Атом во имя прогресса!

ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал №3 (17) 2012

- ФОРУМ ДВАДЦАТИЛЕТИЯ
- ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ОТ ФЕРМЕРОВ
- СКАЗОЧНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ В ПРЕИСПОДНЮЮ
- В ПОИСКАХ МАСШТАБНОГО ПОДОБИЯ

Об экологическом эксперименте НЯЦ на Опытном поле
читайте в материале «Доказательства от фермеров» на стр. 44

СОДЕРЖАНИЕ

«В ФОКУСЕ»
- Лучший способ отметить юбилей – сосредоточиться на несделанном.....4
«ХРОНИКА».....10

Раздел «ЭНЕРГЕТИКА»
«ЮБИЛЕИ»
- Самый мощный, самый невзрывающийся.....18
«УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»
- На среднемировом уровне.....24
«ЛИДЕРЫ»
- «Казатомпром» ловит ветер.....28

Раздел «АТОМ И ОБЩЕСТВО»
«БЕЗОПАСНОСТЬ»
- С опережением.....38
«ПОЛИГОН»
- Доказательства от фермеров.....42
«КОНТРОЛЬ»
- Радиоэкология «тонких моментов».....46
«СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ»
- Сказочная экспедиция в преисподнюю.....50
«ПРОРЫВ»
- Радиобиология на ускорителях Дубны.....54

Раздел «НАУКА – ОБРАЗОВАНИЕ - ИННОВАЦИИ»
«МЕГА-САЙЕНС»
- Проект «НИКА»: принципы реализации.....62
«ТЕХНОЛОГИИ»
- Куда стремится экспонента.....66
«КАДРЫ»
- Будущее нашего дела – в руках молодых.....70

Раздел «ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ»
В поисках масштабного подобия. Часть первая. Три мира Вселенной.....76

ЛУЧШИЙ СПОСОБ ОТМЕТИТЬ ЮБИЛЕЙ — СРЕДОТОЧИТЬСЯ НА НЕСДЕЛАННОМ

Открывая июньский Форум в Курчатове в рамках празднования 20-летия Национального ядерного центра Казахстана, генеральный директор К.К. Кадыржанов отметил, что основные направления деятельности Центра определенные 20 лет назад, остаются актуальными и сегодня. Прежде всего, это конверсия бывшего Семипалатинского испытательного полигона, выбор путей развития атомной энергетики в Казахстане, решение радиоэкологических проблем страны, особенно в местах ядерных взрывов, контроль за проведением ядерных испытаний, вопросы мирного использования энергии атома.

При своем создании новая структура была наделена серьезным стартовым капиталом. Это крупные исследовательские установки, которые и по сей день обеспечивают НЯЦ место в ряду самых оснащенных мировых исследовательских центров: три ядерных реактора - два на Полигоне (один из них, ИГР, отметил свое 50-летие, чему был посвящен приуроченный к Форуму специальный семинар), один в Алматы и ускорители в Институте ядерной физики. За 20 лет оборудование пополнилось ускорителем тяжелых ионов DC-60 в Астане.

Такая экспериментальная база позволяет НЯЦ занимать передовые, а в некоторых областях и лидирующие позиции в мире. После известных событий на АЭС «Фукусима-1» заметно возрос интерес к исследованиям тяжелых аварий в ядерной энергетике на курчатовских установках. Ширится и углубляется изучение возможностей применения источников ионизирующих излучение в медицине, здравоохранении и других сугубо мирных областях. Нельзя не сказать и о казахстан-

ском материаловедческом Токамаке, предназначенном для разработки термоядерных энергоисточников.

Существен вклад НЯЦ в обеспечение ядерной безопасности в Центральноазиатском и вообще в Евразийском регионе. Здесь необходимо отметить перевозку в хранилище на Полигоне топлива остановленного реактора БН-350 в Актау. Эта задача государственного масштаба и государственной важности успешно решена с активным участием специалистов НЯЦ под контролем МАГАТЭ.

Однако, как известно, лучший способ отметить юбилей – сосредоточиться на несделанном. В важнейшей – энергетической – области прогресс не столь заметен, как хотелось бы. Многочисленные исследования, выполненные в НЯЦ, убеждают в том, что атомная энергетика должна составлять не менее 20 процентов

энергетических мощностей Казахстана, особенно если учесть, что страна занимает первое место в мире по разведанным запасам урана. Располагая такими объемами, можно было бы получать от АЭС почти половину необходимой сегодня электроэнергии. Что и как нужно для этого сделать, в НЯЦ давно и хорошо знают. Тщательная подготовительная работа проведена, выполнены технико-экономические обоснования. В них учтены всевозможные угрозы атомным станциям, вплоть до самых маловероятных, гипотетических, если не сказать фантастических. Определено, где лучше всего разместить АЭС – в Костанае, Курчатове, Балхаше, Таразе, Актау. По убеждению специалистов НЯЦ, на казахстанских станциях должны работать суперсовременные реакторы четвертого поколения мощностью порядка 1000 мегаватт – это оптимально с точки зрения экономики, энергетики, развития промышленности.

В отраслевой Программе развития атомной отрасли Казахстана, принятой в 2011 году, нашли конкретное отражение планы НЯЦ по созданию АЭС. В дополнение к Программе по поручению Президента Н.А. Назарбаева разрабатывается Стратегия развития Национального ядерного центра – с перспективой до 2030 года, тогда как Программа не заглядывает дальше 2020 года. Плюс к тому, управление отраслью передается из Министерства науки и новых технологий в специализированное Агентство по атомной энергии. По мнению К.К. Кадыржанова это благо – в Агентстве

собраны профессионалы, им руководит профессионал. Однако реорганизаций было уже немало (за те шесть с половиной лет, что он возглавляет НЯЦ, Кадыржанов успел поработать с пятью министрами и семью вице-министрами), но ни одна не привела к требуемому решительному шагу – началу создания атомной энергетики в Казахстане.

Поможет ли очередная реорганизация сдвинуться с места хотя бы в вопросе строительства первой казахстанской АЭС? По мнению Кайрата Камаловича, главное препятствие для этого – стойкая радиофобия, которая не исчезнет после образования Агенства. Тормозит дело и противодействие сильного «угольного» лобби. Ему, по словам Кадыржанова, удалось «пробить» строительство на Балхаше тепловой электростанции на угле. Пусть даже так, но это не перечер-

кивает пионерных планов строительства малой АЭС мощностью 50 мегаватт в Курчатове. Об этом подписан меморандум с давними партнерами НЯЦ из Японии. Все научные, экономические, политические вопросы с партнерами согласованы, никаких препятствий к реализации проекта нет. Будет совместно разрабатываться ВТГР - высокотемпературный газоохлаждаемый реактор 4-го поколения с опытным производством водорода. В целом же, в ближайшие 10 лет отношения между НЯЦ РК и Агентством по атомной энергии Японии (JAEA) будут определяться договором о проведении исследований в области безопасности АЭС 4-го поколения. Договор даст НЯЦ заработок в 23 миллиона долларов. Надо подчеркнуть, что это заработок на профильной науке, использующей для исследований потенциал первоклассной экспериментальной базы Центра.

Еще один «заторможенный» проект – проект ускорителя тяжелых ионов DC-350, машины мирового класса, которую решено соорудить в ИЯФ при участии Объединенного института ядерных исследований. Принципиально он одобрен, но его реализация, как и строительство АЭС, никак не может начаться. Значит, синтез сверхтяжелых элементов таблицы Менделеева пока идет в мире без ученых Казахстана, хотя те – при своевременном старте и плановом финансировании - могли бы поучаствовать, например, в «штурме 117-го».

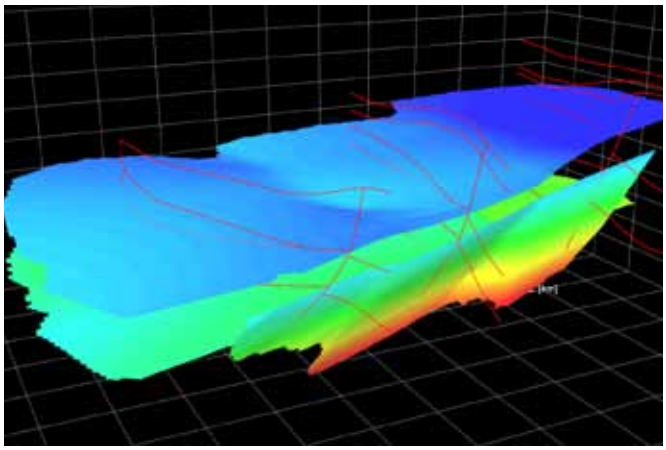
Своевременной поддержки требуют все замыслы отраслевой Программы, а среди них нет случайных и лишних. Она зависит от Республиканской бюджетной комиссии, подтверждающей финансирование очередных этапов (что отнюдь не происходит автоматически). Это звено – с точки зрения реализации крупных и сложных научных проектов - хронически является самым слабым. А вот другие звенья, несмотря ни на что, укрепляются. Возьмите кадровое, говорит К.К. Кадыржанов. Проблема привлечения в атомную науку талантливой молодежи существует, аксакалам от физики нужно подкрепление. Но ситуация уже во многом иная, чем 5-10 лет назад. Если тогда в случае отъезда из Курчатова российских специалистов все бы просто встало, то сейчас исследования не прекратятся.

Редакция

Семинар в рамках ОДВЗЯИ

В мае в Астане прошел Международный семинар «Укрепление Потенциала Верификационной Системы Договора о Всеобъемлющем Запрещении Ядерных Испытаний (ОДВЗЯИ)». Он проводится по инициативе Министерства иностранных дел Королевства Норвегия. В открытии семинара с норвежской стороны участвовали вице-министр иностранных дел Норвегии г-н Торгер Ларсен и Чрезвычайный и полномочный Посол Норвегии в Казахстане г-н Даг Халворсен.

Сотрудничество Казахстана и Норвегии в области нераспространения является давним и весьма плодотворным. Норвежский сейсмологический центр NORSAR с 2000 года вносит ощутимый вклад в развитие казахстанского национального (по отношению к ОДВЗЯИ) центра данных. Один из примеров – предоставление Центром NORSAR на безвозмездной основе программного обеспечения, позволяющего производить обработку сейсмических данных в автоматическом режиме. Это дало возможность казахстанским специалистам оперативно получать информацию не только о ядерных испытаниях, но также о месте, времени и силе происходящих землетрясений, что чрезвычайно важно для Казахстана, имеющего сейсмоопасные территории.



В 2009 году был подписан контракт между Институтом геофизических исследований (ИГИ) НЯЦ РК и центром NORSAR, финансируемый Министерством иностранных дел Норвегии. При этой финансовой поддержке на базе национального центра данных был открыт и успешно функционирует международный обучающий центр в поддержку ОДВЗЯИ, ведутся совместные научные исследования, проводится обучение сотрудников ИГИ НЯЦ РК в сейсмологическом центре NORSAR, поддерживается участие сотрудников ИГИ НЯЦ РК в различных международных конференциях и проведение в Казахстане международной конференции «Мониторинг ядерных испытаний и их последствий».

В Астане пройдет международная антиядерная конференция

29 августа, в день, объявленный Организацией объединенных наций Международным днем действий против ядерных испытаний, в Астане пройдет конференция «От запрета ядерных испытаний – к миру, свободному от ядерного оружия».

Инициатором этой встречи выступили Мажилис Парламента Казахстана, государственное учреждение «Назарбаев центр» и международное объединение «Парламентарии за нераспространение и ядерное разоружение». В программу конференции будут включены актуальные вопросы глобальной безопасности, ядерного терроризма, применения жестких санкций против агрессоров, а также развитие мирного атома.

Кроме того, участники форума смогут посетить территорию бывшего Семипалатинского полигона. По итогам конференции планируется принятие Обращения в поддержку инициатив Президента Казахстана в области ядерного нераспространения и разоружения. На сегодняшний день участие в международной конференции подтвердили уже 80 зарубежных делегаций. Такая активность не случайна, ведь Нурсултана Назарбаева сегодня называют одним из лидеров мирового антиядерного движения. Президент Казахстана не пропускает ни один из глобальных антиядерных форумов, а к его аргументам в пользу безъядерного мира сегодня прислушиваются ведущие политики и ученые современности.

Билл Гейтс создаст атомный реактор для Сеула

Южная Корея и Билл Гейтс заключили соглашение о сотрудничестве, которое предусматривает разработку атомного реактора нового поколения. Об этом сообщили южнокорейские СМИ со ссылкой на заявление Научного общества атомной энергетики Республики Корея (НОАЭ РК).

Напомним, что основатель мирового гиганта информационных технологий компании "Майкрософт" Билл Гейтс в 2008 году ушел с поста главы фирмы. В 2010 году он инвестировал 35 миллионов долларов в создание венчурной компании "Терра Пауэр", которая работает в сфере атомной энергетики.

"16 августа этого года во время посещения офиса компании "Терра Пауэр" делегацией Научного общества атомной энергетики Республики Корея во главе с председателем профессором Чан Сун Хыном было заключено соглашение о сотрудничестве между НОАЭ РК и компанией "Терра Пауэр". Договор был подписан профессором Чан Сун Хыном и президентом американской компании Биллом Гейтсом", - говорится в официальном заявлении южнокорейского научного общества.

Как пояснили корейские ученые, речь идет о создании нового поколения быстрого реактора с натриевым теплоносителем (SFR). Данный тип установки позволяет существенно повысить эффективность использования ядерного топлива, а также значительно сократить объем отходов, что, в свою очередь, решает проблему появления расщепляющихся материалов, пригодных для создания атомного оружия. Данные типы реакторов уже есть в России и Японии. Но, как признают эксперты, их создание сопряжено с большими технологическими сложностями. Кроме того, используемый в данном типе установки охладитель достаточно опасен: при соприкосновении с водой происходит взрыв, а при контакте с воздухом возникает пожар. Как надеются в Сеуле, сотрудничество с известным американским бизнесменом и инвестором Биллом Гейтсом позволит успешно преодолеть все трудности.

Компания "Терра Пауэр" уже заключила договоры о сотрудничестве в сфере создания новых ядерных реакторов с Японией и Китаем.

Вице-президент Hitachi удивлен референдуму по АЭС в Литве

Компания Hitachi, стратегический инвестор Висагинской АЭС, узнав, что в Литве пройдет референдум о необходимости атомной энергетики, была немного удивлена, но сейчас концентрируется не на референдуме, а на переговорах с партнерами, сообщает интернет-портал Delfi со ссылкой на вице-президента Hitachi Масахару Ханю.

Литва планирует строить новую АЭС совместно с Латвией и Эстонией в Висагинасе, рядом с Игналинской АЭС, остановленной в соответствии с обязательствами перед Евросоюзом 31 декабря 2009 года. Сейм Литвы в весеннюю сессию принял все необходимые законы, открывающие путь к строительству Висагинской АЭС, однако позднее на внеочередном заседании принял решение о проведении одновременно с выборами в Сейм 14 октября консультативного референдума по этому вопросу.

"С одной стороны, решения о развитии в Литве атомной энергетики были приняты парламентом страны, и мы были удивлены, что нужно принятые парламентом решения рассматривать на уровне референдума. Однако референдум - это решение людей Литвы, а мы должны ответить на рабочие вопросы. Говоря об атомной энергетике, эти вопросы нужно обсуждать спокойно, и это наша основная позиция", - сказал Ханю.

По его словам, на этой неделе региональные партнеры Литва, Латвия и Эстония и Hitachi встречаются на переговорах в инициативном комитете.

"Позиции Литвы и Hitachi во многом схожи, но ВАЭС - региональный проект, и позиции надо согласовать с Эстонией и Латвией. Если говорить о Латвии и Эстонии, ощущается нехватка информации. Поэтому мы учредили инициативный комитет, основная функция которого - выяснить, какие вопросы интересуют региональных партнеров, углубиться в их позиции", - пояснил Ханю. По его словам, сейчас встречи проходят каждую неделю.

Он отметил, что из-за выборов в Сейм работу инициативного комитета не торопят, планируется, что все вопросы будут решены до конца года. Хотя он не сомневается, что Hitachi построит в Литве атомную электростанцию. "У нас есть поддержка высших руководителей, и мы не сомневаемся, что проект будет осуществлен", - утверждает Ханю.

Австралия и ОАЭ заключили соглашение по атомной энергетике

Австралия и Объединенные Арабские Эмираты заключили соглашение о сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии. Как сообщил находящийся в Абу-Даби с визитом глава МИД Австралии Боб Карр, реализация этого соглашения сделает ОАЭ первой страной Ближнего и Среднего Востока, куда будет экспортироваться австралийский уран.

Это соглашение "свидетельствует о признании позитивного развития наших отношений с ОАЭ и является важным шагом на пути к реализации планов этой страны начать использование атомной энергии в 2017 году", - отметил Карр. Он также подчеркнул, что австралийский экспорт урана будет осуществляться в полном соответствии с международными требованиями безопасности - подписанный документ строго оговаривает использование атомной энергии исключительно в мирных целях, запрещает реэкспорт ядерного топлива без согласия Канберры.

Австралия является мировым лидером по подтвержденным запасам природного урана и крупнейшим поставщиком этого энергетического сырья на мировой рынок. В настоящее время Австралия имеет соглашения о мирном использовании атомной энергии с 39 странами, включая Россию, США, Великобританию, Китай, Канаду, Японию, Францию. В 1989 году было подписано аналогичное соглашение с Египтом, однако оно так и не было реализовано.

Посол США передал Казахстану спецтехнику для перевозки радиоактивных материалов

Посол США в РК Кеннет Фэйрфакс передал Казахстану новую спецтехнику для безопасной перевозки радиоактивных материалов в Курчатове Восточно-Казахстанской области, сообщила исполнительный директор ассоциации «Ядерное общество Казахстана» Наталья Жданова.

Передача спецтехники для безопасной перевозки радиоактивных материалов институту атомной энергии национального ядерного центра (ИАЭ НЯЦ) в Казахстане осуществляется в рамках партнерства между национальной администрацией по ядерной безопасности министерства энергетики США, Королевством Нидерландов и Республикой Казахстан.

«Наше сотрудничество здесь, в Курчатове, и на территории Республики Казахстан подчеркивает продолжение совместной приверженности к обеспечению физической защиты радиоактивных материалов», - сказала заместитель руководителя национальной администрации по ядерной безопасности министерства энергетики США Энн Харрингтон.

По ее словам, с вводом в эксплуатацию спецтехники для безопасной перевозки радиоактивных материалов повышается уровень физической радиационной безопасности в Казахстане, который является ключевым партнером США в регионе.

Таким образом, национальная администрация по ядерной безопасности министерства США присоединяется к правительствам Казахстана и Нидерландов в заявлении о вводе в эксплуатацию спецтехники для безопасной перевозки радиоактивных материалов, что является частью более широких совместных усилий по предотвращению ядерного и радиологического терроризма во всем мире, добавила Н. Жданова.

Приобретение спецтехники для безопасной перевозки радиоактивных материалов стало возможным благодаря финансированию Королевством Нидерландов программы «Инициатива по уменьшению глобальной угрозы» (GTRI) национальной администрации по ядерной безопасности министерства энергетики США.

Трехстороннее сотрудничество представляет собой продуктивное партнерство между странами, которые работают совместно уже на протяжении многих лет для достижения цели нераспространения ядерных материалов.

ЕС приступил к поиску трещин в корпусах своих атомных реакторов

Евросоюз приступил к поиску трещин в корпусах своих атомных реакторов после остановки третьего энергоблока бельгийской АЭС "Дул", расположенной в 20 км от Антверпена. Как сообщила сегодня Марлин Холцнер - официальный представитель еврокомиссара по энергетике Гюнтера Эттингера, "бельгийская сторона своевременно проинформировала европейских партнеров о ситуации и типе остановленного реактора".

"Мы запросили остальные страны, есть ли у них реакторы такого типа, и могут ли они до конца августа провести необходимые проверки", - подчеркнула она.

8 августа бельгийское Агентство по контролю за атомной энергетикой объявило, что в корпусе третьего реактора АЭС "Дул" обнаружены трещины, в связи с чем принято решение о приостановке его эксплуатации. Этот инцидент не несет никакой опасности для населения, поскольку "Дул-3" с июня находится на профилактическом обслуживании, и ядерное топливо выгружено из активной зоны реактора. Подозрение на наличие трещин возникло у персонала станции в ходе обследования корпуса реактора при помощи ультразвука. Теперь будут проведены дополнительные проверки, которые продолжатся как минимум до конца августа. По информации бельгийских СМИ, которая не была подтверждена или опровергнута официально, ширина самой большой трещины в металлическом корпусе реактора достигает двух сантиметров.

Остановленный реактор "Дул-3" был введен в эксплуатацию в 1982 году. Его корпус был произведен голландской компанией "Роттердамс Дроогдок", которая также является производителем корпуса второго энергоблока бельгийской АЭС "Тианж" на юге страны. Помимо этого, корпуса ее производства используются на АЭС в Нидерландах. Германии, Испании, Швеции, а за пределами ЕС - в Швейцарии, США и Аргентине. Всего, по имеющейся информации эта компания построила 22 реактора.

На сегодня атомная энергетика есть у 14 стран Евросоюза. Всего в ЕС 147 действующих реакторов, 6 строящихся и 18 проектных. После аварии на АЭС "Фукусима" в Японии Евросоюз начал масштабные работы по проверке безопасности действующих реакторов, однако на сегодня только на 38-и из них инспекции завершены.

Еврокомиссар по энергетике Гюнтер Эттингер должен представить в сентябре доклад об уровне безопасности европейских АЭС.

Турция построит вторую АЭС на берегу Черного моря

Турция ведет переговоры с Японией, Канадой, Китаем и Южной Кореей о строительстве второй атомной электростанции. Об этом, сообщил министр энергетики и природных ресурсов Турции Танер Йылдыз.

Он сказал, что строительство АЭС "Аккую" уже ведется, а о строительстве АЭС "Синоп" ведутся переговоры с четырьмя странами. По словам министра, первая станция начнет вырабатывать электроэнергию к 2019 году, а строительство второй страна намерена завершить к 2023 году.

Как отмечает RosInvest.com, АЭС "Аккую" возводится на южном средиземноморском побережье Турции в заливе Анталья. А АЭС "Синоп" будет располагаться на другом конце страны, на побережье Черного моря.

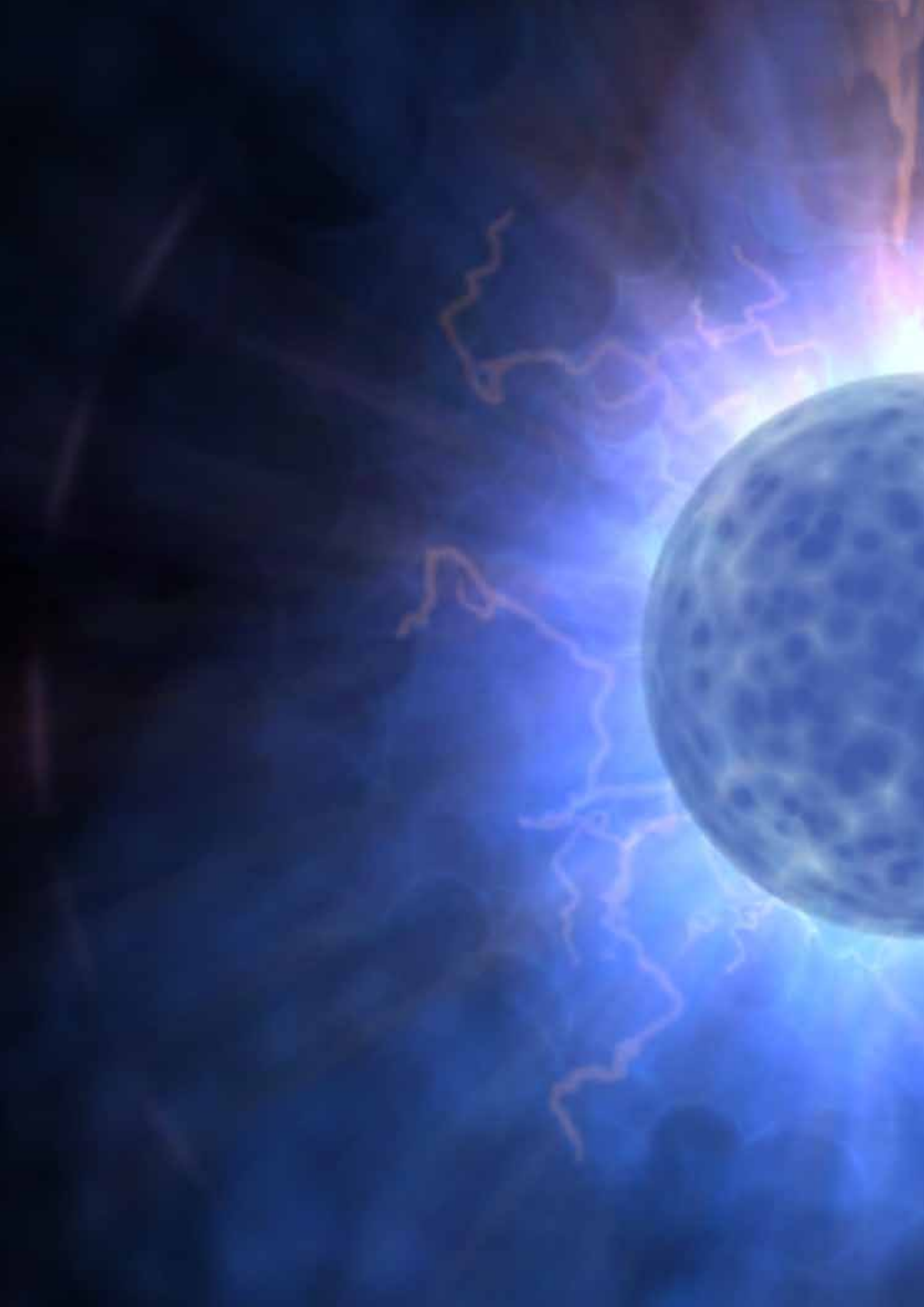
Напомним, что АЭС "Аккую" будет построена по российскому проекту, включающему сооружение четырех энергоблоков с реакторами типа ВВЭР-1200. Соглашение о строительстве станции было подписано в мае 2010 года.

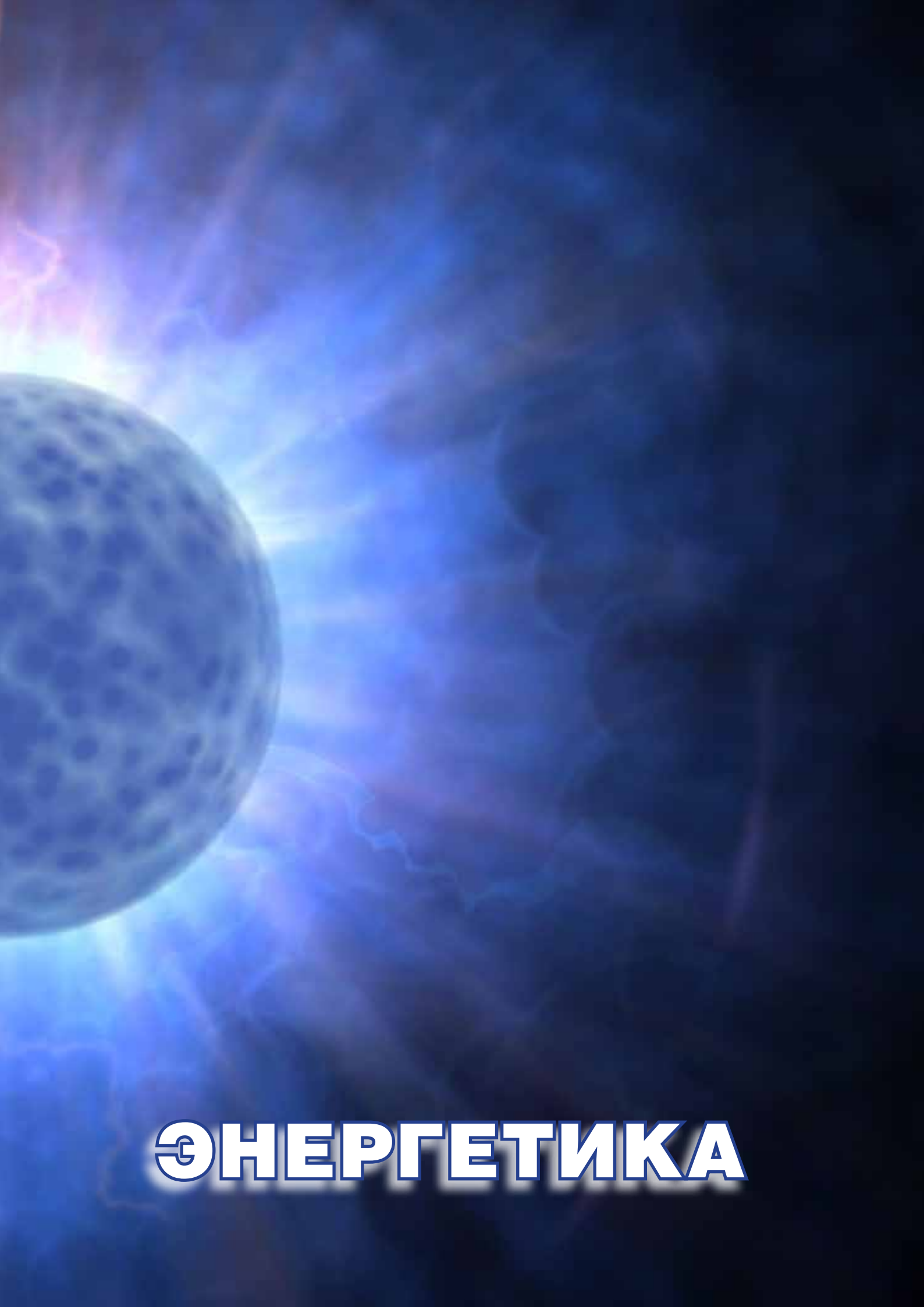
Китай приступит к реализации проектов строительства атомных электростанций, "замороженных" по следам аварии на АЭС "Фукусима" в Японии.

Правительство Китая намерено начать строительство четырех атомных станций. Создание станций включает установку 7 реакторов. Новые блоки будут возведены в городах Фуцин (восточная провинция Фуцзянь), Тяньвань (восточная провинция Чжэцзян), Янцзян (южная провинция Гуандун) и Шидаовань (восточная провинция Шаньдун).

Реализация проектов поручена китайским компаниям China National Nuclear Corp, China Nuclear Guangdon Power Corp и China Huaneng Group, окончание строительства намечено на 13-ю пятилетку (2015-2020 гг).

"После трагедии на "Фукусиме" китайское правительство провело инспекцию 41 действующего и строящегося реактора. По итогам 9 месяцев проверок был выпущен доклад, в котором отмечалось общее соответствие китайских стандартов атомной энергетики требованиям Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ)", - сообщил бывший руководитель государственного энергетического управления КНР Чжан Гобао. В отчете отмечается, что ряд станций не соответствует требованиям безопасности на случай наводнений или цунами. Ряд экспериментальных реакторов не соответствуют стандартам устойчивости к землетрясениям. Правительство предписало устранить эти недостатки.





ЭНЕРГЕТИКА

САМЫЙ МОЩНЫЙ, САМЫЙ НЕВЗРЫВАЮЩИЙСЯ

В создании новой атомной энергетики велика роль уникального исследовательского инструмента - импульсного графитового реактора, ИГР, уже целых 50 лет безотказно работающего на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне. В юбилейном научном семинаре, посвященной этой знаменательной для ядерщиков дате, участвовали специалисты различных предприятий атомной отрасли Казахстана, России и Японии. Открыл семинар заместитель генерального директора Национального ядерного центра, директор Института атомной энергии НЯЦ Е.А. Кенжин. С докладами выступили: «Импульсный графитовый реактор – 50 лет энергопуска» - начальник комплекса исследовательского реактора ИГР – главный инженер реактора В.А. Гайдайчук, «Применение реактора ИГР для реализации проекта EAGLE» - заместитель директора ИАЭ А.Д. Вурим, «Топливо для исследовательских реакторов – главный конструктор ТВС – директор отделения ОАО «НИКИТ» Ю.С. Черепнин. Доклады касались, в основном, число профессиональной стороны дела – параметров, результатов экспериментов.

Подробнее о том, что дают они для атомной энергетики, о том, что надо сделать, чтобы ИГР остался важнейшим инструментом повышения безопасности АЭС, продвижения новых типов реакторов, и вообще – о смысле и значении этого необычного юбилея нам расскажет Е.А. Кенжин.

У импульсного графитового реактора ИГР очень длинная для научного прибора история. Уже больше полувека прошло с того момента, как в голове И.В. Курчатова родилась идея создать агрегат, на котором можно было бы смоделировать так называемую «реактивную аварию». То есть – пустить реактор в разгон, дать ему взорваться и посмотреть, что получится. А получится, как думали в 50-е годы, не что иное, как ядерный взрыв. Однако эти предположения нужно было проверить. С помощью простой конструкции.

Такой «простой конструкцией» и был реактор ИГР. Но, создавая его, выбрали такой материла активной зоны, такие конструктивные элементы, что при нагреве в процессе разгона реакция деления самопроизвольно тормозилась и до взрыва не доходило. ИГР получился самогасящимся, невзрывающимся реактором. Он начинает гаснуть за счет собственных внутренних свойств. При нагреве активной зоны нейтронный поток резко падает и реакция затухает.

Это качество реактора оказалось чрезвычайно ценным для различных экспериментов в ядерной области. ИГР неожиданно, даже случайно явился уникальным исследовательским инструментом. Он строился как одноразовый, а работает шестой десяток лет. Или дело все-таки не в случае, а в предвидении Игоря Васильевича Курчатова, заглядывавшего далеко вперед?.. Так или иначе, но ИГР является сегодня самым мощным реактором в мире. Его мощность в кратком импульсе достигает 10 гигаватт. Это 10 больших атомных электростанций. После остановки надзорными органами американского графитового реактора ИГР является единственным реактором в мире такого уровня, на котором можно проводить испытании в импульсном режиме, подбирать топливо и конструкционные материалы АЭС, ракетных двигателей для работы в экстремальных условиях.

Одна из замечательных подробностей, связанных с ИГР, такова. От начала сооружения установки до физического пуска прошло всего два (!) года. Это наглядно показывает потенциал советской науки. Первые эксперименты были связаны с идеей ядерного ракетного двигателя. После их успешного завершения были созданы прототипы ЯРД – реактор ИВГ и реактор «Пергит».

В последние 10-15 лет ИГР обрел новую жизнь. Использование его в качестве исследовательского инструмента расширилось. Он оказался совершенно незаменимым при моделировании тяжелых аварий на АЭС, например, реакторов на быстрых нейтронах. Такие эксперименты проводят, в основном, японцы уже на протяжении 15-17 лет в обоснование безопасности своих установок. С этого года – после «Фукусимы» - интерес японской стороны к опытам подобного рода на ИГР только усилился, намерение продолжать работы укрепилось. Сейчас идет мощный поток предложений от японских организаций по исследованию широкого спектра тяжелых аварий. Компания «Тошиба» сформулировала заказ для экспериментов с ВВР на стенде «Ангара», где обычно проводится сброс расплава на бетон, на металл и на другие материалы. Коммерческие фирмы готовы экспериментировать с топливом в условиях аварийных нагрузок.

За востребованность ИГР и его дальнейшую судьбу никаких опасений нет: реакторное время распределено вплоть до 2020 года. Причем японцы готовы уже сейчас забронировать время и после этой даты, ведь эра быстрых реакторов, в том числе коммерческих, вот-вот наступит, поэтому необходимо срочно и досконально прорабатывать вопросы их безопасности. Для быстрых реакторов это очень существенный вопрос по сравнению с реакторами на тепловых нейтронах, поскольку возникает проблема повторной критичности. Она заключается в следующем: если при тяжелой аварии произойдет расплавление активной зоны реактора, то возможет ядерный взрыв. Так что

смысл многих экспериментов на ИГР состоит именно в том, чтобы при начавшемся плавлении активной зоны вывести ее в заранее намеченное место, не допустить образования критической массы.

Возникает вопрос: если спрос на ИГР как исследовательский инструмент столь велик, почему в Японии, Франции и других странах не построят аналогичные установки? Потому что это очень дорого. Для создания нового исследовательского реактора требуется от 1,5 до 3 миллиардов долларов. Во-первых, найти такие деньги на науку не просто. Во-вторых, научный интерес в мире всегда был интернациональным. На строящихся «токамаках»будут работать ученые, объединенные в международные коллаборации, так что каждой стране нет смысла обзаводиться собственной термоядерной установкой. Большие мировые проблемы в науке всегда решаются в кооперации ученых. Например, в Европе нет своего материаловедческого «токамака», нети и планов по его созданию, поскольку он строится в Казахстане. Для мировой науки достаточно одного реактора, обладающего возможностями ИГР. Он включен в перечень лучших исследовательских реактор мира, составленный МАГАТЭ.

А самым современным исследовательским реактором станет российский «ПИК», выбранный для реализации в числе первых шести российских мега-сайенс проектов. Уже проведен его физический пуск. Но он не будет копией ИГР. Да и вообще, никто не стремится делать копии. Получить точно такую же машину нельзя; надеяться на то,

новый аппарат окажется похожим на прототип, можно, но ждать, что он достигнет каких-то рекордных параметров – утопия. ИГР – плод гения Курчатова и стечения обстоятельств, в которых каждый из разработчиков и инженеров сделал «по максимуму», вложил в дело свою душу. Этим и отличалась советская конструкторская мысль.

Всем нам, специалистам НЯЦ и зарубежным специалистам, работавшим, работающим и собирающимся работать на ИГР, хочется искренне пожелать «юбиляру» здоровья и долголетия. Параметры установки еще очень далеки от тех, при которых задумываются о выводе из эксплуатации. Даже при самых больших нагрузках ИГР может трудиться еще лет двадцать, а при трех-пяти пусках в год, как было до сих пор, значительно дольше.

НА СРЕДНЕМИРОВОМ УРОВНЕ

В России сегодня 10 атомных электростанций, где насчитывается 33 энергетических блока суммарной установленной мощностью 28 гигаватт. Еще 5 АЭС строится. В общем электроэнергетическом балансе доля ядерной энергетики составляет 16,6% при выработке в 2011 году родного триллиона киловатт-часов электроэнергии. Если проанализировать распределение по регионам, то окажется, что в Европейской части России на долю АЭС приходится почти треть общей выработки, по Северо-западу эта доля равна 36,5%. С начала эксплуатации АЭС до конца 2011 года на них выработано 4 триллиона квт-час электроэнергии, из чего следует, что России без них сегодня не обойтись. Можно сказать, что целых 4 года Россия потребляла только ту «экологически чистую» энергию, что вырабатывали АЭС – без выбросов парниковых газов, без загрязнения окружающей среды.

В 1992 году в России создан концерн «Роснергоатом». Его становление пришлось на трудные 90-е годы. В 94-м случился настоящий провал, когда коэффициент использования установленной мощности лишь немного превышал 50%. Однако и в такой ситуации всегда находились средства на то, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию ядерных объектов, в том числе АЭС. Сегодня концерн работает с достойным коэффициентом использования мощности – 80%, то есть на уровне таких стран как Франция, Великобритания. При этом наращивается выработка электроэнергии, пускаются новые блоки. В прошлом году был введен в строй блок-миллионник на Калининской АЭС.

Следующее направление, без которого не обойтись и которое развивается во всех странах, это продление сроков эксплуатации оборудования. По первоначальным проектам этот срок составлял 30 лет- исходя не из технических, а из экономических норм, соображений и критериев. (Например, из 30-тетнего срока эксплуатации рассчитывалась амортизация.) Мы провели большую работу по обоснованию сроков эксплуатации и, что самое главное, по коренной крупномасштабной модернизации энергоблоков. Нормативные документы по продлению сроков эксплуатации предусматривают, что до исчерпания проектного ресурса можно работать по-старому, а для продления необходимо привести действующие энергоблоки в части критериев безопасности в соответствие с последними действующими нормами, по которым проектируются новые блоки. В результате удается продлить срок службы энергоблоков в среднем на 15 лет, что позволит дополнительно выработать более 2, 5 триллионов квт-час электроэнергии. На сегодняшний день сохранено в работе почти 10 гигаватт мощности, к 2015 году сохраним более 16 гигаватт.

Безопасность российских АЭС в целом находится на приемлемом уровне, никаких инцидентов не зафиксировано. Случаев превышения контрольного уровня облучения персонала не было. В 2012 году не было и несчастных случаев. Число плановых остановов энергоблоков - на среднемировом уровне. Динамика нарушений в работе станций такова: за 20 лет, с 1999 года, то есть со времени образования концерна «Росэнергоатом», мы вышли на стабильный уровень, определяемый надежностью оборудования. Некоторые колебания объясняются, в основном, вводом новых энергоблоков м блоков после крупномасштабной реорганизации, когда требуется время на приработку и выявление дефектов.

О выполнении планов по сооружению АЭС скажут такие цифры. В 2010-2011 годах введено по одному блоку-миллионнику (№2 на Ростовской АЭС и №4 на Калининской. Следующий ввод новых энергоблоков намечается на действующих площадках - на Ростовской АЭС (№3, №4 в 2014-2017 годах) и на Белоярской АЭС (№4 в 2014 году). Этот последний оснащен реактором на быстрых нейтронах и должен стать родоначальни-

ком реакторов следующего поколения – практически неисчерпаемых источников энергии благодаря вовлечению в оборот урана-238. На новых площадках ввод мощностей предполагается на Нововоронежской АЭС-2, Ленинградской АЭС-2, Балтийской АЭС. Первая должна быть пущена в 2014-2015 годах, вторая – в 2014-2016 годах, третья – в 2016-2018 годах.

Новое направление – это плавучие АЭС теплоэлектроснабжения на базе ледокольных реакторов. Они предназначены для размещения в труднодоступных местах. Сейчас ведется строительство таких блоков на Балтийском заводе в Санкт-Петербурге. Планируется, что первая плавучая АЭС будет установлена в городе Вилючинске на Камчатке.

Завершается разработка проекта АЭС нового поколения с реактором ВВР-ТОИ (типовым, оптимизированным, информатизированным). Он характеризуется новым высоким уровнем надежности. Этому способствовали результаты работ по изучению тяжелых аварий на исследовательском реакторе ИГР Национального ядерного центра Казахстана. По своим характеристикам, по уровню безопасности ВВР-ТОИ существенно превышает имеющиеся реакторы. Если бы на АЭС «Фукусима-1» были установлены подобные аппараты, то последствия аварии оказались бы значительно менее серьезными.

Несколько слов о зарубежных станциях российского производства. На АЭС в Бушере получено разрешение на освоение 100% мощности. Планируется строительство АЭС в Турции. В Китае открыто представительство концерна «Росэнергоатом» в

связи с предполагаемым созданием АЭС, заключены договоры на инженерное сопровождение.

В России, как и в большинстве обладающих ядерной энергетикой стран, реализуется программа повышения мощности. Для реакторных установок, спроектированных на основе консервативного подхода, с большим запасом, сегодня пересматриваются основания для безопасности, на них внедряются новые системы контроля и управления, работающие при более жестких ограничениях, реализуются новые технические решения на базе более современных технологий, позволяющих существенно повысить КПД. Благодаря всем этим мерам блок №2 Балаковской АЭС выдает 104% номинальной тепловой мощности, блоки №1, №2, №3 Калининской АЭС - также 104%. Кольской АЭС – 107%.

В 2011 году в России был представлен национальный доклад по Конвенции ядерной безопасности. Страна выполнила все взятые на себя обязательства и получила положительные оценки от международного сообщества. В том же 2011 году и в начале 2012 года прошло очень важное для России мероприятие – корпоративная проверка АЭС эксплуатирующей организацией – концерном «Росэнергоатом» и международными экспертами под эгидой Всемирной ассоциации «Атомные станции мира». Заявка на проверку была подана еще в 2010 году, до известных событий на «Фукусиме-1». Она оказалась крайне полезной. Проверка подтвердила вычсокий уровень организации эксплуатации и безопасности на российских АЭС и в то же время выявила возможности для улучшения, которые сейчас реализуются.

Реакция российских эксплуатационников на аварию в Японии была почти мгновенной. Немедленно были проведены проверки на всех АЭС, оперативно приняты упреждающие меры с привлечением ученых, разработчиков, проектировщиков, представителей наладочных организаций, еще раз проанализирована на аварийную устойчивость ситуация на действующих и сооружаемых АЭС и разработаны дополнительные мероприятия по повышению безопасности. При этом, разумеется, и до «Фукусимы» персонал был обучен действиям при тяжелых запроектных авариях независимо от порождающих их причин, а на станциях были предусмотрены дополнительные мобильные источники электроэнергии и воды и системы откачки при затоплениях. Тем не менее было решено закупить дополнительные дизель-генераторы, дизель-насосы, мотопомпы и другое оборудование. В рамках первоочередных мероприятий предполагается потратить на его приобретение 18 миллиардов рублей. Около 5 миллиардов рублей будет израсходовано уже к концу 2012 года.

Важное место в управлении эксплуатацией АЭС концерна «Росэнергоатом» занимает система аварийного реагирования. Она существовала еще до Чернобыльской аварии, а после нее была значительно усилена. Сегодня она включает постоянные видеоконференции, 10 каналов телефонной связи. Это позволяет поддерживать непрерывный контакт со всеми АЭС, со всеми поддерживающими организациями, с кризисными центрами МЧС, Минатома, Минэнерго, Ростехнадзора России, со специализированными ведомственными аварийно-техническими центрами, замыкая их на кризисный центр «Росэнергоатома». Система создавалась для аварийных ситуаций, но стала настолько эффективной, что используется сегодня для многих нужд концерна. С ее помощью решаются инженерно-технические, экономические, организационные вопросы. Это способствует поддержанию системы в оптимальном рабочем состоянии, и если возникает какая-то нештатная ситуация, ее не требуется запускать и настраивать.

Система используется также в ежегодных противоава-

рийных учениях группы экстренной помощи АЭС с выездом или вылетом на условно-аварийную станцию. В 2011 году такие учения в ноябре проводились на Нововоронежской станции. В сценарии условной аварии были предусмотрены ситуации, возникшие на «Фукусиме-1».

На базе кризисного центра «Росэнергоатома» по решению Совета управляющих Московского центра Всемирной ассоциации АЭС планируется создать региональный кризисный центр.

Н.М. Сорокин,
президент Ядерного общества России

«КАЗАТОМПРОМ» ЛОВИТ ВЕТЕР

НА ПУТИ К НОВОЙ ОТРАСЛИ

«Одним из приоритетных направлений развития электроэнергетики и решения экологических проблем Казахстана является использование возобновляемых энергетических ресурсов. Ресурсы ветровой и солнечной энергии в стране являются стабильными и приемлемыми для экономически оправданной энергетики. Основная задача - увеличение их доли в энергобалансе страны».

Так записано в Государственной Программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010 – 2014 годы, утвержденной Указом Президента Казахстана от 9 марта 2010 года № 958. Согласно ей, предпринимаются активные меры по развитию экологически чистой электроэнергетики. Кроме того, для преодоления дефицита электроэнергии в стране и решения социальных проблем регионов введены административные ресурсы: закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 4 июля 2009 года и Стратегия «Эффективное использование энергии возобновляемых ресурсов Республики Казахстан в целях устойчивого развития до 2024 года».

Надо признать, что даже при наличии этих ресурсов увеличение объёмов производства энергии наталкивается на серьёзные организационные и экономические трудности. Поэтому все крупнейшие энергетические компании мира, в том числе и атомные, являются активными участниками в сегменте генерации «чистой» энергии из возобновляемых источников. В АО «Национальная Атомная Компания «Казатомпром» также принято решение об открытии программы освоения возобновляемых энергетических ресурсов. Эта программа должна обеспечить возможность создания новых международных альянсов с крупными технологическими компаниями мира, привести к расширению бизнеса за счет регионов присутствия «Казатомпрома» в мире. Организационная структура, реализующая эту программу, выглядит следующим образом: «Фонд национального благосостояния «Самрук - Казына» - «Казатомпром» - ТОО «Экоэнергомаш» (дочернее предприятие «Казатомпрома» со 100% участием).

С учетом больших территорий, не охваченных централизованным электроснабжением, роста цен на электроэнергию и энергоносители, НАК предусматривает создание в Казахстане новой отрасли экономики – энергетического машиностроения, электротехнической промышленности, направленной на выпуск инновационной продукции – ветровых турбин, электрогенераторов, силового и вспомогательного электрооборудования комплексных энергетических систем широкого диапазона мощностей. Группой предприятий ТОО « Astana Solar» будет освоено производство фотопреобразователей для систем электроснабжения автономных потребителей и выработки электроэнергии для местных и центральной энергетических систем.

У «Казатомпрома» есть все возможности стать первым крупным игроком на инновационном рынке возобновляемой энергетики, подтвердить статус инновационной компании. Это обеспечит загрузку собственных предприятий, создаст новые рабочие места в научной, инженерной и производственной сферах, обеспечит снижение стоимости комплектующих компонентов энергоисточников за счет продукции смежных отраслей Казахстана.

МАЛАЯ, СРЕДНЯЯ, БОЛЬШАЯ

Перспективными для страны представляются три направления развития ветроэнергетики - автономные ветроэнергетические комплексы малой и средней мощности для питания рассредоточенной нагрузки на территориях с низкой плотностью населения и энергетические комплексы большой мощности для централизованного использования в синхронизированных энергосистемах.

Сейчас современный рынок ветровой и солнечной энергии в Казахстане отсутствует, его только предстоит создать. При этом объем использования комплексных энергетических систем малой мощности оценивается в 5 млн. кВт и составляет реальную базу для развития собственного энергомашиностроения, использования продукции своей металлургической промышленности, снимает проблему строительства дорогого сетевого хозяйства. Рынок для агрегатов средней мощности находится на новых осваиваемых территориях, в условиях дефицита энергии у развивающихся потребителей. Особенности новых объектов – отсутствие сетей, лимитов на подключение, дороговизна нефтепродуктов и их доставки - являются движущими силами развития рынка средней ветровой энергетики и создания местных энергетических систем.

Ветроагрегаты 250 – 300 кВт

Ветропарк с турбинами мощностью 1600 кВт в прибрежной зоне

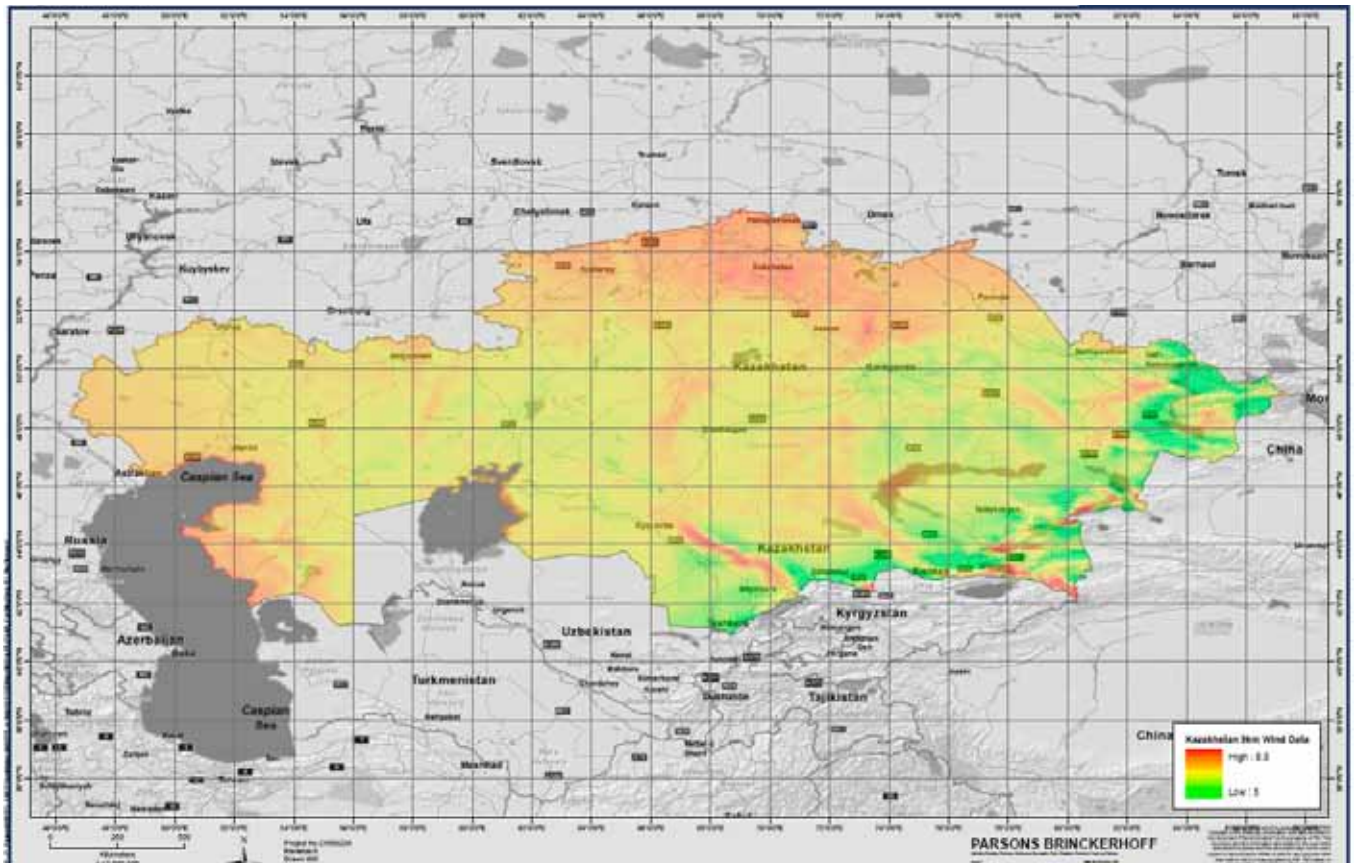
Большая ветроэнергетика – ветроагрегаты мегаваттного класса -1000 – 5000 кВт имеет хороший потенциал в настоящем и будущем в связи с обостряющимся всеобщим дефицитом энергии в централизованных энергосистемах и повышением стоимости энергоносителей. Во всем мире она является быстро развивающейся отраслью. Следует особо отметить, что все страны, развивающие использование возобновляемых источников энергии, сами производят энергетическое оборудование для внутреннего потребления и на экспорт.

ВЕТРА И ТУРБИНЫ

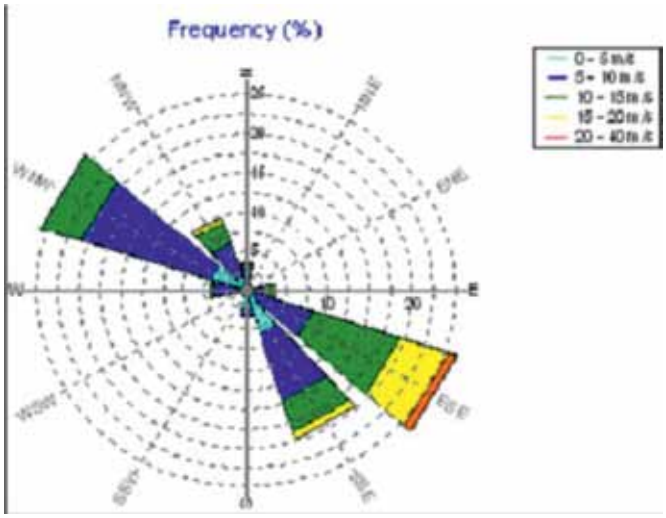
В Казахстане достаточно районов с высокой скоростью ветра, являющихся гигантскими "месторождениями" энергии. Технически возможный для использования энергетический потенциал ветра оценивается в 3 миллиарда кВт-ч в год, что определяет перспективность размещения там ветроагрегатов. Чтобы «взять» такую энергию, ветродвигатель должен обладать высокой чувствительностью и высоким стартовым моментом. В этих целях при конструировании турбин учитывается возможность изменения установки лопастей «на скорость ветра» во время работы или усредняется их профиль, хотя то и другое заведомо снижает качество и производительность ветродвигателя.

Известно, что для достижения номинальной мощности пропеллерных ветроагрегатов ось вращения их ветроколеса должна строго совпадать с направлением ветра, которое, однако, непрерывно меняется. Механизмы установки ветроагрегата не успевают «ловить ветер» (своевременно ориентировать агрегат), и тогда развиваемая мощность существенно уменьшается. Кроме того, пропеллерные установки достигают наивысшей производительности при скорости ветра 12,5-13 м/с. Когда же она больше, системы управления снижают аэродинамическое качество турбины и, соответственно, выходную мощность, слабо или вообще не используя воздушные потоки с высоким энергосодержанием. В малых и средних турбинах ветровые колеса при изменении направления приблизительно устанавливаются на «ветер» флюгерными рулями, а при увеличении скорости выводятся из воздушного потока и останавливаются.

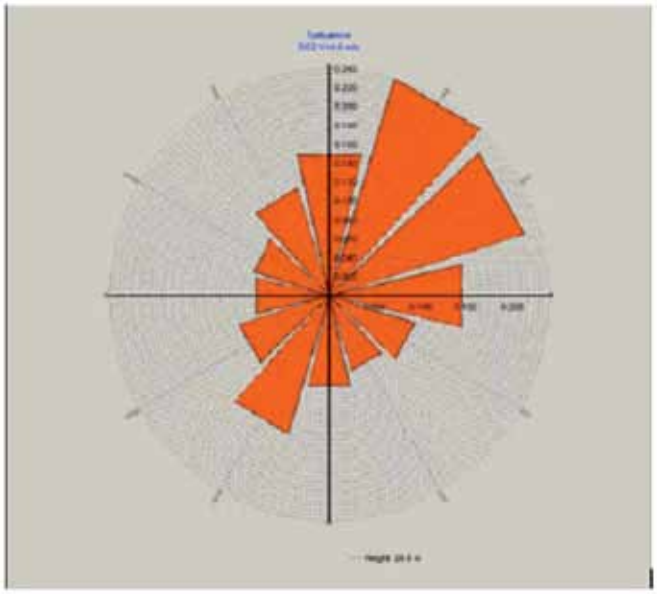
Таким образом, эффективность использования энергии ветра зависит и от такого параметра, как постоянно меняющее-



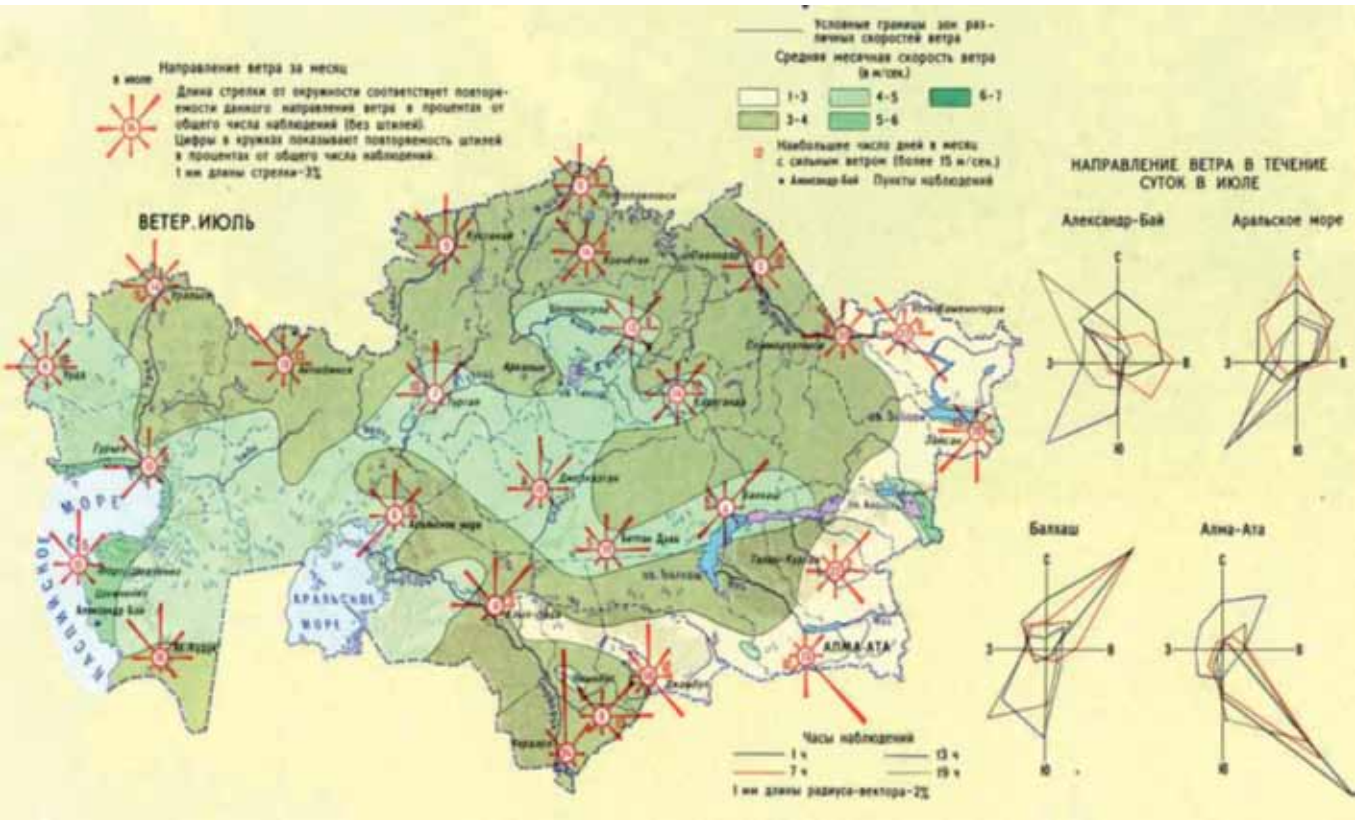
Ветровой атлас Казахстана



а)



б)

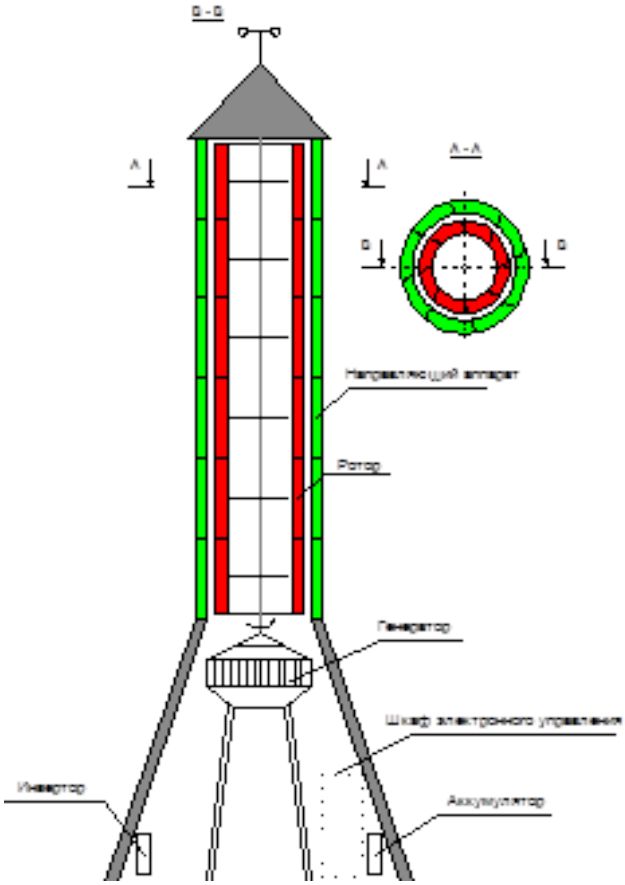


Карта направлений воздушных течений Казахстана

Турбина мощностью 7кВт

Ветроагрегат - 1 кВт

Турбина Дарье,250 кВт



Вертикально осевая «Ветровая роторная турбина ВРТБ»

ся направление. Розы ветров, отражающие скорости и направления, характерные для горных проходов (Джунгарские ворота, Шелекский коридор) и открытых территорий, существенно разнятся.

Характерные направления «розы» ветров для горных проходов (а) и открытых территорий (б)

Карта воздушных течений, показывает, что на всей территории Казахстана ветры характеризуются высокой турбулентностью, частой сменой направлений и скорости. Кроме того, повсеместно наблюдается высокий градиент скорости ветра по высоте над поверхностью земли.

Для эффективного использования энергии таких ветров необходимы особые преобразователи их энергии, так как традиционные пропеллерные в таких условиях работают с низким коэффициентом использования энергии ветра и установленной мощности электрогенератора. Наиболее благоприятной территорией для размещения пропеллерных ВЭС являются побережья океанов и морей, где ветер имеет одно направление с незначительным «блужданием» направления в пределах $\pm 15 \div 25^0$. Здесь коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) ВЭС достигает 16 -22%. Однако, когда ветер имеет двухвекторную или многовекторную розу ветров, типичные для континентальных районов, КИУМ снижается более чем в два раза, до 7-10%.

У крупных пропеллерных ВЭУ ветроустановок возникают значительные проблемы с ремонтом, поскольку замена любой детали на высоте около100 метров является сложным и дорогостоящим мероприятием. В результате до 30% пропеллерных агрегатов в ветропарках аварийно выведены из работы. Агрегаты малой мощности имеют низкий уровень надежности, коэффициент использования установленной мощности малых и средних агрегатов находится на уровне 4,5- 7,0%. В непосредственной близости от крупной ВЭУ уровень шума может превышать 100 дБ. Низкочастотные колебания, передающиеся через почву, вызывают ощутимый дребезг стекол в домах на расстоянии до 60 м от установок мегаваттного класса.

В силу этих и некоторых других причин все больше производителей ветроэнергетического оборудования разрабатывают ветроагрегаты с вертикальной осью вращения. Их принципиальное преимущество в том, что вертикальному агрегату нет необходимости «ловить» ветер, он принимает его с любой стороны с одинаковой эффективностью. В ряде ведущих мировых фирм видят будущее ветроэнергетики именно в «вертикальных» конструкциях ВЭУ. Их создание - на замену пропеллерным агрегатам - приобрело широкий размах и стало на коммерческую основу. Установки с вертикальной осью вращения в большом количестве и разнообразии вариантов разрабатываются во многих странах.

АГРЕГАТ БОЛОТОВА

Из многих типов ветроагрегатов с вертикальной осью вращения ротора в «Казатомпроме» выбран «Ветроэнергетический агрегат Болотова» по патенту Республики Казахстан № 20579 от 01.08. 2007 года. Промышленное название разработки - «Ветровая роторная турбина Болотова» (ВРТБ). Концепция агрегата разработана на основе глубокого изучения ветра как энергоносителя по главным его параметрам – скорости и направлению, а также с учетом непрерывности их изменений во времени, характеризующихся как «пульсации», «порывы» и «шквальность».

Вертикально осевая «Ветровая роторная турбина ВРТБ» имеет совершенную аэродинамику преобразования энергии ветра, высокий стартовый момент, она быстроходна, не нуждается в механизмах слежения за направлением ветра и установки на ветер, может использовать энергию малых и высоких скоростей ветра, порывов и пульсаций, обеспечивает высокий коэффициент использования энергии ветра, особенно при низких значениях его скорости. Агрегат оснащен оригинальным электрогенератором с возможностью одновременного встречного вращения ротора и статора, выработки номинального напряжения при низких скоростях ветра, удобен в монтаже и обслуживании, имеет простую технология изготовления, сборки, балансировки и установки.

Сравнительные энергетические испытания ВЭС различных типов, проведенные на полигоне в Московской области, показали значительное превосходство ВРТБ над пропеллерными ветроагрегатами по выработке электроэнергии. Каждый расчетный киловатт мощности ВРТБ в области малых и средних скоростей ветра производит энергии больше, чем киловатт мощности пропеллерных ВЭС. В области высоких скоростей ветра это превосходство становится еще больше. Важно и то, что ВРТБ - визуально спокойный, экологически чистый и безопасный источник электроэнергии, не имеющий наружных вращающихся

Две КЭС ВРТБ мощностью по 5 кВт, объект «Лесной кордон», г. Астана

Две Комплексных энергетических системы ВРТБ мощностью 10 кВт каждая, «Дворец творчества школьников», г. Астана

частей, шума, раздражающего внимание воздействия, не создающий помех средствам связи.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ

Выполнение программы «Казатомпрома» по освоению возобновляемых энергетических источников сегодня связано с наработкой опыта в изготовлении и практическом использовании принципиально новых, созданных в Казахстане вертикально осевых ветровых роторных турбин ВРТБ и Комплексных энергетических систем (КЭС) разной мощности, выпускаемых в виде опытно-экспериментальных образцов совместно с предприятиями Российской Федерации.

На территории Казахстана и на столичных, и на отдаленных объектах установлено и успешно эксплуатируется более 50 КЭС ВРТБ разной мощности. Большое количество КЭС ВРТБ установлено и эксплуатируется в Российской Федерации.

К началу 2012 года разработаны, изготовлены и введены в эксплуатацию комплексные энергетические системы КЭС ВРТБ модельного ряда 2÷ 5÷10 кВт с коэффициентом аэродинамического и энергетического подобия Каэ = 2,5 ÷ 5. Кроме того, по заказам корпоративных и индивидуальных потребителей изготовлены ВРТБ мощностью от 0,5 до 20 кВт с коэффициентом аэродинамического и энергетического подобия Каэ = 40. Все это позволяет вести разработку и изготовление ВРТБ всего ряда мощностей для малой и средней ветроэнергетики. Переход на изготовление ВРТБ для большой ветроэнергетики будет осуществлен после проведения соответствующих мониторинга и исследований ВРТБ средней мощности, работающих в разных ветровых и климатических условиях и внесения необходимых корректив в схемные и конструктивные решения.

Аэродинамические характеристики ВРТБ позволяют за счет плотного размещения ветроагрегатов эффективно, с высокой отдачей энергии использовать территории «месторождений ветровой энергии», таких как Джунгарские ворота, Састобе, Форт Шевченко, Ерементау, Шелекский коридор и другие, а также территории, принадлежащие питаемому объекту.

Комплексные энергетические системы «ВРТБ» охватывают широкий диапазон единичной мощности ветроэнергетических агрегатов от единиц ватт до мегаватт, не ограничиваемый габаритами и применяемыми материалами для изготовления. По данным независимых компаний, крупнейших научно-производственных организаций и потребителей, КЭС ВРТБ по совокупности технических решений получила признание как лучшее принципиальное и техническое решение использования возобновляемых энергетических ресурсов. На основе многолетнего опыта установлено, что ВРТБ обладают высокой живучестью в экстремальных природных и эксплуатационных условиях.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ВИЭ В КАЗАХСТАНЕ

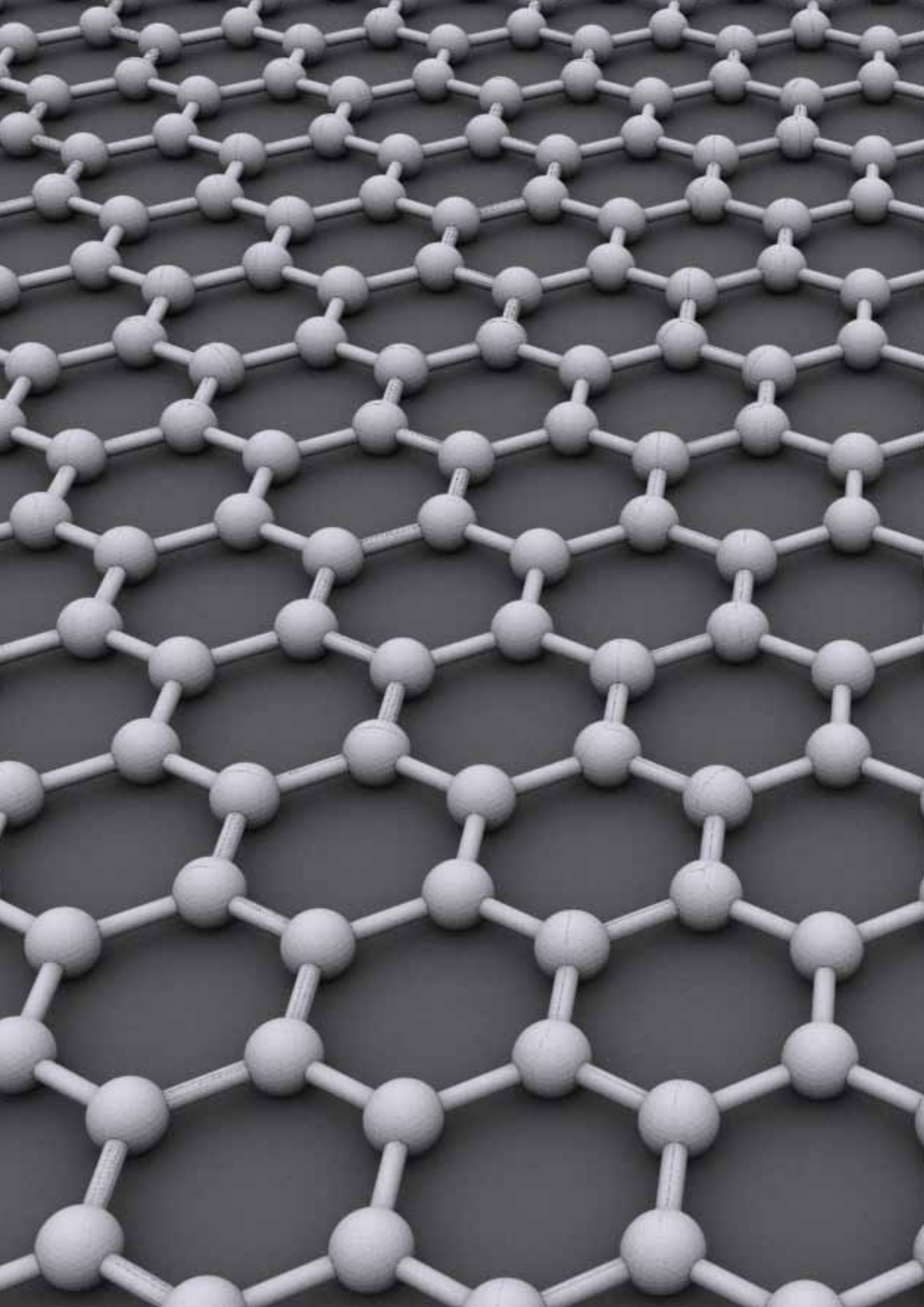
На взгляд специалистов «Казатомпрома», основными потребителями подготавливаемых к выпуску ветроэнергетических установок будут:

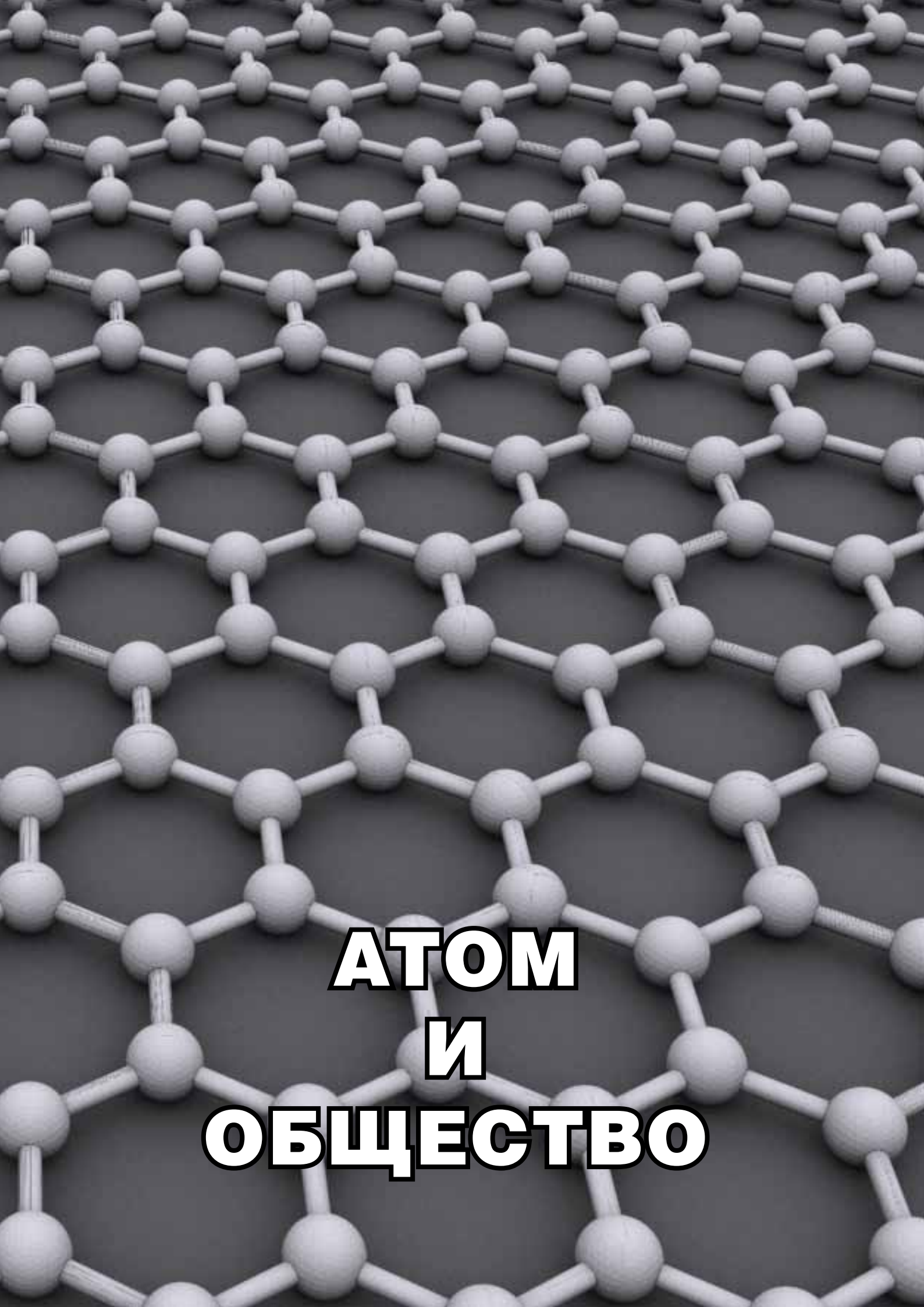
- предприятия бюджетной сферы (сельские школы, интернаты, врачебные пункты, пограничные заставы, службы безопасности движения, посты МЧС, сельскохозяйственные предприятия и др.);
- промышленные предприятия – для обслуживания нефте- и газопроводов, объектов телекоммуникаций;
-юридические лица - предприятия, использующие локальные системы электроснабжения;
- физические лица - автономные потребители электроэнергии;
- местные электрические системы и крупные ветровые парки централизованных энергетических систем.

Карта дислокации КЭС ВРТБ

По экспертным данным, потенциальная потребность в ВРТБ малой и средней мощности по Казахстану составляет для промышленных предприятий, объектов бюджетной сферы, юридических лиц и физических лиц более 1000 МВт. Кроме того, на основании исследований, выполненных институтом «Казсельэнергопроект», а также компанией Energieteam (Германия), определен перечень из 26 перспективных площадок для строительства в Казахстане крупных ВЭС с установкой ветроагрегатов большой мощности.

В заключение еще раз подчеркнем, что технологии производства ветроэнергетических установок развивается быстрыми темпами. Уже сегодня фермы ветровых турбин сопоставимы по мощности с блоками АЭС при существенном меньшем времени постройки и отсутствии дополнительны производств. Использование энергии ветра и Солнца имеет неисчерпаемые экономические и социальные перспективы. Они реализуются в продвижении электроэнергии и цивилизации на территории с низкой плотностью населения, что открывает новые возможности для развития бизнеса и в целом является существенным вкладом в энергетическую безопасность государства.





АТОМ И ОБЩЕСТВО

С ОПЕРЕЖЕНИЕМ

Атомная отрасль – по понятным причинам – находится под пристальным вниманием общества. Оно хотело бы получить от атомщиков гарантии абсолютной безопасности. Но это – и тоже по понятным причинам – невозможно, при том, что в области ядерной, радиационной и экологической безопасности делается больше, чем могла бы потребовать самая строгая общественность, и делается без напоминаний, понуканий, просто как обязательная, плановая, повседневная работа. Она включает много такого, о чем критики отрасли и помыслить не могут, ибо не представляют многообразия и сложности ее проблем.

Чтобы убедиться в опережающем характере работ атомщиков в области безопасности, достаточно заглянуть в сборники материалов традиционных алматинских конференций «Ядерная и радиационная физика», раз в два года проводящихся в Институте ядерной физики Национального ядерного центра Казахстана.

Сегодня мы предлагаем читателям заглянуть в последний сборник.

Безопасность атомной отрасли – это безопасность атомной энергетики, которой в Казахстане, правда, пока нет, но необходимость которой, преодолевая нешуточное сопротивление, неустанно доказывают специалисты Национального ядерного центра. То, что АЭ должна быть безопасной, не подлежит сомнению. То, что ее безопасность в решающей степени зависит от безопасности атомных реакторов, очевидно. Прежде всего, самим атомщикам. Поэтому в ядерной отрасли активно ведутся исследования в области безопасности реакторов. Прежде всего, они активно ведутся в Институте атомной энергии НЯЦ РК в Курчатове. Перечислить все исследования мы не можем, упомянем лишь некоторые.

Исследуется, например, процесс радиационного разогрева реакторных материалов. Знание об этом процессе очень важно для создания новых радиационно-стойких материалов, определения их эксплуатационных пределов и критических параметров. Необходимость в появлении подобных материалов возникла в связи с разработкой современных технологий, которые найдут применение в строительстве значительно более безопасных реакторов нового поколения.

В целом, необходимо подчеркнуть, что реакторное сообщество демонстрирует высокую активность в материаловедческих исследованиях. Изучаются, например, ресурсные характеристики оболочек ТВЭЛов, коррозийная стойкость реакторной стали в агрессивной среде, характеристики облученной нейтронами стали, свойства стали, имплантированной гелием, ионно-имплантированной стали и масса других материаловедческих вопросов. Это общемировая тенденция. В Казахстане здесь на первых ролях - специалисты Института ядерной физики Национального ядерного центра.

В НЯЦ ставятся и изучаются также вопросы общего плана. Скажем, перспективы развития исследований в области реакторного материаловедения в Казахстане. Это неспроста: располагая солидной школой и экспериментальной базой, Казахстан имеет вполне реальные шансы стать одним из мировых лидеров в материаловедческих исследованиях при разработке реакторов нового поколения с высоким уровнем безопасности.

Атомная станция – не только реактор, это сложнейший технический объект. Поэтому серьезное внимание уделяется и другим аспектам безопасности. Например, использованию в ядерной энергетике новейшей электроники и новейшего программного обеспечения; использованию «твердотельных» технологий в дозиметрической аппаратуре АЭС. Не забыты и такие вопросы, как обеспечение пожарных на АЭС (и других радиационно-опасных объектах) специальной радиационно-защитной одеждой. Для нее разрабатываются специальные композиционные текстильные материалы.

Мировой опыт эксплуатации объектов ядерной энергетики показывает, что достоверная и своевременная информация о текущем состоянии оборудования в высшей степени важна и для оптимизации технико-экономических показателей ядерных энергетических установок, и для повышения уровня их надежности. Речь должна идти о настоящей методической базе получения информации. Основы такой системы разработаны в ИЯФ для технического освидетельствования реактора ВВР-К с использованием методов неразрушающего и разрушающего контроля. Что называется, лиха беда начало. Следую-

щий шаг – создание специальной интегрированной системы. С помощью таких систем сегодня должны решаться вопросы безопасности, а сами системы должны строиться с помощью программно-технических комплексов.

Пример подобного комплекса - разработка «Приборного завода «Тензор» из подмосковной Дубны. Он, по замыслу разработчиков, должен удовлетворять следующим требованиям: масштабируемость, надежность, защищенность, интегрируемость. Если эти условия выполнены, комплекс обеспечивает:

• Объединение подсистем охранной, пожарной и аварийной сигнализации;
• Автоматический контроль и управление доступом персонала в охраняемые зоны;
• Взаимодействие с подсистемами телевизионного наблюдения и контроля;
• Контроль состояния систем жизнеобеспечения объекта;
• Предоставление информации о состоянии охраняемого объекта и составляющих его частей в заданные пункты наблюдения и управления;
• Протоколирование текущей активности объекта и системы с целью дальнейшего документирования и анализа.

Прямое отношение к ядерной безопасности имеет радиоэкология. В этой области, затрагивающей жизненные интересы широких слоев населения, специалисты НЯЦ ведут обширные и разнонаправленные исследования, главным образом, на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне и прилегающих территориях. Делается тут очень многое.

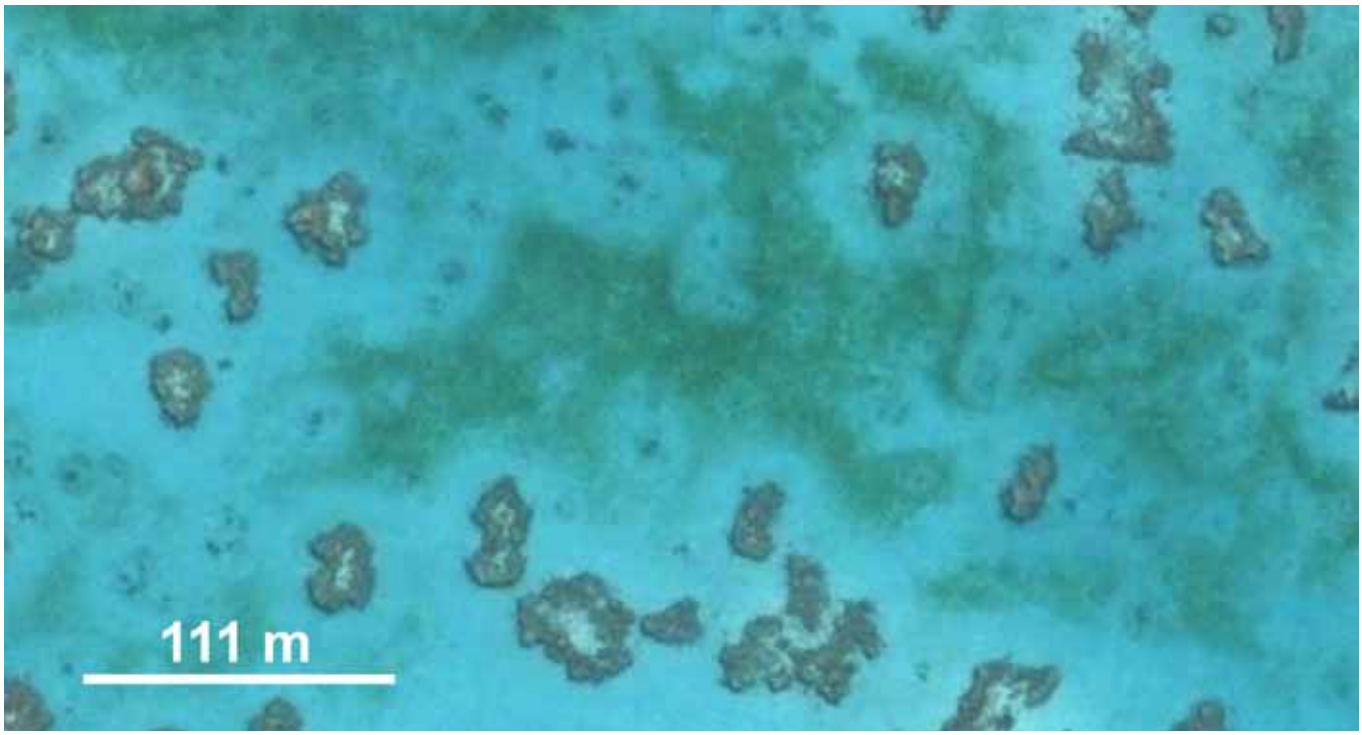
Так, определяются допустимые радиационные параметры самых разных территорий и, в том числе, территорий лугопастбищного земледелия, речных пойм, ленточных боров и прочих. На основании полученных в Институте радиационной безопасности и экологии данных компетентными органами Казахстана обследованные территории классифицируются по степени радиационной опасности.

Изучается перераспределение техногенных радионуклидов в системе «почва - дикорастущие растения» в условиях разных уровней радиоактивного загрязнения на испытательных площадках «Балапан», «Дегелен», «Опытное поле» СИП. Это очень важно, поскольку почвенно-растительный покров является одним из основных звеньев, откуда радиоактивные вещества, загрязняющие биосферу, начинают сложный путь миграции по биологическим цепочкам. Знание этих путей и механизмов необходимо для выработки практических рекомендаций по нейтрализации неблагоприятных последствий радиоактивных загрязнений.

Исследуются генетические последствия радиоактивных загрязнений среды для природных популяций растений и животных Полигона. Это необходимо для оценки проявления генетических дефектов у человека и для обоснованного прогнозирования рисков.

Ведутся молекулярно-биологические исследования популяций животных и растений зоны СИП, постоянно обитающих в условиях хронического воздействия ионизирующего излучения, приводящего, в том числе, к появлению новых адаптационных возможностей организмов. Отдельно изучаются особенности аккумуляции радионуклидов в основных компонентах луговых сообществ, отдельно – в сельскохозяйственных культурах. Аналогичные исследования – применительно к грибам и кустарникам – ведутся в ленточном боре Семипалатинского Прииртышья.

Оценке подземной газификации горных пород в местах проведения подземных ядерных взрывов посвящены специальные исследования на площадке «Балапан». По их результатам специалисты пришли к выводу, что процессы выделения тепла и газификации с образованием пустот будут продолжать-



ся. Это позволило более обоснованно и многосторонне подойти к изучению и оценке безопасности мест давних взрывов.

Понятно, что техногенные радионуклиды накапливаются не только в растениях, но также в организмах животных, например, мышевидных грызунов и рептилий. Не могут избежать этого и сельскохозяйственные животные, а вслед за ними и люди, использующие мясо, молоко, шерсть коров и овец. Для исследования этих процессов Полигон предоставляет совершенно уникальные возможности, поскольку после закрытия его территория стала единственной в мире природной радиобиологической лабораторией по долговременному изучению биоты, подвергающейся хроническому действию радиации. Что ж, ученые с благодарностью используют выпавший им шанс, определяя закономерности самоочищения, самовосстановления природы и изучая адаптацию живых организмов к ионизирующим излучениям. «Естественная лаборатория» Полигона дает еще одну возможность - возможность отслеживать процессы накопления в организмах сельскохозяйственных животных трансурановых элементов. Это необходимо для повышения обоснованности планов передачи части территорий СИП в хозяйственный оборот, поскольку без достоверной картины миграции трансурановых радионуклидов точный прогноз безопасности возврата земель фермерам невозможен.

В связи с этими планами очень актуально исследование радиоэкологического состояния «Западных территорий» СИП площадью 560 квадратных километров, выполненное Институтом радиационной безопасности и экологии НЯЦ в 2009 -2010 годах. Его выводы вполне оптимистичны. Доказано, что обследованные земли могут без ограничений использоваться в сельском хозяйстве.

В ИРБЭ решаются и такие важные задачи, как определение форм накопления радионуклидов в почвах, в донных отложениях речки Чаган, протекающей через Полигон. Почвенные исследования, ведущиеся здесь с 2001 года, злободневны и в связи с добычей угля из месторождения «Каражира». Периодический радиационный контроль показывает, что состояние месторождения укладывается в допустимые нормы.

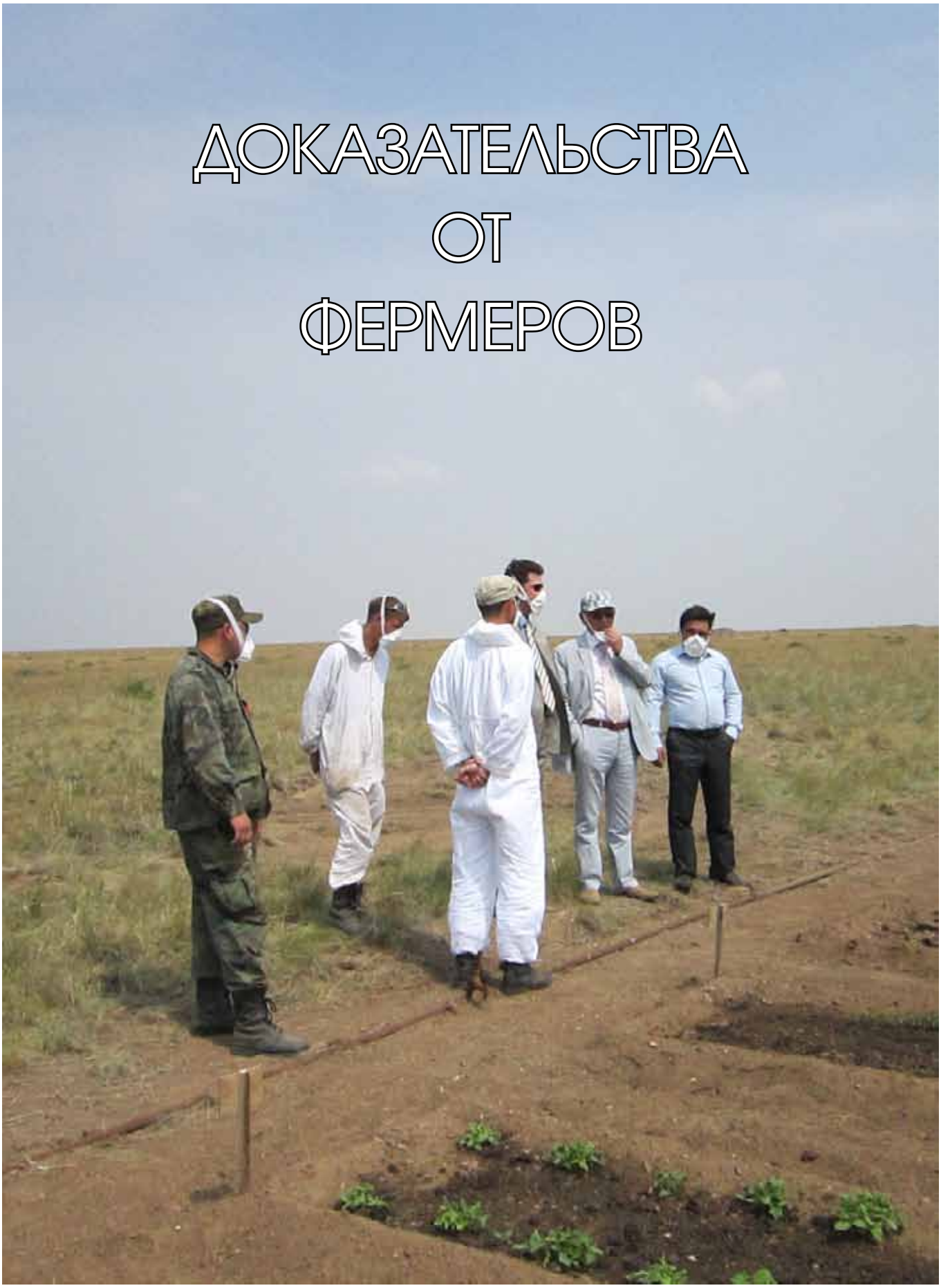
На протяжении ряда лет идут работы по созданию системы радиобиологического мониторинга здоровья населения. Это одно из приоритетных направлений обеспечения радиационной безопасности. Речь о мониторинге в уранодобывающих регионах, во-первых, в регионе бывшего СИП, во-вторых, и в регионах, где находятся другие объекты атомной энергетики и промышленности, в-третьих. Система мониторинга должна не только констатировать наличие или отсутствие радиоактивного загрязнения, но и обладать достаточными прогностическими возможностями для заблаговременного выявления опасных тенденций. На сегодняшний день уже выработаны принципы организации такого мониторинга. По-видимому, развитие системы в ближайшие годы будет наиболее плодотворным на стыке радиобиологии, радиационной эпидемиологии, радиоэкологии и геоинформатики.

Радиоэкологическим рискам в высокой степени подвержено население на территории СИП и прилегающих территориях. Анализ экспериментальной информации позволил выявить распределение дозовых нагрузок на различные категории населения Полигона. Наибольшему воздействию ионизирующих излучений в настоящее время подвергаются пастухи, в то время как на биоту (растительные популяции) радиация действует значительно меньше. Эффекты на низших уровнях биологической организации возможны только на небольших участках Полигона с высокими плотностями радиоактивного загрязнения.

В создаваемую систему мониторинга, по всей видимости, органично войдут и такие методы, как, например, разрабатывающиеся сейчас методики прямого определения как естественных, так и техногенных радионуклидов в теле человека.

Денис Петров

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ОТ ФЕРМЕРОВ



Наш джип пересекает след от первого советского ядерного взрыва 1949 года. Неподалеку – дважды эпицентр, где взорвали и первую атомную, и первую водородную бомбу. Неподалеку и лагерь Института радиационной безопасности и экологии Национального ядерного центра Казахстана - то самое, уже ставшее знаменитым среди специалистов опытное хозяйство. Опытное хозяйство на Опытном поле бывшего Семипалатинского испытательного полигона. Причем, как подчеркивают в ИРБЭ, на самом «грязном» его участке. Если уж уникальный эксперимент – то уникальный эксперимент. По полной, что называется, программе.

Лагерь ИРБЭ чем-то напоминает полевой стан целинников. Собственно, это одно и то же. Только сейчас стан называют фермой. А вот и фермеры. В масках и спецодежде. Один из них, инженер отдела радиологических исследований и восстановления экологии ИРБЭ Тимур Каржаханов ведет на огород.

Огород – это полтора десятка небольших грядок с табличками «Огурцы», «Баклажаны», «Морковь»…Эти грядки, говорит Тимур, начальное звено натурных опытов, идущих уже третий год. Изучается переход радионуклидов из загрязненных почв в сельскохозяйственные культуры и накопление радионуклидов в растениях. Определяется влияние на эти процессы различных факторов. Например, полива (время, объем воды). Или подкормки растений органическими и минеральными удобрениями – по отдельности и в комплексе. Выясняется, имеют ли значение сортовые различия. И так далее. Факторов - много. И вариаций много…

Всего здесь 13 культур из семейств пасленовых, тыкв, злаковых и корнеплодов. А они тут под влиянием радиации не мутируют?- спрашиваю. Все-таки 13 лет атмосферных испытаний, 116 воздушных взрывов… Не вырастут до гигантских размеров, что хоть на выставку вези?

-Хватило бы на анализы! – смеются фермеры. - Почвы бедные, засоленные, вода соленая, постоянный ветер, воздух сухой, горячий… Нет, здешний урожай - не для выставок.

А вот и молоденький садик. Вишни, сливы, яблони высажены только этой весной. Деревца хорошо прижились, говорит Тимур. Посмотрим, что будет к осени, как перенесут зиму.

На зиму лагерь полностью сворачивается. Другой лагерь, на Дегелене, держат круглый год. А здесь зимой работы нет, смысла содержать нет. Зимой сюда не попадешь – дороги заметает.

Вахта фермеров – две недели. «Потом – на курорт, в город Курчатов. Там цивилизация», - смеются.

-Курорт здесь! Воздух чистый, начальство далеко, - в свою очередь, шутит представитель начальства Александр Осинцев, руководитель отдела радиологических исследований и восстановления экологии ИРБЭ. И продолжает уже вполне серьезно: - Грядочки маленькие, а работа большая, с глубоким научным подходом. Не разовый эксперимент. Не просто разок что-то померили и раструбили на весь свет, а в очень серьезных и многообразных экспериментальных условиях. Тимур уже говорил: сорта – разные, удобрения – разные, высадки – самые разные. А если говорить про другие факторы…

Мы не говорим, но понятно, что далеко не все они полезны для здоровья. Переквалифицировавшиеся в фермеры инженеры ИРБЭ имеют за вредность какую-то прибавку к зарплате, но держит их на Опытном поле, главным образом, не это. Они просто не могут выйти из эксперимента – он единственный в мире. Ученый не в силах бросить такую работу, в которую, к тому же вложено столько труда, интеллекта и души.

… Идем на крошечную животноводческую ферму, где содержатся экспериментальное поголовье животных: две лошади, бычок, несколько овечек. Здесь отрабатывается тема «Поступление радионуклидов в организм сельскохозяйственных животных». Ее ведет инженер того же отдела ИРБЭ Жанат Байгазинов, недавно занявший первое место на международной конференции молодых ученых, проходившей в Алматы. Его главный научный интерес связан с процессами перехода трития. Но вообще набор изучаемых на ферме радионуклидов шире, он включает плутоний, америций, цезий, стронций…

- Все животные местные, типичные для нашего региона, - объясняет Жанат. – Условия содержания приближены к натурным. Особенность наших исследований в том, что на сегодняшний момент процессы накопления в организмах животных плутония-239 и 240 и аменриция-241 изучены мало. В мире практически отсутствуют данные о переходе этих радионукли-

дов в продукты животноводства. Учитывая, что земли бывшего СИП будут передаваться в хозяйственный оборот, эти данные необходимы для составления объективной картины.

По условиям содержания и схеме эксперимента животные находятся в загонах, лошади – на привязи в стойлах. Некоторые получают радионуклиды в виде растворов, то есть с водой, другие – с загрязненной растительностью Полигона, третьи – с почвой. Самое главное тут – соблюсти чистоту эксперимента. Канал поступления радионуклидов должен быть один (допустим, только вода), другие должны быть исключены.

Пожелав животным успешно послужить радиоэкологической науке, идем в лагерь. Что ж, здесь комфортно, насколько может быть комфортно посреди голой сухой степи на ядерном испытательном полигоне, пусть и бывшем. В домиках есть электричество (предусмотрен и резервный генератор), вода, включая обязательный душ, работает телевизор, колдует на кухне повар. В случае нештатной ситуации можно воспользоваться готовым к поездке автомобилем. Может ли прилететь и сесть вертолет? Он сядет, Генсека ООН Пан Ги Муна доставили на Опытное поле в вертолете, он приземлился километрах в четырех отсюда. Но вертолет долго запрашивать, так что сами курчатовцы предпочитают трехосные «КамАзы», на которых смонтированы передвижные лаборатории и которые пробиваются через метровый слой снега.

Недалеко от лагеря-фермы виднеется буровая – геологи ведут разведку на воду в надежде найти менее соленую, ибо возить пресную из Курчатова дорого. А в другой стороне трудится радиационная разведка, проводя пешеходную гамма-спектрометрическую съемку участка в сопровождении мобильной лаборатории. На Полигоне идет своя жизнь – неспешная, осмысленная, осмотрительная, аккуратная и ответственная.

…На всем обратном 70-километровом пути до Курчатова Александр Юрьевич Осинцев комментировал увиденное, вновь и вновь возвращаясь к сути и значению единственного в мире эксперимента.

Мы не первооткрыватели, говорил он, подобные работы уже проводились, например, после Чернобыля на Украине и в Белоруссии, но касались они главным образом стронция и цезия. К тому же, оказалось, что их результаты нельзя применить в условиях Казахстана – другие почвы, другая растительность, другие породы животных, другие формы животноводства. Поэтому курчатовцы столкнулись с проблемами в оценке фоновых нагрузок, в первую очередь, на население. При передаче земель в хозяйственное использование мы не можем дать объективную, адекватную оценку, погрешность, при опо-

ре на базу, полученную в других регионах, будет слишком высока. Поэтому, используя уникальные возможности Полигона, три года назад мы начали создавать собственную базу. Поначалу эксперименты были, конечно, более скромными, но, тем не менее, подтвердили, что наши результаты – коэффициенты перехода радионуклидов – сильно отличаются от мировых значений. Чтобы получить более полную картину, понадобилось расширить эксперименты.

Столкнулись мы и с другой проблемой, продолжил Осинцев. Оказалось, что по некоторым радионуклидам данных почти нет. В официальных справочниках МАГАТЭ значатся десятки и сотни экспериментов по цезию и стронцию, но исследований по америцию и плутонию – единицы. Нет статистики, вариабельность очень высокая и, соответственно, оценка «плывет»: то ли «грязно», то ли даже «очень грязно», а то ли, наоборот, «не очень». Чтобы получить недостающие результаты, исследовалась вся пищевая цепочка: из почвы - в растения; если в дальнейшем имеется в виду продукция животноводства, то в те растения, которые поедают сельскохозяйственные животные, а далее – из растений в организмы животных. Цепочка тянется до конечного продукта, который потребляет человек. Как только доходит до этого продукта, то, зная содержание в нем радионуклидов, можно производить оценку дозовых нагрузок.

Вот, вкратце, смысл тех работ, которые проводятся в опытном хозяйстве на Опытном поле, заключил Осинцев. Все получаемые там данные позволят выработать рекомендации, как можно снизить поступление радионуклидов в конечный продукт в условиях казахстанской степи. Это, в основном, агротехнические рекомендации, подобные тем, что разрабатывались и до сих пор применяются в Белоруссии и на Украине. Например, внесение калийных удобрений может уменьшить коэффициент перехода таких радионуклидов, как цезий, в растительность и, по пищевой цепочке, - в организм человека, потому что калий является природным аналогом цезия. Таких удобрений достаточно много. В том числе тех, что снижают коэффициента перехода плутония и америция.

В последний год в ИРБЭ активизировались исследования трития, которые раньше игнорировались, - по словам Осинцева, в связи с ошибочными представлениями о его «низкой радиоопасности». Сегодня выяснилось, что тритий очень мутагенен, так как в виде воды попадает в клетки и разрушает их изнутри. Сейчас рекомендации по этому радионуклиду резко ужесточены, его изучение признано совершенно необходимым. В ИРБЭ ведутся натурные эксперименты, причем, не только в животноводстве, но и в птицеводстве – большой и весомой отрасли. По ней данных в мировой науке практически нет, а специфика перехода трития такова, что полученные где-то – скажем, в Казахстане - результаты можно будет использовать повсеместно.

Есть информация о том, что на базе фермерского хозяйства НЯЦ возможно создание исследовательского центра, вокруг которого сложатся международные коллаборации ученых. И это будет справедливо. Это будет, скажем так, признанием заслуг перед радиоэкологической наукой жителей граничащего с Полигоном села Саржал, которые, по словам директора ИРБЭ Сергея Лукашенко, во многом стимулировали ведущиеся в опытном хозяйстве исследования. Саржальцы, в какой-то мере пострадавшие от ядерных испытаний и наслышавшиеся разного о своих перспективах, не захотели дальше существовать в неопределенности и страхе и заявили, что желают знать правду, даже если она окажется неприятной. Иными словами, они решили жить по науке и попросили ученых определить, какие овощи они могут без опаски есть и, что еще важнее, могут ли пить здешний кумыс. К их радости, ученые, проведя свои эксперименты, сказали, что кумыс совершенно безопасен, что в помидоры и перцы не переходят ни плутоний, ни цезий, ни стронций… В благодарность за эту информацию селяне избрали директора ИРБЭ Лукашенко «человеком года Саржала» и вручили ему соответствующий диплом, которым Сергей Николаевич, по его словам, гордится как самой почетной наградой.

Что ж, саржальцы усвоили, что жизнь предков навсегда перечеркнул атомный след, но новая жизнь тоже может быть обыкновенной человеческой жизнью. Что от опасностей, неведомым предкам, вполне можно защититься. Чем грамотнее фермер, чем грамотнее его поведение, чем осмысленнее действия, тем меньше неприятностей ему грозит. В пределе опасность полностью снимается. Для грамотного и обученного человека пребывание на землях Полигона не несет в себе никаких угроз.

Евгений Денисов

РАДИОЭКОЛОГИЯ «ТОНКИХ МОМЕНТОВ»

Директор Института радиационной безопасности и экологии Национального ядерного центра Казахстана С.Н. Лукашенко входит в экспертную группу МАГАТЭ. Таких групп в Агентстве образовано три. В них приглашают специалистов разных стран, руководствуясь внутренними критериями организации. Их задача – обеспечить «собственный контроль», взглянуть на деятельность чиновников и аппарата МАГАТЭ «свежим взглядом», «взглядом со стороны».

- Группа, в которой я работаю в Вене, - рассказывает Сергей Николаевич, - точно называется SAGNA – Standing Advisory Group on Nuclear Application. Важнее всего в этом названии два последних слова - Nuclear Application, то есть «ядерное применение». Группа создана Департаментом МАГАТЭ, занимающимся вопросами ядерной безопасности, конкретно, вопросами нераспространения, «проблемными» странами, например, Ираном, а также «применением», к которому относится все, что не входит в два первых пакета: изотопы, производство радиофармпрепаратов, радиационная экология, применение радиационных технологий в сельском хозяйстве, в медицине и прочее, прочее, прочее.

В группе от 15 до 20 человек. За шесть лет, пока я работаю, ее состав полностью обновился. Раз в год эксперты собираются на заседание. Сотрудники МАГАТЭ докладывают им, что сделано за год по их направлению, что запланировано на будущее и т.д. Статус экспертов очень высок, они вправе запросить любую информацию. Они заслушивают и оценивают доклады и по результатам обсуждения выдают рекомендации генеральному директору МАГАТЭ. Анализируя различную информацию, сопоставляя различные мнения, тот определяет, в правильном ли направлении идет организация.

У сотрудников Агентства, а их порядка 2,5 тысячи человек, есть, разумеется, собственное представление о маршруте. И все же на выбор пути в значительной степени влияет активная позиция стран-участниц. Ведь МАГАТЭ, по сути, является именно той организацией, которая обязана отвечать на их запросы. И тут обычно возникает дилемма. Должно ли Агентство слепо выполнять их требования или в каких-то областях должно проявлять инициативу? Это тонкий вопрос. С одной стороны, необходимо соответствовать запросам, с другой - работать на опережение. Моя личная позиция - МАГАТЭ должно проявлять инициативу. Но вопрос, повторяю, тонкий и поэтому должен решаться по-своему в каждом конкретном случае. Например, сейчас наметилась напряженность вокруг

радиационной медицины. Это направление давно известно как базовое и очень важное, оно хорошо развивается во многих странах, в том числе и в Казахстане – при весомой поддержке МАГАТЭ.

Из-за чего же возникла напряженность? Если в случае промышленных источников ионизирующего излучения нормы безопасности при их использовании разработаны достаточно подробно, то в медицине вы можете получить огромные дозы. Это оправдывается тем, что лечебный эффект все равно больше, чем побочный, чем причиненный пациенту вред. Понятно, что когда вы подвергаетесь лучевой терапии, на которую реагирует не только опухоль, но и весь организм, то всегда стоит вопрос о соотношении вреда и пользы. Однако он возникает и в случаях стандартных рентгенодиагностических процедур. Именно их вклад в суммарную дозу максимален. По расчетам, все добавочное облучение населения России, полученное вследствие аварии в Чернобыле, составляет около одного (!) процента суммарной годовой дозы от рентгеновских процедур. Это совершенно несравнимые величины.

Поэтому одно из актуальных направлений МАГАТЭ, поддержанных экспертами, - контроль рентгеновских аппаратов. Хочу еще раз подчеркнуть, что здесь отсутствие контроля опаснее, чем, скажем, в лучевой терапии. Ее все-таки опасаются, и это страхует человека от получения лишней дозы. А вот рентгеновский аппарат - вещь привычная, знакомая с детства, имеющаяся во всех поликлиниках. Стоматолог или протезист то и дело посылают пациентов на снимок. Их коллеги по цеху, хирурги поступают так же. Ну и чего тут, казалось бы, такого уж страшного? А между тем, рентгеновский аппарат – точно такой же источник ионизирующего излучения, ничуть не менее опасный, чем изотопный. Но в частных медицинских центрах, вообще в коммерческой медицине на это закрывают глаза. Инстинкт самосохранения у населения притупляется. У кого в результате такого массированного воздействия возникнет лучевая болезнь, мы, конечно, не знаем, Зато точно знаем, что риск раковых заболеваний повышается, и у кого-то вероятность сработает. Статистически у двух-трех человек проявятся симптомы того, чего могло бы и не быть.

Поэтому вся наша работа – и в НЯЦ, и в ИРБЭ направлена на выявление «тонких» моментов, их осмысление и, по возможности, приведение ситуации в порядок. Нигде в Казахстане ситуация не является критической настолько, что нужно поскорее бежать подальше. Однако в Казахстане исторически

развились те отрасли и области деятельности, которые приводят к повышению радиоактивности во всей среде обитания человека. Добыча нефти, угля, урана – именно такие отрасли. Каждая добытая тонна нефти увеличивает радиоактивность естественного типа. И эта проблема будет существовать до тех пор, пока существует нефтедобыча.

Значит, нужно последовательно, планомерно, упорно работать в разных направлениях. Сегодня мы имеем мощный кулак ученых самых разных специальностей, способных решать задачи самого разного уровня сложности. Ситуация на Полигоне известна, как минимум, на поверхности, она под контролем. Даже на Опытном поле загрязнение не повсеместно, а локально. Некоторые объекты на Полигоне, по-видимому, никогда не будут ликвидированы, поскольку в этом нет никакой экономической целесообразности. Гораздо актуальнее другая задача: привести границы Полигона в соответствие с его текущим радиоэкологическим статусом.

Повторю: особое внимание необходимо сегодня обратить на медицину, потому что она дает максимальный вклад в коллективную суммарную дозу, а у врачей-рентгенологов (даже у них!) иной стиль мышления, иной подход к проблеме – они врачи по базовому менталитету, и этим все сказано. Недаром в МАГАТЭ это направление выдвигается в число основных направлений «ядерного применения», требующих постоянного и строгого контроля. Наша группа только на моей памяти уже 6 раз обсуждала эту проблему и выносила резолюции типа «усилить».

Как правило, свои рекомендации эксперты дают в предельно вежливой форме, однако группа, что называется, держит руку на пульсе и отмечает не только недостатки, но и успехи – это не менее важно. В этом году мы записали в рекомендациях, что, к сожалению, в МАГАТЭ довольно существенно снижен уровень и объем работ в области радиоэкологии наземных систем. Как поставлена работа в странах-участницах, мы не рассматриваем, ибо, напомню, перед нами отчитываются лишь чиновники и специалисты Агентства, которое – в такой вот форме – само себя контролирует .

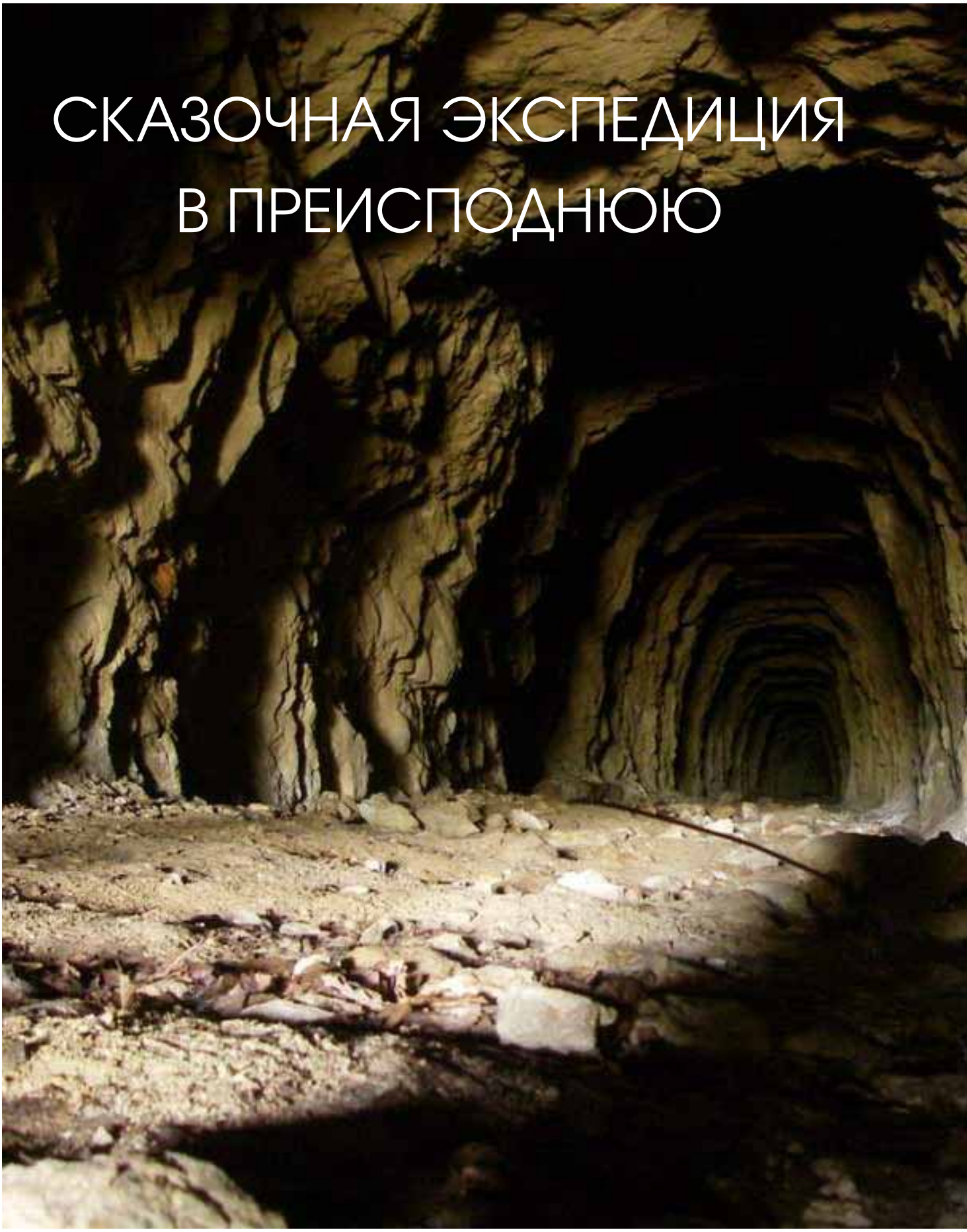
Поскольку МАГАТЭ – добровольная организация, то ее рекомендации, казалось бы, не обязательны для тех стран, которые в нее не входят. На деле рекомендации этой организации ООН в области безопасности продвижения ядерных технологий имеют силу закона, ибо мировое сообщество возложило на нее функции контроля в очень чувствительной сфере. Под контроль МАГАТЭ попадает все, связанное с ионизирующими излучениями.

Сейчас Казахстан в Агентстве у всех на устах в связи с банком ядерного топлива. И, разумеется на устах Фукусима. После прошлогодней аварии в Японии наблюдается всплеск внимания к ядерной энергетике. О сворачивании атомных программ речи нет. В Японии постепенно запускают остановленные на обследование и доработку энергоблоки.

События, происходящие в мире вокруг атомной промышленности и энергетики, подводят к нескольким мыслям. Во-первых, за 20 лет существования НЯЦ в Казахстане сделано действительно очень много. То, что мы видим сейчас, и то, что было два десятилетия назад – это небо и земля. В радиоэкологии прогресс особенно заметен, потому что начинали с нуля. Это направление вообще было развито слабо. Проблемы естественной радиоактивности начали осознавать только в 70-80-е годы. Взрывы, атомные станции, ионизирующие источники – это было понятно. А вот то, что на урановых и нефтяных месторождениях при работах происходит опасное перераспределение естественной радиоактивности, в расчет не принималось.

Для Казахстана радиоэкология всегда будет наукой номер один. По одной простой причине: мы природно живем на уране. Быть первыми по добыче, вторыми по запасам и не не иметь проблем с естественной радиоактивностью – невозможно. Земля у нас такая, но это не трагедия, а особенность нашего существования. Ее нужно очень четко осознавать, очень четко оценивать и принимать соответствующие меры. Естественная радиоактивность должна быть важным учитываемым фактором при принятии любых решений. Не надо строить город там, где урановые руды выходят на поверхность, надо обойти это место, только и всего, и не возникнет никаких проблем.

СКАЗОЧНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ В ПРЕИСПОДНЮЮ



О путешествиях в котловые полости подземных ядерных взрывов в № 8 нашего журнала рассказал Анатолий Михайлович Матущенко. Сегодня мы предоставляем слово еще одному участнику команды бесстрашных «атомных сталкеров» - бывшему начальнику Службы радиационной безопасности Полигона, первому директору ИРБЭ Самату Габдрасиловичу СМАГУЛОВУ.

…Инициатором похода в штольню 190 был Владимир Петрович Солодухин. Но обо всем по порядку.

…В марте 1995 года делегация Национального ядерного центра Казахстана была с визитом на Невадском полигоне (США). Его директор доктор Дон Лингер после окончания визита пригласил нас на ужин, на котором присутствовали и американцы, в том числе заместитель директора «Невады» Ларри Габриэл. В непринужденной обстановке зашел разговор о Семипалатинском полигоне, и Шамиль Тухватуллин сказал ему про меня, что, мол, «Самат тоже участвовал во вскрытиях объектов после испытаний и даже был в котловых полостях ядерных взрывов». Владимир Петрович это замечание Шамиля крепко запомнил и по дороге домой долго расспрашивал меня о моих впечатления об эпицентре взрыва. Устав отвечать на вопросы, я сказал ему: «Вот сходи сам и посмотри».

По приезду в Курчатов, с головой уйдя в неотложные проблемы, я забыл об этом разговоре, а Владимир Петрович не забыл. Через некоторое время о позвонил и спросил: «А не смог бы ты нас с Кайратом Кадыржановым сводить в штольню 190 ?» Я ответил, что смог бы, но не сейчас, а чуть попозже. Так прошел 1995 год. Весной 1996 года Владимир Петрович снова позвонил: Самат, время идет, а верблюд и ныне там, когда же в 190-ю? В начале лета, пообещал я.

В 1996 году началась работа в рамках Соглашения между США и Казахстаном Казахстан по демилитаризации Семипалатинского полигона, и началась она с закрытия штолен, подготовленных к испытаниям. Первой была закрыта штольня 192. На ее закрытии присутствовал: министр науки и новых технологий В.С. Школьник, посол США в Республике Казахстан Элизабет Джонс, министр экологии и биоресурсов Баев В.

Такая же участь ожидала и штольню 190, поэтому с походом нужно было торопиться. Начальник лаборатории Института РБЭ Владимир Ульянкин провел подготовительные работы. Поход в котловую полость я приурочил к назначенному на начало июня заседанию дирекции НЯЦ РК, на которое должны были приехать все представители подразделений центра, о чем и сообщил Владимиру Солодухину.

На следующий после заседания день мы с утра пораньше поехали на площадку Дегелен. По дороге я рассказал свежеиспеченным сталкерам, что в котловую полость штольни 190 – самой известной по числу походов - водили и начальника одного из армейских подразделений генерала В.И Герасимова, и ведущий популярной когда-то питерской телепрограммы «600секунд» Александра Невзорова, который уговорил заместителя начальника полигона генерала Ф.Ф Сафонова пустить его в штольню. Невзорова с командой я провез на электрокаре до гермолаза.

…Испытание в штольне 190 было проведено15 апре-

Горный массив Дегелен, штольня 192.
У портала штольни: Смагулов С.Г, посол США в Казахстане Элизабет Джонс США), Щербина А.Н. (РФЯЦ, г.Снежинск), министр экологии и биоресурсов Республики Казахстан Баев В.

ля 1984года. Было испытано 2 заряда. Основной целью испытания первого было изучение механического воздействия ядерного взрыва на заглубленные правительственные сооружения. Второй заряд был новейшей разработкой.

При первом вскрытии штольни 190 визуально обследовались заглубленные сооружения и оценивалось воздействие поражающих факторов ядерного взрыва. В этом обследовании участвовали сотрудники сейсмо-механического отдела, руководимого Р.С. Блиновым - И. Бригадин и И. Московских, а также представители разработчика этих сооружений.

Представителей разработчиков оружия интересовали данные о срабатывании второго заряда, поэтому было обследовано и другое направление штольни, после чего решили составить экспедицию и обследовать воздушные промежутки за вторым участком забивки на предмет проброса радиоактивных продуктов взрыва, в общем, провести полное изучение последствий. Экспедицию возглавил Блиновым со своими сотрудникам, от Службы радиационной безопасности полигона в нее вошли автор этих строк и Юра Федотов, любимый ученик Рудольфа Блинова. Во время этой – первой - экспедиции мы дошли до котловой полости и провели обследование.

…Экспедиция, в которую мы отправились в июне 1996 года, была то ли третьей, то ли четвертой по счету. Подъехав к порталу штольни, где нас ждал Владимир Ульянкин с горноспасателями, мы переоделись. Я провел инструктаж по общей безопасности, а Геннадий Ларин - по горной. Войдя в горную выработку, дошли до гермолаза, пролезли через него и по щебеночному навалу спустились вниз. Тут перед нами открылись две расщелины. Кайрату Кадыржанову и Володе Солодухину я сказал, что должен проверить, не схлопнулась ли расщелина, а им надо подождать меня здесь и ничего не предпринимать. Потом я пролез в левую расщелину, прополз

Горный массив Дегелен, штольня 192.
Справа налево: А.Н.Щербина, В.Г.Смирнов, В.И. Шерин, Т.М. Жантикин.

до дыры, удостоверился, что вход в полость открыт и вернулся к поджидавшим меня спутникам.

Проведя очередной инструктаж и объяснив порядок движения - первым иду я, затем Кайрат, затем Володя, замыкает горноспасатель Гена Ларин - я снова втиснулся в расщелину. Здесь из-за комплекции очень неуютно пришлось Кайрату. Да и сам я отнюдь не чувствовал себя комфортно - в который раз полз этой подземной тропой, и все равно как впервые, да еще переживал за тех, кто шел за мной… Но вот, наконец, и котловая полость. Вскоре показался Кайрат, я его подстраховал. Володя Солодухин выбрался сам и получил от меня замечание - надо было дождаться команды. А вот и Гена Ларин… Мы все поднялись наверх столба обрушения, где зо время предыдущих экспедиций соорудили специальное кресло из камней. Наверху навала сели передохнуть, я показывал и рассказывал - где, что, зачем и почему…

Должен сказать, что в этой полости я всегда испытывал какое-то внутреннее волнение, и мне всегда казалось, что упускаю нечто очень важное. Поэтому, внимательно осмотревшись, наказал своим товарищам внимательно смотреть по сторонам и стараться запомнить побольше деталей, а сам спустился вниз, чтобы на этот раз все-таки добраться до линзы расплава. Вот нога ступила на что-то твердое, прочное, не осыпающееся – это и была она, линза. Отбив кусочек расплава, я вновь поднялся вверх, взяв по пути еще две пробы. Сказал товарищам: пора назад, снова провел инструктаж, определил порядок выхода: сначала идет Гена Ларин, затем - Кайрат, Володя, я - последний. Так и пошли…

На портале штольни переоделись, выпили по сто грамм «полигонных», и я поздравил товарищей - они стали первыми сталкерами Национального ядерного центра. Затем попросил их рассказать о впечатлениях. Кайрат Кадыржанов сказал: они ни с чем не сравнимы. Это было путешествие в сказку и, одновременно, - экспедиция в преисподнюю.

РАДИОБИОЛОГИЯ НА УСКОРИТЕЛЯХ ДУБНЫ

Королёв С.П.

Радиобиологические исследования ведутся в Объединенном институте ядерных исследований со времени его образования, то есть уже больше 50 лет. Они были инициированы такими выдающимися деятелями науки, как Н.М. Сисакян, В.В. Парин, А.В. Лебединский, О.Г. Газенко. В те годы, годы после запуска первого искусственного спутника Земли, возникла необходимость в изучении биологического действия протонов высоких энергий, которые, как было установлено, присутствуют в космическом пространстве. Академик С.П. Королев, планируя первые пилотируемые космические полеты, нуждался в достоверных научных данных относительно опасности для организма космонавтов действия этого вида заряженных частиц. Дубна и ОИЯИ были тогда уникальным и, не исключено, вообще единственным местом, где можно было проводить подобные исследования, поскольку первый ускоритель Дубны позволял получать пучки протонов с энергией до 660 МэВ. Протоны таких энергий наиболее широко представлены в открытом Космосе.

Оценка биологической эффективности этих частиц была получена в цикле великолепных работ, осуществленных специалистами ряда исследовательских институтов СССР, и прежде всего, Института медико-биологических проблем МЗ СССР. Эти эксперименты стали классическими. Специалисты различных космических агентств мира, в том числе NASA, по сей день обращаются к их результатам. Однако в этих экспериментах были получены лишь коэффициенты биологической эффективности протонов различных энергий, а каковы механизмы, лежащие в основе различий биологического действия протонов и ионизирующих излучений электромагнитной природы, не было выяснено.

Позднее, после организации непосредственно в ОИЯИ подразделения биологического профиля была предпринята попытка решения этой фундаментальной проблемы радиобиологии – «проблемы ОБЭ», то есть относительной биологической эффективности ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками. Она формулируется следующим образом: почему разные виды ионизирующих излучений при действии в одинаковых дозах инициируют разные биологические эффекты? Так, например, почему число хромосомных поломок в живых клетках под действием гамма-квантов и нейтронов в одинаковой дозе различается в пять и более раз? Ответить на этот вопрос во многих лабораториях мира пытались с позиций учета энерговыделения излучений определённым микрообъемам, сопоставимым с размерами генетических структур. Одна и та же единица дозы от рентгеновского излучения, от гамма-квантов и от заряженных частиц совершенно различно распределяется в каком-то элементарном объеме, и это, безусловно, отражается на тех радиационно-индуцированных эффектах, за которыми ведется наблюдение.

В ходе радиобиологических экспериментов в ОИЯИ удалось показать, что решающая роль здесь принадлежит специфическим повреждениям ДНК, где записана вся генетическая информация. При облучении гамма-квантами образуются так называемые «одиночные» повреждения ДНК - однонитевые или двунитевые разрывы во фрагменте ДНК, модифицированные основания, которые являются буквами, ответственными за ту или иную наследственную информацию, записанную в конкретных генах, сшивки ДНК-ДНК, ДНК-белок. При действии же тяжелых заряженных частиц возникают «кластерные повреждения», когда одновременно повреждается много различных фрагментов ДНК. Такие грубые деструктивные изменения структуры ДНК исправляются клеткой с большим трудом. Поэтому, как было установлено в ЛРБ, различия в биологической эффективности разных типов ионизирующих излучений определяются двумя факторами различной природы: с одной стороны – физическим, влияющим на характер выделения энергии излучений в генетических структурах, с другой стороны – биологическим – восстановительными процессами генетических структур.

Для обнаружения в клетках различных повреждений ДНК и оценки кинетики их восстановления в Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ был разработан ряд эффективных методов: метод ДНК-комет, определяющий выход различных типов повреждений ДНК в индивидуальных клетках, другие методы, которые позволяют в ядрах живых клеток выявлять первичные повреждения ДНК. Радиационные эффекты, наблюдаемые в живых клетках при действии разных типов излучений, изучаются в Лаборатории не только на молекулярном уровне, но и на уровне отдельных хромосом. Эти исследования особенно важны, поскольку повреждения хромосом связаны с развитием раковых заболеваний и мутациями. Особенно опасны так называемые стабильные хромосомные аберрации, когда происходит обмен генетической информацией различных хромосом. Морфология хромосом при этом не изменяется, а вот генетическая информация полностью искажается, словно в книгу вставили часть страниц из другой книги. Сегодня специалисты связывают развитие многих раковых заболеваний именно с формированием стабильных хромосомных аберраций. Наблюдать их в живых клетках чрезвычайно сложно, но в ЛРБ научились это делать с помощью различных экспериментальных методов.

Используемые подходы позволяют определять не только количество хромосомных нарушений, но и структуру компактизированных хромосом, которые находятся в неделящихся клетках. Эта работа была выполнена совместно с коллегами из Германии при облучении клеток крови человека протонами с энергией 1 ГэВ.

Те типы ионизирующих излучений, которые доступны исследователям в ОИЯИ, позволяют анализировать фундаментальные процессы, протекающие в живых клетках, и, прежде всего, индукцию различных типов мутаций. Мутации, как известно, это наследственные изменения в генетическом материале, передающиеся из поколения в поколение. Как правило, они носят вредный характер, и это очень опасно. Мы различаем так называемые генные мутации, когда нарушаются основания в триплетном коде, изменяется их смысловая нагрузка, и структурные мутации, когда повреждается целостность хромосомы. Мы можем оценить выходы этих повреждений, используя различные типы ионизирующих излучений. За всеми этими зависимостями стоит сложная молекулярная цепь событий, которые можно анализировать и оценивать. Прежде всего, это касается процессов репарации, направленных на восстановление нарушенных генетических структур.

По результатам экспериментов в ЛРБ были расшифрованы генетические механизмы и последовательность событий, порождаемых первичными актами передачи энергии в

генах, вплоть до конечного события – возникновения мутаций, и впервые описать вероятность их появления в живых клетках в строгих математических терминах. Нам удалось показать, что разные типы мутаций индуцируются различными участками треков тяжёлых заряженных частиц, которые взаимодействуют с генетическими структурами; что генные мутации индуцируются областью дельта-электронов, а сердцевина трека ответственна за летальные эффекты в клетках.

Таков краткий перечень тех фундаментальных задач радиобиологии, которые возможно решать на базовых ускорителях ОИЯИ.

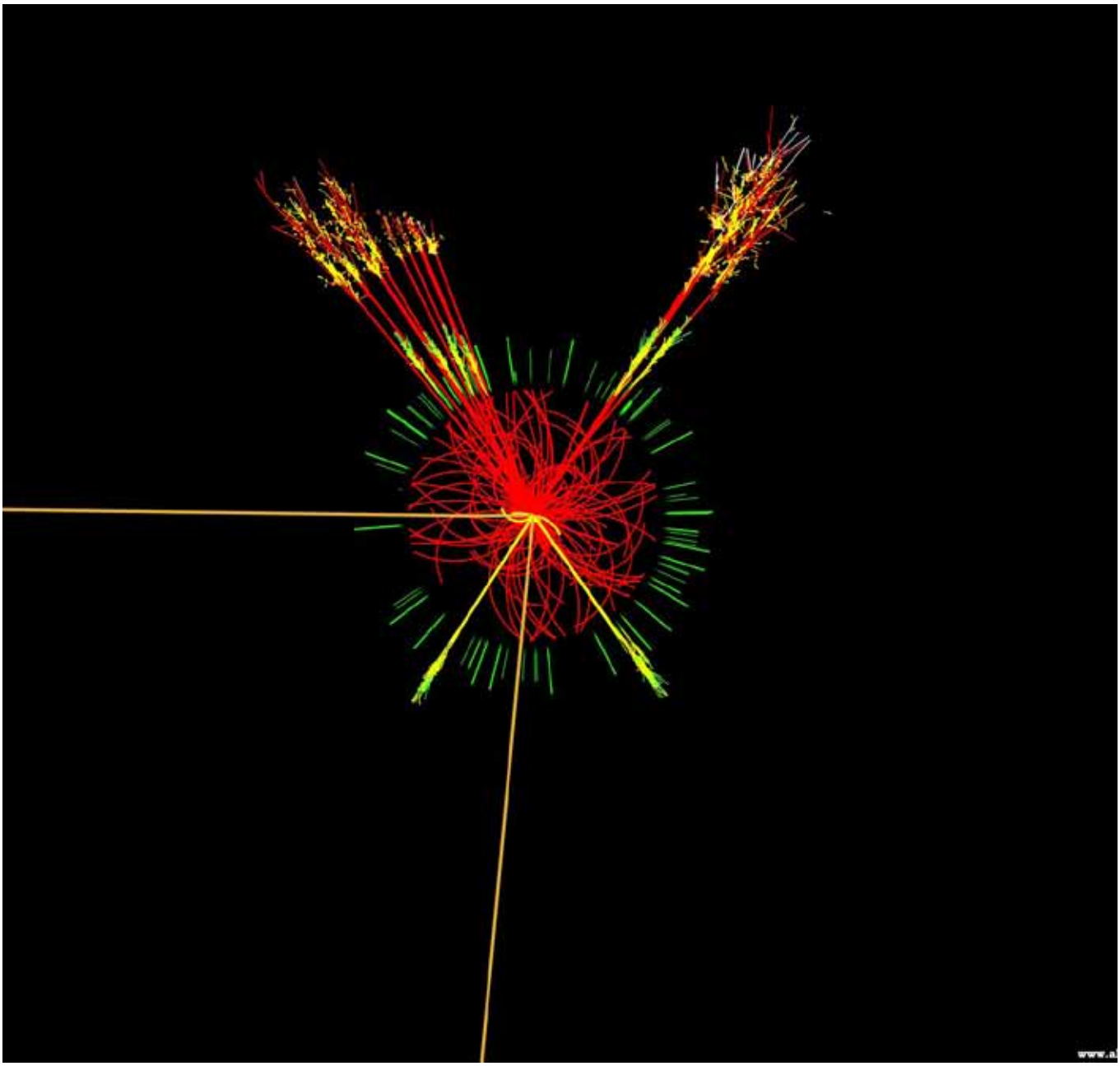
Нельзя не сказать также о терапии злокачественных новообразований с помощью ускорителей заряженных частиц Института. Здесь получены значимые результаты, основанные на специфике энерговыделения различных видов излучений в тканях, а именно, на свойствах частиц отдавать энергию в конце своего пробега. Это позволяет минимально затрагивать прилегающие к облучаемой области ткани и максимально концентрировать дозу на тех частях опухоли, на которые необходимо воздействовать. Доза не должна быть гигантской, поскольку опухоль – это сложное образование, в которое включены и стромальные элементы, и нервные окончания, и сосуды, питающие опухолевые клетки. Если огромная доза облучения повредит все эти элементы, возникнет некроз и больной просто погибнет от интоксикации. Оптимальный вариант – так называемая мишенная терапия, прицельное воздействие только на раковые клетки.

Исследования по «мишенной терапии», проведенные в свое время в ЛРБ ОИЯИ на чрезвычайно агрессивной опухоли – меланоме, позволили создать препарат, который был бы очень эффективен при терапии этого заболевания. Клетки меланомы содержат меланин – сложное химическое соединение, полная структура которого до сих пор не расшифрована, однако известен химический агент, называемый «тетраметилентионин» или «метиленовый синий», обладающий колоссальной степенью связывания с меланином, достигающей

более 80 процентов. Поэтому возникла идея вместе с этим химическим агентом присоединить к клетке меланомы радионуклид. Выбор пал на астат – отличный эмиттер альфа-частиц, обеспечивающий высокую плотность ионизации, с пробегом в ткани на расстоянии двух-трёх клеток. Его период полураспада – 7 с небольшим часов, продукты распада абсолютно не активны. Если бы удалось завести такой радионуклид только в раковые клетки, не затрагивая стромальные элементы, это означало бы значительный шаг вперед в лечении онкологических заболеваний.

С участием специалистов из ЛЯП нам удалось создать устойчивую связь названного агента с радионуклидом. Можно было начинать изучение биологической эффективности препарата in vivo. Должен сказать, что это очень непростая задача, связанная с экспериментами на мышах. В результате была получена картина распределения препарата в различных органах и тканях. Из нее следовало, что принцип мишенности действительно реализуется.

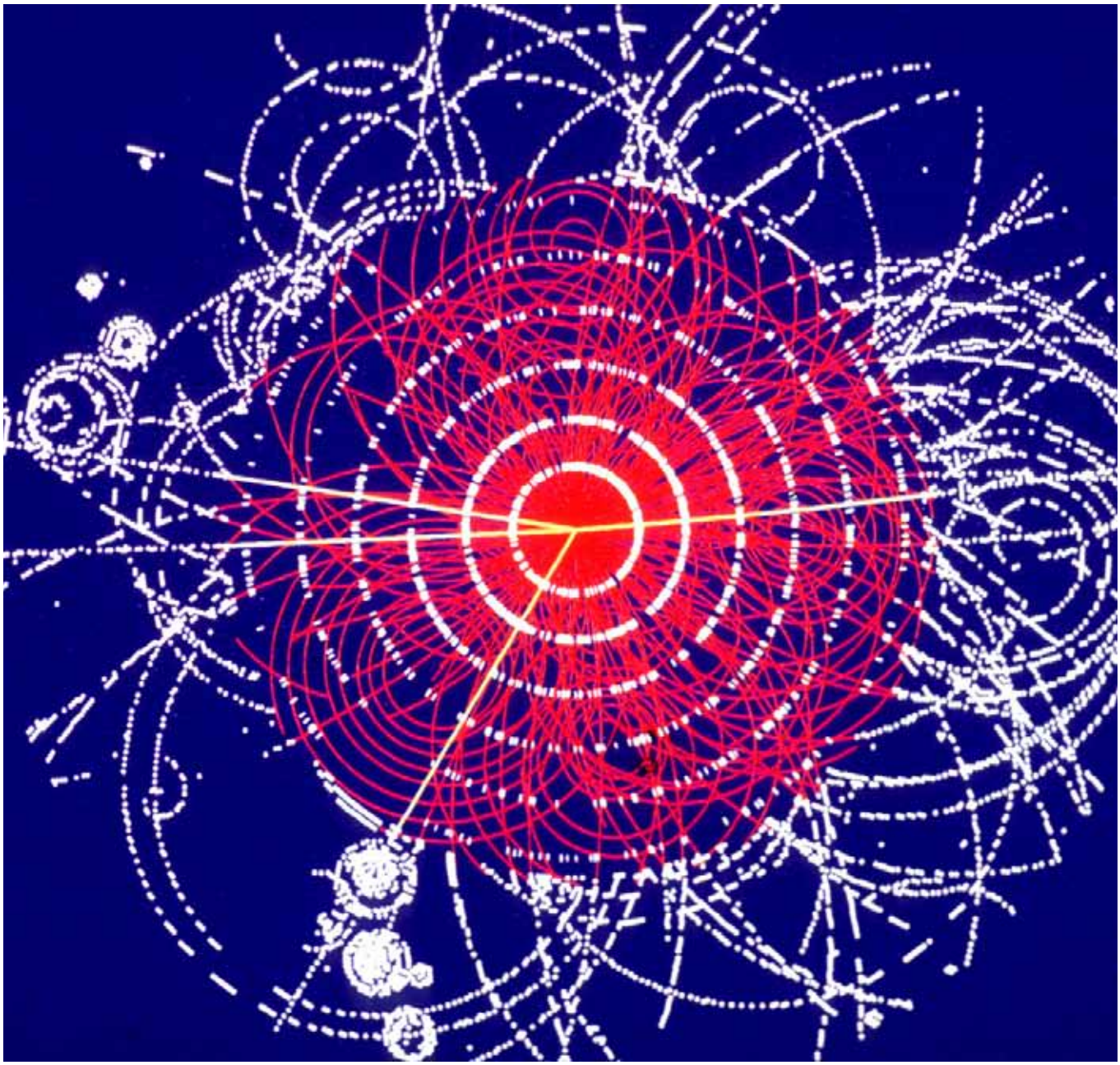
Аналогичное соединение химического агента было сделано также с йодом-131, эксперименты были проведены совместно со специалистами Института биофизики Минздрава РФ, головной организации по проблеме. Но потом работа застопорилась. До клинических испытаний не дошло. Специальных активных агентов для лечения меланомы по-прежнему нет, больные погибают в очень короткий период от начала заболевания. Мы в ОИЯИ все же надеемся, что радиационная терапия меланомы получит свое развитие и эту страшную опухоль удастся победить. Сегодня это выглядит нереалистично, но ведь наш Институт всегда был в числе тех организаций, усилиями которых решались, казалось бы, неразрешимые для своего времени задачи. Например, ОИЯИ активно участвовал в подготовке первых космических полетов человека. Сейчас речь идет об обеспечении радиационной безопасности длительных полетов вне магнитосферы Земли. Это марсианский проект, проект колонизации Луны и другие амбициозные замыслы. Их реализация вряд ли обой-



дется без ОИЯИ. Во время полетов экипажи будут подвергаться воздействию галактического космического излучения, в котором присутствуют тяжелые ионы высоких энергий (наиболее представлены частицы с энергией 300-500 МэВ на нуклон). В оценке опасности этого излучения и поисках защиты от него ОИЯИ находится на лидирующих позициях.

Каковы реальные потоки тяжелых частиц в открытом космосе? Наиболее представлены в галактическом излучении ядра группы углерода и железа и интегральный поток частиц составляет примерно 105 частиц на квадратный сантиметр в год или 160 частиц в сутки. Защититься от этого излучения с помощью методов физической защиты пока не представляется возможным, можно только прогнозировать последствия их воздействия. Они таковы: генетические повреждения, о которых сказано в первой части статьи - это генные и структурные мутации, онкология, нарушение зрительных функций (образование катаракты и повреждение сетчатки), нарушение функций центральной нервной системы (ЦНС). Конкретизируя, можно сказать, что риск возникновения рака при облучении ускоренными ионами железа в 20 раз больше, чем при гамма-облучении, что катаракта развивается через 45-50 недель после даже ничтожной дозы облучения тяжёлыми ионами. Некоторые зарубежные исследователи вообще считают, что в результате прохождения через хрусталик глаза одного иона железа с энергией 300-500 МэВ на нуклон спустя какое-то время обязательно возникает катаракта.

Трек тяжелой частицы высокой энергии в организме может пересекать несколько тысяч клеток. Они мгновенно подвергаются значительному облучению, а это означает, что такие частицы могут представлять серьёзную опасность для непролиферирующих тканей, и, прежде всего, для тканей нервной системы. Вот прогноз, сделанный биофизиками NASA. За время полета на Марс до 13 процентов нервных клеток будут пересечены, по крайней мере, одним ионом



железа; от 8 до 46 процентов нейронов - по крайней мере, одной частицей с Z больше 15; каждое ядро клетки в течение трех дней – протоном; в течение 30 дней – альфа-частицей. Это, безусловно, будет приводить к каким-то нарушениям. К каким? Неизвестно. Ясно только, что миссия на Марс при тех скоростях полета, которые могут обеспечить сегодня наши космические корабли, весьма и весьма проблематична. При сегодняшних скоростях радиационный барьер является непреодолимым. Как его обойти, тоже неизвестно. Надежда лишь на новые двигатели космических кораблей. Их прообразы уже появляются. С их помощью можно раза в три повысить скорость полета в открытом космосе, соответственно, втрое сократить время заточения в корабле и, значит, втрое уменьшить вредное воздействие радиации на космонавтов. Этого, как полагают специалисты, вполне достаточно для обеспечения радиационной безопасности марсианского путешествия.

Работа над новыми двигателями идет, идут и наши радиобиологические исследования с использованием самых разных подходов. В их числе, например, ряд тестов, которые применяют физиологи для оценок поведенческих реакций облученных животных. Они показывают нарушения деятельности ЦНС после облучения ускоренными ионами железа. Очевидно, что радиационный фактор вносит в нее искажения и помехи, но сказать о них что-то определенное мы пока не можем. Поэтому детальное изучение всех этих проблем с помощью ускорителей заряженных частиц ОИЯИ очень актуально. Нуклотрон, а в будущем и дубненский коллайдер «Ника» обеспечат радиобиологам отличные возможности для полноценных исследований.

Е. А. Красавин,
директор Лаборатории
радиационной биологии ОИЯИ,
член-корреспондент РАН

01 02 03 04 05 06

НАУКА ОБРАЗОВАНИЕ ИННОВАЦИИ

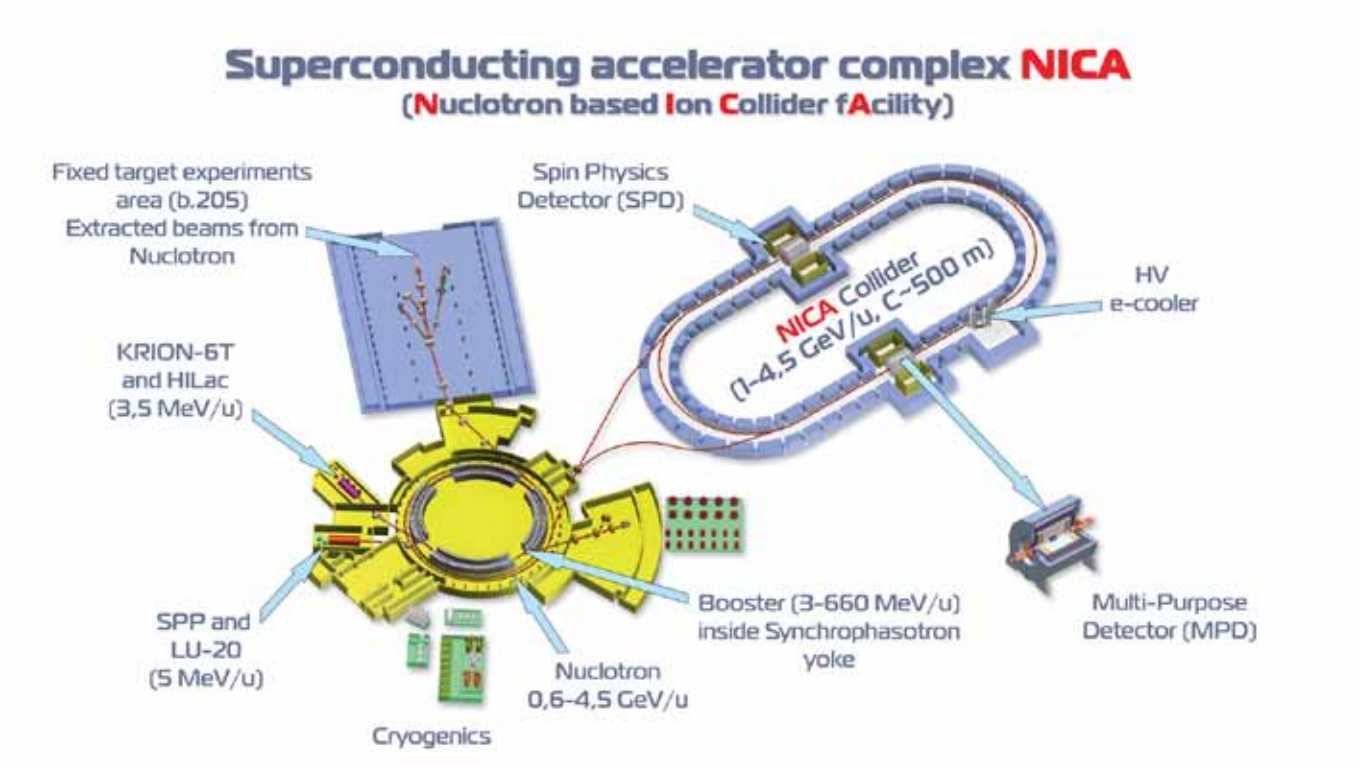
ПРОЕКТ «НИКА»: ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Хотел бы напомнить, что один из базовых проектов Объединенного института ядерных исследований - проект «Ника» ведет начало интенсивной реализации от исторического Комитета полномочных представителей ОИЯИ, состоявшегося в Астане в ноябре 2009 года. В соответствии с принятым тогда Семилетним планом развития Института и «Дорожной картой» по его реализации на территории Лаборатории физики высоких энергий создается ускорительно-накопительный комплекс, в котором существующий ускоритель тяжелых ионов – Нуклотрон будет дополнен коллайдерными кольцами с двумя точками пересечения, где разместятся две установки для исследований в области физики тяжелых инов высоких энергий и спиновой физики.

Семилетний план выполняется начиная с 2010 года. Деньги на это выделяются в полном объеме, тратятся также в полном объеме. А это последнее, как выяснилось, не такое уж простое дело. В нынешних масштабах средства на науку не поступали в Институт, вероятно, полвека, со времен сооружения синхрофазотрона. Да и вообще, эффективно освоить выделяемые ресурсы – специфическая, даже профессиональная задача. Необходимо размещать заказы, правильно их планировать, находить нужных подрядчиков, держаться в русле современных тенденций, не выходить за границы коридора возможностей и ограничений, отбирать все лучшее, что есть в мире для решения той или иной технологической проблемы. И это лучшее не всегда можно найти в своей организации, у соседей и даже в своей стране.

Сами мы в ОИЯИ в силах сделать ряд первоклассных по мировым меркам блоков для ускорителей: источник тяжелых ионов, так называемый «источник Донца», магниты, основанные на сверхпроводящей фирменной дубненской технологии, разнообразные детекторы для экспериментальных установок. И будем делать эти элементы сами. А все остальные постараемся заказать там, где их изготавливают на высочайшем мировом уровне. Для этого придется определить лучших производителей, организовать тендер, минимизировать затраты и пр. Следуя этим принципам, в прошлом году мы освоили чуть меньше 9 миллионов долларов, в этом предстоит освоить больше 16 миллионов. Это внушительная сумма. Даже наши американские коллеги, которые давно работают в условиях полного финансирования, причем, совсем в других масштабах, в период создания коллайдера RHIC убедились, по их словам, что эффективно потратить полтора десятка миллионов долларов в год – весьма непростая задача. Ведь ты отвечаешь за каждый цент, за каждую копейку, а значит, сам прежде всего должен предельно четко понять, что тебе нужно и у кого это есть.

Взять, например, один из важнейших элементов нашего будущего ускорительного комплекса – линейный ускоритель, обычно называемый «Линак». Имеющийся на Нукло-



троне Линак не отвечает требованиям проекта «Ника», нужен новый. Чтобы найти его изготовителя, мы объявили тендер. В конкуренцию вступили несколько крупнейших институтов и фирм. После экспертизы их заявок и изучения возможностей была выбрана команда из Франкфуртского университета, готовая поставить Линак «под ключ» по техническому заданию ОИЯИ. Это очень опытная команда, в активе которой поставка подобного ускорителя в Брукхейвенскую национальную лабораторию и в научные центры Японии. Машины блестяще себя зарекомендовали, работая уже почти 15 лет. К тому же, цена, которую запросили во Франкфурте, оказалась ниже, чем та, которую назвали наши отечественные производители (а ведь речь, замечу, идет о миллионах евро). Контракт подписан, процесс пошел. Через полтора-два года Линак будет смонтирован в Дубне.

На таких же принципах мы собираемся реализовать весь проект «Ника». Так работает весь цивилизованный мир, справедливо полагая, что каждый должен делать то, что умеет лучше других.

Что касается детекторов комплекса, то в ОИЯИ есть специалисты, которые создавали подобные установки для Большого адронного коллайдера. Их опыт и квалификация - с необходимой корректировкой – будут использованы при воплощении проекта «Ника». По нашему мнению, работы должны идти с опережением графика, ведь задуманная исследовательская установка – не просто «проект XXI века», а один из самых передовых проектов. При этом, однако, стоит сохранять здоровую дозу разумного консерватизма. Основываясь на опыте наших зарубежных коллег из ЦЕРНа и других серьезных научных центров, на первом этапе реализации, как правило, следует использовать уже известные технологии, добавляя к ним умеренное количество элементов новизны. На дальнейших этапах развития нужно постепенно увеличивать долю новых технологии. Разумный консерватизм требует не слишком забегать вперед, не перегружать проект «самым-самым передовым», иначе он станет неподъемным.

Хотя процесс обновления базовых установок ОИЯИ, запущенный на историческом заседании КПП в ноябре 2009 года под председательством А.Н. Сисакяна и фактически им инициированный, успешно продвигается при запланированном обеспечении ресурсами, их все-таки не хватает. Не хватает, например, для того, чтобы уже на ранней стадии начать реализацию инновационных составляющих, которые могут и должны заиграть яркими красками. Или для того, чтобы, не ограничиваясь пусковым минимумом, дать шанс участвовать в исследованиях российским научным организациям, финансовые возможности которых не позволяют им работать с адекватной отдачей в авторитетных международных центрах. Откуда же можно ждать притока дополнительных ресурсов? Мы рассчитываем здесь на статус мега-сайенс проекта, который получила «Ника» в числе отобранных для реализации шести прорывных отечественных разработок. Они очень важны для России, это главная интеллектуальная база высокотехнологического обновления страны. Только имея такие каркасные проекты, мы можем продвигать фундаментальную науку, интенсивно наращивать наукоемкие технологии и инновации.

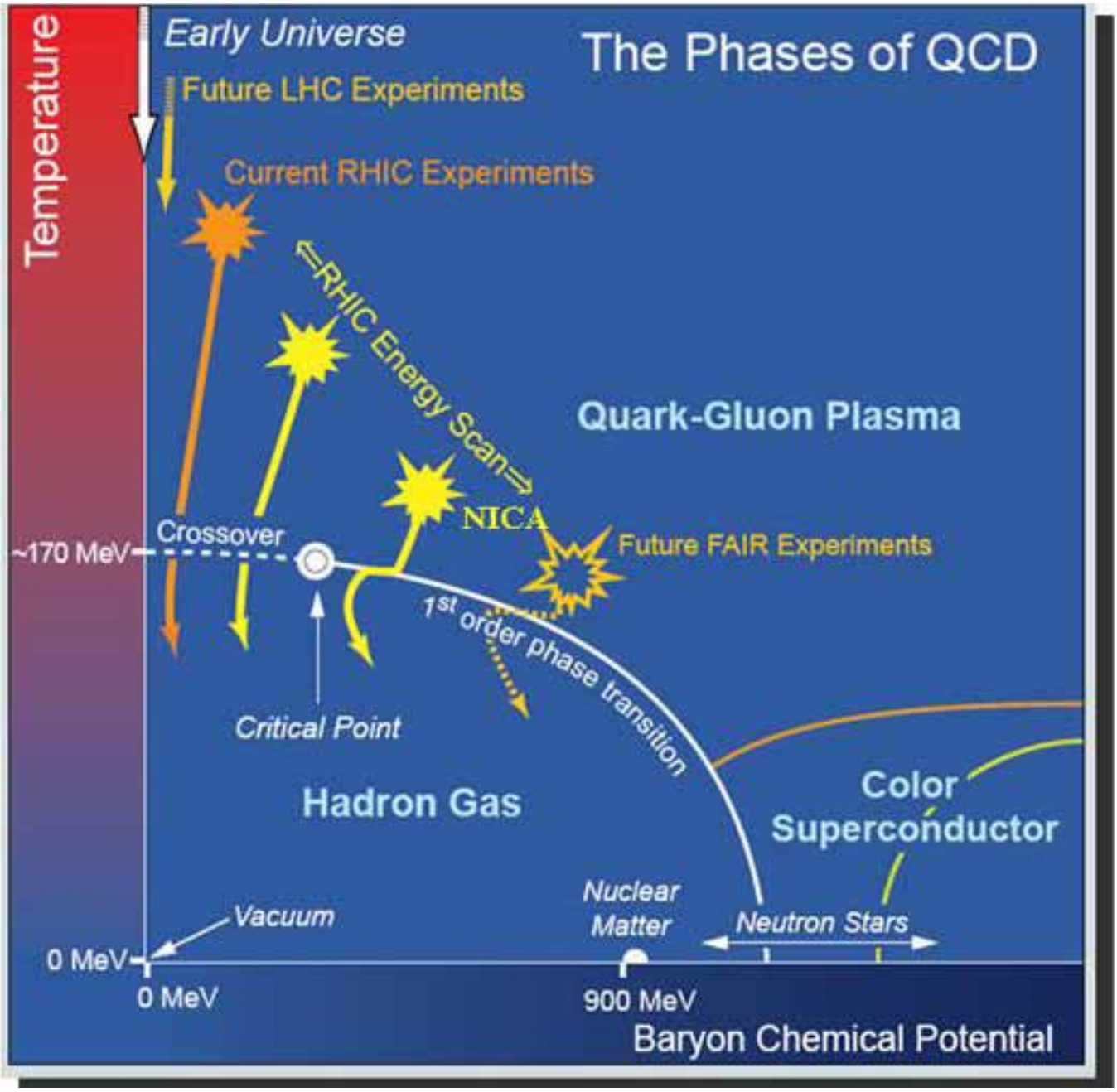
Инновационная составляющая «Ники», о которой я упомянул, очевидна, она сформулирована на стадии представления проекта и рассматривалась как его органичная часть. Она включает три инновационных блока. Первый блок – «Энергия и трансмутация». Здесь, во-первых, сосредоточены технологии дезактивации отходов ядерной энергетики путем облучения и переработки и, во-вторых, технологии новой, безопасной атомной энергетики, вообще говоря, поиск альтернативных энергетических источников. В этой сфере выдвинуто множество идей, как в России, так и за рубежом, а

в ОИЯИ сложилась плодотворно работающая международная коллобарация «Энергия плюс трансмутация».

Второй блок – медицинские технологии. Те дубненские сверхпроводящие магниты, что используются в комплексе «Ника», отличаются быстрым нарастанием магнитного поля, экономичны с точки зрения потребления электроэнергии и компактны. Все это позволяет им эффективно работать в системах управления лучевой терапией, шире – в целом семействе медицинских технологий. Кроме того, лучевая терапия эволюционирует в сторону использования ионных пучков, воздействие которых можно сделать наиболее точным с помощью магнитных линз. Лаборатория физики высоких энергий располагает требуемыми для перспективных медицинских технологий источниками ионов и может обеспечить их развитие, например, участвовать в создании экспериментальных лечебных центров с тяжелоионной компонентой.

Наконец, третий, «космический» блок включает два направления исследований. Во-первых, испытание электроники в условиях жесткого излучения ускорителей, моделирующего галактическое, ибо даже единичное попадание тяжелого иона в электронное устройство может вывести его из строя. На комплексе «Ника» будет нарабатываться статистика отказов и отрабатываться системы защиты (хотя, по-видимому, от излучения с энергией больше 1 ГэВ на нуклон ее не существует). Во-вторых, изучение биологического действия тяжелых ионов, которое неизбежно скажется на людях во время полетов в открытом космосе.

Еще раз подчеркну: мы ожидаем, что инновационная составляющая «Ники» может быть реализована за счет дополнительных ресурсов, а получить их поможет именно статус мега-сайенс проекта. А это немало – еще столько же, сколько привлечено сейчас, то есть, фактически речь идет об



удвоении ресурсов. Но даже такое вливание позволит только-только обрисовать основные блоки. Дальше начнется поиск партнеров вне России. Думаю, у нас появится шанс заинтересовать в сотрудничестве по «Нике» специалистов крупнейших международных научных центров, если проект, что называется, «пойдет». Ведь если он идет, то привлекает внимание ученых, а вместе с ним и ресурсы, и чем лучше он идет, тем интенсивнее происходит накачка, особенно - интеллектом, который обычно важнее денег.

Возвращаясь к нашим институтским планам, еще раз отмечу, что их реализация идет так, как и должна идти. Что же касается второй ипостаси «Ники» - ипостаси мега-сайенс, то в Министерстве образования и науки РФ в начале года была создана специальная группа по проекту, по информации которой в бюджет были заложены целевые деньги, однако процедура оформления проекта еще не завершена, а путь его реализации еще выбран. Сейчас в связи со сменой правительства происходит значительное обновление аппарата Министерства и, соответственно, состава группы, поэтому ее работа затормозилась. Надеемся, что пауза не особенно затянется.

Поэтому, рассчитывая на мега-сайенс, мы все-таки строим стратегию и тактику исходя из имеющихся ресурсов, держа в уме возможность более благоприятного развития событий – притока новых бюджетных вложений. В 2012 году предстоит утвердить окончательный проект строительства коллайдерных колец и после утверждения начать крупные строительные работы. Ждать выделения дополнительных средств мы не можем, это отнимем у нас год или даже два. Так что придется скорректировать планы и двигаться вперед таким образом, чтобы в любой момент можно было принять и начать осваивать сверхплановые деньги. Мы на них рассчитывали и рассчитываем. Да, организационные вопросы пока окончательно не решены, но, думаю, они обязательно решатся в течение года. Ведь государство не случайно решило серьезно поддержать науку. Вложения окупятся. Появятся новые технологии, возникнут точки роста инноваций.

В.Д. Кекелидзе,
директор Лаборатории физики высоких энергий им.В.И.Векслера и А.М. Балдина Объединенного института ядерных исследований, доктор физико-математических наук, профессор

КУДА СТРЕМИТСЯ

Два магистерских семестра в Международном университете «Дубна», два – в Евразийском национальном университете им. Л.Н.Гумилева. Так будут готовить для Казахстана специалистов в области компьютинга, распределенных вычислений и грид-технологий. У магистров будут два руководителя, по одному от каждого университета, они защитят одну диссертацию, но получат два диплома. Четырехстороннее соглашение об этом было подписано весной 2011 года (см. «Фактор грид» в № 13 журнала «Человек. Энергия. Атом»).

И вот в феврале 2012-го в Дубну прилетели две первых астанинских «ласточки». Семестр они уже отучились. Это, казалось бы, рядовое событие символизирует начавшийся процесс создания в Казахстане национальной базы современных информационных технологий, говорит заместитель директора ЛИТ ОИЯИ В.В. КОРЕНЬКОВ. Казахстан, долгое время не проявлявший к ним должного интереса, за год с небольшим совершил впечатляющий рывок.

- Поступать в магистратуру университета «Дубна» приезжают и из других стран, - говорит Владимир Васильевич.- Но приезжают самостоятельно, на свой страх и риск. А Казахстан продемонстрировал самый серьезный подход. Четырехстороннее соглашение между университетами, Объединенным институтом ядерных исследований и Национальным ядерным центром Казахстана позволяет построить процесс подготовки с учетом особенностей систем образования в двух странах.

- Насколько я понимаю, эти системы близки.

- Близки. А опыт подготовки магистров у нас большой, только под моим руководством их было подготовлено более 60 человек. И в Казахстане – свои привлекательные моменты, свои плюсы. Так что их плюсы добавим к нашим, и…

-Казахстан, как говорится, долго запрягал, а поехал быстро.

- Да, у них позиция очень активная. Они ищут полезные контакты с учеными других стран, с авторитетными зарубежными университетами. Мне кажется, что из всех стран СНГ политика Казахстана в области образовании, науки и наукоемких технологий самая целеустремленная. Привлекаются зарубежные профессора, ведется обмен студентами. Первые лица государства уделяют образованию много внимания. Они понимают: хорошее образование – локомотив движения, хорошее образование закладывает основы благополучия страны, инвестиции идут туда, где люди осознают мировые тенденции и способны под них подстраиваться. Развитие постиндустриального, информационного общества, в котором все очень быстро меняется, прямо зависит от того, может ли подхватить новации молодежь. Значит, она должна быть к этому готова. То есть иметь качественное образование.

Очевидно, что готовить новых специалистов надо совсем по иным стандартам и программам, нежели во времена СССР. В быстро меняющемся мире необходимы профессионалы не вчерашнего, не сегодняшнего и даже не завтрашнего, а послезавтрашнего дня!

- Насколько быстро устаревают сейчас знания в области информационных технологий?

- Я говорю своим студентам: вы попали в ту сферу, где спать – преступно. Если сейчас вы владеете «самым-самым», наисовременнейшими знаниями, то, проспав года три, превратитесь в аутсайдеров. Цикл обновления знаний в IT-технологиях просто бешеный. А через пять лет ваша компетенция будет стремиться к нулю, потому что развитие IT идет по экспоненте. Поэтому нельзя останавливаться, и если вы хотите быть специалистом в этой сфере, надо непрерывно учиться всю жизнь.

- И куда же устремлена эта экспонента? Куда оно все движется?

- Куда, вроде бы видно, но десятилетние прогнозы никогда не сбываются. Тенденции угадать можно, опираясь, например, на закон Мура, который гласит, что производительность компьютеров удваивается каждые полтора года, емкость хранения информации - каждый год, а скорость передачи информации - каждые 9 месяцев. На протяжении 30 лет этот базовый закон выполняется. Хотя то и дело слышишь: мы под-

ЭКСПОНЕНТА

ходим к пределу, скорость передачи данных достигла скорости света, двигаться дальше невозможно!.. Однако – движемся.

- Совсем недавно хитом были «облачные вычисления». Об этих удивительных технологиях и связанных с ними тенденциях и переменах вы рассказывали нашим читателям в 13-м номере журнала. Сегодня это уже обыденность?

- Не то, чтобы обыденность, но мир они точно завоевывают. С каждым месяцем это становится все яснее. Недавно принят проект построения европейского научного «облака» для разных приложений. Наука все больше и больше обращается к «облачным» инфраструктурам, «облачным» сервисам. К ним стремительно приобщается IT- бизнес. Они обеспечивают более эффективное использование существующих возможностей, концентрацию усилий специалистов (см. «Фактор грид» в №13 журнала. – Ред.).

-Что берет с «облаков» наука? Конкретно ОИЯИ? Или, скажем, ЦЕРН?

- Принято решение о создании в России Tier-1 - мощного центра хранения и обработки данных, полученных в ходе исследований на Большом адроном коллайдере. На первых порах российский центр будет распределенным, состоящим из двух частей – в Курчатовском институте и в ОИЯИ. Эти части предназначены для поддержки разных экспериментов на БАК: Дубна ориентируется на CMS, Курчатовский институт – на ATLAS.

Tier-1 – это уровень в иерархии сети центров, обслуживающих БАК. Tier-0 – это ЦЕРН, где получают экспериментальные данные. Прямые каналы от Tier-0 ведут к центрам Tier-1. Их сейчас одиннадцать: в Германии – Карлсруэ, в Англии – Лондон, в Италии – Болонья, в Голландии – Амстердам, в Испании – Барселона, во Франции – Лион, в США - Ферми-лаб и Брукхейвенская национальная лаборатория, еще два центра размещены в Канаде и на Тайване. Благодаря им осуществляется двух-трехкратное полное резервирование всех данных, полученных в ЦЕРНе. Tier-1 центры выполняют роль фабрик хранения информации, которые получают данные из ЦЕРН и раздают их по запросам в центы уровня Tier-2 для обработки и анализа информации.

- Создание Tier-1 в России уже идет?

- Сейчас идет работа над прототипами центров. Их надо создать в этом году, а работать центры начнут с 2014 года, когда БАК после реконструкции выйдет на полную мощность – 14 ТэВ. Нужно отдавать себе отчет в том, что это сверхсложная задача. В России таких задач никто никогда не решал. Никакой российский суперкомпьютерный центр не идет в сравнение по сложности организации и эксплуатации с Tier-1.

Иметь в стране такую структуру с огромными ресурсами – огромная ответственность. Оперативная работа должна быть отлажена до последнего элемента. Если в центре что-то случается, проблема должна решаться в реальном масштабе времени. То есть от действий оператора зависит весь цикл хранения, обработки и передачи данных, полученных на БАК. Роль оператора колоссальна, потому что колоссальна роль самого центра. Когда в результате технологической катастрофы вышел из строя на целый год Tier-1 на Тайване, выключились все связанные с ним центры второго уровня Азиатско-Тихоокеанского региона, обслуживающие БАК.

- Создается впечатление, что этот коллайдер замкнул на себя чуть ли не половину интеллектуальных и информационных ресурсов человечества…

- Возможно. Но что касается информационных ресурсов, он сам их и породил. Ведь все эти грид-технологии, системы распределенных вычислений понадобились и были созданы для обработки данных исследований на БАК. А потом выяснилось, что они очень эффективны во всех сферах деятельности. Их можно с успехом применять повсюду. Все системы государственного управления, финансовые системы, экологические системы, системы проектирования сложных технических аппаратов и устройств, системы прогнозирования и предупреждения природных катастроф и многие-многие другие могли бы использовать практически те же технологии, что

применяются сегодня для решения научных задач. В Европе и в США это уже поняли, а в России этот процесс идет очень медленно.

- Государство тоже равнодушно к открывающимся возможностям? Оно как-то участвует в развитии современных IT – технологий?

- Государство финансирует некоторые проекты, в том числе, проект Tier-1 для БАК, проекты суперкомпьютерных центров, российской грид-инфраструктуры. Но каждый как бы с «чистого листа». Накопленный опыт не востребуется, межведомственная координация отсутствует. Крупные компании пытаются решить свои проблемы самостоятельно. Бывает, что приглашают наших специалистов в качестве консультантов, но после визитов позитивного продолжения не наблюдается.

-Понимают, что все не так-то просто?

- Ну вот, скажем, предлагали нам сделать за полгода грид-инфраструктуру для Пенсионного фонда России, имеющего 2500 отделений по всей стране. Но за полгода сделать это невозможно даже силами куда более многочисленной команды специалистов, чем у нас в ЛИТ ОИЯИ.

Или взять участие в проекте «Российская грид-сеть» под эгидой Министерства связи. Идеология проекта, на наш взгляд, правильная, но почему не учитываются и не используются наработки других министерств? Ответ простой: «не наши». Разве это серьезно?.. Проект грид-сети должен иметь статус инфраструктурного, чтобы в результате получить, во-первых, хорошие связи между регионами и, во-вторых, виртуальные структуры для разнообразных приложений – для того же Пенсионного фонда, для банковской системы, для МЧС и т.д. Прежде чем объявлять об электронном правительстве, надо создать единую информационную среду в масштабах страны. Это, к тому же, позволит десятикратно сэкономить средства.

- Наверно, в такой ситуации какая-то государственная структура должна предложить объединяющую идеологию.

- В 2003 году в Германии была похожая ситуация – десятки проектов, межведомственные барьеры… Тогда нашлись инициаторы объединительной встречи. Но встреча понадобилась отнюдь не одна, собирались за полгода раз десять. Согласовывали позиции и интересы. В результате этой трудной работы была выработана единая политика, разные сообщества и ведомства объединились в ассоциацию «Дойчегрид» для решения самого широкого класса задач – от банковских до медицинских. Сегодня, спустя 9 лет, в Германии существует стройная и эффективная национальная система компьютинга.

Отчего бы и России не пойти по тому же пути? Не перенять этот неоценимый опыт? В нашем положении нужно использовать любые позитивные идеи, потому что нам будет сложнее, чем немцам – страна у нас куда больше, ведомств больше… Давайте вести объединительную работу, создавать единую программу для грид, для облачных вычислений, причем желательно под эгидой президента, премьер-министра или кого-то из вице-премьеров, потому что это задача национального масштаба. Давайте собирать ресурсы, сейчас совершенно раздробленные!..

- Рано или поздно такие же проблемы встанут перед Казахстаном. Посвящаете ли вы в них студентов? Ведь им нужно иметь адекватное представление о реальности.

- Мы стараемся подготовить студентов к столкновению с жизнью как она есть. В связи с этим очень важно воспитать в них четкое понимание того, каково место и значение ITв сегодняшнем мире. Возьмите, к примеру, тот же БАК – самое сложное инженерно-техническое сооружение на Земле. На нем чуть ли не каждый день открывают что-то новое в области строения материи или однозначно подтверждают то, что было известно из теории. Фактически, как мы уже говорили, создана планетарная инфраструктура для его облуживания, которая, как выяснилось, обладает неизвестными раньше возможностями, мощнейший комплекс оборудования двойного применения, позволяющий решать задачи, которые прежде и поставить было нельзя. По сути, созданы элементы новой культуры, и эта культура непрерывно совершенствуется и развивается. Ее мощь, ее ценность, ее значение не выражаются в денежных знаках, но, с другой стороны, денежные вложения в ее создание многократно окупаются. Любой детектор, любая камера, сделанные в какой-то стране для программы БАК, дают импульс технологическому прогрессу, повышают конкурентоспособность страны и конкурентоспособность ее институтов, фирм, заводов,появляется спрос на наукоемкую продукцию, не востребованную дома.

Так что весьма показательно, что в ЦЕРНе больше всего гордятся не достижениями и открытиями в области физике,

не нобелевскими премиями своих сотрудников, а созданием WEB-технологий, которые в начале девяностых годов прошлого века привели к революции в Интернете. Эта технология понадобилась для обеспечения эффективного функционирования международных коллабораций, которые работают в ЦЕРНе. Но кто мог предвидеть в начале 90-х годов, что «всемирная паутина» станет стержнем новой культуры, что всего через несколько лет мир уже невозможно будет представить без Интернета нового поколения, эффективность которого будет измеряться триллионами долларов?

- А грид – это следующий виток спирали, на котором в принципе повторяется вся история появления и утверждения Интернета?

- Это следующая распространяющаяся по всему миру модель вычислений, которая, как мы говорили, была опробована на БАК. Одно ее появление позволяет сказать, что коллайдер, сколько бы на него ни потратили, окупил себя уже тысячу раз. Такие – истинные - мега сайенс проекты привлекают всеобщее внимание, начинается брожение умов, по человечеству пробегают креативные волны, вызывающие творческий резонанс, порождающие новые гипотезы, знания, технологии.

- Вот замечательная среда для роста молодежи, верно?

- Молодые растут в ней быстро. Когда специалист участвует в реализации проекта уровня БАК, то получает мощный импульс для движения вперед. На сверхсложных проектах вырастает плеяда «звездных» ученых, конструкторов, менеджеров. Научная молодежь рвется в ведущие мировые центры не за деньгами, а в поисках особой среды, в которой только и может полноценно существовать… Что касается молодых сотрудников нашей лаборатории, то их вполне устраивает креативная дубненская среда. Но ездить в ЦЕРН все-таки необходимо, чтобы общаться с «братьями по разуму», не вариться в собственном соку, не выпадать из обоймы. Надо, как говорится, и на людей смотреть, и себя показывать. Это правильный алгоритм, позволяющий сочетать широту и глубину.

- ЦЕРН – это, наверно, широта, ОИЯИ – глубина?

- Пожалуй. Там – постановка задач, общая архитектура, здесь – реализация, невозможная без глубокого погружения.

- Ваши сотрудники не выглядят в ЦЕРНе провинциалами?

- Ни в коей мере. Дубненский уровень, мягко говоря, ни в чем не уступает тамошнему. ЦЕРН – то место, где можно на нейтральном поле по представителям страны точно оценить ее потенциал. Нам комплекс неполноценности никак не грозит. К тому же, мы сопровождаем и поддерживаем свои проекты и разработки, доводим до ума, совершенствуем, исправляем ошибки, если они случаются. В западной «рыночной», «контрактной» науке такое не принято…

Наша молодежь впитывает эти принципы. Разумеется, в дополнение к хорошему образованию. Я уже говорил, что потребность в профессионалах высокого класса стремительно возрастает, что для центра Tier-1 не позднее 2014 года потребуется не менее 20 универсальных специалистов в области компьютинга и обработки информации высокого уровня. Их еще предстоит воспитать. Не исключаю, что их удастся вылепить и из казахстанских ребят, приезжающих учиться в Дубну. Они вполне могут войти в команду молодых талантов, которую мы сейчас набираем. Пока магистров из Астаны только двое, хотя мы готовы были принять восьмерых. Шестерых остановили организационные неурядицы. Но это трудности временные, определенный опыт уже есть, тропинка протоптана. На будущий год желающих будет, конечно, значительно больше. Значит, подумаем об организации целой казахстанской группы. Чтобы готовить специалистов послезавтрашнего дня, надо все время наращивать темпы.

Беседовал Евгений Панов

БУДУЩЕЕ НАШЕГО ДЕЛА —В РУКАХ МОЛОДЫХ

В рамках Форума, посвященного 20-летию Национального ядерного центра Казахстана, состоялось выездное расширенное заседание Президиума Национальной инженерной академии Республики Казахстан. На нем, в частности, обсуждались проблемы подготовки кадров высшей квалификации для атомной отрасли. С основным докладом выступил генеральный директор НЯЦ К.К. Кадыржанов. Предлагаем его читателям в изложении.

- После распада СССР, - сказал в начале доклада Кайрат Камалович, - многие считали, что атомной физике в Казахстане пришел конец. Но на сегодня мы можем уверенно констатировать, что ядерные исследования в нашей стране обрели второе дыхание. Это прекрасно. Но это значит, что обострились вопросы подготовки кадров высшей квалификации для атомной отрасли, при том, что эти вопросы и так были ключевыми на протяжении всех 20 лет существования НЯЦ.

Понятно, что вследствие двух эпохальных событий - закрытия Семипалатинского испытательного полигона и обретения Казахстаном независимости – в стране произошло обрушение многих структур советского периода – военных, административных, экономических и, в значительной степени, научных. Поэтому сохранить в НЯЦ квалифицированные кадры было очень трудно. Через три года из мощнейшей команды радиоэкологов, работавшей на Полигоне и насчитывавшей около 1000 специалистов, осталось 10 человек. Сильно поредел персонал, управлявший тремя совершенно уникальными исследовательскими установками – реакторами ИГР, ИВГ и стендом «Ангара». Управлять такими объектами, как, например, ИГР – самый мощный реактор в мире - задача для очень квалифицированных специалистов. В Казахстане, да и вообще в СССР такие кадры никто и никогда специально не обучал. Подготовка происходила штучно, на самом объекте, из выпускников МИФИ, МФТИ, МГУ, Томского политехнического – лучших вузов Союза.

И все же кадры не были потеряны окончательно, школу удалось сохранить, удалось обеспечить преемственность. Квалифицированные специалисты, среди которых много специалистов нового поколения, моделируют сейчас на реакторе ИГР тяжелые аварии на атомных электростанциях. Особый интерес к этому проявляют Япония и Франция, которые размещают в НЯЦ много выгодных для нас заказов на исследовательские работы. Япония оправилась от шока, вызванного аварией на АЭС «Фукусимма-1», и в ближайшие 10 лет японские специалисты намерены выполнить на реакторе ИГР большую и сложную программу. Это сотрудничество должно

принести НЯЦ Казахстана 23 миллиона долларов. Такова цена высочайшей квалификации в атомной отрасли.

Второй реактор, ИВГ – прообраз ядерного ракетного двигателя для полета на Марс. На нем получен мировой рекорд температуры истекающего потока водорода. Для обеспечения сложнейших экспериментов тоже требовались профессионалы высшей пробы… А возьмите вопросы радиоэкологии! Полигон создавался для решения оборонных задач, военных, естественно, интересовали показатели энерговыделения, а с последствиями ядерных испытаний уже пришлось разбираться специалистам НЯЦ. Каковы требования к их квалификации, думаю, объяснять не нужно.

И вообще создание самых современных наукоемких исследовательских, энергетических, медицинских и всех прочих технологий в ядерной отрасли, перечисленных в Программе ее развития в Казахстане на 2011-2014 годы с перспективой продления до 2020 года, во многом зависит от вопросов подготовки кадров. Основное пополнение специалистов Курчатова, кроме двух-трех десятков перебравшихся из Алматы или вернувшихся назад, происходит за счет молодежи. Еще 5-10 лет назад можно было с горечью говорить, что, уйди сейчас все россияне, работа встанет, то, сегодня, я уверен, работать будем, хотя трудности, наверное, возникнут. Приток в НЯЦ 30-35-летних казахстанских специалистов нарастает. У нас они зарабатывают достойные деньги. Так и должно быть, если мы хотим сохранить эти кадры, а мы этого хотим. Поэтому надо проанализировать ситуацию и выявить первоочередные проблемы.

Одна из проблем связана с системой «Балашак». Складывается впечатление, что пора менять отношение к этому способу подготовки кадров. Ни одного «балашаковца» в Курчатове нет, ни один их 100 человек, список которых мы получили в свое время, не проявил никакого интереса к работе в НЯЦ. Поэтому мы укрепляем собственную «кузницу кадров». С первых дней существования Центра открыты специальности ядерного профиля в университете им. Шакарима в Семипалатинске, тогда маленьком областном педагогическом институте. К подготовке специалистов для атомной отрасли там отнеслись со всей серьезностью. Приглашали преподавателей из Алматы, Томска для чтения конкретных специализированных курсов. Студенты, приезжая в Курчатов на практику, несмотря на холод, развал, бытовые неудобства работали под началом оставшихся в НЯЦ опытных специалистов. Сейчас эти бывшие студенты-практиканты работают в НЯЦ руководителями второго уровня.

Этот способ подготовки нужных НЯЦ кадров развивается и совершенствуется. В Междисциплинарном научно-исследовательском комплексе при Евразийском национальном университете им. Гумилева в Астане сооружен современный циклотрон DC-60, на котором идет интенсивная подготовка специалистов. Сейчас на циклотроне уже около 40 молодых сотрудников. Установлены контакты между ЕНУ, Институтом ядерной физики НЯЦ, Объединенным институтом ядерных исследований и университетом «Дубна». Сейчас в Дубне учится 27 человек. Они получат два диплома – ЕНУ и университета «Дубна». Отзывы о казахстанских студентах хорошие, хотя на первых порах им пришлось нелегко.

Хочу повторить, что неэффективность прежних, типа «Балашака» форм обучения - серьезная проблема. Другая серьезная проблема связана с системой подготовки кандидатских и докторских диссертаций. Защита диссертации всегда была чрезвычайно привлекательным делом для молодых специалистов. Это престижно и сейчас, но, к сожалению, сейчас утеряна зависимость между получением степени и улучшением материального положения. А вот замечательным инструментом повышения квалификации диссертация как была, так и осталась. Погрузиться в проблему, изложить суть дела концентрированно на 50 или 200 страницах, осмыслить

аспекты, пропустить через себя опыт коллег в высшей степени полезно, это дает мощный импульс к развитию, к выходу на новые рубежи. Поэтому следует подумать над тем, какую диссертационную систему и в какой форме оставить.

В-третьих, нужно разобраться, кто будет заказчиком специалистов. Логично, если в этой роли выступят исследовательские организации. НЯЦ готов делать заказы, но при этом мы должны участвовать в приемке кадров, которые будут у нас работать.

В-четвертых, очень важна проблема базового финансирования подготовки кадров и, в связи с этим, финансирования капитального строительства или восстановления, как в Курчатове, жилья для молодых специалистов. Пусть это жилье будут ведомственным, для чего потребуется наладить систему кредитов. Пока мы занимаемся этим своими силами и, к сожалению, за счет собственных резервов. Большая наука, за редким исключением, делается в малых городах, где жизнь сосредоточена на науке и вращается вокруг нее. Примеров много: Дубна, Оксфорд, Стэнфорд и так далее.

Суммирую. Вкратце, проблемы таковы. Система аттестации (кандидаты, доктора наук или современные «доктора философии»). Система взаимодействия в подготовке кадров вузов и исследовательских центров. Система обеспечения молодых специалистов жильем, в том числе за счет базового финансирования.

Если эти и другие вопросы будут решены, мы обеспечим страну специалистами. Это будут умные люди, а умные люди стране нужны.

Из записки К.К. Кадыржанова
в Президиум Национальной инженерной академии

1. О Государственной программе развития образования в Казахстане

Структура государственного образовательного заказа должна быть изменена в соответствии с потребностями форсированного индустриально-инновационного развития. Планируется увеличить государственный образовательный заказ по специальностям, соответствующим приоритетам Государственной программы по форсированному индустриально-инновационному развитию на 2010 - 2014 годы (далее - ГПФИИР). При этом необходимо заключать договоры между организацией образования, предприятиями и студентами, обучающимися по государственному образовательному заказу в вузах, по прохождению практики и трудоустройству.

Планируется увеличить объем государственного образовательного заказа на подготовку кадров с послевузовским образованием: в магистратуре и в докторантуре PhD.

В системе высшего образования будет внедрена расширенная практика на производстве для студентов технических специальностей.

Для создания наукоемкой продукции и услуг на базе вузов создаются консорциумы вузов, профильных научных организаций и предприятий.

2. О подготовке кадров для атомной отрасли

Для решения задачи подготовки кадров по специальностям профильных предприятий Национальный ядерный центр заключает договора с ведущими вузами Республики и ближнего зарубежья. Имеются договора с КазНУ им. Аль-Фараби, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, СГУ им. Шакарима, СГПИ, ВКГУ им. С. Аманжолова, ВКГТУ им. Серикбаева, Назарбаев университетом, Томским политехническим университетом, Международной межправительственной организацией «ОИЯИ» в г. Дубна.

На базе научных подразделений НЯЦ РК созданы условия для вовлечения студентов вузов в научно-исследовательские проекты. В научных лабораториях НЯЦ РК под руководством квалифицированных специалистов ежегодно порядка 200 студентов проходят научно-производственную, учебную практику и дипломное проектирование. Кроме того эти студенты принимают участие в работе научных конференций и семинаров.

В соответствии с договорами ведущие ученые и специалисты предприятий НЯЦ РК проводят лекционные и практические занятия по специальным курсам и практикумам. В рамках трехстороннего договора между РГП НЯЦ РК, СГУ им. Шакарима и Томским политехническим университетом организованны лекционные и практические занятия для студентов по таким дисциплинам как «Ядерные реакторы», «Ядерный топливный цикл» и др.

При Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева и Казахском национальном университете им. аль-Фараби совместно с Объединенным институтом ядерных исследований (г. Дубна) созданы международные кафедры ядерной физики. Обучение на такой кафедре дает возможность студентам получать образование в ведущих международных научных центрах и университетах. В соответствии с договором между

НЯЦ РК, ОИЯИ и указанными университетами в 2011 году 7 студентов выпускного курса КазНУ и ЕНУ завершили учебу в университете «Дубна» и получили двойной диплом бакалавра по специальности «Ядерная физика». В 2012 году продолжают обучение в Дубне 8 студентов 5 курса и 7 магистрантов 1 курса ЕНУ и КазНУ.

В 2009 г. подписано «Соглашение между Казахским Национальным университетом им. аль-Фараби, Национальным ядерным центром Республики Казахстан и Японским Агентством по атомной энергии по развитию человеческих ресурсов в сфере мирного использования атомной энергии». В рамках этого соглашения японские специалисты прочитали несколько циклов лекций по ядерной энергетике для студентов физико-технического факультета КазНУ. В 2011 году 5 студентов КазНУ прошли стажировку на экспериментальных установках JAEA.

Кроме того, в рамках этого соглашения при финансовой поддержке Правительства Японии в университете Фукуи (Япония) прошли стажировки 27 человек в качестве экспертов, из них 17 молодых специалистов Национального ядерного центра. В настоящее время подготовленные эксперты проводят ежегодные семинары для специалистов НЯЦ и студентов технических вузов г. Алматы и Семей.

Республика Казахстан с 2010 г. является членом Форума ядерного сотрудничества в Азии (FNCA). По программе подготовки кадров в рамках FNCA прошли подготовку 2 специалиста по социальной политике для атомной энергетики и инженерным разработкам в области реакторостроения. В настоящее время на обучение направлены еще 8 специалистов по разным направлениям радиоэкологии, безопасности и физики реакторов.

3. О совершенствовании системы подготовки кадров для атомной отрасли

Для удовлетворения потребностей атомной отрасли в квалифицированных специалистах необходима организация отечественной системы подготовки и переподготовки инженерно-технических кадров, в том числе специалистов по проектированию, конструированию и строительству объектов атомной энергетики и промышленности, инженерно-технического персонала АЭС, специалистов для атомной промышленности, специалистов по радиоэкологии, дозиметрии, ядерной медицине. Для этого предлагается:

1) разрабатывать образовательные программы по соответствующим специальностям с учетом потребностей предприятий (работодателей);

2) для развития практических навыков обучающихся в учебных планах увеличивать долю профессиональной практики. Для этого необходимо расширять базы практики за счет партнерства с работодателями;

3) создать Национальную квалификационную систему с участием отраслевых министерств и работодателей. При этом объединения работодателей могут принимать участие в разработке профессиональных стандартов, соответствующих квалификационным требованиям в рамках конкретной специальности;

4) внедрять систему независимой оценки качества и сертификации профессиональных навыков и квалификаций специалистов.

ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ

В ПОИСКАХ МАСШТАБНОГО ПОДОБИЯ

ТРИ МИРА ВСЕЛЕННОЙ

«Бог – это геометр»
Платон

«...Закономерности геометрии являются самыми общими
и простирают свою власть и значимость на любые события
и явления в мире, который мы знаем»
Академик Блохинцев Д.И.

ВОЗВРАЩЕНИЕ К ГЕРМЕСУ

Древняя мудрость, известная нам из «Изумрудной скрижали» Гермеса Трисмегиста, гласит: «что наверху, то и внизу». К этой предельно краткой формуле сводится Закон космических аналогий, иначе – Закон согласования вертикальных планов. У Гермеса он звучит так: «То, что внизу, подобно, но не равно тому, что наверху, а что наверху, подобно тому, что внизу, для вящего развития чудес Единой Вещи».

Эта мудрость понималась всегда в нескольких смыслах.

Первый – эзотерический. Что происходит на небе - у богов, то и на земле - у людей. Человек – это микро-вселенная, поэтому, чтобы познать мир, нужно познать самого себя… В капле отражается весь мир…

Второй – чисто религиозно-конструктивный. По этому закону Создатель строил наш мир, нашу Вселенную, нашу реальность и все ее элементы – от галактик до клеток. Во всех творениях можно обнаружить единый план, единый чертеж…

Третий, научный смысл проявлялся в том, что, например, Пифагор сравнивал Землю с додекаэдром, а Платон вообще весь мир сводил к пяти правильным телам… Здесь сравнивались геометрические закономерности.

Если бы рационалистическая западная наука в четырнадцатом веке не отказалась от герметизма как «мистики» и «лженауки», ей не пришлось бы заново открывать принцип масштабного подобия. А так первую попытку «возвращения», пожалуй, совершил И.Кеплер, который попытался развить идею Платона (рис.1).

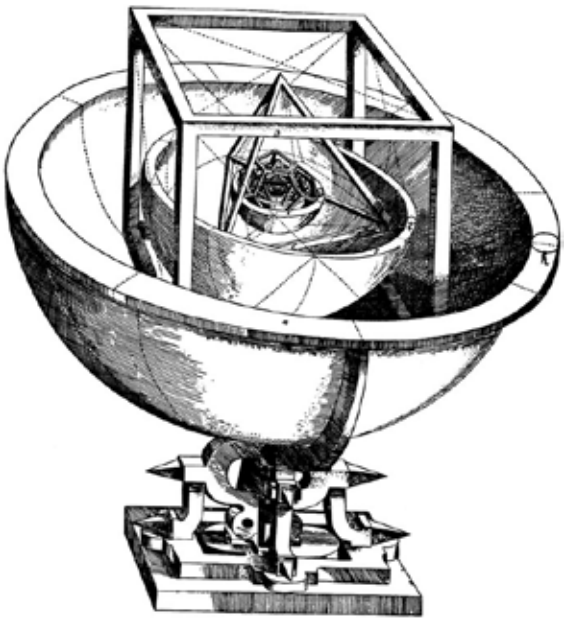


Рис.1. Модель Солнечной системы Кеплера.

Кеплер, который всю жизнь посвятил изучению законов движения планет и первым математически сформулировал их в рамках гелиоцентрической концепции Коперника, пошел затем дальше. Он задумался о гармоничности строения Солнечной системы. Сегодня эта тема получила развитие в множестве астрономических и физических расчетов, но Кеплер, не имея вычислительной техники, искал геометрические, образные модели. Скорее всего, он знал о том, что Платон считал Вселенную додекаэдром. Так почему бы не предположить, что все платоновы тела определяют характер распределения планет на орбитах. Представляете? У вас в руках пять правильных, идеальных по форме многогранников. На небе эти же многогранники определяют характер движения планет. И Вселенная со всеми ее звёздам, находящаяся на самом верхнем плане, представляет собой такой же многогранник.

Но эта попытка так и осталась за границей рационалистической западной науки, как некая экзотическая фантазия гениального астронома. Поэтому научный прорыв в область законов подобия миров наступил лишь после успешного моделирования Резерфордом структуры атома, когда он использовал для этой модели образ Солнечной системы. Ядро атома было уподоблено Солнцу, а планетная система – электронным орбитам.

Успех этой модели настолько поразил воображение человечества, что стали появляться удивительные стихи.

Быть может, эти электроны —
Миры, где пять материков,
Искусства, знанья, войны, троны
И память сорока веков!
Еще, быть может, каждый атом —
Вселенная, где сто планет;
Там все, что здесь в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет.

В. Брюсов

Блестящая гипотеза Резерфорда заставила вспомнить о древней идее подобия миров. Методологический принцип «что внизу, то наверху» стала осваивать современная наука.

В 1976 году вышла знаковая для этого направления книга советского академика М.А.Маркова «О природе материи». Марков подошел к формуле Гермеса с позиций самых современных физических теорий. Он показал, что в основе нашего мира могут лежать мельчайшие фундаментальные частицы (~10-33см), которые при определенных допущениях внутри себя могут содержать такие же вселенные, как наша! Марков называл их в зависимости от свойств планкеонами, фридмонами или максимонами и предположил, что и наша огромная Вселенная может являться для вселенной большего масштаба таким же фридмоном. «Мы видим, что современная физика дает возможность совершенно по-новому

трактовать содержание понятия «состоит из ...». Вселенная в целом может оказаться микроскопической частицей. Микроскопическая частица может содержать в себе целую Вселенную... В такой концепции нет первоматерии и иерархия бесконечно разнообразных форм материи как бы замыкается на себя»,- писал он.

Если учесть, что фундаментальная длина (~10-33 см) является теоретической границей нашего мира в микромире, а радиус Вселенной – верхней границей размеров (+28), то весь диапазон размеров, в рамках которого изучает наш мир физика, составляет примерно 60 порядков. В связи с этим идею М.А.Маркова можно изобразить в виде бесконечной цепи вдоль оси размеров (рис.2) с периодом подобия в 60 порядков.

Это означает, что в том же масштабном слое – в том же метровом диапазоне, в котором живут люди, через 60 порядков вправо или влево могут жить подобные нам существа, но они на 60 порядков больше или меньше нас. Для нас «верхняя» сущность становится по сути дела Богом, ведь вся наша Метагалактика – всего лишь мельчайшая частица Его

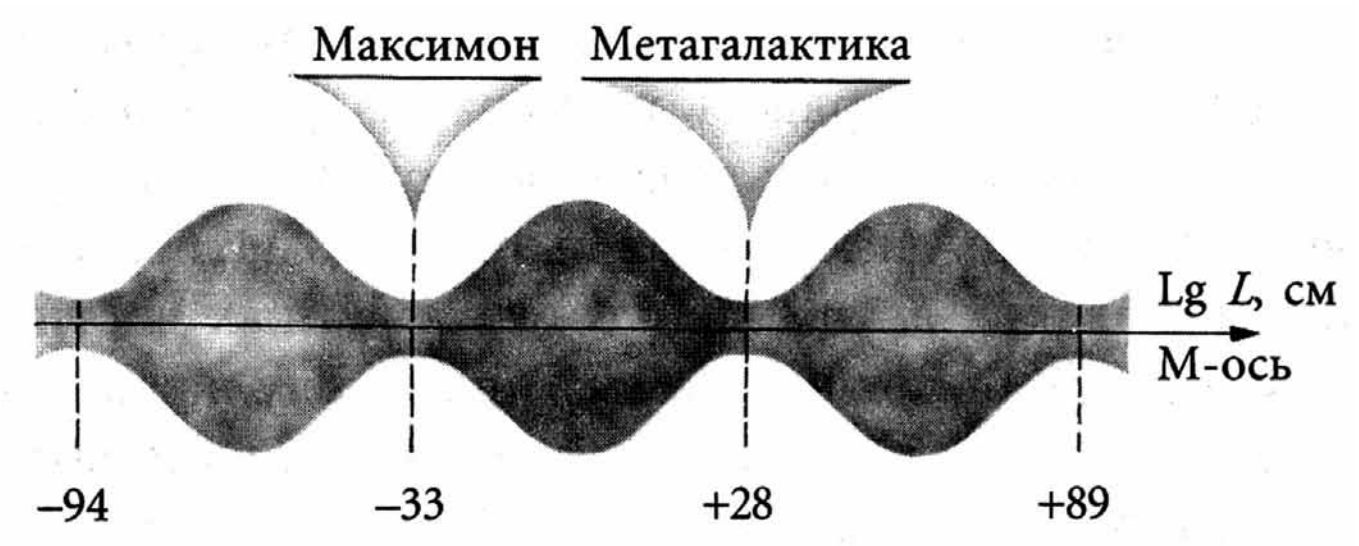
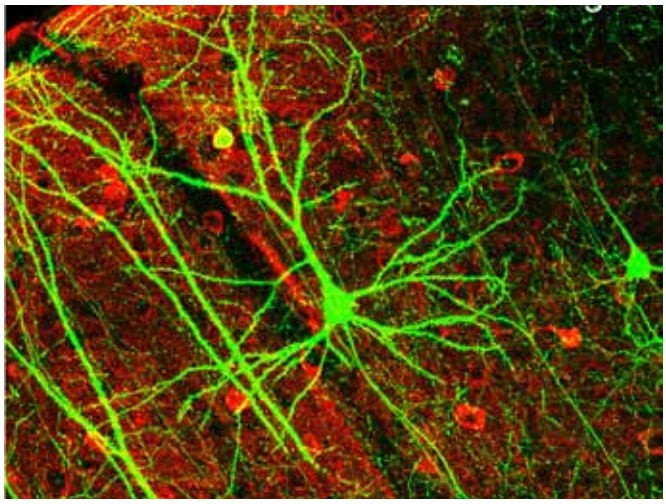


Рис.2. Веретенообразная модель множества вселенных разных масштабов М.А.Маркова. В качестве основы здесь взяты десятичные логарифмы, потому что это самая распространенная система в современной астрономии, а размеры всех объектов приведены в сантиметры.



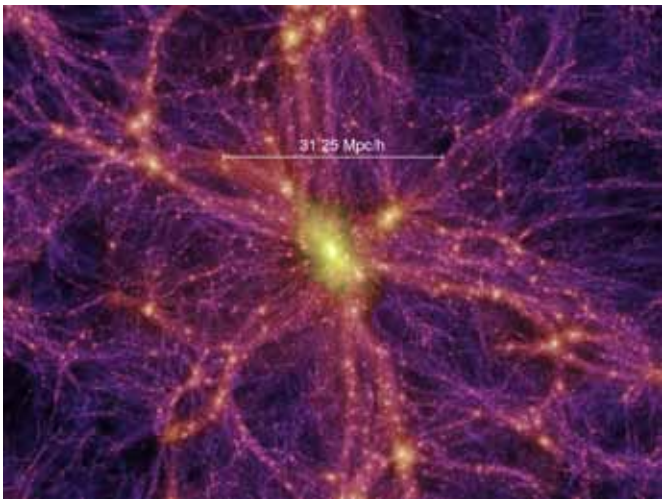


Рис.3. Крупноячеистая структура Метагалактики (справа) удивительным образом похожа на нейронную сеть головного мозга (слева).

тела. Именно такие божественные сущности есть во многих религиях. Например, в Ригведах Вселенная происходит от частей тела божественного Пуруши, а в индуизме весь наш мир – всего лишь внутренняя жизнь Брахмы.

Так значит, заездное небо над нами может быть всего лишь клеткой какого-то божественного организма?.. Увы, нет никаких оснований видеть в космических структурах признаки живого и тем более разумного существа. На эту роль не подходят ни планетные системы, ни водовороты галактик. Правда, в последнее время в крупномасштабной структуре Метагалактики обнаружили некоторое подобие нейронной сети (рис.3), но даже, если это так, мы видим лишь крошечный фрагмент живого организма, а не множество божественных сущностей вселенского размера. Если же оставаться в рамках модели Маркова, то гипотетический Брахма должен иметь размеры на 60 порядков больше человека и на 25 порядков больше нашей Метагалактики. Получить какое-либо представление об его «организме» в таком случае просто невозможно.

Безусловно, модель Маркова – не догма. Поэтому во многих современных эзотерических работах разумом наделяется пространство, которое называют информационным полем. Это что-то вроде Соляриса Ст. Лема, но размером со Вселенную… Все эти рассуждения, как видим, выглядят пока как фантастика. Однако, как ни парадоксально, сегодня можно доказать, опираясь исключительно на научные данные, что жизнь - действительно явление вселенского масштаба, что она порождена всей Вселенной и является результатом длительной эволюции вещественной Вселенной. Мы – дети Вселенной во всей ее масштабной глубине. Но чтобы это увидеть, необходимо исследовать масштабное подобие во всех его проявлениях. Идею Гермеса Трисмегиста необходимо детализировать, используя все последние данные науки обо всех масштабных слоях нашего мира.

Начнем детализацию с самых простых проявлений – с подобия сферических форм.

МЕЖДУ СФЕРИЧЕСКИМИ СЛОЯМИ

Человек (102 см) в 1010 степени больше размеров атома (10-8 см) и в 1010 меньше среднего диаметра звезды (1012 см). Таким образом, человек занимает между атомом и звездой на масштабной оси место точно посредине – человек во столько раз больше атома, во сколько раз он меньше звезды (рис.4). А именно - в 10 миллиардов раз.

За этими сферическими слоями на М-оси влево и вправо лежат пустые пространства. Опускаясь ниже атомов, мы попадаем в мир доминирующей пустоты. Внутри атомов объ-

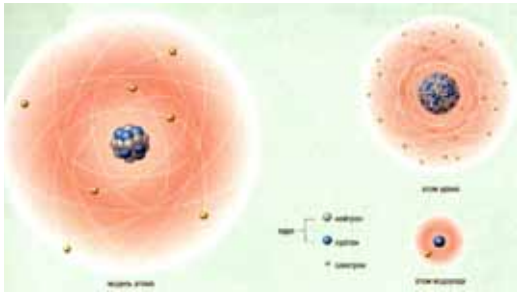


Рис.4. Привычный мир человека очень далек от сферических форм. А вот в мире атомов (слева) и планет со звездами (справа) нет никаких фигур, кроме простейших – сфер. Поэтому наш мир снизу и сверху по размерной оси как будто бы зажат сферическими мирами.

ем пустого пространства в 1015 раза больше объема, заполненного веществом. Поднимаясь выше звезд, мы попадаем на галактические пространства, на масштабы, большие размеров звезд. Но и в галактиках доминирует пустота, которая также в 1015 раза больше объема вещества звезд и планет. Следовательно, мир масштабов человека зажат не только между двумя сферическими слоями, он зажат еще и между двумя пустыми мирами – миром атомов и миром космоса.

В обоих пустых сферических мирах все вращается, и вращается с огромной, часто предельной скоростью. Электроны – вокруг ядра со скоростью света, планеты вокруг Солнца со скоростью десятков километров в секунду. Через пустоту несутся со скоростью света во все стороны элементарные частицы и фотоны, с такой же скоростью расширяются и окраины Метагалактики.

И лишь посредине М-интервала Вселенной на масштабах, естественных для человека, ничего не вращается, все движется очень медленно, а мир в своем вещественном наполнении предельно плотен.

РОДНИК ЖИЗНИ В ЦЕНТРЕ ВСЕЛЕННОЙ

В «среднем» мире - макро-мире - нет пустоты, нет вращения, нет сфер, фактически единственных в космосе и микромире. До изобретения мяча сферической формы практически не было в земной среде обитания человека. Да, можно вспомнить про «перекати поле» (но это ведь только в степи), можно вспомнить снеговиков, свернувшегося ежа, рыбу-шар и т.п. Но все это – незначительные проблески сфер на фоне гигантского разнообразия земных несферических форм.

Однако и в привычном для нас масштабном диапазоне есть одна область доминирования сфер. Это область оплодотворенных половых клеток - ооцитов. Самые мелкие из видимых – икринки рыб. Самые крупные – яйца страуса. У большинства же живородящих размеры оплодотворенной клетки (от 10 до 100 микрон) недоступны человеческому глазу (рис.5).

Что же такое ооцит с системных позиций? Это та самая клетка, с которой стартует в жизнь любой многоклеточный организм. Та перевалочная станция, через которую из поколения в поколение передается наследственная информация всех без исключения живых существ, включая и людей, конечно.

Сфера – ооцит - образуется после того, как мужская половая клетка проникает в женскую и их ядра (генетическая информация) сливаются. Более того, внедряющийся внутрь половой клетки сперматозоид имеет форму головастика с длинным хвостом, но по мере приближения к ядру женской клетки, то есть к моменту слияния, он округляется и становится таким же сферическим, как и она.

Размер ядра, в котором собрана вся информация о человеке, равен 50 мкм. Какое место занимает он на М-интервале Вселенной? Перевод его в сантиметры (10-2,3см), а потом в логарифмы дает значение -2,3. А именно в этой точке М-интервала Вселенной находится ее масштабный центр (рис.6)!

Из этой точкой на М-оси «бьет родник жизни». И других подобных точек нет. Эта «точка» на М-оси — центр масштабного интервала Вселенной - единственная по своему уникальному положению в масштабной иерархии точка. А живая клетка, таким образом, занимает практически точно центральное положение в иерархии Вселенной. Она во столько раз больше мельчайшей частицы Вселенной — максимона, во сколько раз она меньше ее верхней границы — Метагалактики.

Итак, практически все живые организмы стартуют из масштабного центра Вселенной. Жизнь передается от одного живого организма другому через «эстафетную палочку», размеры которой соответствуют центральной точке масштабной

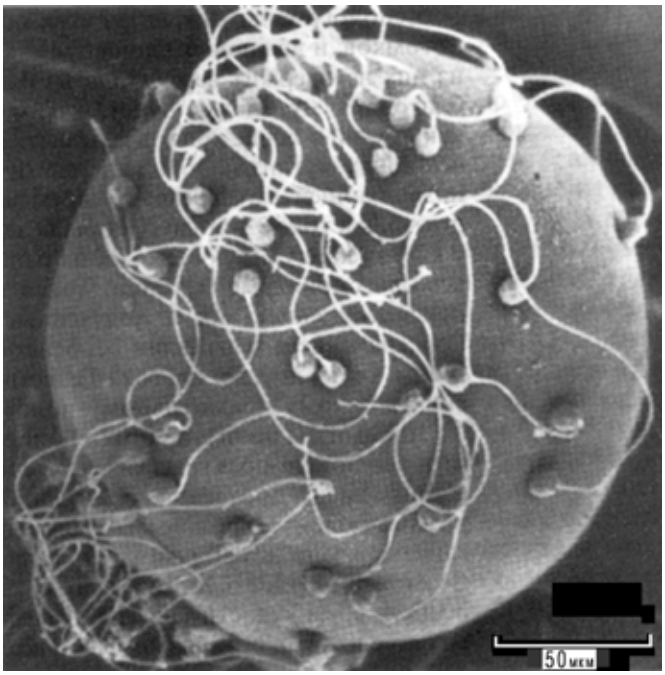


Рис.5. Слева женская половая клетка в момент ее оплодотворения. Справа – оплодотворенная клетка – ооцит.

Рис.6. Масштабный интервал размеров объектов Вселенной (от фундаментальной длины М. Планка — 10–32,8 см до Метагалактики — 1028,2 см), расположенный на масштабной оси (М-оси), и его масштабный центр (МЦВ).

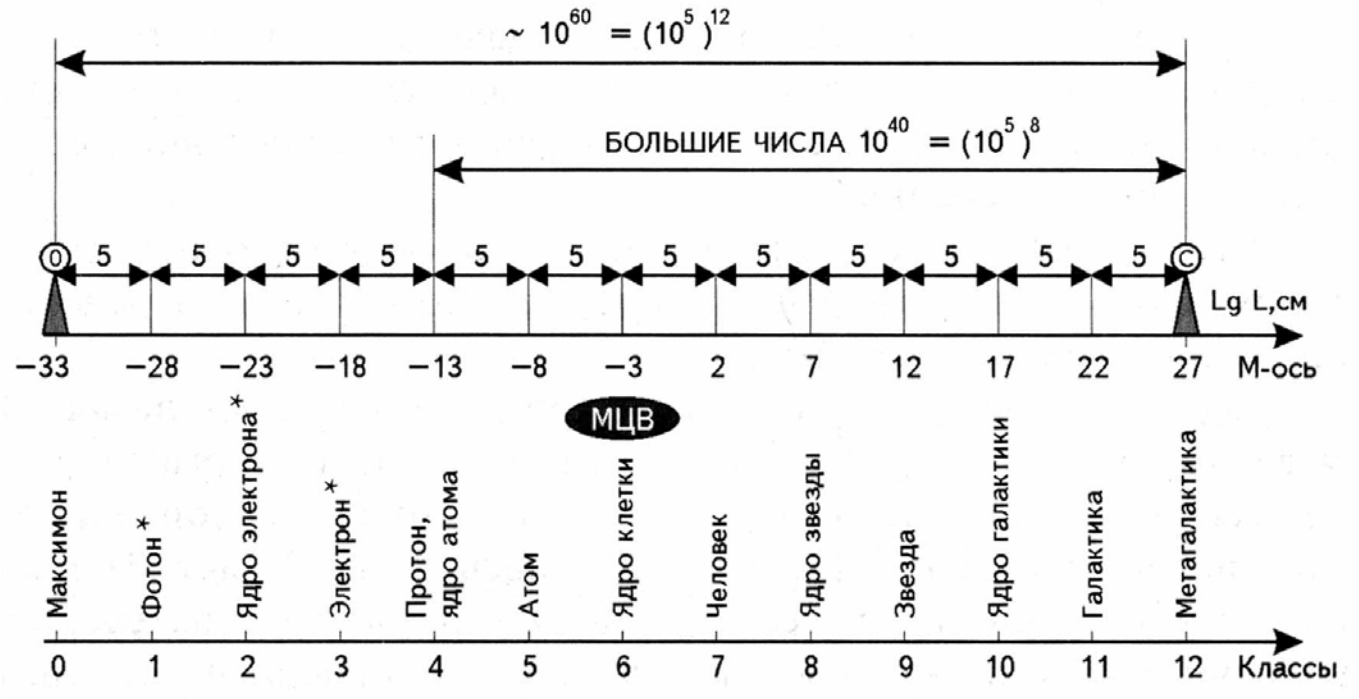


Рис.7. Масштабная ось Вселенной, разделена на 12 интервалов по 5 порядков каждый. М-ось – условное обозначение для оси десятичных логарифмов, на которой сдвиг на один порядок влево или вправо означает изменение размеров в 10 раз.

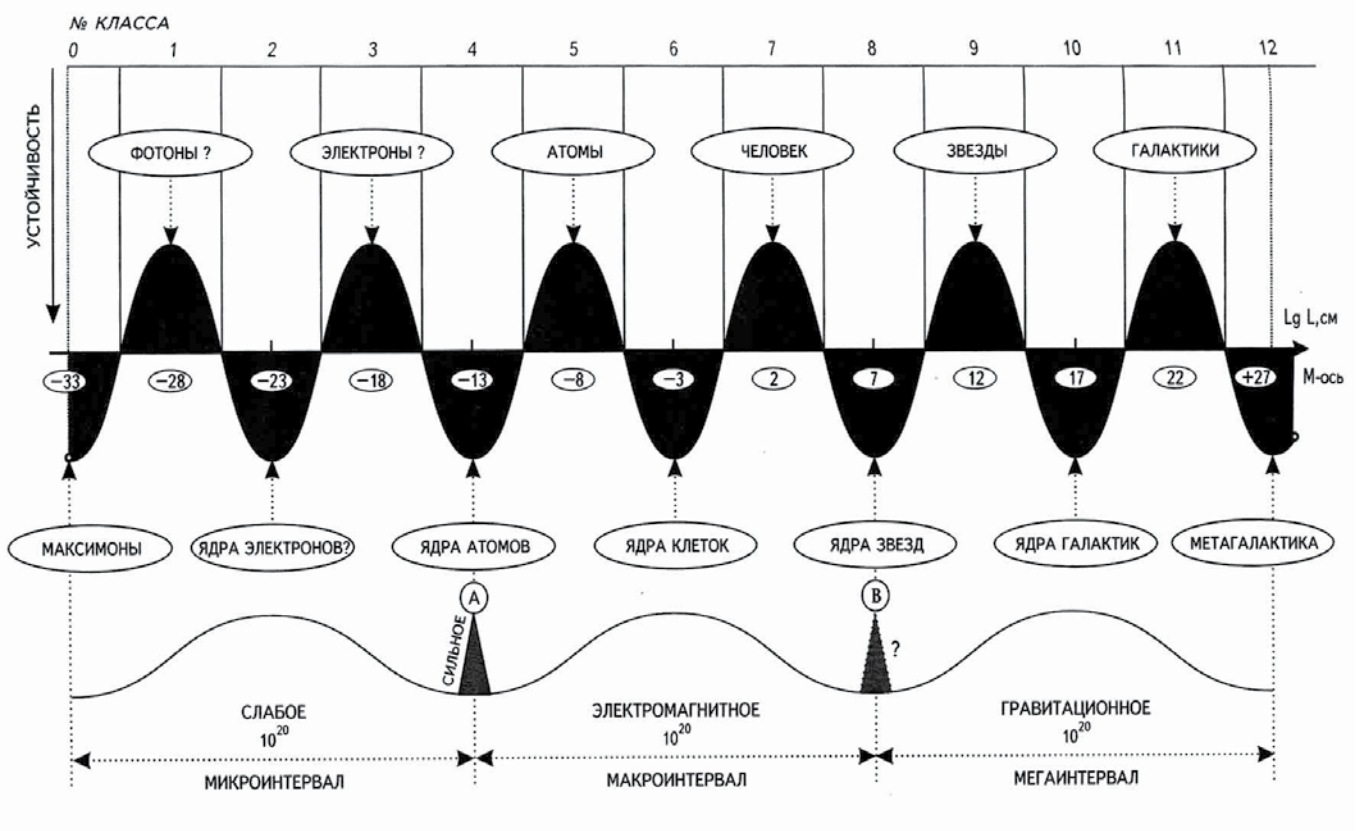


Рис.8. Количественно-качественная диаграмма масштаб–устойчивость, получившая в 1979 году название — Волна Устойчивости (ВУ). Впервые опубликована в журнале «Знание-сила» в 1981 году, №8, с.31-33.

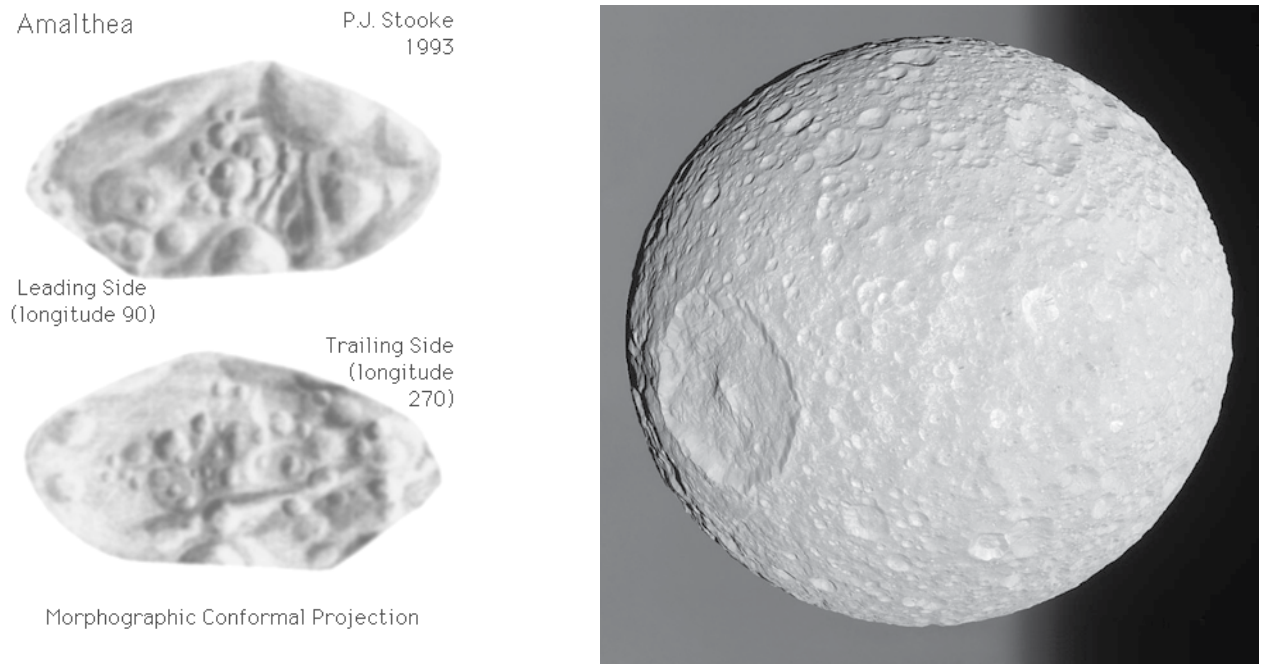


Рис.9. Слева. Спутник Юпитера Амальтея. 262×146×134 км. яСправа – спутник Сатурна Мимас, диметр – около 400 км.

симметрии для Вселенной. Это означает, что родник жизни берет свое начало в центре Вселенной! И если рассматривать жизнь человека не как отдельный фрагмент, а как звено цепи множества перерождений, то чтобы попасть в следующее рождение вся генетическая информация должна ужаться до микроскопических размеров - 50 микрон. Не эти ли узкие врата ведут в Царствие Небесное?

МАСШТАБНАЯ ПЕРИОДИЧНОСТЬ

Если расположить самые важные для Вселенной и человека объекты на логарифмической оси размеров, то оказывается, что Вселенная устроена масштабно периодически (рис.7). И период здесь все тот же – 105.

Все известные науке объекты Вселенной занимают на М-оси примерно 60 порядков, которые разбиты на 12 уровней (этажей), между которыми все те же 5 порядков, как между атомом и его ядром. Для удобства изобразим эту периодичность в виде синусоиды (рис.8).

На рис.8 показаны три участка, на которых формирование объектов определяется тремя главными взаимодействиями Вселенной. Каждый участок занимает на М-оси 20 порядков. Это полностью соответствует древнем разделению Вселенной на три мира: то, что внизу – Микро-мир, то, что наверху – Мега-мир (космос), то, что между ними – Макромир (в том числе мир человека).

Очень важно отметить, что формирование и дальнейшее развитие каждого из этажей начинается со сфер, а заканчивается… сферами или додекаэдрами. Так, если начинать путь по М-оси с левой крайней точки, с максимона (или фридмона), то в большинстве расчетов его форма оказывается сферической. Затем мы мысленно перемещаемся вправо по М-оси на 20 порядков, туда, где «живут» самые устойчивые и распространённые элементарные частицы – протоны и нейтроны. Их форма такая же сферическая. Между максимоном и протоном на М-оси 20 порядков полного незнания. Абсолютное отсутствие информации, даже теоретической. Именно поэтому этот диапазон масштабов часто называют подвалом Дирака. Физика ничего не знает о том, какова структура элементарных частиц, какими элементами «заселен» подвала Дирака (от -33 до -13). Здесь нет ни экспериментальных данных (и БАК так и не помог их получить), ни хорошо обоснованных теоретических моделей. А ведь именно там современное человечество надеется получить новый вид энергии, на порядки более эффективный, чем атомная.

Мы уже давно убедились, что чем глубже в структуру вещества забираемся, тем выше плотность энергии. Стоит лишь сравнить химическую энергию горения и энергию ядерного распада. Как же узнать (хотя бы с помощью метода подобия), что внутри элементарных частиц? Как извлечь из них фантастически эффективную энергию? Или можно ее извлекать напрямую из вакуума, из структуры пространства, которая, согласно Дж.Уилеру, на масштабах 10-32 см состоит из зерен фундаментальных частиц?

Мы попробуем узнать это, используя принцип Гермеса Трисмегиста, обогатив его современными знаниями из области физики и космологии.

Рассмотрим для этого два аналога таинственного участка М-оси. Аналог первый – Макро-мир, который подчинен электромагнитным силам. Он начинается от протона (-13) и заканчивается через 20 порядков на размерах самых крупных астероидов (+7). Протон, ядра атомов, сами атомы – сферы. Астероид – хаотичная форма. А вот за пределами размеров астероидов эстафету у электромагнитных сил перехватывает гравитация, которая вновь все возвращает к сферам.

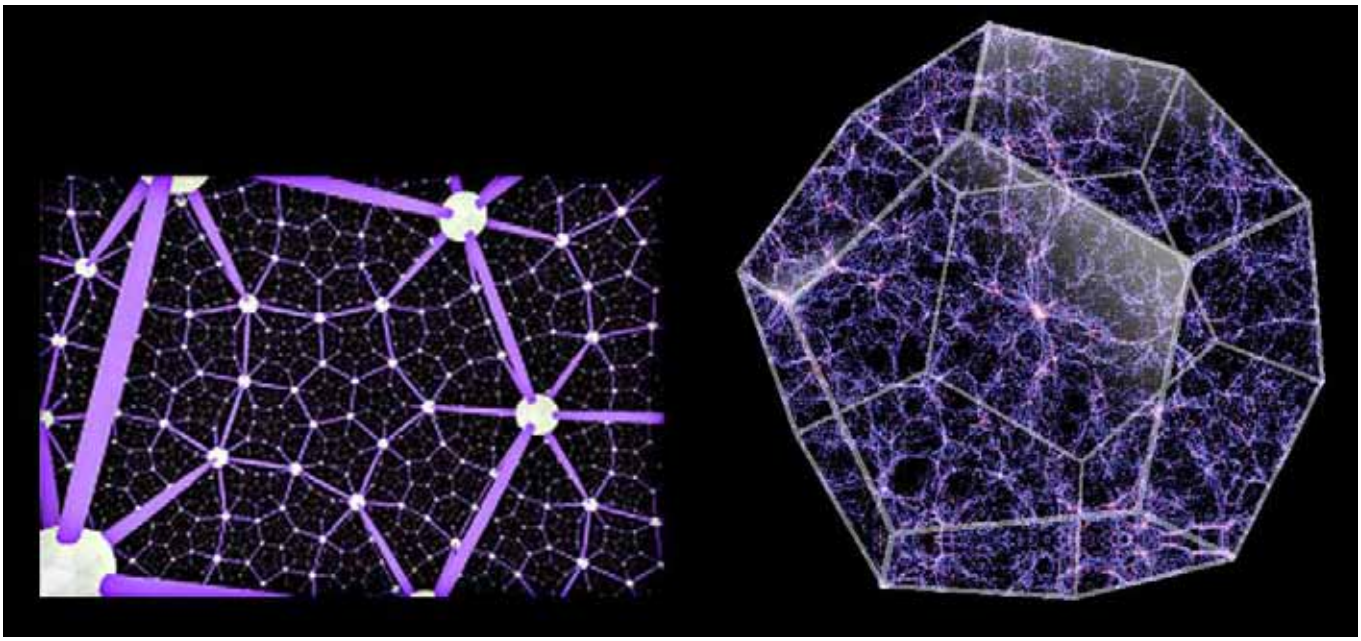


Рис.10. Слева – схема расположения нитей из сверхскоплений галактик внутри Метагалактики. Параметр ячейки +26. Справа – предполагаемая додекаэдрическая форма Вселенной, к которой пришла современная космология на базе данных по реликтовому фону. Внутри у нее «пена» из сверхскоплений. Реальный масштаб этой пены в 10 раз меньше.

СВЕРТКА МАТЕРИИ В СФЕРЫ

Переход от кристаллической структуры камней и астероидов происходит скачком. Как только гравитационные силы становятся хотя бы чуть сильнее электромагнитных связей между атомами в твердых телах, они сминают кристаллическую структуру и она превращается в сферическую. Для Солнечной системы эта граница определена очень точно – 300 км. Причем переход от хаоса астероидов к сферам планет – резкий, скачкообразный. Слева на М-оси около этого порога ближе всего к этому порогу находится спутник Юпитера Амальтея, справа за этим порогом ближе всего к нему находится спутник Сатурна Мимас (рис.9).

А далее, от +7 вправо по М-оси природа создает опять исключительно сферические формы: планеты и звезды.

Рассмотрим теперь, что происходит при перемещении на М-оси от звёзд до Метагалактики. Аналогично Макро-миру, здесь постепенно отступает симметрия сфер и в конце этого участка мы попадаем в «кристаллический порядок» пенной структуры Метагалактики.

Сегодня уже можно сделать обоснованные предположения, что симметрия здесь также восстанавливается скачком. Вся пенная структура Метагалактики при достижении размеров +28 сразу же превращается в додекаэдр (рис.10).

ЯЧЕИСТАЯ СТРУКТУРА НУКЛОНОВ?

Повторим: в масштабном измерении Вселенной есть два подобных участка, каждый длиной в 20 порядков. Макроучасток, где от -13 до -8 на протяжении 5 порядков природа создает исключительно сферические формы, затем 15 порядков нарастания размеров с практически полной потерей сферических форм. И Мега-участок, где на протяжении таких же 5 порядков от +7 до +12 планеты, ядра звезд и звезды держат исключительно сферическую форму, которая на протяжении 15 следующих порядков практически исчезает. Можно предположить, что не изученный экспериментально первый М-этаж микромира (который иногда называют «подвалом Дирака»), организован таким же образом. А именно: на протяжении 5 порядков, от -33 до -28, доминируют сферы, потом они исчезают, а при приближении к верхней границе этого участка природа создает такую же ячеистую эфирную структуру, типа пемзы, как и крупномасштабная структура Метагалактики.

До сих пор нет ни одного эксперимента, который позволил бы заглянуть внутрь протона или нейтрона. Зато есть всевозможные теории об их строении, включая кварковую. На чем она основана? На попытке найти комбинацию свойств, которая бы исчерпывала разнообразие адронного мира. Если же исходить из универсального принципа подобия трех миров Вселенной, то внутри у протонов и нейтронов должна быть такая же пенная, ячеистая структура, как внутри Метагалактики. Или такая же кристаллическая, как внутри планеты. Но в любом случае она должна быть полицентричной и множественной. Следовательно, если верна кварковая гипотеза, то неверен принцип масштабного подобия. И наоборот.

Автор полагает, что нет оснований не доверять принципу масштабного подобия, который подтвержден десятками фактов. Поэтому вполне логично предположить, что внутри протонов и нейтронов существует мелкоячеистая структура, сопоставимая с крупноячеистой структурой для Метагалактики – см. рис. 3. Причем, количество ячеек здесь может исчисляться миллиардами. Безусловно, такая гипотеза грешит линейной логикой, но она все-таки лучше, чем гипотеза о трех кварках…

Собственник:
РГП «Национальный ядерный центр»

Адрес редакции:
071100, Республика Казахстан,
г. Курчатов, ул. Тәуелсіздік, 6
тел.: +7 722 51 2 33 33,
факс: +7 722-51 2 38 58
E-mail: energy_atom@mail.ru; nnc@nnc.kz
Web-сайт: www.nnc.kz

Главный редактор:
Кадыржанов К.К.

Ответственный редактор:
Майра Мукушева
mukusheva@nnc.kz
тел. 8-(722-51)-2-33-35

Дизайн и вёрстка:
Сергей Гавриленко

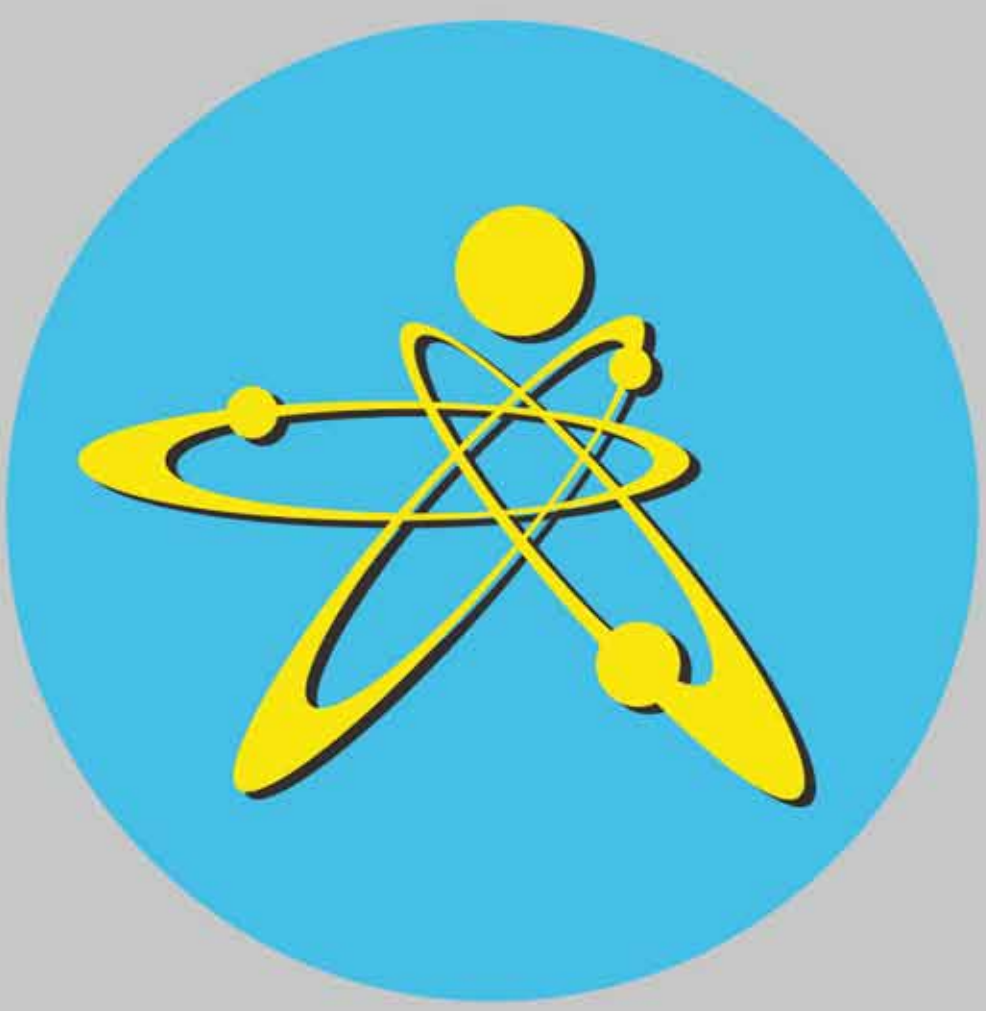
Медиа-консалтинг:
Морис Абдуллин

Корректор:
Владимир Плошай

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 один раз в квартал.

Тираж – 2000 экз.

Отпечатано в ТОО «Extrapress-Co»
Адрес: г. Алматы, пр. Сейфуллина, 531, офис 403
тел.: -7 (727) 272 06 09