в том, что избыток энергии должен где-то аккумулироваться, а недостаток – немедленно восполняться. Так что **развитие ВИЭЭ в условиях централизованных электрических сетей приводит отнюдь не к замещению источников электроэнергии, а всего лишь к экономии того вида топлива, которое используется на основных сетевых электростанциях.**

Часто можно слышать, что именно в автономных районах целесообразно сооружение ВИЭЭ. Однако при этом непременно надо предусматривать резервный источник электроэнергии на случай возможных длительных остановов по погодным ус-

ловиям или для ремонтов, а также мощный аккумулятор энергии для компенсации колебаний погоды, потребления и пр. Для солнечных батарей дополнительно необходимы преобразователи постоянного тока в переменный, инверторы. Так что и в этом случае **применение ВИЭЭ не решает принципиальную проблему энергообеспечения региона, а позволяет только экономить топливо резервного энергоисточника.** Сказанное выше можно проиллюстрировать представленной на рисунке классификацией ВИЭ.

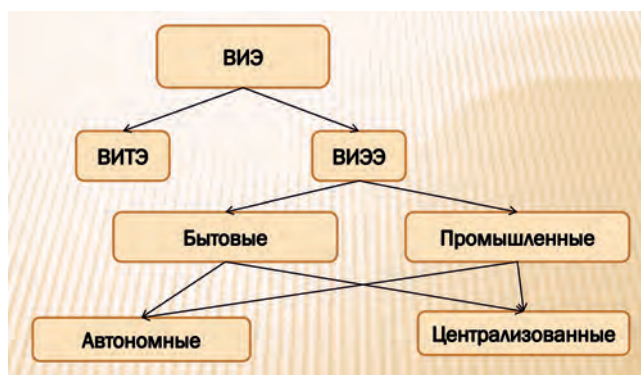


Рисунок. Классификация ВИЭ

Экономические особенности эксплуатации ВИЭЭ хорошо известны. Солнечные и ветровые генераторы электроэнергии работают в среднем 2000-2500 часов в году. Коэффициент использования установленной мощности в несколько раз меньше, чем на АЭС. То есть, от объекта с установленной мощностью 4 МВт за год используется лишь 1 МВт, что удлинит срок окупаемости затрат. Поэтому в настоящее время развитие ВИЭЭ осуществляется под эгидой государственной поддержки ряда стран. Цель их развития – выйти на промышленно эффективный уровень экономии распространённых видов топлива в условиях существующих соотношений цен.

Существует мнение, что магистральное развитие энергетики на планете сопряжено с использованием топлива возрастающей теплотворной способности: дрова, уголь, газ, энергия деления, энергия синтеза. При этом подразумевалось, что более эффективная технология вытеснит другие. Такой позиции придерживались многие известные учёные особенно во второй половине XX века. Характерный пример её можно найти в упомянутом докладе [5].

Однако можно представить, что разные энергетические технологии будут сосуществовать довольно долго, преодолевая собственные недостатки. Пока ВИЭЭ дороги, малоэффективны и требуют больших площадей. Загрязнение среды при их производстве рассматривается редко. Электростанции, использующие углеродосодержащее топливо, выбрасывают в атмосферу окислы углерода, азота, серы и т.п. Атомные станции угрожают тяжёлыми авариями.

Но в тот же период формировалась иная парадигма развития, в центре которой помещались не технико-экономические, а природоохранные критерии. И остаётся открытым вопрос: должна ли энергетика принципиально быть диверсифицирована или она может основываться на наиболее эффективной технологии. Представляется, что мы только приступа-

ем к поискам гармонии между этими обеими концепциями. И ни одна энергетическая технология не должна становиться заложником недостатка знаний о том, какая из них обеспечит светлое будущее.

Экологичный транспорт

Тематика ВИЭ, бесспорно, была основной на конгрессе, но наряду с ней обсуждались и другие проблемы, в частности, развитие экологических технологий на транспорте: электро-мобили, водородная энергетика и т.п. Разумеется, следует стремиться к минимизации воздействия транспорта на окружающую среду, особенно в крупных городах, но с другой стороны, неразумное природоохранное нормирование способно остановить любую промышленность, в том числе, и транспортные потоки. Экологические лозунги успешно используются в конкурентной борьбе за прибыль. Здесь также необходимо найти экономичное равновесие между обеими тенденциями.

Так, например, в последнее время широко обсуждаются технологии, обеспечивающие развитие электрического транспорта, с целью снижения вредных выбросов в городах. При этом очень скупо упоминается то, что электроэнергию, которой заряжаются автомобильные аккумуляторы, надо где-то производить, и экономика электрических двигателей неразрывно связана с технологиями промышленного производства электроэнергии. Коэффициент полезного действия (отношение полезной энергии к затраченной) современных электростанций составляет 0.3 – 0.4. Примерно такой же коэффициент полезного действия у автомобильных двигателей.

В электромобилях электрическая энергия, используемая на движение, много меньше тепловой энергии, затраченной на электростанциях. Так что **при современных энергетических и транспортных технологиях электромобили, может быть, и экономят бензин и дизельное топливо, но расточительно используют газ, уголь и уран, используемые на сетевых электростанциях.** И уменьшение вредных выбросов в городах сопряжено с их возрастанием в местах производства электроэнергии. Так что и экономика электротранспорта, и его экологическое воздействие должны рассчитываться с учётом всех технологических цепочек.

В российском законодательстве зачастую можно найти нормы, являющиеся, по существу, юридическими метафорами. К их числу относится принцип обоснования /6/, суть которого *запрещение всех видов деятельности, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда.* Его нельзя выполнить до тех пор, пока не установлена количественная методика расчёта вреда и пользы в общих единицах, например, в смертях, зивертах, долларах и т.п.

Выбор единицы и масштаба измерения может быть определяющим. Так, существующие экономические теории и расчёты в основе своей оперируют стоимостью, выраженной в денежной форме. Не исключено, что дальнейшее развитие техносферы потребует создания таких экономических теорий, где стоимость товара будет измеряться в единицах энергии, например, в Джоулях. Эти экономические расчёты могут привести к совершенно иным результатам сопоставления энерге-

тических технологий между собой и, соответственно, – к другим выводам о перспективах развития энергетики.

Заключение

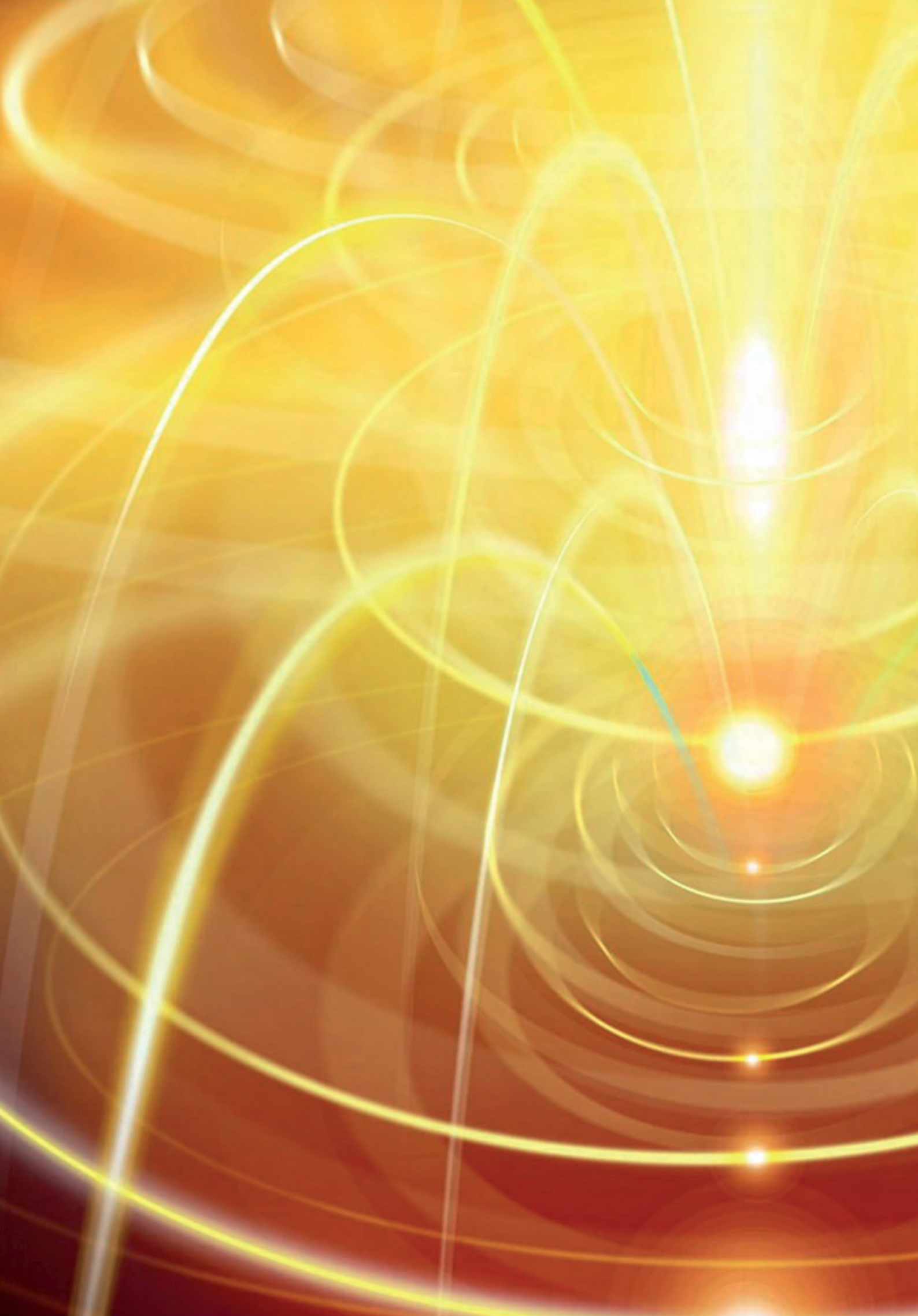
Подводя итоги, можно повторить, что за миллионы лет на Земле сложился определённый баланс геологических, геофизических и космических воздействий, обеспечивающий на ней существующее состояние жизни. Пару веков назад возникли опасения, что деятельность разума может привести к последствиям, сравнимым с этими воздействиями, и способна нарушить планетарный гомеостаз, так что человечество своевременно предприняло систематическое изучение собственного влияния на планету. Однако краткость периода исследований и ограниченность возможностей научных изысканий, объект которых столь огромен и несоизмерим с человеком, не позволяют ещё получить однозначные и достоверные результаты.

Основываясь на имеющихся зыбких данных, было бы опрометчиво формировать глобальную экономическую политику и навязывать её всему человечеству. Наблюдаемый прогресс в сооружении ВИЭ обусловлен не их технико-экономическими достоинствами и экологическими преимуществами, а протекционистской политикой отдельных стран. В них наблюдается открытое принуждение к заключению квазиэкологических международных соглашений, противодействие конкуренции с объектами тепловой и атомной энергетики, подвергающихся дополнительному политическому и экономическому прессу (ужесточение природоохранного законодательства, сборы за выбросы углекислого газа, прямой запрет на эксплуатацию АЭС в ряде стран и т.п.). И опасность того, что такая политика, в конечном счёте, может оказаться разорительной для планеты, не меньшая, чем вред от антропогенных объектов.

Развивать ВИЭ можно и должно там, где это экономически выгодно при сегодняшних соотношениях цен, но не для достижения мифической цели – снижения темпа глобального потепления. И нельзя исключить, что при изменениях экономической теории и технологической конъюнктуры соотношения выгоды и вреда также могут измениться.

Литература

1. Гордон Б.Г. Перспективы ноокоsmогенеза, Атомная стратегия XXI, № 6, 2017. Сайт ПроАтом, архив за июнь 2017.
2. Болдырев В.М. Безопасный для природы капитализм – это миф!? Сайт ПроАтом, архив за июнь 2016.
3. Терез Э.И. Устойчивое развитие и проблемы изменения глобального климата Земли. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского, том 17(56), № 1, 2004.
4. Нигматулин Р.И. Теплофизика климата. Доклад на конференции по тепло-и массообмену, Московский энергетический институт, М. октябрь 2017.
5. Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика, Наука, М. 1977.
6. О радиационной безопасности населения, №3-ФЗ от 09.01.1996.



The background is a dark gradient from deep purple at the bottom to bright yellow at the top. It is filled with numerous glowing, curved lines in shades of yellow and orange, creating a sense of motion and energy. The lines vary in thickness and brightness, some appearing as sharp streaks and others as softer, blurred arcs.

ПОЛИГОН

JAEA – NNC РК: современные проблемы радиоэкологии



Значительный накопленный опыт и технологии в области обеспечения радиационной безопасности, радиоэкологических исследований на АЭС «Фукусима Дайичи» и Семипалатинском испытательном полигоне стали предметом обсуждения на семинаре, организованном на базе Национального ядерного центра РК с участием специалистов Агентства по атомной энергии Японии.

Был рассмотрен широкий круг вопросов, касающихся перспективных направлений в области радиоэкологических исследований. В частности, казахстанские ученые поделились уникальным опытом применения полевой гамма-спектрометрии для картирования территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, рассказали об основных результатах исследований перехода искусственных радионуклидов в растения и продукцию животноводства на Семипалатинском испытательном полигоне и прилегающих территориях, а также о работах по исследованию миграции искусственных радионуклидов с подземными и поверхностными водами на СИП.

В свою очередь, сотрудники Центра безопасности окружающей среды Фукусимы представили результаты проведенных исследований по естественной мобилизации цезия в окружающей среде, миграции цезия в лесных системах и поведение радио-цезия в водной системе вблизи АЭС «Фукусима Дайичи», а также расчетные модели для ремедиации территории Фукусимы.

Это не последний семинар, стороны отметили важность сотрудничества посредством обмена информацией в области радиационного воздействия после ядерной аварии на станции Фукусима Дайичи и Семипалатинского испытательного полигона.

Подробнее о некоторых из рассмотренных тем читайте в представленных докладах специалистов Национального ядерного центра РК и JAEA (Япония).



Исследование параметров перехода радионуклидов в продукцию животноводства на Семипалатинском испытательном полигоне

В результате деятельности Семипалатинского испытательного полигона (СИП) в период с 1949 по 1989 годы на его территории образовались локальные участки с высокими концентрациями радионуклидов в окружающей среде. После официального закрытия полигона жители, проживающие в близлежащих населенных пунктах, начали активную несанкционированную хозяйственную деятельность. В итоге, на сегодняшний день, сформировано порядка 100 фермерских хозяйств, занимающихся непрерывным и неконтролируемым животноводством. Характерными типами содержания животных являются пастбищное овцеводство, скотоводство и коневодство на обширных степных территориях.

К настоящему времени группами международных экспертов проведен анализ миграции радионуклидов в наземных и водных экосистемах. В результате в 2009, 2010 и 2014 годах были подготовлены документы МАГАТЭ, где также обобщены и систематизированы данные параметров перехода радионуклидов в животноводческую продукцию.

Таблица 1.

Количество исследований параметров перехода некоторых радионуклидов в продукцию животноводства (МАГАТЭ, 2010)

Продукция	Pu	Am	Cs	Sr
коровье молоко	не изучено	1	288	154
говядина	5	1	58*	35
кобылье молоко	не изучено	не изучено	не изучено	не изучено
конина	не изучено	не изучено	не изучено	не изучено
овечье молоко	1	не изучено	28	4
баранина	2	1	41	25
свинина	не изучено	не изучено	22	12**
куриное мясо	не изучено	не изучено	13*	7***
яйца кур	2	1	11***	9*

* – включая стабильные элементы;
 ** – только стабильные элементы;
 *** – включая утиное мясо.

Из этих документов известно, что имеющиеся в мире знания по переходу радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукцию животноводства и птицеводства достаточно широки (Таблица 1). Однако, большинство из них были получены в лабораторных условиях или на территориях, загрязненных в результате радиационных аварий, которые отличаются от территории СИП как по характеру радиоактивного загрязнения, так и по природно-климатическим условиям. Другим радионуклидам, к примеру, трансурановым (Pu, Am) и ^3H посвящены единичные

работы, в некоторых случаях данные отсутствуют. При этом диапазон значений параметров перехода каждого радионуклида в продукцию животноводства достигает нескольких порядков, что в свою очередь может привести к некорректной оценке радиоактивно-загрязненных территории сельскохозяйственного назначения.

Для оценки возможности использования территории СИП в сельскохозяйственных целях сотрудниками Института радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК, начиная с 2007 года, проводятся натурные эксперименты по изучению параметров перехода радионуклидов в животноводческую продукцию. Исследования ведутся на базе экспериментального фермерского хозяйства, расположенного на одном из наиболее загрязненных участков полигона. Ведется мониторинг содержания радионуклидов в продукции животноводства, производимой на СИП.

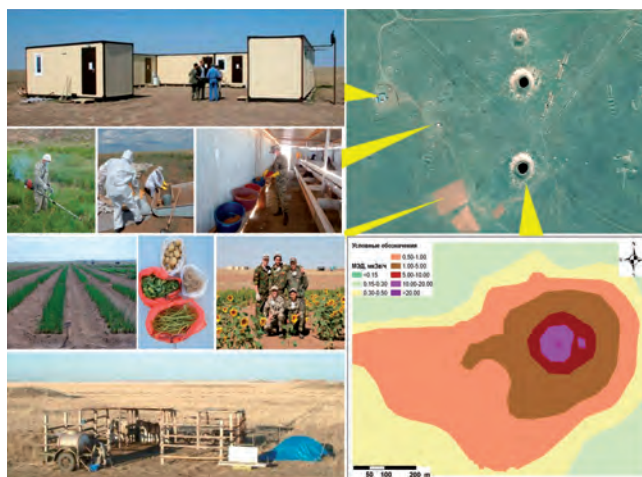


Рисунок 1. Экспериментальное Фермерское хозяйство ИРБЭ НЯЦ РК (район пл. «Опытное поле», СИП)

Натурные эксперименты проводятся в летний период. В качестве объектов исследования используются типичные для данного региона с/х животные, птицы (КРС, МРС, лошади, свиньи, дикие кабаны, куры несушки, бройлеры). Отдельным группам животных и птиц скармливали загрязненный корм, почву, спивали загрязненную воду. Корм и почву заготавливали с различных испытательных площадок полигона, которые различались характером радионуклидного загрязнения (места проведения наземных ядерных испытаний, места испытаний боевых радиоактивных веществ, зоны радиоактивных водотоков).

В целом, при длительном поступлении радионуклидов в организм можно отметить два основных периода накопления. Первый период – это период интенсивного роста радионуклида в органах и тканях животных. Второй период – это период динамического равновесия. Для разных радионуклидов и для разных органов этот период отличается. Так, к примеру, в результате исследования было установлено, что при длительном поступлении $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм их концентрации в основных органах депонирования (для $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am – печень, костная ткань, для ^{137}Cs – мышечная ткань, для ^{90}Sr – костная ткань) увеличиваются на протяжении 16 недель. В других органах и тканях после 2 и 4 недель поступления радионуклидов в организм происходит существенное замедление роста их активности (Рисунок 2).

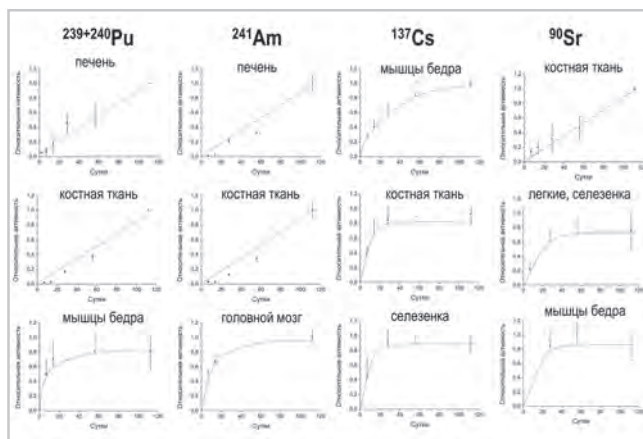


Рисунок 2. Динамика перехода искусственных радионуклидов в органы овец.

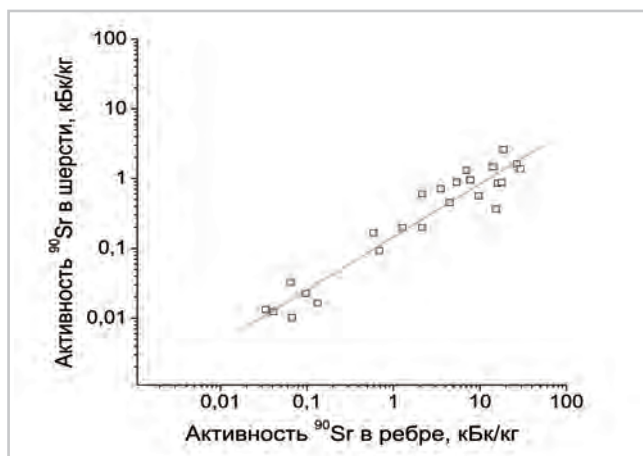


Рисунок 3. Корреляция удельной активности ^{90}Sr в костной ткани и шерсти животных, ($r=0,8\pm 0,14$, $t_r=5,7$)

В ходе исследований также было установлено, что распределение радионуклидов в органах и тканях животных в период равновесного состояния, находится в определенном количественном соотношении. При этом наибольшие активности трансурановых радионуклидов в организме найдены в печени и костной ткани, наименьшие в мышцах бедра и языка. Основным органом депонирования ^{90}Sr является костная ткань. В сравнении с другими радионуклидами распределение

^{137}Cs в организме равномернее. При этом наибольшая активность найдена в мышечной ткани, наименьшая в курдючном жире. Полученная закономерность позволяет определить содержание радионуклида в целом организме, определив его концентрации в одном органе. К примеру, данным методом по содержанию ^{90}Sr в шерсти можно определить его концентрации в скелете животного (Рисунок 3).

Коэффициенты перехода радионуклидов в системе «корм – животноводческая продукция», «почва – животноводческая продукция», «вода – животноводческая продукция» являются одними из основных изучаемых параметров, так эти на основании них проводится оценка возможности ведения животноводческой деятельности на радиоактивно загрязненных территориях.

В целом, полученные результаты исследований подтверждают уже имеющиеся данные о динамике накопления и характера распределения радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в организме животных. Однако полученные коэффициенты перехода оказались на порядок меньше, средние значения K_p , представленные в базе данных МАГАТЭ. Установлено, что трансурановые радионуклиды, поступающие с почвой, усваиваются меньше, чем при поступлении с кормом. При этом K_p $^{239+240}\text{Pu}$ были сопоставимы с имеющимися единичными данными в мире.

Полученные результаты исследования свидетельствуют, что при выпасе животных непосредственно на территории испытательных площадок СИП, где уровни загрязнения почвы и растительности радионуклидами могут достигать значимых величин, животноводческая продукция будет соответствовать гигиеническим нормативам по обеспечению радиационной безопасности. Во-первых, это связано с тем, что площади загрязнения испытательных площадок малы и локальны по сравнению с ареалом выпаса животных (всего 1,0-1,5 км²). Вторая причина, это относительно низкая миграционная способность радионуклидов в системе «почва-корм-продукция» на территории СИП.

Исключением является р. Шаган и водные источники, вытекающие за пределы площадки «Дегелен». При выпасе животных на этих участках возможно поступление повышенных концентрации ^3H в продукцию.

В случае выпаса животных на территории площадки «4А» или в непосредственной близости к этому участку, целесообразно провести оценку содержания ^{90}Sr в шерсти животных или в молоке. Необходимо особо отметить, что при выпасе животных на данном участке содержание ^{90}Sr в костной ткани животных могут достичь значимых величин.

В целом, можно утверждать, что животноводческая продукция, полученная на территории СИП вне испытательных площадок (т.е. более 95% территории полигона), будет соответствовать гигиеническим нормативам «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» РК.

Жанат Байгазинов,
начальник группы эпидемиологических
и биодозиметрических исследований



Исследования окружающей среды после аварии ядерного реактора на АЭС Фукусима

Авария на атомной электростанции Фукусима – Дайичи привела к радиоактивному загрязнению экологической среды. В связи с беспрецедентной экологической проблемой, многие государственные и частные организации, а также научное сообщество провели многосторонние исследования, чтобы помочь восстановить окружающую среду пострадавших районов, начиная с момента аварии. Государственные и местные органы власти провели очистку за пределами площадки, обработку загрязненных отходов и другие мероприятия. Несмотря на сложную проделанную работу, необходимо усилить деятельность по дальнейшей регенерации окружающей среды префектуры Фукусима и других загрязненных районов.

Огромное количество радиоактивных материалов было выброшено в окружающую среду во время аварии на АЭС Фукусима – Дайичи (далее – авария на АЭС Фукусима). Радиоактивность, выброшенная в атмосферу и океан, была далеко перенесена и осела не только в префектуре Фукусима, но и в соседних префектурах. Это привело к радиоактивному загрязнению внутренних и морских вод; почв; экосистем; сельскохозяйственной, лесной и рыбной продукции; сточных вод и осадков после обработки воды; остатков от мусоросжигательных заводов и других различных сред (Рисунок 1). В связи с беспрецедентной экологической проблемой, многие государственные и частные организации, а также научное сообщество провели многосторонние исследования, чтобы помочь восстановить окружающую среду пострадавших районов, начиная с момента аварии. Государственные и местные органы власти провели очистку за пределами площадки, обработку загрязненных отходов и другие мероприятия. Представляем обзор исследований окружающей среды по радиоактивным мате-

риалам, полученным в результате аварии. В основном представлена исследовательская деятельность, осуществляемая Агентством по атомной энергии Японии (JAEA) и Национальным институтом экологических исследований (NIES).

Авария на АЭС Фукусима и ее воздействие на окружающую среду

Прошло более пяти лет с момента Великого землетрясения в Восточной Японии и последовавшего за ним цунами 11 марта 2011 года, которые опустошили весь северо-восточный прибрежный район Японии. Несмотря на значительные потери жизни и разрушения инфраструктуры, в центре внимания экологических проблем после этого события была серия аварий на атомной электростанции Токийской энергетической компании (TEPCO) – Фукусима – Дайичи, которая привела к расплавлению ядра реактора на энергоблоках 1-3 и к выбросу огромного количества радиоактивных материалов.

На энергоблоках 1-3 использовались кипящие вододяные реакторы типа BWR, была произведена успешная остановка реактора путем прекращения электропитания. Задержка, таким образом, произошла до расплавов, что позволило существенно снизить количество некоторых из наиболее активных, короткоживущих радионуклидов за счет значительного распада. В соответствующем блоке 4 не было топлива на тот момент, а два более новых блока на площадке находились в состоянии холодной остановки для планового технического обслуживания. Однако землетрясение нарушило электропитание за пределами площадки, а генераторы на месте были включены, чтобы обеспечить необходимое охлаждение для 1-3 блоков и бассейн отработанного топлива для 1-4 блоков. Но, последующее цунами было намного сильнее, чем планировалось и разрушило защитные сооружения, тем самым затопив все аварийные генераторы в энергоблоках 1 – 4.

В результате полное прекращение подачи электроэнергии превысило срок службы аварийных батарей, что привело к повреждению активной зоны реактора.

Повреждение активной зоны привело к образованию водорода, что, в свою очередь, привело к взрывам на энергоблоках 1 и 3, а также к утечке топлива с энергоблока 4 в результате утечки водорода с энергоблока 3, протекающего через общий воздухопровод с энергоблоком 4. Предпосылки катастрофы и причины возникновения подробно описаны в других документах (напр., NAIIC, 2012). Следует, однако, отметить, что из-за потери электропитания и повреждения прибора, по-прежнему существует большая неопределенность, связанная с интерпретацией того, как произошла авария, о которой сообщается в обновлениях, предоставленных Токийской энергетической компанией (TEPCO) (напр., TEPCO, без даты).

Радиоактивные выбросы после аварии на АЭС Фукусима и региональные выпадения летучих радионуклидов

Корпус ядерного реактора и первичную защитную оболочку ядерного реактора необходимо было вентилировать несколько раз из-за чрезмерного увеличения давления внутри,

выпуская радиоактивные газы из выводных труб на месте. Эти газы также просочились во вторую защитную оболочку, что привело к крупным взрывам, которые повредили здания энергоблоков 1, 3 и 4. Повреждение активной зоны также стало причиной того, что оно прорвало защитную оболочку реактора энергоблока 2. В результате этих событий, значительное количество радиоактивных материалов было выброшено в окружающую среду. В числе радионуклидов преимущественно находились инертные газы и более летучие радионуклиды, радиологически значимыми из которых являются изотопы йода (I) и цезия (Cs). Хотя значения погрешности разнятся приблизительно в два раза, логично предположить, что инертный газ был выброшен в полном объеме, что эквивалентно приблизительно 10^{19} Бк (10^{19} Бк) короткоживущего (5 дней периода полураспада) ксенона (Xe)-133 (Министерство экономики, торговли и промышленности Японии (METI), 2011). Выбросы летучего I были ниже. Выбросы основного в плане безопасности изотопа I-131 (8 дней периода полураспада) примерно на 2 порядка ниже ~ 200 ПБк (2×10^{17} Бк).

Радиоактивные выбросы с АЭС Фукусима – Дайичи были связаны с определенными событиями (вентиляции, взрывы), также радиоактивные выпадения имели сложный состав и зависели от силы и направления ветра, от дождя или снега на тот момент. Количество и характеристики осадков существенно различались в зависимости от того, произошло ли «сухое» или «мокрое» осаждение, а его последующее поведение зависело от местной топографии и типа землепользования. Хотя предметом первых опасений являлся радиойод с восьмидневным периодом полураспада, в настоящее время изотопы цезия, особенно Cs-137 (30 лет периода полураспада) с Cs-134, активность которого быстро снижается (2.1 года периода полураспада) доминируют в загрязнении за пределами участка АЭС Фукусима – Дайичи.

Возможно, в некоторой степени, был выброс менее летучих радионуклидов, преимущественно в виде аэрозоли и, возможно, связанных с водородными взрывами. Радиологическая активность таких выбросов имеет большую неопределенность, но по оценкам она составляет около 1% активности Cs-137 для продуктов деления, таких как стронций (Sr)-90 и еще на четыре порядка ниже для актинидов, таких как плутоний (Pu)-238 (METI, 2011). Даже если расчет выброса является точным, аэрозоли, предположительно, будут менее стабильными в воздухе и скорее всего выпадут в пределах определенной местности. Это согласуется с ограниченным количеством измерений за пределами площадки, показывающими активность Sr-90 до четырех порядков ниже чем у Cs-137 (Steinhausen и др., 2013) и чрезвычайно низкие уровни изотопов Pu, которые находятся на аналогичном уровне остаточных осадков от испытаний ядерной бомбы и, возможно, указывают на перенос с пылью (напр., Shinonaga и др., 2014).

Теоретически, при крупной аварии, выделяющей летучие вещества, измерения у источника выброса объединяются с метеорологическими данными для прогнозирования потенциального загрязнения, которые затем уточняются региональными сетями радиационного мониторинга. Однако, выбросы из АЭС Фукусима – Дайичи были плохо определены и большая часть сети мониторинга была выведена из строя землетрясением/



Рисунок 1. Схема распространения радиоактивных материалов в различных средах и объект проведения исследований по восстановлению окружающей среды.

цунами. Таким образом, аэрофотосъемка гамма-доз сыграла решающую роль в картировании загрязнений, калиброванных путем точечного анализа на местах, где был возможен доступ. Первоначально, данные были использованы для запуска модели осадков «SPEEDI» в обратном режиме для количественной оценки осадков.

Полученные карты осадков ясно показывают наивысшие активности в зоне к северо-западу от АЭС Фукусима – Дайити. Изначально, эта информация использовалась для организации эвакуации, которая была затруднена из-за поврежденной транспортной инфраструктуры. Транспортное обеспечение еще более осложнялось масштабом эвакуации из-за ущерба цунами, которое затронуло большую площадь чем радиоактивное загрязнение.

Позднее, карты загрязнения были использованы для планирования дезактивации. Мощности дозы в воздухе местности измерялись вручную в нескольких тысячах мест, а пробы из почвенного профиля отбирались для создания подробного трехмерного понимания как начального выпадения, так и его последующего перераспределения. Большинство профилей почвы с концентрацией Cs показывает заметное снижение с глубиной: почти весь запас по-прежнему содержится в верхних пяти сантиметрах (Агентство по ядерному управлению Японии (NRA), 2016).

В префектуре Фукусима растительный покров является важным фактором, так как около 70 % площади земли покрыто лесной растительностью. Степень выпадения осадков зависит от размера и типа деревьев (лиственных или вечнозеленых), а последующее распределение осадков между листвой, лиственной подстилкой и почвой значительно варьируется со временем для разных видов лесов в разных топографических условиях.

Сравнение с Чернобыльской катастрофой в плане загрязнения

Следует отметить, что выбросы с АЭС Фукусима – Дайити сильно отличаются от выбросов Чернобыльской АЭС. Несмотря на то, что оба несчастных случая являются крупными радиационными авариями максимального уровня (7, Крупная авария) по Международной шкале ядерных событий (INES) Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), однако количество и характер возникшего загрязнения сильно отличаются. Чернобыльский энергоблок 4 испытал всплеск напряжения во время тестового отключения, ядро взорвалось и обнажило графитовый замедлитель, который загорелся и горел в течение примерно двух недель.

Большая часть общего запаса радиоактивных материалов в ядре была распространена вне реакторной площадки

в виде маленьких частиц, аэрозолей и летучих веществ в атмосфере, которые распространились по всей Европе. Чрезвычайно высокие радиационные поля и местное загрязнение вызвали обширную (иногда летальную) лучевую болезнь среди пожарных и других аварийных работников, которые стабилизировали оставшееся ядро и собрали наиболее загрязненный мусор, рассеянный по окрестностям (оставшиеся три реактора на этом участке продолжали работать после аварии). Имелись также свидетельства острой зараженности местного населения, особенно в близлежащем городе Припять, который не был эвакуирован дольше чем через 24 часа после аварии.

Тот факт, что энергоблоки были остановлены из-за потери электропитания и что задержки во времени произошли до расплавов на АЭС Фукусима – Дайити, позволило существенно распастись самым короткоживущим радионуклидам, которые способствуют больше других раннему излучению поля. Еще более важный факт состоит в том, что первичная защитная оболочка реактора АЭС Фукусима – Дайити была более надежной на случай чрезвычайного ограничения выбросов, в том числе летучих радионуклидов, что обеспечило незначительную потерю наиболее токсичных, альфа –излучающих актинидов. Таким образом, хотя уровни радиации были очень высокими в поврежденных реакторах, воздействие на рабочих было ограничено и, таким образом, помогло избежать любых случаев острой лучевой болезни.

Выбросы благородного газа, такого как Хе-133, превысили бы те, что на Чернобыльской АЭС, из-за более огромной мощности трех энергоблоков АЭС Фукусима – Дайити (Stohl и др., 2012). Хе-133, однако, имеет низкое радиологическое значения, поскольку он эффективно рассеивается в атмосфере и не выпадет или не концентрируется в биосфере. Несмотря на большую мощность реактора, общий выброс изотопов не благородного газа составил около 10 % от Чернобыльской АЭС (Steinhauser и др., 2014) и воздействие выбросов еще более снизилось из-за того, что огромная часть выбросов (~80 %) была рассеяна на море, а не на земле (напр., ТЕРСО, 2012). После распада радиоактивного йода, в числе оставшихся радионуклидов в окружающей среде за пределами участка доминирует радиоцезий, при этом общая активность значительно снижается со временем из-за распада более короткоживущего радионуклида Cs-134, который способствует увеличению дозы.

Это является противоположностью запретной зоны вокруг Чернобыльской АЭС, которая полностью отличается от АЭС Фукусима тем, что она содержит весь спектр радионуклидов, выброшенных взрывом из ядра реактора и последующим пожаром.

Поэтому, касательно загрязнения, непосредственная зона вокруг Чернобыля не является аналогом префектуры Фукусима. Во всяком случае, отдаленные выбросы летучих радионуклидов в Фенно-Скандинавии и нагорьях северной Англии и южной Шотландии имели бы гораздо большее сходство с Фукусимой (за некоторыми исключениями более высокого отложения Cs), причем последнее имело бы более схожий климат (например, умеренный прибрежный со значительными сезонными штормовыми явлениями).

Что касается осадков в непосредственной близости от ядерной катастрофы, авария в Уиндскейле 1957 года больше похожа на аварию в Фукусиме, чем в Чернобыле. В действительности, хотя авария соответствует 5-му уровню по Международной шкале ядерных событий (INES), радиотоксичность выбросов Уиндскейла, возможно была выше чем АЭС Фукусима Дайити, из-за выброса токсичного полония (Po)-210 (Garland & Wakeford, 2007).

В абсолютном выражении, уровни загрязнения радиоцезием, в значительной части эвакуированной зоны, являются низкими и сопоставимы с уровнями, вызванными пожаром в Уиндскейле в 1957 году или отдаленными осадками Чернобыля в Фенно-Скандинавии, Великобритании и южных европейских Альпах.

В этих и других местах, были установлены некоторые ограничения на использование местной продовольственной продукции, но в целом, не предпринимались попытки обеззараживания. В Фукусиме, мощность дозы в воздухе снизилась со скоростью большей, чем ожидалось, за счет только радиоактивного распада в результате смыва радионуклидов, связанных с почвой и более глубокого перераспределения в почвенной колонке.

Цель локального обеззараживания заключается в том, чтобы обеспечить быстрый возврат эвакуированных, где они смогут возобновить свой прежний образ жизни без проблем со здоровьем для себя или своих будущих поколений.

Обзор исследовательской деятельности по вопросу восстановления окружающей среды в Японии

Исследовательские институты, государственные учреждения изучают радиоактивные материалы, выброшенные в окружающую среду в результате аварии на АЭС Фукусима. Эти исследования охватывают методы измерения радиоактивных материалов и мониторинга окружающей среды (напр., Saito и др., 2016); динамику и воздействие этих веществ в окружающей среде (напр., Hayashi, 2016; Iijima, 2016; Imaizumi и др., 2016; Morino & Ohara, 2016; Saito, 2016; Tamaoki, 2016; Yaita и др., 2016); обеззараживание, обработку и захоронение отходов (напр., Endo, 2016; Kawase, 2016; Kuramochi и др., 2016); и много других областей. Исследователи, занимающиеся этой работой, являются специалистами во многих разных академических областях.

Японским ученым и научным организациям необходимо решать серьезные экологические проблемы, главной из которых является радиоактивное загрязнение в связи с аварией на АЭС Фукусима – Дайичи. Сразу после аварии, многие ученые посвятили себя выяснению состояния радиоактивного загрязнения в почве, лесах, океане, организмах и экосистемах. Были проведены исследования по объему и распространению радиоактивных материалов, выброшенных в атмосферу и океан. Исследователи, принимавшие участие в данной работе продемонстрировали огромную храбрость перед лицом такого серьезного экологического кризиса, и их действия продемонстрировали неоценимый вклад в проведение исследователь-



Рисунок 3. Исследование и разработка JAEC для улучшения устойчивости окружающей среды Фукусимы

ской деятельности в области окружающей среды и атомной отрасли. Первоначальные работы начались спонтанно по инициативе отдельной группы исследователей и лабораторий, однако постепенно стали носить более организованный характер. Проводимые в то время, когда японский народ был в большом потрясении от произошедшего, данные усилия сыграли значительную роль в восстановлении пострадавших районов. Однако, учитывая масштабы и серьезность загрязнения окружающей среды, в общей исследовательской деятельности отсутствует интенсивность и многое еще предстоит сделать. Одним из ключевых недостатков является нехватка междисциплинарных исследовательских усилий.

Точное общее понимание данного исследования является непростой задачей, но рекомендация, опубликованная Научным советом Японии (Научный совет Японии, 2014 г.), может использоваться в качестве общего обзора. Она включает в себя схему под названием «Распространение информации о радиоактивном материале между средствами массовой информации и основными исследовательскими учреждениями», в которой перечислены – Министерство окружающей среды Японии; Министерство образования, культуры, спорта, науки

и технологий; Агентство по ядерному регулированию; префектура Фукусима; исследовательские организации (Агентство по атомной энергии Японии (JAEC), Национальный институт экологических исследований (NIES), Институт метеорологических исследований, Центральный научно-исследовательский институт электроэнергетики, Японское агентство мореземледческой науки и техники, Национальная организация по исследованиям сельского хозяйства и пищевых продуктов, Национальный институт агроэкологических наук, Научно-исследовательский институт лесного хозяйства и лесных продуктов, Агентство по исследованию рыбного хозяйства, Национальный институт общественного здравоохранения и Национальный институт наук о здоровье); университеты (Цукубский Университет, Токийский университет, Токийский океанографический университет, Ибарацкий университет, Токийский технологический институт и другие); и TEPCO. В настоящее время также ведутся масштабные междисциплинарные исследовательские проекты, такие как проект на целевые субсидии для научного исследования в области инноваций от Министерства образования, культуры, спорта, науки и технологий – «Междисциплинарное исследование переноса радионуклидов в окружающую

среду, в результате аварии на атомной электростанции Фукусима – Дайичи» (ISET-R) (доступно на <http://www.ied.tsukuba.ac.jp/hydrogeo/isetr/ISETRen/indexEN.html>; Рис. 2).

Весной в 2016 году в префектуре Фукусима открылся Центр формирования окружающей среды и была создана межведомственная исследовательская система по восстановлению и формированию окружающей среды в сотрудничестве с правительством префектуры Фукусимы, JAEA и NIES. В будущем, центр, как ожидается, станет научно-исследовательским сетевым центром для многих внутренних и международных организаций, участвующих в решении проблемы аварии на АЭС Фукусима.

Миссия JAEA по улучшению устойчивости окружающей среды Фукусимы

Будучи единственным в Японии институтом комплексного исследования и разработки в области ядерной энергетики, JAEA ставит задачей содействовать благосостоянию и процветанию общества с помощью ядерной науки и технологий. Одним из приоритетных направлений для достижения миссии JAEA является повышение экологической устойчивости за пределами площадки в Фукусиме путем полного применения научно-технической экспертизы JAEA на базе основной политики восстановления и реконструкции Фукусимы (Агентство по реконструкции, 2012).

JAEA работает с рядом японских и международных организаций и научно-исследовательских институтов в области исследования по дезактивации. Во-первых, JAEA протестировало технологию, требуемую в двух местах за пределами эвакуированных зон, где загрязнение было низким. Это позволило использовать альтернативные подходы к измерению загрязнения, его удалению и разработке с тестированием полученных отходов в агрокультурных и сельских условиях. Эта работа легла в основу более масштабного испытания технологии, когда JAEA заключило контракты с консорциумами инженерных компаний для проведения дезактивации в более масштабных условиях – в городских и промышленных районах с более высокими уровнями загрязнения (Пилотный проект по дезактивации). Были также исследованы новые подходы дезактивации и возможности оптимизации этих подходов дезактивации (напр., Kawase, 2016).

В настоящее время, подрядчики, работающие на Министрство окружающей среды Японии и местные муниципалитеты проводят работу по местному обеззараживанию. JAEA поддерживает такую работу, преимущественно через разработку мониторинговых технологий и совершенного понимания длительного поведения радиоцезия в этих условиях.

Мониторинг окружающей среды и картирование для определения граничных условий в плане распределения радиоактивных материалов и полученных доз определяет последующее реагирование. В целях радиационной безопасности были установлены ограничения, при этом были разработаны подходы к оценке доз для различных критических групп и установлены соответствующие значения сокращения дозы.



а



б

Рисунок 4. Исследовательская деятельность NIES по содействию восстановления и возобновления окружающей среды: исследования по обработке и удалению радиоактивно загрязненных отходов (а) и перемещений и воздействия радиоактивных веществ на окружающую среду (б).

С момента аварии на АЭС Фукусима, были успешно проведены широкомасштабные мероприятия по мониторингу окружающей среды и было собрано большое количество данных мониторинга окружающей среды, которое дает возможность для точного анализа региональной и временной характеристики состояния загрязнения вокруг площадки АЭС Фукусима Дайичи (напр., Saito и др., 2016).

Плотность осаждения радионуклидов, полученная в проекте картирования Фукусимы, была использована в докладе Международной Комиссии по радиационным единицам и измерениям (МКРЕИ) 2013 года, в качестве основных данных для оценки воздействия облучения на население Японии. В МАГАТЭ широко обсуждались особенности распределения радионуклидов в земной среде на основе полученных данных в проекте картирования вместе с данными мониторинга воздушной среды (IAEA, 2015a). Кроме того, обсуждались тенденции снижения мощности дозы в воздухе при различных условиях, на основе мощностей дозы в воздухе, неоднократно измеренными разными способами в проекте картирования (IAEA, 2015b).

Было обнаружено, что человеческая деятельность способствует более быстрому снижению мощности дозы в воздухе и в окружающей среде, чем в результате физического распада; в то время как в чистом лесонасаждении, снижение мощности дозы в воздухе происходит благодаря физическому распаду. На основе статистического анализа большого количества полученных данных была разработана эмпирическая модель для прогнозирования мощности дозы в воздухе.

IAEA разработало новую базу данных, объединяющую различные данные мониторинга, полученные из национальных проектов, местных органов власти и научно-исследовательских институтов (IAEA, 2016). Совокупные данные представлены различными способами, такими как цифровые данные, карты и графики, с указанием изменений по времени и несложным аналитическим программным обеспечением.

При проведении дезактивационных мероприятий был образован значительный объем загрязненной почвы и растительных отходов, которые требуют безопасного и экономически эффективного обращения. В частности, повторное использование почвы в строительстве в будущем является важным вариантом, если имеются возможности в управлении ограничения в отношении допустимого содержания органических веществ и глины. Поскольку Cs очень крепко связан с глинистыми минералами, его использование в качестве балластного слоя или заполнителя может обеспечить варианты как для сокращения общих затрат, так и для снижения воздействия на окружающую среду, основанного на понимании сорбционно-десорбционного поведения Cs в глинистых минералах для сокращения отходов.

Сорбционное поведение Cs в глинистых минералах было изучено микроскопическим анализом, поддерживаемым молекулярно-орбитальным расчетом, чтобы предоставить новейшую информацию о выявлении сорбционных участков, механизмах введения и механизмах стабилизации, которые упрощают понимание того, как ограниченные глинистые минералы, такие как выветрившийся биотит и железосодержащий смектит концентрируют радиоактивный Cs. Эти результаты

являются достаточно содержательными для разработки методов обработки уменьшения объема отходов, таких как классификация частиц почвы, химическая и термическая обработка (Yaita и др., 2016).

Оценка естественного поведения загрязняющих радионуклидов и их подвижности в окружающей среде, в настоящее время полностью сосредоточена на радиоцезии (проект, именуемый F-TRACE). Данная оценка определяет степень необходимого обращения лесных районов, которые не могут быть просто обеззаражены, предусматривает разработку количественных моделей процессов естественного самоочищения, которые в конечном итоге перемещают радиоактивные материалы через речные системы в прибрежные морские среды, и осуществляет оценку мер контроля с целью уменьшения воздействия на окружающую среду (Iijima, 2016). Здесь оценивается влияние естественной мобильности с точки зрения самоочищения/повторной концентрации в очищенных районах вместе с возможными действиями по модификации такого переноса или управлению потенциальных мест накопления радиоцезия.

Большая часть запаса радиоцезия, попавшая в полог леса, постепенно мигрировала на землю через дождевую смывку и опавшие листья, затем перешла в слои подстилки, в конечном итоге попав (в большинстве случаев) в нижнюю часть слоя лесной почвы. В водосборном масштабе наблюдалось перемещение взвешенных осадков с содержанием Cs, в водной среде – через ручьи, реки и устья в прибрежную морскую среду, это привело к задержке Cs в прудах, озерах и плотинах, включая его перенос обратно в наземную среду (главным образом, в поймы в периоды сильного течения реки).

В целом, проект F-TRACE и связанные с ним исследования создают комплексную базу знаний о механизмах перемещения Cs в конкретных средах Фукусимы. Это может стать основой для будущего точного прогнозирования доз и планов противодействия, необходимых для сокращения таких доз.

С момента аварии на АЭС Фукусима было проведено много испытаний для оценки доз облучения. Было выявлено, что дозы для населения от внешних воздействий были более значительными, чем дозы, полученные от внутренних воздействий. Полагается, что это связано с ограничением потребления загрязненных продуктов и напитков, которые ввели немедленно после аварии. Ежегодные дополнительные внешние дозы для жителей Фукусимы в последние годы оцениваются в пределах нескольких мЗв. Ожидается, что жители не получат дополнительные внешние дозы, после того как они вернутся в районы, из которых будет снят приказ об эвакуации (Saito, 2016).

Огромные усилия были приложены для того, чтобы информировать население о проделанной работе. Несмотря на то, что эвакуированные жители уже возвращаются в некоторые из восстановленных районов, обеззараживание наиболее сильно загрязненных территорий вблизи АЭС Фукусима – Дайичи займет длительное время и возможно потребуются эффективное предоставление технической информации, которая должна быть поддержана в течение определенного периода. Таким образом, потребуются современные инструменты управления знаниями. Версия коммуникационной платформы

(Cleanup Navi; JAEA, без даты) доступна на английском языке и информация была изложена в технических отчетах JAEA (JAEA, 2015a, 2015b; Miyahara *и др.*, 2015) и была представлена на двух международных семинарах (JAEA, 2013, 2014).

Исследование NIES по содействию восстановления окружающей среды

NIES – единственный в Японии исследовательский институт, который проводит междисциплинарным и комплексным образом широкий спектр исследований в области окружающей среды. С момента своего создания NIES сыграл важную роль в решении различных экологических проблем. NIES провел экологические исследования, связанные с бедствиями, в качестве чрезвычайно важной области после Великого землетрясения в Восточной Японии. Тем самым, институт поспособствовал восстановлению окружающей среды в пострадавших районах на основе Основной политики восстановления и реконструкции Фукусимы (Агентство по реконструкции, 2012).

Сразу после того, как 11 марта 2011 года произошло Великое землетрясение в Восточной Японии, NIES, используя богатый опыт в области экологических исследований, приступил к изучению экологических проблем, связанных с землетрясением, цунами и аварией на АЭС Фукусима, позиционируя это как «Исследование окружающей среды в чрезвычайных условиях». Во второй половине финансового 2011 года NIES поднял данную исследовательскую деятельность на более высокий уровень, уделяя особое внимание разработке технологий и систем с целью надлежащей переработки и удаления отходов, образовавшихся в результате аварии, а также отходов, содержащих радиоактивные материалы (исследование загрязненных отходов); выяснению и прогнозированию поведения радиоактивных материалов в окружающей среде посредством измерения и моделирования; оценке доз облучения человека и воздействия на организмы и экосистемы (исследование различных среды; Рис. 4).

В своих исследованиях по загрязненным отходам (на отходах и почвах, загрязненных радиоактивными материалами), NIES проводит полевые исследования, основные эксперименты, полевые проверки, системный анализ и другие исследования по разработке, уточнению и оценке технологий и системы контроля процесса обработки (временное хранение, уменьшение объема за счет сжигания, повторное использование, промежуточное хранение и окончательное удаление, т.д.) (напр., Kuramochi *и др.*, 2016; Endo, 2016), а также изучение методологии долгосрочного управления и конечной разборки и удаления очистительных сооружений, основанных на фундаментальных физических свойствах и поведении радиоактивных материалов. NIES также изучает технологии измерения, анализа и мониторинга; стратегии управления радиоактивными материалами; стоки и потоки в системах обработки отходов/переработки источника; и методы оповещения о риске. NIES вносит свой вклад в надлежащую обработку загрязненных отходов, сопоставляя и предоставляя свои результаты исследования Министерству окружающей среды Японии и другим органам.

Для изучения различных сред NIES проводит исследования, которые включают в себя мониторинг различных сред, измерение темпов изменения окружающей среды, анализ экологических данных с целью определения и прогнозирования будущих изменений состояния загрязнения и темпов изменения окружающей среды для почв, лесов, рек, озер и берегов водоразделов, пострадавших от различных уровней загрязнения радиоактивными материалами (напр., Hayashi, 2016; Imaizumi *и др.*, 2016; Morino & Ohara, 2016). Результаты исследований NIES в данной области обеспечивают научную поддержку мерам по восстановлению окружающей среды, осуществляемым национальными и местными органами власти. NIES разработал метод комплексной оценки доз облучения на человека, который также используется для определения уровней облучения. NIES также занимается изучением воздействия радиоактивных материалов на организмы и экосистемы (напр., Tamaoki, 2016) и приступил к исследованию изменений в экосистемах, после проведения эвакуации людей и дезактивации территорий.

В дополнение к этой исследовательской программе по восстановлению окружающей среды NIES реализует две другие исследовательские программы – Исследовательская программа по восстановлению окружающей среды для поддержки реконструкции района бедствий и устойчивого развития сообществ, и Программа по исследованию управления чрезвычайной ситуацией в окружающей среде для эффективного использования опыта и урока, полученных в результате Великого землетрясения Восточной Японии для подготовки к будущим экологическим катастрофам.

Шесть лет прошло с момента аварии на АЭС Фукусима – Дайичи. Многие исследовательские организации, такие как JAEA, NIES, университеты и частные организации провели исследования окружающей среды для содействия восстановлению окружающей среды в префектуре Фукусима и в других районах. Тем не менее, мы до сих пор находимся в поиске решения проблем загрязнения окружающей среды радиоактивными материалами, выброшенными в результате аварии. Радиологическое загрязнение является новым видом загрязнения, которое представляет собой чрезвычайно серьезную экологическую проблему с разных точек зрения – его пространственно-временное распространение, масштабы его воздействия на здоровье человека, на другие организмы и экосистемы, а также, включая тот факт, что оно явилось причиной загрязнения различных сред. Эту проблему можно решить только путем мобилизации сил различных научных организаций, расположенных в Японии, а также с привлечением других стран к сотрудничеству.

Тошимаса ОХАРА¹ и Канамэ МИЯХАРА²

¹ Филиал Фукусима,

² Национальный институт экологических исследований

Статья приведена в сокращенном варианте

* ссылки на литературу в последующих публикациях

В Вашингтоне обсужден широкий спектр вопросов казахстанско-американского энергетического партнерства

14-15 декабря казахстанская делегация во главе с Министром энергетики Канатом Бозумбаевым посетила Вашингтон, где провела ряд встреч по обсуждению широкого спектра вопросов казахстанско-американского энергетического партнерства.

В частности, в рамках визита состоялись встречи с Министром энергетики США Р. Перри, Заместителем помощника госсекретаря США по энергетическим ресурсам Дж.МакКарриком, Президентом компании «Шеврон» по Европе, Евразии и Ближнему Востоку Т. Левином, Вице-президентом компании «Грейс» К. Коулом, президентом компании по бурению «Паркер Дриллинг» Б. Коллинсом и другими руководителями крупных американских компаний в атомной и нефтегазовой сферах.

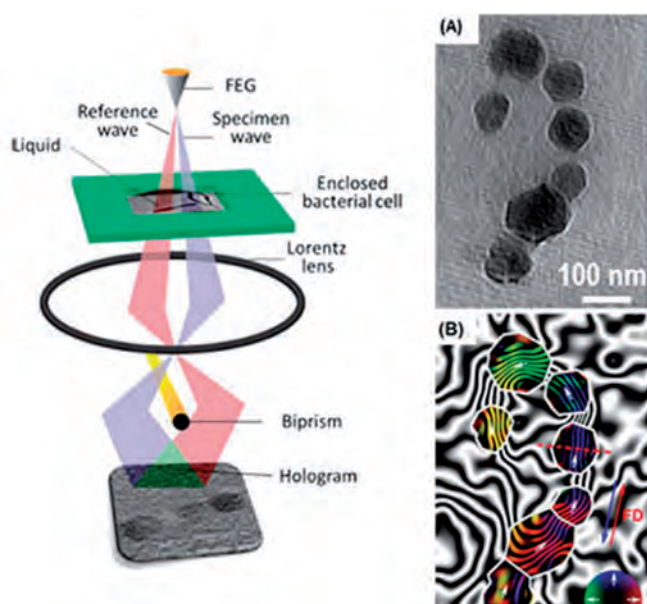
Кроме того, была организована встреча с американо-казахстанской деловой ассоциацией, на которой выступили президент Ассоциации У.Кортни, заместитель помощника Госсекретаря по Южной и Центральной Азии Г. Эншер, руководители американских компаний.

На полях данного мероприятия состоялась встреча с известным экспертом в области энергетики Д.Ергиним, на которой обсуждалось возможное участие казахстанской стороны в Международной нефтегазовой конференции «CERAWEEK» в марте 2018 года в г. Хьюстон.

В целом, визит казахстанской делегации в США предоставил возможность проработки содержательного наполнения предстоящего визита Главы государства в США в наиболее важной сфере двустороннего политико-экономического сотрудничества.



Ученым удалось впервые запечатлеть магнитные поля, создаваемые клетками живых бактерий



Исследовательской группе из Национальной лаборатории имени Эймса американского Министерства Энергетики впервые в истории науки удалось составить карту магнитных полей, вырабатываемых клетками живых бактерий и магнитными нанобъектами, помещенными внутрь жидкости. Эта карта, имеющая высокую разрешающую способность, была получена при помощи технологии электронной микроскопии и использование этой технологии может существенно расширить наши знания во многих областях физики, нанотехнологий, биоинженерии, материаловедения и фармакологии. «Возможность проведения наблюдений за магнитным полем наноразмерных объектов походит на возможность поездки в парк юрского периода и изучения живых динозавров вместо выдвижения предположений на основе изучения окаменелых останков» – рассказывает Таня Прозорова (Tanya Prozorov), ведущий исследователь. Исследовательская группа Прозоровой уже давно работает с биологическими и биовдохновленными магнитными наноматериалами. Одним из объектов пристального внимания ученых являются магнитные

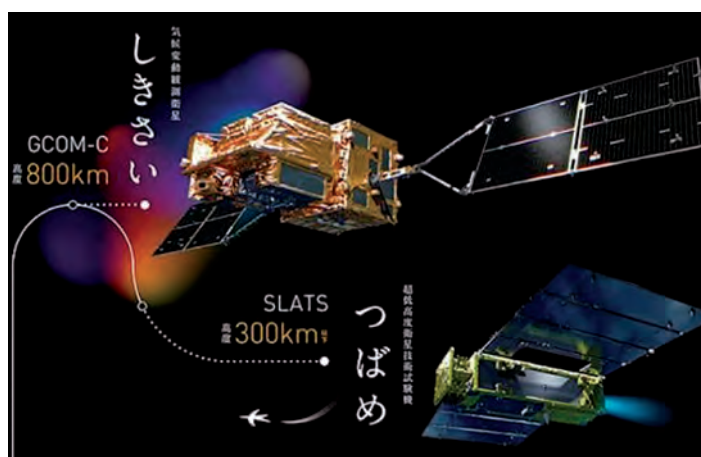
бактерии, которые в процессе своей жизнедеятельности формируют идеальные кристаллы минерала магнетита, а целью данных исследований является разработка новых технологий производства экзотических магнитных материалов. Однако, для детального изучения деятельности бактерий ученые нуждались в аналоге технологии электронной микроскопии, которая

обычно работает с твердыми объектами, помещенными в вакуум. Палочкой-выручалочкой для ученых в данном случае стала технология так называемой безосевой электронной голографии (off-axis electron holography), технология, которая используется для изучения магнитных наноструктур при помощи просвечивающего электронного микроскопа. Только в данном случае эта технология была адаптирована для работы с жидкой средой, внутрь которой были помещены живые микроорганизмы. «Когда мы изучаем биологические образцы при помощи традиционных технологий, мы можем выдвигать множество предположений об их свойствах, основываясь на полученных данных» – рассказывает Прозорова, – «При помощи нового метода мы можем наблюдать за всеми процессами напрямую, и мы можем видеть непосредственно динамику скоплений макромолекул, процессы самосборки магнитных наночастиц и эффекты влияния на все это электрических и магнитных полей». Как уже упоминалось выше, данная технология, позволяющая составлять карты распределения магнитных полей в жидкости с нанометровой разрешающей способностью, может быть использована в самых различных областях науки и техники. Помимо перечисленных в самом начале областей, данная технология может обеспечить прорывы в области производства биотоплива, синтеза биологических материалов и многого другого.

www.dailytechinfo.org

Япония запустила искусственный спутник, который будет удерживаться на сверхнизкой орбите при помощи нового ионного двигателя

Японское космическое агентство (Japanese Aerospace Exploration Agency, JAXA) произвела успешный запуск нового искусственного спутника, который произведет спуск на сверхнизкую околоземную орбиту, используя для этого новый тип ионного двигателя, эффективность которого на такой высоте в 10 раз превышает эффективность обычных двигателей, работающих за счет сжигания топлива. За следующие два года этот спутник, имеющий название Tsubame, спустится на высоту ниже 300 километров от поверхности, а сейчас он находится на высоте 480 километров, там, куда его «забросила» ракета-носитель. Спутник Tsubame был запущен при помощи ракеты, стартовавшей с площадки Космического центра Танегасима 23 декабря 2017 года. С момента запуска спутник передал на Землю один пакет данных, говорящих о том, что все его системы работают нормально, а его положение стабильно и соответствует расчетному. После спуска на сверхнизкую орбиту, спутник Tsubame станет своего рода рекордсменом, летающим на минимально возможной высоте. 400-килограммовый спутник Tsubame является частью программы Super Low Altitude Test Satellite (SLATS), в рамках которой будет производиться высококачественная съемка земной поверхности и измерения концентрации атомарного кислорода в верхних слоях атмосферы. «Кислород в обычных условиях состоит из двух атомов, связанных в единую молекулу при помощи ковалентной связи» – пишут представители JAXA, – «Однако, за счет воздействия ультрафиолетового света и космической радиации молекулы кислорода разрушаются и кислород существует в виде отдельных атомов. Такой атомарный кислород весьма активен с химической точки зрения и он интенсивно разрушает любой материал, который входит с ним в контакт» Для защиты от воздействия атомарного кислорода спутник SLATS покрыт слоем стойкого защитного материала, испытания которого также являются частью исследовательской программы. Эти испытания помогут ученым собрать данные, которые будут использоваться при разработке новых защитных материалов для спутников, которые будут работать на сверхнизких околоземных орбитах. Отметим, что при полете на сверхнизкой орбите спутник SLATS будет испытывать сопротивление воздуха, которое в тысячу раз больше сопротивления, действующего на другие спутники на высоте 600-800 километров от поверхности Земли. Для поддержания стабильной орбиты у спутника имеется ионный двигатель нового типа, который в качестве топлива использует ксенон и который предназначен для работы на столь малых высотах. Тяга, создаваемая этим двигателем, эквивалентна весу 10-центовой монеты, но ее достаточно для компенсации сопротивления воздуха и удержания спутника на стабильной высоте. И в заключение заметим, что нахождение на сверхнизкой орбите позволит спутнику SLATS производить съемку поверхности с высокой разрешающей способностью, не прибегая к использованию громоздкой и тяжелой высококачественной оптики. Это, в свою очередь, позволит в будущем существенно сократить затраты на производство и запуск спутников, которые будут способны находиться и работать на рекордно малых высотах.



В Австралии начал курсировать первый в мире «солнечный» поезд

У людей, которым предстоит побывать на северном побережье Австралии в районе Нового Южного Уэльса, имеется шанс прокатиться на раритетном поезде, который приводится в действие исключительно солнечной энергией. Этот поезд, который был построен еще во времена Второй Мировой войны, был тщательно восстановлен и переоборудован специалистами транспортной компании Byron Bay Railroad, и, согласно имеющейся информации, он является первым в своем роде «солнечным» поездом в мире. Два вагона этого поезда были построены в 1939 году для обеспечения перевозок потока мигрантов, уехавших из Европы из-за Второй Мировой войны. Корпуса этих вагонов были изготовлены из алюминиевых листов, используемых в то время для строительства фюзеляжей самолетов-бомбардировщиков. Этим самым объясняется то, что эти вагоны сумели сохраниться до нынешнего времени в более-менее приличном состоянии.

Оба вагона «стояли на приколе» с середины 90-х годов до 2013 года, до момента, когда компания Byron Bay Railroad не взялась за их восстановление. Изначально планировалось оснастить восстановленный раритетный поезд дизельным двигателем, но недавние достижения в области солнечной энергетики и аккумулирования энергии позволили сделать этот поезд более «зеленым». На крышах поезда установлены изготовленные на заказ искривленные солнечные батареи, энергия от которых идет на подзарядку бортовых аккумуляторных батарей. Также поезд оснащен регенеративной тормозной системой, позволяющей вернуть до 25 процентов энергии, израсходованной на его разгон. Батареи поезда могут быть заряжены во время остановки или стоянки возле платформы, на крыше которой также установлены солнечные батареи. Помимо этого, энергия для подзарядки батарей может быть взята из энергетической сети, которая в данном регионе снабжается энергией преимущественно из экологически чистых возобновляемых источников.

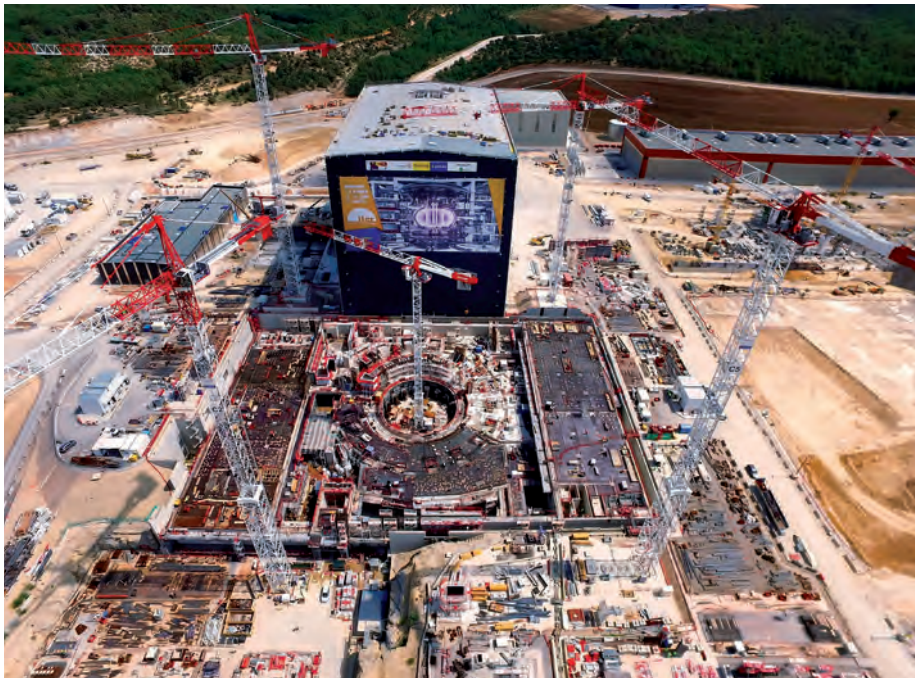
Однако у «солнечного» поезда все же имеется один дизельный двигатель на всякий непредвиденный случай, наличие которого обеспечивает, к тому же, необходимую для поддержания баланса и устойчивости массу поезда. В движение поезд приводится двумя тяговыми электрическими двигателями постоянного тока, суммарной мощностью 220 кВт. Полного заряда аккумуляторных батарей хватает для того, чтобы поезд совершил от 12 до 15 рейсов. В настоящее время «солнечный» поезд может перевозить до 100 пассажиров по 3-километровому отрезку восстановленного узкоколейного пути. В 2018 году компания Byron Bay Railroad планирует увеличить длину восстановленного железнодорожного пути, а с января 2018 года «солнечный» поезд начнет совершать регулярные поездки, двигаясь с интервалом в один час.



Строительство термоядерного реактора ITER преодолело половину пути к его завершению

Реакции термоядерного синтеза являются идеальным решением все возрастающих энергетических потребностей человечества, они могут обеспечить производство неограниченного количества энергии без вредных выбросов в окружающую среду и без образования высокотоксичных радиоактивных отходов. К сожалению, ученым еще не удалось создать полностью функционирующий реактор термоядерного синтеза, несмотря на массу усилий, прикладываемых в данном направлении. Одним из таких усилий является международный проект ITER, огромный экспериментальный реактор типа токамак, сооружение которого ведется сейчас на юге Франции. Первые эксперименты на этом реакторе должны быть проведены в 2025 году, а недавно представители компаний-подрядчиков сообщили о том, что строительство реактора завершено на 50 процентов, и это вполне соответствует дате завершения строительства, запланированной на 2021 год. Напомним нашим читателям, что проект ITER – это проект, в который уже вложена огромная куча денег и труда ученых со всех уголков земного шара. Проект

финансируется семью участниками, в основном Европейским Союзом при относительно небольших вложениях со стороны США, Индии, Китая, России, Японии и Южной Кореи. Строительство началось в 2013 году, но череда задержек привела к сдвигу сроков окончания строительства. Одновременно с этим весьма ощутимо вырос и ценник проекта, на который уже было затрачено 22 миллиарда американских долларов. Во время первых экспериментов, которые, как упоминалось выше, начнутся в 2025 году, в недрах реактора ITER будут производиться реакции водородного термоядерного синтеза, т.е., по сути, копироваться процессы, происходящие в недрах Солнца и в эпицентрах термоядерных взрывов. Ядра дейтерия и трития будут объединяться и сливаться в одно ядро гелия. При этом будет выделяться большое количество энергии, которая будет поглощаться стенками камеры реактора, что приведет к их нагреву до высокой температуры. Реактор ITER не будет вырабатывать электрическую энергию, он будет использоваться только для исследований и отработки технологий инициации и поддержания термоядерных реакций. Технологии, которые будут «отшлифованы» на реакторе ITER, лягут в основу промышленных термоядерных электростанций, которые уже будут использовать выделяемое реактором тепло для превращения воды в пар, вращающий турбины, связанные с электрогенераторами. Такой способ получения электроэнергии уже давно используется на тепловых и атомных электростанциях, но термоядерные электростанции будут отличаться тем, что в результате их работы не будет образовываться никаких вредных побочных продуктов и они будут более безопасными, нежели обычные атомные станции. Ученые проекта ITER прогнозируют, что первые промышленные термоядерные электростанции могут поступить в эксплуатацию ориентировочно в 2040 году, после того, как на экспериментальном реакторе будут проведены необходимые эксперименты.



США намерены удвоить мощность ВИЭ



Энергетическая Комиссия США опубликовала бюллетень, в котором эксперты озвучили прогнозы относительно развития рынка возобновляемой энергетики. Согласно выкладкам аналитиков, американская зеленая энергетика прирастет более, чем на 100 ГВт за грядущие 2-3 года. И это без учета гелиопанелей и ветряков, приобретенных для личного использования.

Эксперты считают, что к концу 2020 года установленная мощность американских ВИЭ составит 230-250 ГВт. При этом, данный прогноз не учитывает малые домашние СЭС. Также, согласно прогнозам, ветроэнергетика обгонит по мощности американские гидроэлектростанции.

В то же время, ожидается сокращение мощности угольных ТЭС. За три года они потеряют примерно 7%. Эксперты

отмечают, что планы реанимации американской угольной промышленности попросту не выдерживают встречи с сегодняшней реальностью. Потребление угля стабильно снижается и помешать этому невозможно.

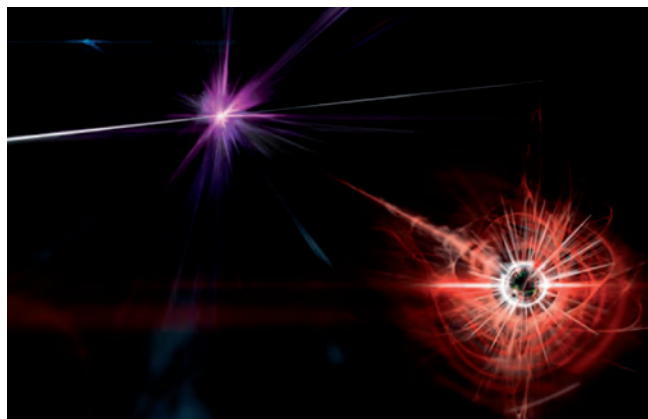
Незначительно сократится мощность американской атомной энергетики. Закрытие старых реакторов не компенсируется открытием новых. А вот газовая генерация прибавит более 80 ГВт.

Информация, представленная в документе, не является жестким планом развития энергетики, однако его прогнозы достаточно ясно показывают современные тенденции отрасли.

Eenergy.media

Физики определили нижнюю границу массы магнитных монополей

Гипотетические магнитные монополи могут рождаться в столкновениях тяжелых ионов или в сильных магнитных полях нейтронных звезд. Физики из Имперского колледжа Лондона теоретически рассмотрели эти процессы и рассчитали нижнюю границу для возможной массы монополей – она оказалась чуть меньше массы протона. Статья опубликована в *Physical Review Letters*, кратко о ней сообщает *Physics*.



Из классической теории электромагнетизма следует, что магнитных монополей (то есть магнитных зарядов) не существует. Другими словами, сколько бы вы не делили магнит на более мелкие кусочки, у каждого кусочка обязательно будет северный и южный полюс. На это прямо указывает одно из уравнений Максвелла, утверждающее, что поток магнитного поля через произвольную поверхность равен нулю.

Однако в квантовой теории поля это не так. В 1974 году Джерард Хоофт (Gerard Hooft) и Александр Поляков независимо обнаружили, что в некоторых теориях существование монополя не только возможно, но и необходимо. Например, в теории великого объединения такие монополи неизбежно возникают как топологические дефекты поля Хиггса. Как и обычный заряд, заряд магнитного монополя квантуется, при-

чем произведение наименьшего магнитного и электрического зарядов примерно равно 2π (в системе единиц $\hbar = c = 1$). Этот факт Поль Дирак открыл еще в 1931 году, когда пытался теоретически объяснить квантование обычного заряда. Подробнее про открытие и свойства монополей можно прочитать в этой статье.

И хотя с зарядом магнитного монополя все более-менее понятно, с его массой дело обстоит гораздо сложнее. Разные теории дают разные оценки, хотя все они и сходятся на том, что масса должна быть очень большой (кто-то говорит, что она составляет целых 1016 гигаэлектронвольт). На данный момент ученые поставили несколько экспериментов, в которых они ограничили сечение рождения монополей в столкновениях тяжелых ионов, измерили поток монополей в космических лучах или галактических магнитных полях. Но теоретических оценок на эти значения не было, поэтому пересчитать их в массу монополя было нельзя.

Физики-теоретики Оливер Гулд (Oliver Gould) и Артту Раджанти (Arttu Rajantie) наконец разработали теоретические модели описанных процессов, а затем сравнили их с экспериментальными данными и нашли, какие ограничения на массу магнитного монополя из этого следуют. Примечательно, что результаты их вычислений не зависят от исходной теории, поскольку физики работали в «квазиклассическом приближении», в котором внутренняя структура монополей не учитывается. В кавычки слова взяты потому, что в этом приближении теоретики раскладывались не по степеням $\hbar$ (как обычно), а по другому малому параметру.

Сначала ученые рассчитали, как часто монополи рождаются в результате столкновений тяжелых ионов, которые происходят, например, на коллайдерах. В подобных столкновениях возникают маленькие участки пространства с очень большими магнитными полями и температурами, физики назвали их «файерболлами» (fireball). Магнитные монополи могут рождаться только в таких маленьких областях, поэтому вероятность этого процесса будет пропорциональна объему «файерболла» и сечению собственно процесса взаимодействия. При этом вероятность существенно зависит от массы и заряда монополя. Подставляя в формулу данные экспериментов и известные параметры, физики нашли, что масса магнитного поля не может быть меньше двух гигаэлектронвольт. Кроме того, теоретики рассмотрели рождение монополей на поверхности нейтронных звезд, где температура и величина магнитного поля тоже могут достигать огромных значений. Если они там действительно образуются, магнитное поле будет рассеиваться, причем тем сильнее, чем меньше будет масса монополей. Поэтому магнитное поле звезды не может быть больше некоторого предельного значения. В то же время, астрофизикам известны магнетары, в которых магнитные поля достигают 1015 Гаусс. Отсюда тоже можно вытащить ограничение на массу монополя, только оно

получается менее строгим, чем в случае столкновений ионов – около 0,7 гигаэлектронвольт, что составляет примерно 75 процентов от массы протона (938 мегаэлектронвольт).

Впрочем, физики отмечают, что ограничение на массу монополя, найденное из сечения столкновений тяжелых ионов, может быть не совсем верным, поскольку оно получено в приближении постоянного магнитного поля. На самом деле во время столкновения магнитное поле сильно меняется. Поэтому физики считают по-настоящему надежным все-таки значение 0,7 гигаэлектронвольт.

texnomaniya.ru

Атомный газ обменялся с кристаллом квантовыми состояниями

Испанские ученые впервые передали с помощью фотонов квантовые состояния между облаком холодных атомов рубидия-87 и кристаллом $\text{Pr}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$. Статья опубликована в *Nature*.

Чтобы построить квантовую сеть, необходимо не только сохранять квантовые состояния в течение долгого времени, но и передавать их между узлами сети. Удобнее всего использовать для этого фотоны, поскольку их легко передать на большие расстояния. К тому же для этого можно использовать широко распространенные оптоволоконные сети. На данный момент ученым уже удалось передать состояния между атомными ансамблями, одиночными атомами, пойманными в ловушку, или квантовыми кристаллами.

Каждый из способов, использованных для сохранения квантовых состояний в этих экспериментах, имеет свои достоинства и недостатки. В то же время, в сложной квантовой системе хотелось бы использовать преимущества различных подходов. Ученые уже пытались построить гибридную сеть, например, связывая холодные облака ионов 9Be^+ и 25Mg^+ . Однако во всех предыдущих экспериментах квантовые состояния передавались с помощью электрического взаимодействия или микроволновых фотонов, и расстояние передачи было сильно ограничено. На этот раз физики связали квантовые системы принципиально различной природы с помощью фотонов, частота которых лежит в телекоммуникационном диапазоне (то есть наиболее удобна для оптоволоконной связи).

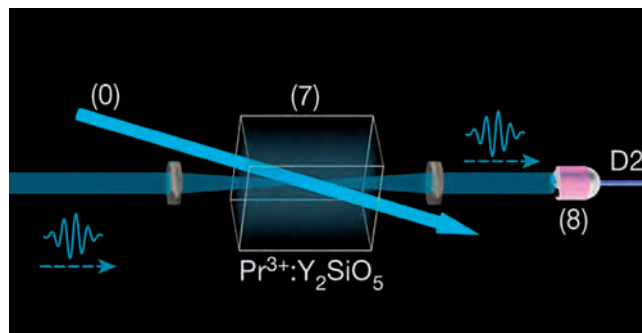
Экспериментальная установка разделялась на две части, соединенных десятиметровым оптическим кабелем. В одной ее части ученые удерживали в магнитооптической ловушке облако холодных ионов 87Rb . Время от времени исследователи светили на это облако лазером, и в результате в нем возникали спиновые волны, отвечающие некоторому долгоживущему квантовому состоянию. Спустя некоторое время облако излучало скоррелированные одиночные фотоны. Эти фотоны физики разделяли на два потока, один из которых регистрировали с помощью детектора D1, а другой направляли в специальное устройство (quantum frequency conversion device), которое изменяло длину волны частиц с 780 до 1552 нанометров. Затем фотоны направлялись в оптоволоконный кабель и попадали в другую часть установки, расположенную в соседней лаборатории.

Здесь фотоны снова меняли длину волны с 1552 до 606 нанометров и направлялись на кристалл ортосиликата иттрия Y_2SiO_5 , легированный ионами Pr^{3+} и охлажденный до температуры 3,5 Кельвинов. Для записи и хранения состояний в кристалле ученые использовали атомную частотную гребенку. Этот принцип использует световые волны, спектр которых имеет ярко выраженные линии поглощения, отстоящие друг от друга на равное расстояние (поэтому спектр напоминает гребенку, расческу). В данном случае ширина гребенки составила 400 мегагерц, а расстояние между зубьями – 400 килогерц (что отвечает линиям поглощения Pr^{3+}). В результате фотоны сохранялись в такой системе в течение 2,5 микросекунд, а затем заново излучались. Наконец, полученные фотоны физики регистрировали с помощью детектора D2.

Затем ученые проверили, связаны или нет фотоны, пойманные детекторами D1 и D2. Для этого они рассчитали функцию их взаимной корреляции для различных вероятностей возбуждения фотонов. Оказалось, что при вероятности около пяти процентов скоррелированность фотонов составила примерно $g_{w,r}(2) = 11,4 \pm 2,4$, что указывало на сохранение квантового состояния при передаче. При увеличении вероятности скоррелированность быстро падала до классического предела $g_{w,r}(2) = 2$. Так или иначе, этот эксперимент показал, что квантовые состояния между кубитами разной природы передать можно.+

Ранее физики уже получали запутанные фотоны с длинами волн, лежащими в телекоммуникационном диапазоне, лучше всего подходящим для передачи по существующим каналам связи. Также мы писали о том, как физики из Российского Квантового Центра построили и улучшили сеть для квантовых коммуникаций, работающую в городских условиях.

Дмитрий Трунин



Томские ученые испытали экспериментальные образцы сплава для новых реакторов

Ученые лаборатории химических технологий Томского госуниверситета разрабатывают новый композиционный материал для изготовления тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) ядерных реакторов на быстрых нейтронах. Исследователи уже получили экспериментальные образцы ванадиевого сплава и провели первые испытания с использованием ускорителей тяжелых частиц.

Как сообщает пресс-служба вуза, новый композит будет состоять из модифицированного сплава V-Ti-Cr, закрытого с обеих сторон хромсодержащей сталью. Такое сочетание обеспечит улучшенные физико-химические свойства, необходимые для использования при сверхвысоких параметрах эксплуатации в активной зоне ядерного реактора.

«На сегодняшний день мы завершили первый этап проекта, в ходе которого был проделан большой объем работы. Проработана российская и зарубежная литература. На основе этого материала подготовлен аналитический обзор, включающий в себя описание проблемы разработки и создания материалов для изготовления тепловыделяющих элементов, описаны основные способы получения таких материалов. Проведены патентные исследования», – говорит директор Института «Умные материалы и технологии» Ирина Курзина.

Используя полученные данные, ученые разработали сплав, который станет «сердцем» нового композита. Его основой является ванадий, в который введены добавки титан и хрома. Для исследования полученного материала разработана методика ускоренного исследования поведения образцов ванадиевого сплава и трехслойного материала «хромсодержащая сталь – ванадиевый сплав – хромсодержащая сталь» под воздействием облучения с использованием ускорителей тяжелых частиц и моделирования нейтронного облучения высокой интенсивности.

Испытания радиационной устойчивости ванадиевого сплава проходили на базе партнера ТГУ – Института сильноточной электроники СО РАН. Результаты облучения образца подтвердили, что новый материал имеет необходимые функциональные характеристики.

«Это очень важно, поскольку радиационные нагрузки на конструкции в реакторах на быстрых нейтронах значительно выше, чем в реакторах второго и третьего поколения. ТВЭЛы являются главными конструктивными элементами ядерного реактора, они устанавливаются в активной зоне, поэтому для их изготовления требуются материалы с особыми характеристиками», – отмечает Ирина Курзина.

В ходе первого этапа проекта был разработан технологический лабораторный регламент на процесс получения экспериментальных образцов ванадиевого сплава. Окончательный результат – композиционный материал, который помимо реакторов можно будет использовать в турбинах самолетов и ракет, – ученые ТГУ представят в конце 2018 года.

Разработка композиционного материала для реакторов нового поколения осуществляется при поддержке Минобрнауки РФ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57517×0123). В реализации проекта участвуют около 20 ученых – специалисты в области химии, физики, наноматериалов и нанотехнологий.



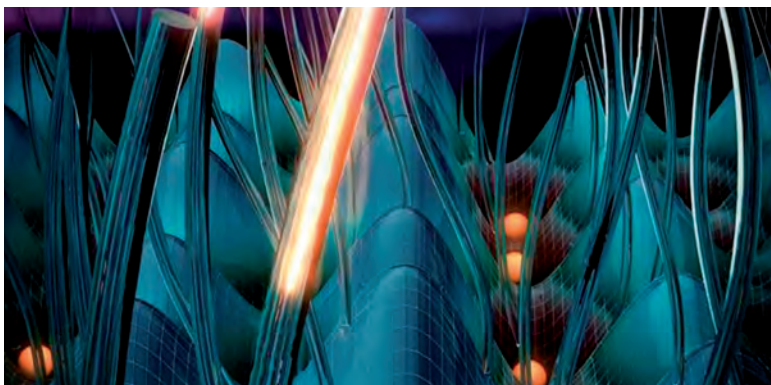
Фото: Елена Фаткулина

Физики измерили «тень», которую отбрасывает четвертое измерение

Мы привыкли иметь дело с тремя пространственными измерениями, но две команды ученых, из США и Европы, нашли способ изучить эффект, который оказывает на нашу реальность четвертое измерение. Разумеется, в эксперименте дело не обошлось без квантовой механики.

Физики смогли создать специальные двухмерные структуры, одну с ультрахолодными атомами, а другую – с фотонами. В обоих случаях они добились различного, но взаимодополняющего результата, который напоминал квантовый эффект Холла. Эти эксперименты могут оказать большое воздействие на фундаментальную науку и могут даже иметь практическое применение, пишет Gizmodo.

«Физически, у нас нет 4-мерного пространства, но мы можем добиться 4-мерного квантового эффекта Холла при помощи низкоразмерной системы, поскольку высокоразмерная система закодирована в ее сложной структуре, – говорит Макаел Рехтсман, профессор Университета штата Пенсильвания. – Возможно, нам удастся придумать новую физику в более высоком измерении, а затем создать устройства, обладающие этим преимуществом в более низких измерениях».



Другими словами, как трехмерные объекты отбрасывают двухмерные тени, по которым можно догадаться о форме этих 3D-объектов, также и мы можем, наблюдая за некоторыми реальными физическими системами, кое-что понять об их четырехмерной природе, разглядывая тени, которые проявляются в более низких измерениях.

Благодаря сложным вычислениям, за которые в 2016 была выдана Нобелевская премия, мы теперь знаем, что квантовый эффект Холла указывает на существование четвертого измерения в пространстве. Новейшие эксперименты, опубликованные в журнале Nature, дают нам пример эффектов, которые это четвертое измерение может иметь.

Одна из команд ученых – европейская – охладила атомы до температуры, близкой к абсолютному нулю и разместила их в двухмерную решетку. Применяв квантовый «нагнетательный насос» для возбуждения пойманных атомов, физики заметили небольшие вариации в движении, которые соответствуют проявлениям квантового эффекта Холла, что указывает на возможность когда-нибудь попасть в это четвертое измерение.

Американская группа также использовала лазеры, но на этот раз для управления светом, проходящим через стеклянный блок. Имитируя эффект электрического поля на заряженных частицах, ученые также смогли наблюдать последствия четырехмерного квантового эффекта Холла.

По словам ученых, эти два эксперимента хорошо дополняют друг друга, пишет Science Alert.

Физики Института Макса Планка считают, что другие измерения, предсказанные теорией струн, могут проявлять себя в гравитационных волнах. И их можно будет обнаружить при помощи нескольких детекторов, которые появятся у ученых в ближайшие пару лет.

<http://www.nanonewsnet.ru>

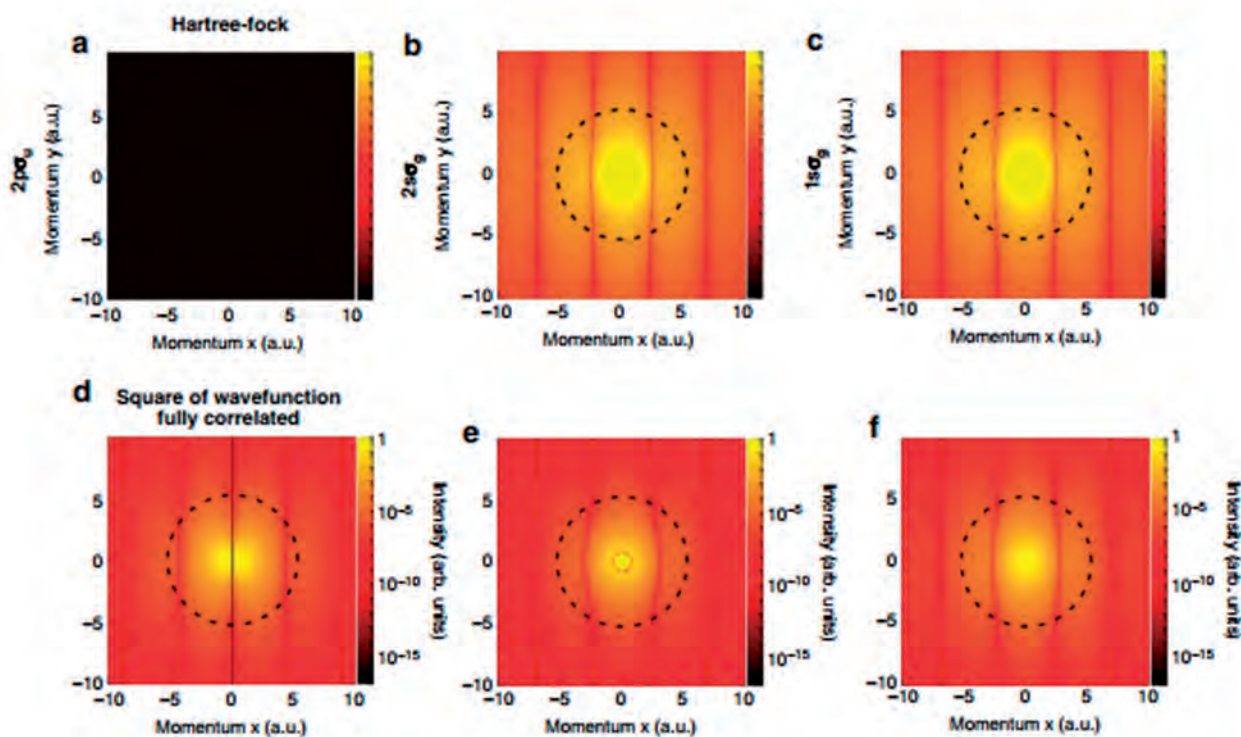
Впервые получено изображение взаимодействующих электронов

Физики разработали новый метод визуализации, который позволяет зафиксировать сложное квантовое взаимодействие нескольких электронов в молекуле. Корреляции между ними тесно связаны с волновой функцией, определяющей квантовое состояние системы, что позволяет восстановить и визуализировать форму ее квадрата. Статья с результатами опубликована в Nature Communications.

Существует целый набор методик, позволяющих визуализировать облака плотности от отдельных электронов в атомах и молекулах. Однако метода непосредственного определения корреляций нескольких электронов не было. В новой работе международного коллектива из Германии, Испании, США и России, которую представил Владислав Серов из Саратовского университета, впервые предлагается такой метод, что позволит изучать влияние электронов друг на друга.

«Существуют другие методы, позволяющие восстановить корреляции по разным наблюдениям, однако, насколько мне известно, мы впервые напрямую измерили их, просто наблюдая спектр, – говорит соавтор работы Фернандо Мартин из Автономного университета Мадрида. – Зафиксированные спектры идентичны Фурье-образам различных частей квадрата волновой функции (или, что эквивалентно, различным частям волновой функции в пространстве импульсов). Никаких процессов восстановления, фильтрации или трансформации не требуется – спектр напрямую отражает волновую функцию».

«Саму волновую функцию в квантовой физике наблюдать невозможно, поэтому ее нельзя измерить непосредственно, – поясняет Мартин. – Наблюдать можно только ее квадрат (если у вас есть подходящие инструменты). Это один из базовых принципов квантовой механики». Работоспособность метода, который представляет из себя комбинацию двух известных ранее способов, авторы продемонстрировали, исследовав молекулу водорода. Они отмечают, что при помощи этого подхода также можно изучать как системы с большим количеством электронов, так и корреляции между волновыми функциями разных молекул.



На изображениях a-c показан квадрат волновой функции, вычисленный в приближении Хартри – Фока, на изображениях d-f показаны полученные в эксперименте результаты для квадрата волновой функции. M.Waitz et. al

То, что межэлектронные корреляции можно изучать напрямую, будет иметь важные последствия для понимания базовых свойств материи. В частности, один из наиболее распространенных методов приближенного вычисления волновой функции – метод Хартри – Фока – не учитывает такие корреляции, что приводит к тому, что сделанные на его основе вычисления расходятся с результатами экспериментов. Также электронные корреляции представляют собой основу таких квантовых явлений, как сверхпроводимость и гигантское магнетосопротивление.

ГЛАВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ ЗА 2017 ГОД

NAKED-SCIENCE.RU, 15 декабря 2017



Обнаружены гравитационные волны от слияния нейтронных звезд

Ученые впервые зарегистрировали гравитационные волны от слияния нейтронных звезд. В наблюдениях были задействованы не только лазерные интерферометры коллабораций LIGO и Virgo, но и целый ряд космических обсерваторий и наземных телескопов, способных зарегистрировать электромагнитное излучение, порождаемое слиянием нейтронных звезд. Всего это явление наблюдали около 70 наземных и орбитальных обсерваторий по всей планете, в том числе и в нашей стране. Об открытии было объявлено 16 октября в ходе международной пресс-конференции, прошедшей одновременно в Москве, Вашингтоне и некоторых других городах.

Впервые гравитационные волны удалось зафиксировать в сентябре 2015 года, о чем коллаборации LIGO и VIRGO торжественно объявили 11 февраля 2016 года. Это событие стало одним из главных научных достижений 2016 года. Но тогда источником гравитационных волн стало столкновение черных дыр. В этот раз коллаборация зафиксировала гравитационные волны, вызванные столкновением двух нейтронных звезд – объектов, столкновение которых сотрясает пространство-время слабее, чем сталкивающиеся черные дыры.

Обнаружена звездная система с тремя землеподобными планетами

В феврале NASA сообщило об обнаружении звездной системы, в которой семь планет схожи по размеру с Землей, а три из них еще и находятся в обитаемой зоне. Существует высокая степень вероятности, что эта троица имеет условия, при которых на них возможна жизнь. На планетах, предположительно, есть жидкая вода, а сами они обладают плотной атмосферой.

Холодный красный карлик TRAPPIST –1 находится в созвездии Водолея, на расстоянии 39,5 св. лет от нас. Первые три планеты системы были обнаружены еще в 2016 году группой астрономов из Бельгии и США во главе с Микаэлем Жийоном с помощью роботизированного 0,6-метрового телескопа TRAPPIST (TRAnsiting Planets and Planetesimals Small Telescope), расположенного в обсерватории ESO Ла-Силья в Чили. Правда, открытие одной из планет – TRAPPIST-1 d – позже не подтвердилось. «Переоткрытие» планеты d (третьей от звезды в системе) и обнаружение еще четырех планет произошло позже благодаря дополнительным наблюдениям с использованием нескольких наземных телескопов и орбитального телескопа «Спитцер». Некоторые данные о системе также были получены телескопом «Кеплер».

На пресс-конференции 22 февраля ученые отметили, что это важнейшее открытие за последние годы. Значимость его не столько в самом факте обнаружения экзопланет, сколько в близости экзопланетной системы к нам и открывающихся возможностях для ее изучения и изучения возможной внеземной жизни на них.

Найдены следы древнейших микроорганизмов

Следы древнейших бактерий были обнаружены международной группой палеобиологов в скальных породах Нуввуагит-тука (Канада, провинция Квебек). Возраст пород составляет до 4,3 млрд лет. Определили его в 2012 году с помощью самарий-неодимового датирования. При этом, как известно, возраст нашей планеты составляет около 4,6 млрд лет.

Найденные учеными трубкообразные структуры имеют возраст не менее 3,77 миллиарда лет. Окаменелости представляют собой гематитовые трубки и волокна, схожие по своей морфологии с нитевидными микроорганизмами из современных гидротермальных источников и окаменелостями в молодых породах. Они свидетельствуют о протекавшей здесь в далеком прошлом жизнедеятельности железобактерий. Эти бактерии способны окислять двухвалентное железо до трехвалентного, а освобождающуюся при этом энергию используют для усвоения углерода из углекислого газа или карбонатов. Жили они, как предполагается, под водой в гидротермальных источниках. Примечательно, что в это же время жидкая вода была и на Марсе. А это значит, есть все основания надеяться, что и на Красной планете в этот же период существовала жизнь. Статья с анализом находки опубликована в журнале Nature 1 марта.

Повторный запуск первой ступени

31 марта американская компания SpaceX впервые в истории повторно запустила в космос первую ступень ракеты, ранее уже побывавшую в космосе в апреле прошлого года. Тогда ракета вывела на орбиту космический корабль Dragon с грузом для экипажа МКС. Вернувшуюся из космоса ступень удалось успешно посадить на специальную платформу в океане, а после – доставить на завод.

В этот раз с ее помощью на орбиту был выведен телекоммуникационный спутник SES-10 принадлежащий одноименной люксембургской компании. Запуск, как и последующее возвращение на Землю, прошли успешно. Эта ракета в космос больше не полетит – она станет музейным экспонатом. Ее планируют передать в Космический центр имени Джона Кеннеди. В целом, ступени Falcon 9 предполагается использовать до 10 раз. А после основательного технического обслуживания их можно будет применять и до 100 раз, заявил Илон Маск CEO SpaceX.

Получение изображения черной дыры

В апреле ученые из проекта Event Horizon Telescope в течение пяти дней занимались «фотографированием» черных дыр. Цель эксперимента – получение первого в истории изображения черной дыры.

Для наблюдений астрономы выбрали два объекта. Первый – Стрелец А* – компактный радиисточник, который помимо радиоволн излучает также и в инфракрасном, рентгеновском и других диапазонах. Он находится в центре Млечного Пути, на расстоянии 26 тысяч световых лет от нас. Второй объект наблюдений – черная дыра в сверхгигантской эллиптической галактике M 87, крупнейшей в созвездии Девы. Она расположена на расстоянии около 53,5 млн св. лет от Земли.

Для получения снимков астрономы создали «виртуальный» телескоп, объединив несколько телескопов, расположенных в Мексике, Аризоне, Чили, Испании, Антарктиде и на Гавайях. Каждая из участвующих в эксперименте обсерваторий собрала по 500 Тб данных, которые уместились на 1024 жестких дисках. Сами обсерватории, конечно, не имеют возможности обработать такое количество информации на месте, поэтому данные находятся в Массачусетском технологическом институте (США) и в Радиоастрономическом институте Макса Планка (Германия). Здесь на суперкомпьютерах они и будут обработаны, в результате чего мы увидим первую в истории фотографию черной дыры. Правда, первые снимки черной дыры появятся не раньше 2018 года.

Китай запустил свой первый космический рентгеновский телескоп

15 июня с космодрома Цзюйюань в пустыне Гоби запущен первый китайский астрономический спутник. Им стала орбитальная китайская рентгеновская обсерватория Hard X-ray Modulation Telescope (HXMT), предназначенная для наблюдения черных дыр, пульсаров, гамма-всплесков и поиска новых источников рентгеновского излучения.

Проект создания телескопа предложил еще в 1993 году китайский академик Ли Тибэй. Реализовываться проект начал только с 2000 года Министерством науки и технологий КНР совместно с китайской Академией наук и Университетом Цинхуа.

Обсерватория рассчитана на четыре года службы, может работать как в режиме наблюдения выбранной точки, так и в режиме патрулирования. Телескоп обладает одним из наиболее широких полей зрения среди себе подобных, а также широким рабочим диапазоном частот и энергий. На борту орбитальной обсерватории имеются три различные группы фотоэлементов: для анализа рентгеновского излучения высокой, средней и малой энергий.

Запущен в эксплуатацию уникальный рентгеновский лазер на свободных электронах XFEL

В сентябре запущен в эксплуатацию уникальный рентгеновский лазер на свободных электронах XFEL (X-ray free-electron laser). Россия также внесла в его создание значительный вклад. Церемония запуска, на которой присутствовала российская делегация во главе с помощником президента Андреем Фурсенко, прошла на окраине Гамбурга 1 сентября. Наша страна заняла второе место после Германии по объему долевого участия в проекте: около 27 %. Строительство общей стоимостью €1,22 млрд началось в 2009 году и было завершено в 2016-м.

XFEL – это, по сути, гибрид микроскопа с ускорителем. На сегодняшний день он является самым мощным и самым ярким лазером подобного типа. Его сверхпроводящий линейный ускоритель частиц длиной 1,7 км способен разогнать электроны до энергии в 17,5 ГэВ. Установка способна производить 27 тысяч вспышек в секунду, при этом длительность каждой не будет превышать 100 фемтосекунд.

Уникальные параметры лазера позволят ученым совершить новые открытия в области наночастиц. Инструмент предназначен для исследования сверхмалых структур, очень быстрых процессов и экстремальных состояний. С его помощью ученые планируют создавать новые лекарства и материалы, лазер найдет применение в исследованиях в области энергетики, электроники и химии.

Сатурнианская миссия зонда «Кассини» завершена

15 сентября космический аппарат «Кассини» завершил свою 20-летнюю миссию. Автоматическая межпланетная станция, названная в честь итальянского астронома Джованни Кассини, была отправлена в космос в октябре 1997 года. В задачи «Кассини» входило исследование системы шестой от Солнца планеты Сатурн: самой планеты, ее спутников и колец, а также доставка спускаемого аппарата «Гюйгенс» на Титан – крупнейший спутник Сатурна. Станция прибыла к планете только в июне 2004 года и стала ее первым искусственным спутником.

Проведя в системе Сатурна 13 лет, «Кассини» сделал около 400 тысяч фотографий и переслал на Землю свыше 600 Гб данных. По результатам его наблюдений было написано свыше 4000 научных статей. Снимки аппарата позволили ученым открыть новое кольцо Сатурна – кольцо Януса-Эпиметея. Зонд изучил малоисследованные спутники Сатурна. Это такие спутники, как Полидевк, Паллена, Анфа, Мефон, Эгеон и Дафнис.

Чтобы избежать столкновения аппарата со спутниками планеты, на которых потенциально возможна жизнь, космический аппарат был направлен в атмосферу Сатурна, где и сгорел в облаках газового гиганта. Последние минуты жизни зонда NASA транслировало в прямом эфире.

Ученые создали генно-модифицированных свиней

Как известно, свиньи гораздо лучше других животных подходят для того, чтобы стать донорами органов для человека. Их геном достаточно похож на человеческий, внутренние органы схожи по размеру, а кроме того, этих животных легко разводить в больших количествах. Но на пути к возможному использованию органов есть еще много препятствий.

Группе ученых из американской биотехнологической компании eGenesis удалось сделать важный первый шаг на пути к заветной цели. Ученые смогли с помощью технологии CRISPR-Cas9 успешно изъять из ДНК подопытных свиней 25 различных эндогенных ретровирусов. Как выяснилось, эти вирусы имели способность заражать человеческие клетки.

Затем с помощью технологии клонирования – подобной той, что использовалась при создании овечки Долли, – отредактированный генетический материал был помещен в яйцеклетки обычной свиньи, из которых образовались эмбрионы. В результате ученым удалось получить 37 здоровых поросят.

«Это первые свиньи, не имеющие свинных эндогенных ретровирусов, и наиболее генетически модифицированные животные, имеющиеся на сегодняшний день», – пояснили в eGenesis. Но все же успешное удаление свинных ретровирусов – это решение только половины проблем, необходимых для ксенотрансплантации – межвидовой трансплантации органов. Даже органы, пересаженные от человека человеку, то есть при внутривидовой трансплантации, вызывают иммунную реакцию, приводящую к отторжению органа. Теперь ученые решают и эту задачу и пытаются понять, какие еще генетические модификации нужно провести, чтобы иммунная система человека более охотно принимала свиньи органы. Результаты эксперимента были опубликованы в журнале Science в сентябре этого года.

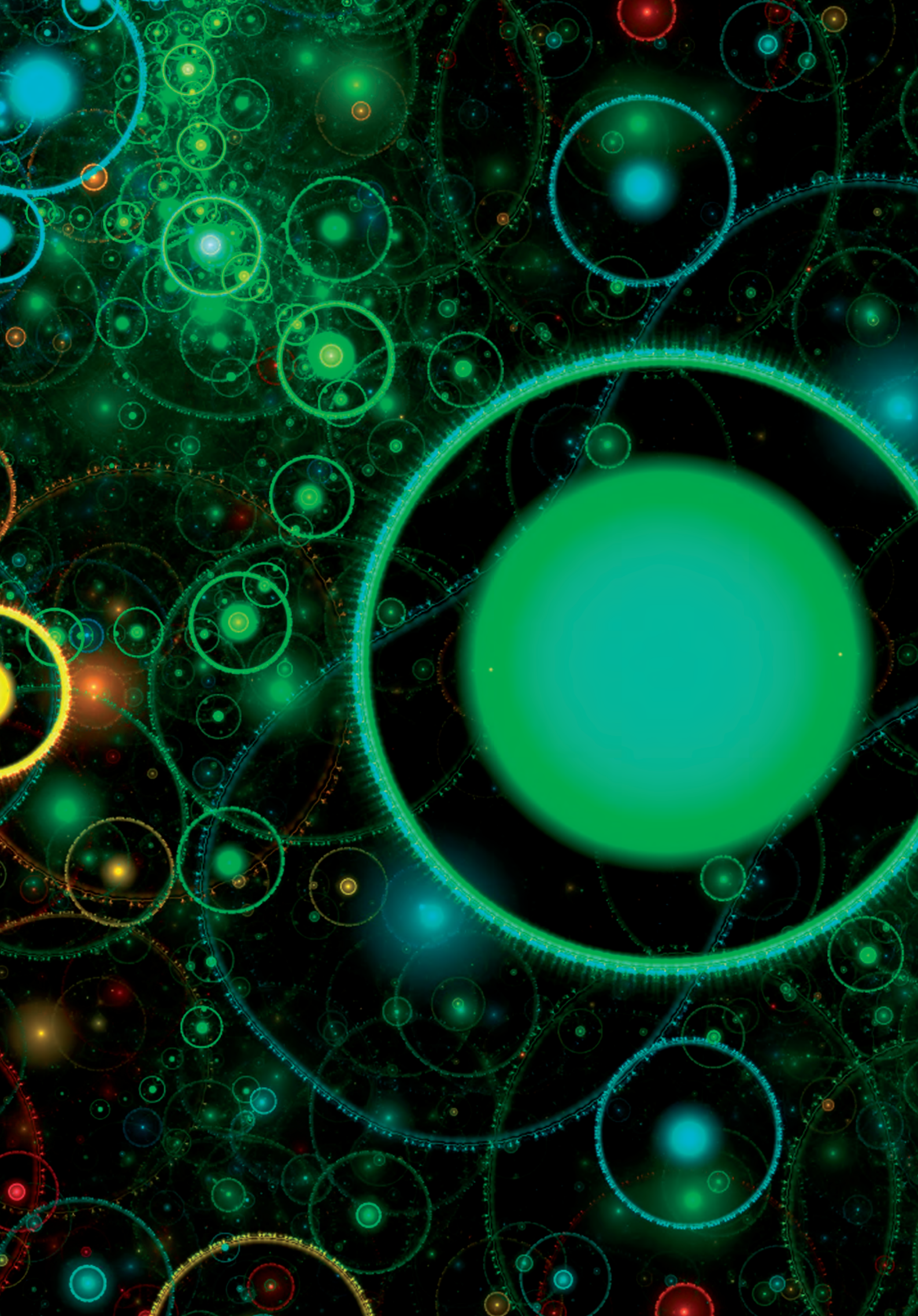
Рекордный успех технологии блокчейн

Рекордный рост биткоина в этом году (а он за год вырос почти в 16 раз) – событие не только из мира финансов, но и из мира технологий. За год суммарная капитализация всех криптовалют выросла с 17 млрд долларов в январе 2017 года до почти 500 млрд долларов в середине декабря. Одновременно переживает бум и рынок первичных размещений в криптовалюте (ICO), сравнить его можно только с эпохой доткомов конца прошлого века. Кроме того, и сам биткоин во второй половине года пережил уже четыре форка: Bitcoin Cash, Bitcoin Gold, Bitcoin Diamond и Super Bitcoin – все хотят себе свой биткоин. Пожалуй, ни одно другое применение криптографических методов не имело такого успеха ранее.

Блокчейн, технология, на которой основан биткоин и другие криптовалюты, может применяться и для других целей: проведения выборов и голосований, управления децентрализованными организациями, сбора средств и так далее – то есть везде, где нет доверия между людьми и нужно избежать посредников.

Эксперты склоняются к тому, что блокчейн – это будущее цифровой экономики. Наблюдаемые в этом году рост цены биткоина и альткоинов, форки и бум ICO говорят, что в следующем году нас ожидает еще много интересного. И даже если биткоин, как пророчат некоторые эксперты, лопнет как пузырь, то очередные успехи технологии блокчейн однозначно будут в списке итогов уже 2018 года.

<https://news.rambler.ru>



СВЯЗЬ ВРЕМЕН

The background is a complex, abstract pattern of glowing circles and lines in various colors (red, green, yellow, blue) on a dark background. The circles vary in size and brightness, some appearing as solid glowing spheres and others as thin outlines. The lines are thin and connect different points, creating a network-like structure. The overall effect is reminiscent of a cosmic or atomic model, with a sense of depth and movement.



В этом году Институт ядерной физики отметил своей 60-летию. Национальный ядерный центр Республики Казахстан поздравляет коллег с юбилейной датой!

Институт ядерной физики по праву может гордиться своими достижениями. С момента основания сохранен и преумножен высокий авторитет казахстанской и мировой науки, решаются сложнейшие научные и стратегические задачи по всем направлениям деятельности.

За 60 лет создана крупная научно-техническая и производственная база, проведены уникальные фундаментальные и прикладные исследования в области ядерной физики, физики ускорителей, физики твердого тела, материаловедения, радиоэкологии, ядерной и радиационной безопасности, радиохимии; разработаны ядерные и радиационные технологии; налажено производство наукоемкой продукции.

Своими достижениями Институт ядерной физики обязан, прежде всего, самоотверженному труду, высокому профессионализму большого научного коллектива.

Выдающиеся научные достижения коллектива Института отмечены самыми высокими наградами, как в Республике Казахстан, так и за рубежом.

В рамках юбилейных мероприятий в Алматы прошел международный Форум «Ядерная наука и технологии».

Об итогах Форума и достижениях Института ядерной физики читайте в статье корреспондента «Казахстанской правды».

Работает мирный атом

Современная ядерная физика открывает настолько глобальные перспективы, что это может изменить ход развития человеческой цивилизации. Об этом и о многом другом шел разговор на международном научном форуме «Ядерная наука и технологии», прошедшем в Алматы.

Многовекторность современной науки

Форум, собравший ученых из 16 стран ближнего и дальнего зарубежья, был посвящен 60-летию Института ядерной физики, но вопросы, которые на нем рассматривались, выходили далеко за границы не только истории, но и привычных для нас представлений о задачах ядерной физики.

Как и ядерщики всего мира, казахстанские ученые работают в сфере прикладной и фундаментальной науки – ищут новые источники энергии, пытаются разгадать тайны атома, заставив его активнее работать на человечество. При этом их интересует не только микромир с его безграничными возможностями нанотехнологий, но и макромир Вселенной с ее извечной неразгаданной загадкой возникновения, таинственной темной материей и не менее загадочными «кротовыми норами», с помощью которых фантасты уже сейчас совершают путешествия в пространстве и времени.

Именно эта многовекторность исследований, по словам генерального директора Института ядерной физики Ергазы Кенжина, с большим трудом позволила разделить участников на секции – многие доклады и научные направления являются смежными, ведь сейчас новые идеи и открытия, как правило, появляются на стыке наук.

Например, новейшие достижения в ядерной физике находят применение в медицине и промышленности. Новшеством является взаимодействие ядерщиков и сельчан – воздействием радиации можно модифицировать структуру растений, клетки животных, улучшая их продуктивность и устойчивость к окружающей среде. Экологи заинтересованы в радиозологических исследованиях бывших ядерных полигонов, появилась даже такая отрасль, как ядерная криминалистика.

Мы – за мирный атом

Надо сказать, что со времени открытия деления атомного ядра в 1930 году ученые смогли в полной мере понять двойственный характер ядерной энергии – с одной стороны, это беспрецедентные перспективы научно-технического прогресса, а с другой – возможность создания сверхмощного оружия. Из этого противоречия вытекает одна из главных задач нынешнего столетия – обеспечение выгодных для человечества мирных достижений ядерной науки при одновременном исключении использования атомного оружия.

И в этом плане позиция Казахстана неизменная с первых дней независимости – наша страна первой в мире закрыла ядерный испытательный полигон на своей территории и в числе первых подписала Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний.

В то же время, как неоднократно подчеркивал Президент Нурсултан Назарбаев, XXI век немыслим без ядерной энергетики. «Для многих стран решение проблем бедности, безработицы, недостатка продовольствия связано с реализацией проектов мирной атомной энергетики, безусловно, под строгим контролем ООН и МАГАТЭ. Поэтому наша постановка вопроса о безъядерном мире не имеет ничего общего с радиофобией или утопическим желанием навсегда «забыть» секрет получения энергии расщепленного ядра. Безъядерный мир – это полный запрет на военное использование ядерной энергии».

Именно поэтому Казахстан активно развивает мирный атом. В стране действуют научные атомные реакторы, а 29 августа на базе Ульбинского металлургического комбината под эгидой МАГАТЭ создан Банк низкообогащенного урана, который станет обеспечивать этим материалом другие страны. Кроме того, обсуждается возможность строительства атомной электростанции в Курчатове.

Будем дружить идеями

Институт ядерной физики активно сотрудничает со многими научными центрами за рубежом. Заместитель директора по научной и методической работе ИЯФ Насурлла Буртебаев сообщил о подписании в рамках форума соглашения о сотрудничестве института с ЦЕРНом – Европейским центром ядерных исследований, расположенным в окрестностях Женевы. Именно там несколько лет назад был создан знаменитый Большой адронный коллайдер – уникальный ускоритель заряженных частиц, являющийся самой крупной экспериментальной установкой в мире.



— Сотрудничество с международным ядерным центром позволит отправлять в ЦЕРН наших ученых для выполнения совместных работ, в частности, для получения новых уникальных радиоизотопов для ядерной медицины. Эти радиоизотопы будут воздействовать на организм точечно, что даст более полную информацию по диагностике и поможет в лечении онкологических заболеваний. В партнерстве с ЦЕРНом мы сможем на самом высоком уровне развивать ядерную медицину в Казахстане. Естественно, там продолжаются исследования и в области радиационной физики твердого тела. То есть особенность современной науки в том, что фундаментальная наука должна «выстреливать» в какие-то конкретные прикладные технологии, — пояснил Насурлла Буртебаев.

Спрашиваю его: «А что вы можете сказать по поводу Большого адронного коллайдера, полностью ли он оправдал ожидания ученых?»

— Конечно, оправдал, ведь это еще один шаг в глубину. Что же касается бозона Хиггса, то теоретически его существование было предсказано значительно раньше, он был открыт, как говорится, «на кончике пера», но теперь ученые получили опытное подтверждение существования такой частицы. Но нас ждет следующий этап, когда коллайдер заработает в полную силу, тогда, думаю, мы станем свидетелями целой серии открытий.

Вторая жизнь реактора

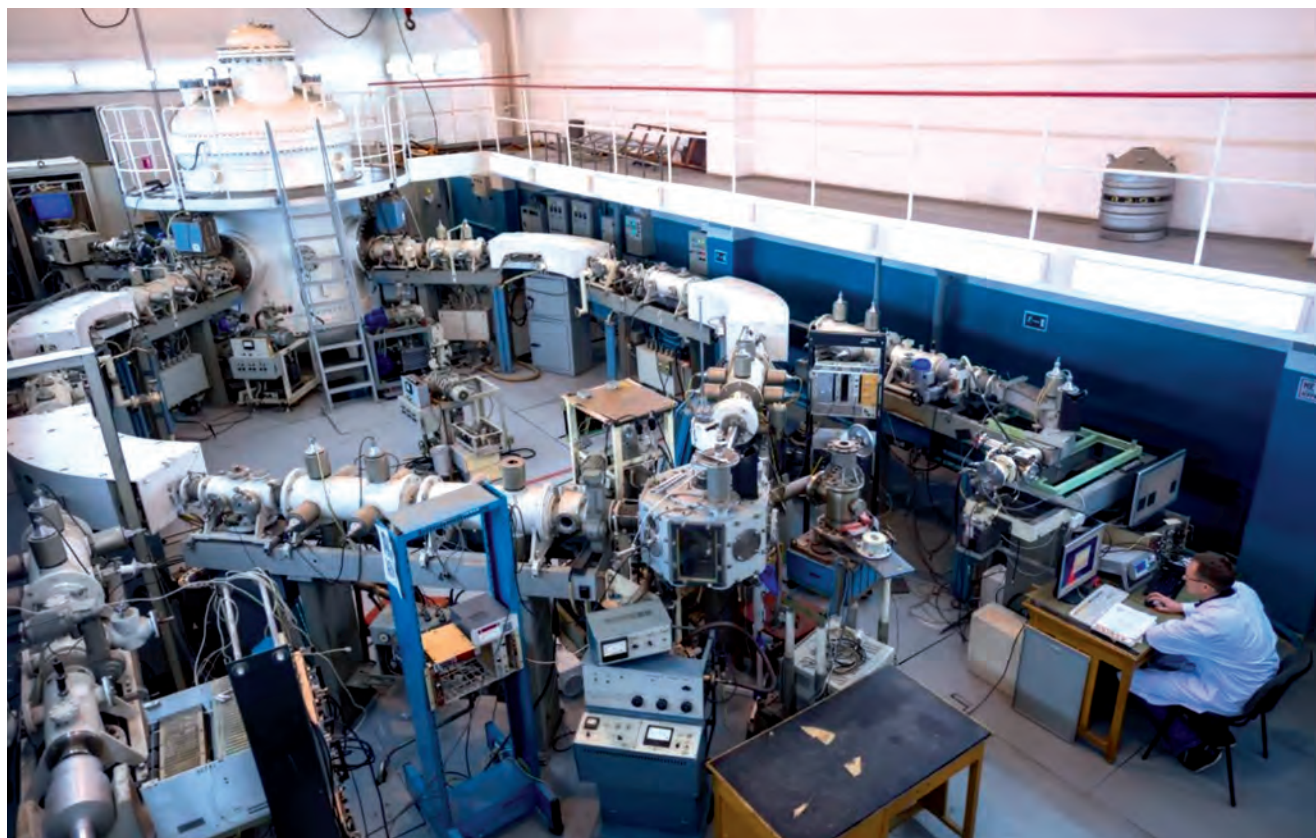
В рамках форума прошел «круглый стол» на тему «Исследовательские реакторы: безопасность, использование, управление ресурсом», посвященный 50-летию пуска исследовательского реактора ВВР-К. Этот реактор активно эксплуа-

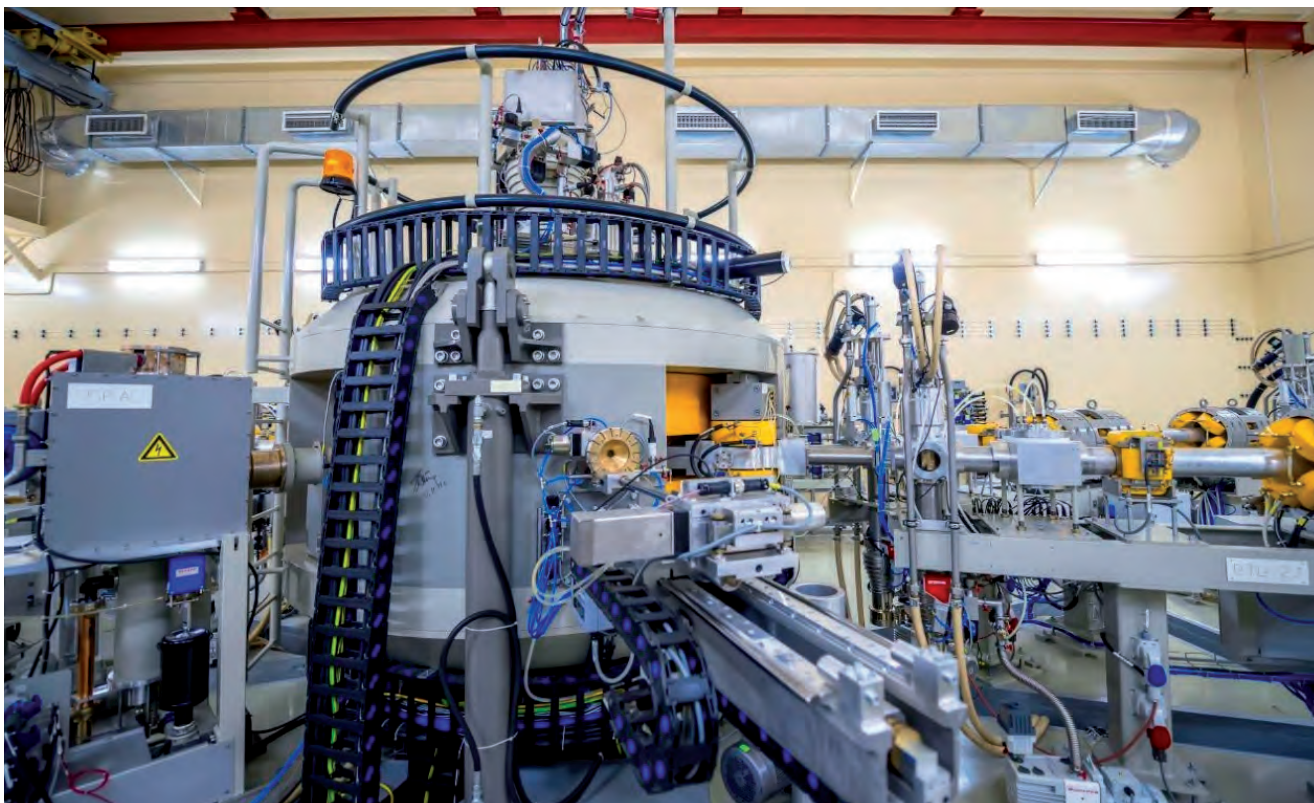
тировался в советское время, но после аварии на Чернобыльской АЭС на долгое время был остановлен, чтобы провести сейсмоусиление здания, в котором он расположен с целью обеспечения безопасности на случай сильного землетрясения. Повторно реактор был запущен лишь в 1998 году, получив, можно сказать, вторую жизнь.

В 2003 году он был остановлен — началась большая работа по конверсии реактора под контролем МАГАТЭ. В результате создана, по сути, новая установка с новыми возможностями и новой системой радиационной безопасности. Особо надо подчеркнуть, что реактор переведен с высокообогащенного на низкообогащенное ядерное топливо. Все работы в рамках конверсии и модернизации выполнялись при участии российских коллег, которые не только обеспечили техническое обоснование, но и снабдили казахстанских коллег необходимыми элементами.

Запуск модернизированного реактора является конкретным шагом по реализации инициатив, озвученных в Манифесте «Мир. XXI век», с которым наш Президент обратился к мировому сообществу на Саммите по ядерной безопасности в Вашингтоне. Низкообогащенный уран является более безопасным, экономичным видом топлива для исследовательского ядерного реактора ВВР-К, но самое главное — он не может быть использован для создания ядерного оружия и не представляет интереса для террористов.

Нам, группе журналистов, работавшим на форуме, можно сказать, повезло, потому что мы получили разрешение побывать на этой святой святыне института, куда вход строго запрещен не только посторонним, но и многим сотрудникам Института ядерной физики, ведь реактор — особо охраняемый объект.





Как пояснил нам начальник службы систем управления и защиты реактора Бахтияр Нургожаев, этот мощный ускоритель элементарных частиц, скрытый огромным металлическим колпаком, не предназначен для выработки электрической или тепловой энергии. Он производит нейтроны, с помощью которых можно получать в первую очередь изотопы для медицины и промышленности, то есть работает исключительно в мирных целях. А вот в советское время его задачи были иными – реактор работал на военно-промышленный комплекс, использовался для испытания компонентов космических ядерных установок.

Атомные станции – быть или не быть?

Все зарубежные участники форума высоко оценивали уровень исследовательских и прикладных работ, которые ведутся казахстанскими физиками-ядерщиками. Например, глава японской компании Chiyoda Technol Corporation Тошикадзу Хосода доволен сотрудничеством с Институтом ядерной физики в сфере мирного атома. Соответствующий меморандум был подписан в прошлом году во время визита Президента РК Нурсултана Назарбаева в Японию.

— Этот меморандум запустил работы по легированию кремния для получения высококачественного материала путем радиационного облучения его в реакторе, чтобы можно было производить полупроводники нового поколения, – отметил он. – Это будет первый в мире опыт получения подобного материала. Еще одна отрасль сотрудничества в сфере мирного атома – медицина. Как известно, у нас в Японии высокая продолжительность жизни, этому способствует высокий уровень развития технологий по радиационной диагностике и ле-

чению онкологических заболеваний. Сейчас совместно с ИЯФ мы работаем в этом направлении, надеюсь, что это послужит повышению уровня продолжительности жизни и в Казахстане. Сейчас человечество находится на пороге очередной технологической революции, когда будет стремительный рост потребления электроэнергии, поэтому в ближайшие 50 лет атомная энергетика – безальтернативный вариант, значит, надо направлять все усилия на обеспечение максимальной ее безопасности. Так что впереди широкие горизонты и огромные перспективы сотрудничества...

*Елена Брусиловская,
<http://www.kazpravda.kz/articles/view/rabotaet-mirniy-atom/>
Фото Григория Биденко*

Уважаемые коллеги!

Нас объединяет общая цель – работа во благо развития науки Республики Казахстан!

Уверены, что мы продолжим развивать наши отношения в области фундаментальных и прикладных исследований, обмениваться опытом.

Убеждены, что Институт ядерной физики ожидает еще много научных открытий и достижений, которые внесут значительный вклад в развитие ядерной науки Республики Казахстан!

Желаем большому дружному коллективу Института ядерной физики новых интересных проектов, успеха и стабильности, крепкого здоровья и благополучия!

На левом берегу Иртыша...



Курчатов – город с богатыми традициями, самобытной природой, уникальными памятными местами и достопримечательностями сегодня активно развивается, сохраняя лучшее наследие прошлого. Свой юбилейный день рождения Курчатов встретил с новыми успехами и большими планами. Они обязательно сбудутся, потому что курчатовцы любят свой город, и своим трудом и талантом творят его историю.

В этот юбилейный год мы предлагаем нашим читателям вспомнить уникальную историю строительства и становления города по воспоминаниям участников и очевидцев событий далеких лет.

*Город, снегом занесенный,
В желтом свете фонарей...
Есть у памяти законы
Поточней календарей.*

Михаил Шаповалов

Административно-жилая зона – площадка М

Наряду со строительством испытательных площадок, производственных и технологических объектов на берегу Иртыша велось строительство административно-жилой зоны полигона.

«Полигон, войсковая часть 52605, Москва-400, Семипалатинск-21, пункт М, «Берег», г. Курчатова. Все эти названия обозначают одно и то же место, но все они воспринимаются по-разному. Полигон – это очень емкое понятие. Оно включает в себя все атрибуты: пункты М, О, Ш, Н, Г, Д, Опытное поле, Горную сейсмическую станцию АН СССР, площадку Балапан и др. Войсковая часть 52605 скорее воспринимается как соединение, состоящее из воинских частей с их военными городками, армейскими службами, тылами, складами и т.п. Москва-400 и Семипалатинск-21 ассоциируются с понятиями военная и гражданская почты с их адресами. Пункт М понимается скорее как точка на карте, скрывающая истинное название населенного пункта или важного объекта. «Берег» – это слишком памятное название для всех живших в этом городке долгие годы. Это не просто прибрежный участок земли или участок застройки у Ирты-

ша. Это город-парк, созданный в степи самими жителями, вложившими в его благоустройство не только свой труд, но и свои души, любовь и нежность, сравнимые лишь с любовью и нежностью, вкладываемыми родителями при пестовании своего новорожденного первенца. Город Курчатова! К этому названию многие так и не привыкли, оно пришло в конце всей эпопеи полигона».

Так образно сказал о полигоне Егоркин Б.Г. – участник ядерных испытаний, не один год прослуживший на полигоне.

А начиналось все так.

Первыми на левом берегу Иртыша в северо-восточной части территории будущего полигона высадились военные строители в сентябре 1947 года. Первые строения – землянки земляночного городка, где «обустроились» военные строители. Им предстояло на площадке М площадью в пределах ограждения в 32 км² возвести административно-жилую зону, куда должны были войти жилой городок, лабораторные здания Опытной-научной части (5 сектора), казарменный городок, хозяйственно-обслуживающая зона, складская база, транспортный аэродром.

Вечером 1 июня 1948 года на высоком берегу Иртыша у строящегося здания штаба полигона была установлена первая лагерная палатка Учебного полигона № 2 – войсковой части 52605. На следующий день был возведен палаточный городок: три палатки типа УСБ (унифицированная санитарно-барачная) госпитального варианта, палатка типа УСТ (унифицированная санитарно-техническая) и десять лагерных палаток – для проживания офицеров. Палатки УСБ предназначались: одна – для штаба части, вторая – для политотдела и библиотеки, третья – для продовольствия и вещевого имущества. Палатка УСТ была оборудована под столовую для офицерского состава.





К декабрю этого же года были построены два деревянных здания общежитий, а к весне 1949 года – добротная двухэтажная гостиница в 100 м от здания штаба части. К концу 1951 года были построены: здание штаба, локомобильная электростанция мощностью 880 кВт, котельная, сооружения водоснабжения, 32 двухэтажных жилых дома, 5 двухэтажных и 5 одноэтажных казарм, гостиница, клуб, столовая, баня-прачечная и другие бытовые, подсобные и складские помещения.

В 50-е годы строительство городка продолжалось ударными темпами. Начальник полигона Енько А.В. большое внимание уделял его благоустройству.

При строительстве городка существовала одна специфическая для здешних мест проблема – запыленность территории. Вот что пишет в своих воспоминаниях начальник отдела капитального строительства полигона полковник Холин Ф.А.:

«В 50-е годы начальник полигона генерал-майор А.В. Енько поставил перед ОКСом задачу – в кратчайшие сроки, наряду с работами по строительству городка, форсировать выполнение работ по его благоустройству. Каждый, кто впервые приезжал на полигон, сразу отмечал большую запыленность территории, постоянные пыльные бури, угнетающе действующие на самочувствие человека. Эта пыль преследовала повсюду – и на дорогах, и в городке, проникала через малейшие щели в комнаты, противно скрипела на зубах. Единственное средство избавиться от этой напасти – озеленение и твердое покрытие всех дорог, тротуаров, площадок...

Для решения проблемы из инженеров и техников-чертежников ОКСа создали проектную группу (под моим руководством), а также группу геодезистов под руководством

капитана Заводина Ф.М. Геодезисты оперативно провели съемки участков городка, и в течение 1954-1955 годов по нашим чертежам была выполнена вертикальная планировка и построены бетонные дороги, тротуары, разбиты газоны. Одновременно проводился большой объем работ по озеленению: строительству поливочного водопровода, возведению малых архитектурных форм (цветочницы, фонтаны, скульптурные композиции, беседки, внутриквартальные декоративные сарайчики, мусоросборники). ...Были облагорожены пляжи на берегу Иртыша, построены питомники и оранжерея для разведения цветов и местных пород деревьев и кустарников.

В работах по озеленению и благоустройству принимали участие и работники проектно-конструкторского бюро пятого сектора, особенно активно работали офицеры В.А. Маньковский, Л. Бондаренко, Е.М. Мелихов, М. Вирченко, А. К. Шамяков».

Большой личный вклад в озеленение городка внес Василий Данилович Степанов – специалист по ландшафтной архитектуре и озеленению. Он создал систему арыков для полива и неутомимо ухаживал за растениями. За самоотверженный труд его наградили медалью «За трудовую доблесть», его портрет, нарисованный неизвестным художником, был вывешен в одной из гостиных, а на доме, где он жил, установлена мемориальная доска.



**Генерал-майор
инженерных войск ЕНЬКО
Анатолий Валерианович.
Начальник полигона
с 1950 по 1957 годы**

Родился 22 декабря 1905 года в г. Пензе. Призван в армию в 1928 году. В 1935 году окончил Военную инженерную академию РККА. После окончания академии работал на различных должностях в НИИ инженерной техники РККА. Участник Великой Отечественной войны. В годы войны служил в строительных и инженерных войсках. Был начальником технического отдела Управления военно-полевого строительства №2 Северо-Западного фронта, начальником технического отдела Саперной армии, начальником проектно-конструкторского бюро инженерного комитета Главного военно-инженерного управления Красной Армии, заместителем начальника института по долговременной и полевой фортификации Центрального проектно-инженерного института Красной Армии. В феврале 1948 года был назначен начальником 2 отдела 5 сектора войсковой части 52605, в мае 1949 года – заместителем начальника 5 сектора, в июне 1950 года – заместителем начальника полигона, а с ноября 1950 года – начальником полигона. С этой должности в 1957 году переведен в распоряжение МВД и назначен начальником Государственного НИИ МПВО МВД СССР Уволен в запас в 1961 году. Награжден двумя орденами Ленина, орденом Красного Знамени, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденами Красной Звезды и многими медалями.

К 1957 году городок, по воспоминаниям бывшего заместителя начальника полигона генерал-майора Шмакова М.И.,



включал в себя казарменную зону для военнослужащих срочной службы, жилой массив для испытателей и строителей полигона и членов их семей, а также для специалистов, приезжавших на полигон в командировку. Городок насчитывал 8 трехэтажных и полтора-два десятка двухэтажных жилых домов с коммунальными удобствами за исключением газа и горячей воды. В городке

имелись Дом офицеров со зрительным залом на 400 мест, 2 магазина, столовая, детский сад и четырехэтажное здание средней школы. В городке в это время проживало 15-20 тысяч жителей, включая солдат, живших в казармах.

В начале 60-х годов на территории жилой зоны были построены учебные и гостиничные корпуса 46 учебного центра 12 Главного управления Министерства обороны СССР. В последующем на окраине административно-жилой зоны расположился микрорайон Объединенной экспедиции научно-производственного объединения «Луч».

С годами жилой городок разрастался, появлялись многоэтажные дома, широкие улицы, аллеи. К концу существования полигона в городе имела развитая социальная инфраструктура с современным городским хозяйством и большим жилым, культурно-бытовым и учебным фондом. Здесь были Дом культуры и Дом офицеров, три средних и музыкаль-

ная школы, четыре детских сада, универсальные и продовольственные магазины, торговый центр, кафе и ресторан, поликлиника и госпиталь на 500 коек, ателье, стадион и крытый спортивный комплекс, множество спортивных площадок.

Это был город-парк, в озеленении которого активно участвовали его жители.

В 1960 году была введена в эксплуатацию железнодорожная ветка Семипалатинск – Конечная – так называлась ж/д станция города. В конце 60-х годов был открыт водный путь по Иртышу до Семипалатинска и Павлодара.

В 1975 году в жилом городке полигона были созданы партийные и советские органы – Горком КПСС и Горсовет народных депутатов. Указом Президиума Верховного Совета Казахской ССР жилой городок полигона в 1976 году преобразован в город Курчатов.

До прекращения деятельности полигона в 1989 году население города Курчатова составляло около 30 тысяч человек. В настоящее время, его численность составляет треть от бывшего количества, то есть порядка 12 тысяч человек.

Говоря о городке, нельзя не сказать о жизни его жителей. Она, жизнь, в разные годы складывалась по-разному.

В первые годы семей в гарнизоне было мало, в основном это были семьи, где жены являлись вольнонаемными или военнослужащими. Снабжение еще не было налажено и оставляло желать лучшего. Молока завозилось мало, оно распределялось по списку и выдавалось только матерям, у которых были грудные дети, но не было грудного молока. Мало было овощей и фруктов. Были трудности с электроэнергией, на которую устанавливался лимит – 45 киловатт-часов на семью в месяц. Еду готовили на дровяных плитах, керосинках и керогазах.

В начале 50-х годов был разрешен въезд в городок семей офицеров. О росте населения городка можно судить по следующим данным. Если в 1950 году в детском саду было 21 разновозрастный ребенок, то к началу 1953 года – 80 детей, а в 1959 году – 200 детей.

Снабжение улучшалось. Практически без перебоев завозились великолепные мясoproductы Семипалатинского мясокомбината. В магазинах был хороший ассортимент приличной одежды и обуви. Многие командированные, даже москвичи, уезжая, отоваривались в магазинах полигона модной одеждой, мясными консервами и колбасой. Надо сказать, когда городок был Москвой-400, то и снабжение было московским. Когда же он стал Семипалатинском-21, а впоследствии Курчатовом, снабжение стало соответствующим.



Многие семьи обзаводились огородами и получали неплохие урожаи овощей. Бывали случаи, когда на огородах выставлялась охрана, и хозяева не допускались на них до определенного срока. Так было в августе 1962 года, когда в результате нештатной ситуации произошел наземный взрыв, и радиоактивное облако задело городок. Только после обильного полива и сильного дождя охрана была снята.

Долгие годы население городка проживало в условиях строгой изоляции от внешнего мира. Это, с одной стороны, не давало жителям возможности быть в курсе, например, культурной жизни страны, поскольку заезд артистов был запрещен. Телевидения не было. С другой стороны, это способствовало сплочению жителей. Основными формами культурной жизни городка являлись концерты художественной самодеятельности, проведение вечеров отдыха, демонстрация кинофильмов и танцевальные вечера.

Художественная самодеятельность на полигоне всегда была на должной высоте. У ее истоков стояли профессиональные в прошлом артисты. Так, драматический кружок возглавлял подполковник Надирьянц Р. А., который до армии был актером Тбилисского драматического театра. На сцене Дома офицеров часто выступала с вокальными номерами Крылова Н.А., до приезда на полигон она пела в хоре прославленного Мариинского театра. Одним из первых руководителей гарнизонной художественной самодеятельности и концертмейстером была Алексеева О.В., окончившая музыкальное училище по классу фортепьяно.

Художественная самодеятельность при гарнизонном Доме офицеров в разные годы была представлена драматическими, хоровыми и танцевальными коллективами, оркестрами народных инструментов, инструментальными ансамблями, вокалистами, акробатическими группами и самодеятельными артистами оригинального жанра. Концерты всегда имели аншлаги и проходили с большим успехом.

Поистине массовым было увлечение спортом. Летом трудно было найти жителя, который не играл бы в волейбол, футбол или баскетбол. Особенно любим был футбол.

Из воспоминаний одного из лучших спортсменов полигона Егоркина Б.Е.:

«Футболом в гарнизоне занималась основная масса спортсменов молодого и среднего возраста, а его разнообразием «парагваем» – увлекались все! Без него нельзя было представить воскресный день в начале шестидесятых годов. Спортивные площадки у универмага, в районе ТЭЦ и впоследствии стадион школы № 20 – на них не выросли новые Гарринчи, Блохины, Беккенбауэры, но зато появились впоследствии крупные ученые, военачальники и организаторы. Среди тех, кто, несмотря даже на морозы ниже 20 градусов, в любую погоду, выходили на «парагвай», можно было увидеть Лоборева В., Феофанова Я., Катакова Г., Галича В., Филиппова Ю., Бушуева В., Сердюкова В., Куликова Г., Родионова В., Шкляева Б., Горина К., Букина А., Девочкина А. и др. Для прохожих и болельщиков это было бесплатное представление на площадке, на которой 30-40 человек, одетых от спортивного костюма до полушубка, обутых от бо-

тинок до валенок, в течение нескольких часов гоняли между двумя воротами на неограниченной площадке мяч».

На площадках, окруженных многочисленными болельщиками, разворачивались настоящие баталии. Особенно острыми были поединки по волейболу на первенство 5 сектора и гарнизона. Здесь своим мастерством блистали Сердюков В., Прахов Б., Уткин С., Чмырев В. и другие. Когда стало возможным, команды полигона принимали участие в соревнованиях по волейболу и футболу в областном и республиканском масштабе и нередко занимали призовые места. Зимой большинство занималось лыжами, многие катались на коньках и играли в хоккей. Позже появились «ракетчики» – это теннисисты.

Прекрасным местом отдыха был берег Иртыша. По выходным погожим дням почти все население городка выходило к Иртышу. Занимались рыбной ловлей, приготовлением ухи и шашлыков, играми и забавами. Кто всерьез занимался рыбной ловлей, выезжали на заветные места, откуда наиболее удачливые рыбаки возвращались с богатым уловом, нередко включавшим осетра, стерлядок или нельму.

В конце 60-х годов по инициативе заместителя начальника полигона Бориса Александровича Крыжова была создана группа энтузиастов, куда вошли Кондратьев Н.А., Гордеев К.И., Сердюков В.И. и другие, усилиями которой была создана приемная телевизионная станция, в городке появилось телевидение.

Все чаще стали приезжать на гастроли ведущие артисты страны. На полигоне выступали Эдита Пьеха, Андрей Миронов, Анатолий Папанов, Евгений Петросян и другие.

Завершая описание строительства 2 Государственного центрального испытательного полигона Министерства обороны, необходимо отметить следующее.

В результате практически непрерывно проводимых строительных работ за годы существования полигона была создана и поддерживалась в постоянной готовности к проведению испытаний развитая научно-испытательная база. Это позволило проводить на многочисленных площадках полигона натурные и модельные испытания, экспериментальные исследования военного и народно-хозяйственного значения.

Командование и сотрудники полигона курировали все виды строительства, оперативно решая возникавшие проблемы, связанные с возведением тех или иных объектов. Но справедливости ради надо сказать, что основная тяжесть строительных работ лежала на плечах многочисленного коллектива офицеров, сержантов и рядовых военных строителей 310 Отдельного управления строительства – 310 ОУС, преобразованного позднее в Управление инженерных работ – 310 УИР. В наиболее напряженные периоды строительства численность личного состава 310 ОУС доходила до 20 тысяч человек, при этом доля гражданских специалистов не превышала 2%.

Поэтому военные строители заслужили, чтобы о них было сказано особо...

Из книги Акчурина И.А. «Семипалатинский ядерный полигон. Создание, становление, деятельность»

Очень интересны и впечатления Кешрима Бозтаева, советского и казахстанского государственного и общественного деятеля, посетившего Курчатов в более поздний период:

«Итак, 1987 год вошел в мою деятельность как время близкого знакомства с Семипалатинским испытательным полигоном. Разумеется, мне предстояло увидеть город атомщиков, который не был обозначен на географической карте. Что за таинственный Семипалатинск-21, куда въезд строго воспрещен. Одновременно было у города и второе имя – Курчатов.

... О том, что в городе Курчатове с именем ученого связано почти все, достоверно знают, наверно, лишь посвященные. Это прежде всего центральная улица Курчатова. Это одетый в гранит величественный памятник, символ и гордость города.

... Вот и настал час. Я, как первый секретарь Семипалатинского обкома партии, по долгу службы приехал в Курчатов, расположенный на территории области, чтобы ознакомиться с ним.

Честно говоря, не ожидал увидеть далеко в степи современный белокаменный город с благоустроенными коммуникациями, дорогами, площадями. Город стоит на берегу Иртыша, выглядит компактно и уютно. Здесь почти все для плодотворной работы и полноценной жизни: большие и красиво отделанные магазины, дом культуры, музей, типовые школы, гостиницы, дом культуры, музей, типовые школы,

рестораны, детские сады и ясли, колледжи. И все – рядом с жилыми кварталами, как и положено в цивилизованном городе. На самой его окраине, в стороне от многолюдья жилых массивов, раскинулся больничный корпус, оборудованный в соответствии с последними требованиями практической медицины».

Из книги К.Бозтаева «Человек и Атом»

Новая страница в истории города

Благодаря воле народа и мудрому решению Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаева, 29 августа 1991 года, то есть ровно через 44 года, Семипалатинский ядерный полигон был закрыт.

Все бывшие советские республики после распада СССР испытали серьезные экономические трудности. Не избежал этой участи и Казахстан. Непростым временем стал период начала девяностых и для истории Курчатова. Бывший некогда как бы государством в государстве, работавший на базе крупнейших министерств и ведомств Союза, обеспеченный работой на военно-промышленный комплекс и хорошим снабжением на долгие годы, город вдруг в одночасье стал на некоторое время никому не нужным!

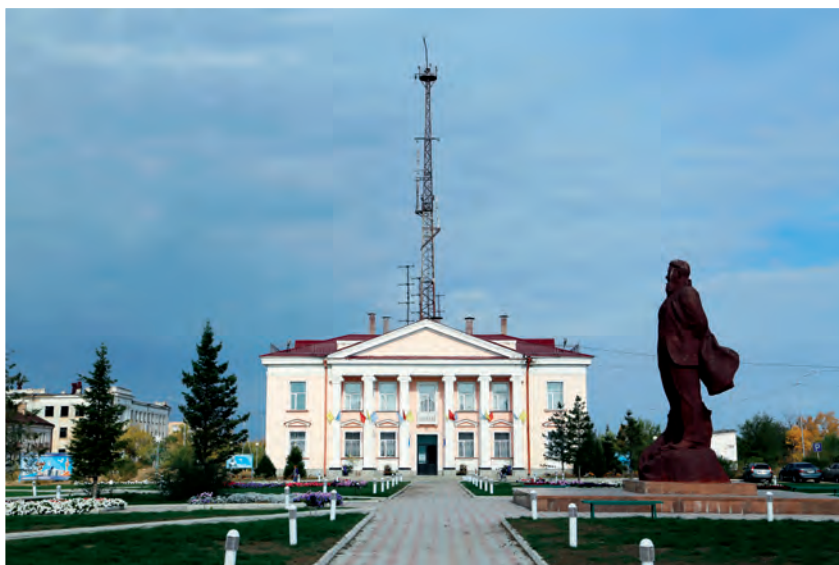
Полигон был закрыт, часть специалистов покинула город и республику, положение города, его статус оставались неясными.

Однако, к чести руководства Республики Казахстан, такое положение с городом атомщиков было недолгим. Было бы непостижимой ошибкой не использовать огромный научный и практический потенциал, накопленный целым поколением ученых-атомщиков, энергетиков, геологов, шахтостроителей, монтажников. А поэтому на базе существующего научно-производственного комплекса Семипалатинского испытательного ядерного полигона в 1992 году создается Республиканское государственное предприятие «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», большая часть структурных подразделений которого находится в городе Курчатове.

С этого момента начинается новый период в истории города – время мирного атома!

О том, как живут курчатовцы сегодня, мы предлагаем посмотреть в фотоотчете из жизни города.

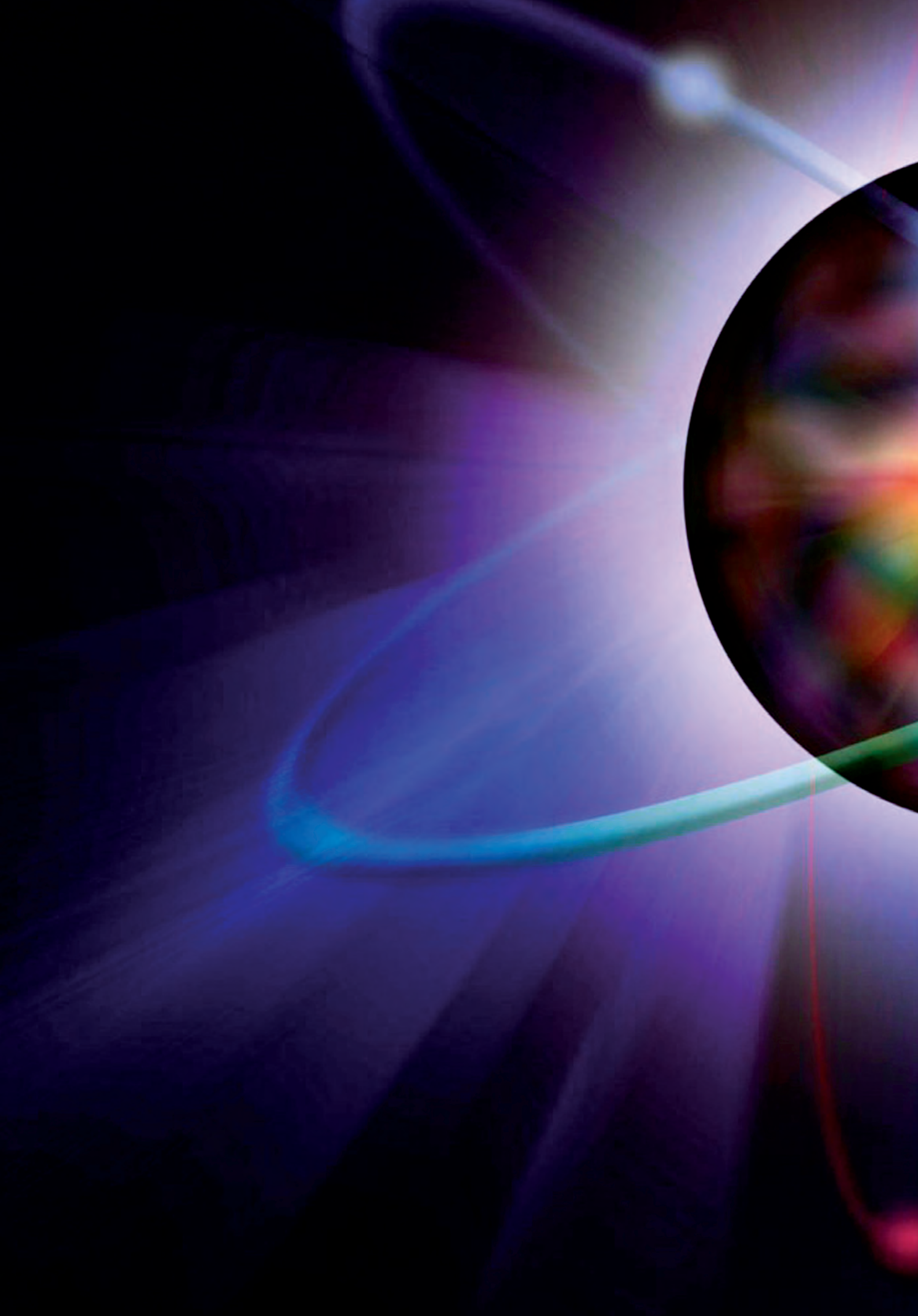


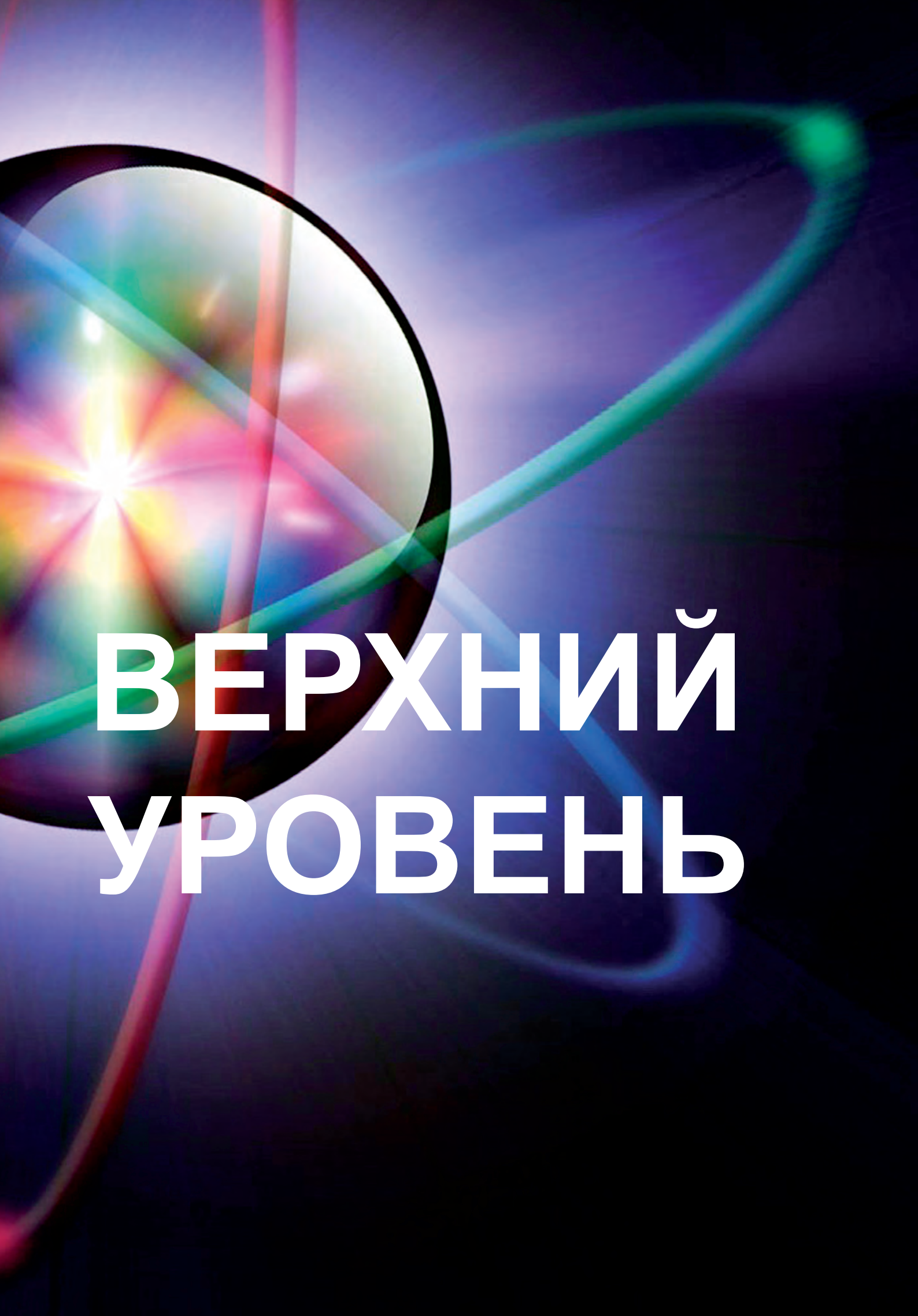












ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ

ПАМЯТИ ИЗВЕСТНОГО РАДИОБИОЛОГА, ГЕНЕТИКА СЕЙСЕБАЕВА АХМЕТЖАНА ТЛЕУБАЕВИЧА



02 апреля 2017 г. на 82 году ушел из жизни первый директор Института радиационной безопасности и экологии РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», доктор биологических наук, крупный ученый, известный в СНГ радиобиолог, генетик, последователь академической школы Советского Союза, один из основателей радиобиологической науки в Казахстане Сейсебаев Ахметжан Тлеубаевич.

Сейсебаев Ахметжан Тлеубаевич родился 1 января 1936 г. в селе Улытау, Улытауского района Жезказганской области в семье крестьянина.

Ахметжан Тлеубаевич окончил в 1957 г. агрономический факультет Казахского государственного сельскохозяйственного института (г. Алма-Ата) и в течение 2 лет работал главным агрономом Улытауского совхоза Карагандинской области. Затем в 1959 г. поступил в аспирантуру при Институте ботаники АН Каз ССР. В 1964 г защитил кандидатскую диссертацию на тему «Сравнительное изучение влияния различных факторов

на изменчивость кукурузы» по специальности «Генетика». После защиты кандидатской диссертации он возглавил лабораторию радиационной цитогенетики Института ботаники АН КазССР, был ее руководителем в течение 30 лет. В 1969 г. утвержден в ученом звании старший научный сотрудник по специальности «радиобиология».

В 1959–1992 гг. Сейсебаев А.Т. – аспирант, младший научный сотрудник, старший научный сотрудник и заведующий лабораторией Института ботаники, Института ядерной физики и Института экспериментальной биологии АН Каз ССР.

Впервые в Казахской ССР в 1965 г Сейсебаевым А.Т. организован в Институте ядерной физики АН КазССР отдел радиобиологии, а также лаборатория радиационной цитогенетики в Институте экспериментальной биологии АН КазССР.

В связи с организацией отдела радиобиологии при АН КазССР, по согласованию между академиями наук, а также по приглашению директора Института биофизики АН СССР, доктора биологических наук, профессора, член-корр. АН СССР Александра Михайловича Кузина он в составе первой республиканской команды молодых ученых (в дальнейшем фактически истинных пионеров академической школы КазССР) с 1965 по 1970 гг проходил стажировку в Институте биофизики АН СССР (г. Пущино Московской обл.). Александр Михайлович был руководителем, научной путеводной звездой, привил академический подход к научному познанию всем приглашенным молодым ученым, в том числе, и Ахметжану Тлеубаевичу, о чем он с большой теплотой и благодарностью вспоминал всегда.

Вместе с тем, Сейсебаев А.Т. проходил стажировку и в Институте общей генетики АН СССР, где он одновременно руководил группой сотрудников, выполняющих самостоятельные темы.

Наряду с прохождением стажировки, на базе ведущих академических НИИ Советского Союза Сейсебаев А.Т. одновременно начал разработку своего основного научного направления – радиационной генетики – выяснение роли обменных процессов, определяющих уровень радиочувствительности организмов, исследования радиомодифицирующего действия природных фенольных соединений, регуляторов роста и ультрафиолетовых лучей на цитогенетические эффекты радиации, поиска новых радиопротекторов и агентов, способствующих повышению выживаемости облученных растений и увеличению частоты и спектра полезных мутаций, установления генетической природы радиационно-индуцированных



мутантных признаков. Результаты данных исследований отражены в монографии «Радиочувствительность растений».

В советское время Ахметжан Тлеубаевич выступил с докладом о радиационной обстановке в Казахстане на первом Всесоюзном радиобиологическом съезде (21-27.08.1989 г.) и на заседании правления радиобиологического общества СССР в Москве. Впервые на этом съезде и правлении им были выдвинуты предложения на проведение радиобиологических исследований территорий, где проводятся испытания ядерного оружия, где ведется разработка урановых руд, а также территорий уникальных тепловых электростанций и других объектов.

В 1991 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Модификация радиочувствительности и мутационной изменчивости растений» по специальности 03.00.01 «Радиобиология» и 03.00.15 «Генетика». Апробацию докторской диссертации Ахметжан Тлеубаевич проходил в Институте общей генетики Академии Наук СССР, а защита диссертации состоялась в Специализированном Совете при Всесоюзном научно – исследовательском институте сельскохозяйственной радиологии в г. Москве.

Во исполнение Постановления Кабинета Министров РК от 09.06.1992 года за № 513 «О дополнительных мерах по реализации Указа Президента РК от 29 августа 1991 года за № 409 «О закрытии Семипалатинского испытательного ядерного полигона», Сейсебаев Ахметжан Тлеубаевич включен в состав комиссии по закрытию Семипалатинского полигона. В составе данной комиссии он наряду со всеми протокольными процедурами изучал также перечень представленных в/ч 52605 (Опытно-научная часть Семипалатинского испытательного полигона) документов, рекомендуемых к рассекречиванию и характеризующих радиозоологическую и медико-экологическую обстановку на СИП.

Данное событие государственного и исторического масштаба открыло новую знаковую страницу на жизненном пути А.Т.Сейсебаева. После закрытия Семипалатинского ядерного полигона в 1992 г. Ахметжана Тлеубаевича переводят

во вновь созданный «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», г. Курчатов. Ему поручается организация Института радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК (приказ генерального директора НЯЦ РК от 12.11.1993 г № 44). Необходимо отметить, что в те годы начального формирования ядерного центра (зима 1993–1994 гг.) весь город при морозе $\approx -40-50^{\circ}$ был без отопления. В таких крайне жестких, сжатых, экстремальных условиях кабинетному ученому наряду с разработкой научного направления института предстояло освоить хорошие навыки администратора и хозяйственника. В составе слаженной команды первых директоров институтов, входящих в состав НЯЦ РК, во главе с Гадлетом Андияновичем Батырбековым была разработана Республиканская це-

левая научно–техническая программа НЯЦ РК, жизнеспособность которой проверена и закреплена настоящим временем, определено стратегическое направление развития Центра и, соответственно, и ИРБЭ. В результате всей этой организационно–технической и творческой деятельности Сейсебаев А.Т. внес огромный вклад в процесс организации и становления Института радиационной безопасности и экологии (ИРБЭ).

ИРБЭ, участвуя в Республиканской целевой научно–технической программы «Развитие атомной энергетики в Казахстане» отвечал за выполнение исследований по первому блоку «Радиозоологические, медико-биологические исследования, восстановление природной среды и здоровья людей в регионах Республики Казахстан, где проводились взрывы и имеются предприятия атомной промышленности и атомные установки».

Основные задачи первого блока РЦНТП заключались в следующем:

- исследование радиационной и радиозоологической обстановки на территории РК, в первую очередь, в местах проведения ядерных и термоядерных испытаний и прилегающих к ним регионов;
- разработка и внедрение природоохранных мероприятий на радиационно-загрязненных территориях бывшего СИАП;
- оценка биологических последствий воздействия ядерных испытаний на природные популяции растений и животных, прогноз ожидаемого генетического груза флоры и фауны региона, проведение фундаментальных исследований в области радиобиологии и защиты организмов от поражающего действия ионизирующих излучений;
- разработка принципов организации и создания радиобиозоологического мониторинга на территории бывшего СИП;
- пропаганда знаний по радиозоологии и информация среди населения.



Основные задачи радиоэкологического и радиобиологического направления изучения Семипалатинского полигона и его регионов, а также и Казахстана сформированы Сейсебаевым А.Т. и заложены в основу программы РЦНТП. И в настоящее время коллектив ИРБЭ продолжает изучение основных задач, заложенных А.Т. Сейсебаевым, тем самым, самым временем подтверждая их приоритетность, и наполняя и расширяя их сообразно требованиям текущего времени, а также широко используя весь современный аналитический научно-технический приборный арсенал мирового уровня.

Сейсебаев А.Т. с первых же дней организации института начал формировать коллектив для решения непростых задач по оценке радиологической ситуации территории самого СИП и прилегающих к нему территорий. Организаторский и исследовательский талант А.Т. Сейсебаева особенно ярко проявился в годы становления ИРБЭ. Круг научных и организационных проблем, над которыми работал в первые годы А.Т. Сейсебаев, очень широк. Это создание структуры Института, определение ключевых и приоритетных направлений исследования, привлечение научных кадров и зарубежных ученых, организация и проведение достоверных дозиметрических исследований, создание базы данных, отработка методик отбора образцов (животные, растения, почва), отбор и анализ генетического материала, медицинские исследования и др.

Вместе с тем, на заре организации и становления Национального ядерного центра А.Т. Сейсебаев принимает активное участие в составе рабочей группы (Тухватуллин Ш.Т., Сейсебаев А.Т., Сафонов Ф.Ф., Смагулов С.Г., Гордин Б.Н., Жангельдина М.Б., Хамзабаев Ж.Х.) по составлению основных положений развернутой Программы работ Российской

Федерации и Республики Казахстан для ликвидации последствий ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. Данная совместная программа двух стран предусматривала решение таких проблем, как исследования долговременных последствий ядерных испытаний на территории Республики Казахстан и в прилегающих регионах Российской Федерации, а также проведение комплекса мероприятий по оздоровлению населения, проживающего в зонах радиоактивного заражения и оказание помощи населению, пострадавшему в результате ядерных испытаний.

С именем Сейсебаева Ахметжана Тлеубаевича будут навсегда связаны организация и становление Института радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК в тяжелых условиях (1992–1994 гг.). Ахметжан Тлеубаевич являлся научным руководителем многих научных разработок.

Впервые им с сотрудниками и приглашенными учеными проведена целенаправленная оценка биологических последствий воздействия ядерных испытаний на природные популяции растений и животных Семипалатинского полигона, определены проблемы экспериментальной радиобиологии и радиационной безопасности природных биосистем, создана Карта растительности площадки «Опытное поле» в крупном масштабе, определены показатели отдаленных изменений природных популяций растений под воздействием ионизирующих излучений на организменном, популяционном и фитоценоотическом уровнях, изучены генетические эффекты ионизирующих излучений в хронически облучаемых природных популяциях растений, составлен кадастр позвоночных животных СИП, начаты и затем продолжены первые исследования по генетическому изучению млекопитающих, обитающих на территории СИП, определены принципы организации и использования генетического мониторинга на отдельных площадках полигона (1994–2000 гг.) Ахметжан Тлеубаевич являлся научным руководителем медико-биологического направления ИРБЭ.

В г. Курчатов он проработал 10 лет в должности первого директора, заместителя директора Института радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК и в 2001 г. был приглашен в Казахскую медицинскую академию г. Астаны, где он работал профессором кафедры общей биологии и заведующим лабораторией радиобиологии.

Сейсебаев А.Т. принимал активное участие в общественной и научной жизни Национального ядерного центра и Республики Казахстан. Его, как одного из руководителей целого направления исследований, хорошо знали ученые Франции, Германии, США, НАТО, Японии, Нидерландов с которыми впоследствии были подготовлены и реализованы совместные проекты по изучению проблем Семипалатинского полигона (Песк, НАТО, КЗ-ИНТАС, МНТЦ и др.).

По поручению Министерства науки и новых технологий РК от 20.05.1993 г. за №301, Национальный ядерный центр РК включил Сейсебаева А.Т. в состав комиссии по рассекречиванию материалов, касающихся радиационно-экологической и медико-биологической обстановки на территории бывшего СИП и других регионов Казахстана, где проводились испытания ядерного и термоядерного оружия, а также сбора сведений о последствиях воздействия испытаний на организм

людей, животных и окружающую среду. Сейсебаев А.Т. также принимал активное участие в работе группы экспертов РК по проблемам бывшего Семипалатинского и Лобнорского полигонов (Поручение Кабинета Министров Республики Казахстан от 16.11.1993г. №17051), а также в составе рабочей группы по составлению развернутой программы по ликвидации последствий испытаний ядерного оружия на территории РК с участием Российской Федерации.

Впервые им вместе с сотрудниками проведена медико-социальная оценка состояния здоровья населения Северного региона Казахстана в условиях длительных радиационно-токсических воздействий. Изучена радиационная и санитарно-гигиеническая обстановка территории населенных пунктов, расположенных вблизи уранодобывающих предприятий и состояние здоровья населения. Сейсебаевым А.Т. исследованы генетические последствия радиационного и химического загрязнения окружающей среды.

Сейсебаев А.Т. принадлежал к числу видных общественных и научных деятелей нашей республики:

- член Научного Совета по проблемам генетики и селекции растений и микроорганизмов Академии Наук КазССР (г. Алматы);
- член секции и Пленума Научного Совета по проблемам радиобиологии Академии наук СССР (г. Москва);
- член секции радиационной цитогенетики Научного Совета по проблемам сельскохозяйственной радиобиологии ВАСХНИЛ (СССР, г. Москва);
- член правления Всесоюзного радиобиологического общества СССР (г. Москва);
- член Научного совета и специализированного диссертационного совета (участие в подготовке докторантов, аспирантов и магистрантов по специальности 03.00.01-радиобиология и 03.00.15- генетика);
- заместитель Председателя Проблемного Комитета «Радиация. Экология. Здоровье».

Он одним из первых принимал активное участие в организации Международного антиядерного движения «Невада–Семипалатинск». Им составлена Комплексная программа «Возрождение Земли и Человека», он являлся научным консультантом и экспертом Министерства образования и науки РК (1993-2010 гг.), экспертом по проблемам бывшего Семипалатинского и Лобнорского полигонов, председателем Государственной экзаменационной комиссии ВУЗов, членом диссертационных и специализированных советов Евразийского университета и медицинского университета «Астана».

Он являлся одним из основателей и идейным руководителем казахстанской научной школы радиационной биологии и радиационной генетики. Им опубликованы более 200 научных работ, в том числе авторское свидетельство, монографии в области радиационной генетики, радиобиологии, экологии и охраны окружающей среды.

Ахметжана Тлеубаевича всегда отличала кристальная честность, высокая порядочность, творческая работоспособность, какая-то особая, только ему свойственная, легкость в общении и стремление поделиться своими знаниями и опытом

с молодежью. Ему не составляло особого труда, не считаясь со временем, отдавать душевные силы, знания и научный опыт процессу подготовки и становления высококвалифицированных специалистов. Он обладал умением правильно выбирать перспективные направления исследований и скоординировать работу исполнителей, что, в конечном счете, и привело к тому, что под его руководством и консультированию успешно защищены кандидатские диссертации. И, пожалуй, не счесть всех тех, кому он, в результате своей душевной широты и щедрости, давал свое научное напутствие и благословение.

Уместно привести небольшую часть характеристики, которую дает Шевченко Владимир Андреевич, доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией экологической генетики Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН РФ, в которой А.Т. Сейсебаев проходил стажировку: «...Ахметжан Тлеубаевич – преданный своему делу неутомимый, целеустремленный ученый – труженик, крупный организатор науки в Казахстане, очень скромный, прост в общении с коллегами, демократичен. На него можно положиться: он никогда не подведет».

За активное участие в научно-производственной и общественной работе А.Т. Сейсебаев неоднократно награждался Почетными грамотами Академии наук Казахской ССР и Республики Казахстан, Республиканского комитета профсоюзов высшей школы и научных учреждений, Института Ботаники, Института Экспериментальной биологии, Института ядерной физики, Института онкологии и радиологии, Национального ядерного центра РК, Института радиационной безопасности и экологии, АО «Медицинский университет» г. Астана. Ахметжан Тлеубаевич награжден также медалью «Ветеран труда» (29.11.1985 г. Указ Президиума Верховного Совета Казахской ССР), медалью «25-летия Невада- Семей» (1989-2014 гг.), являлся тружеником тыла в годы Великой Отечественной Войны.

Ахметжан Тлеубаевич – крупный ученый, известный в СНГ радиобиолог, генетик, последователь академической школы Советского Союза, один из основателей радиобиологической науки в Казахстане, добрый наставник, и просто простой, светлый, искренний и вместе с тем, где-то застенчивый человек, сделавший много для развития радиобиологической науки в Казахстане на переломе трудных времен, пропаганды научных знаний, подготовки научных кадров и высококвалифицированных специалистов. Светлый образ и добрые дела Ахметжана Тлеубаевича несомненно будут оценены специалистами, последователями, он 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,
С.Н. Лукашенко, Р.Ж. Жапбасов,
Б.М. Султанова, К.Т. Рахимбаева,
М.М. Бахтин, Н.Ж. Кадырова.*



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 3 33 33, факс: +7 722 51 3 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

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

Мнение авторов не обязательно совпадает с мнением редакции.
Любое воспроизведение материалов или их частичное использование
возможны с согласия редакции.

Выходит 1 раз в полугодие.

Тираж 1000 экз.



