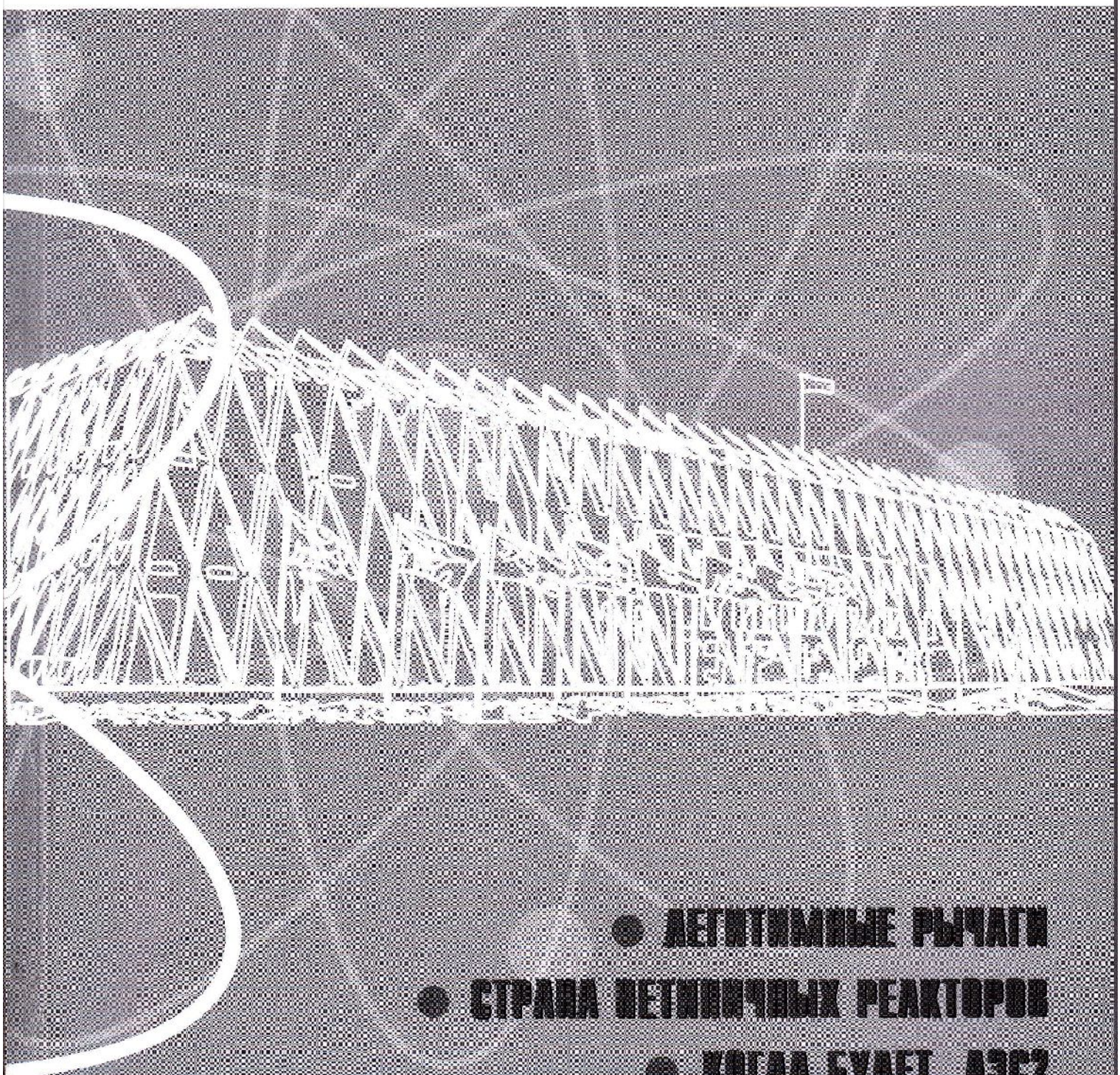




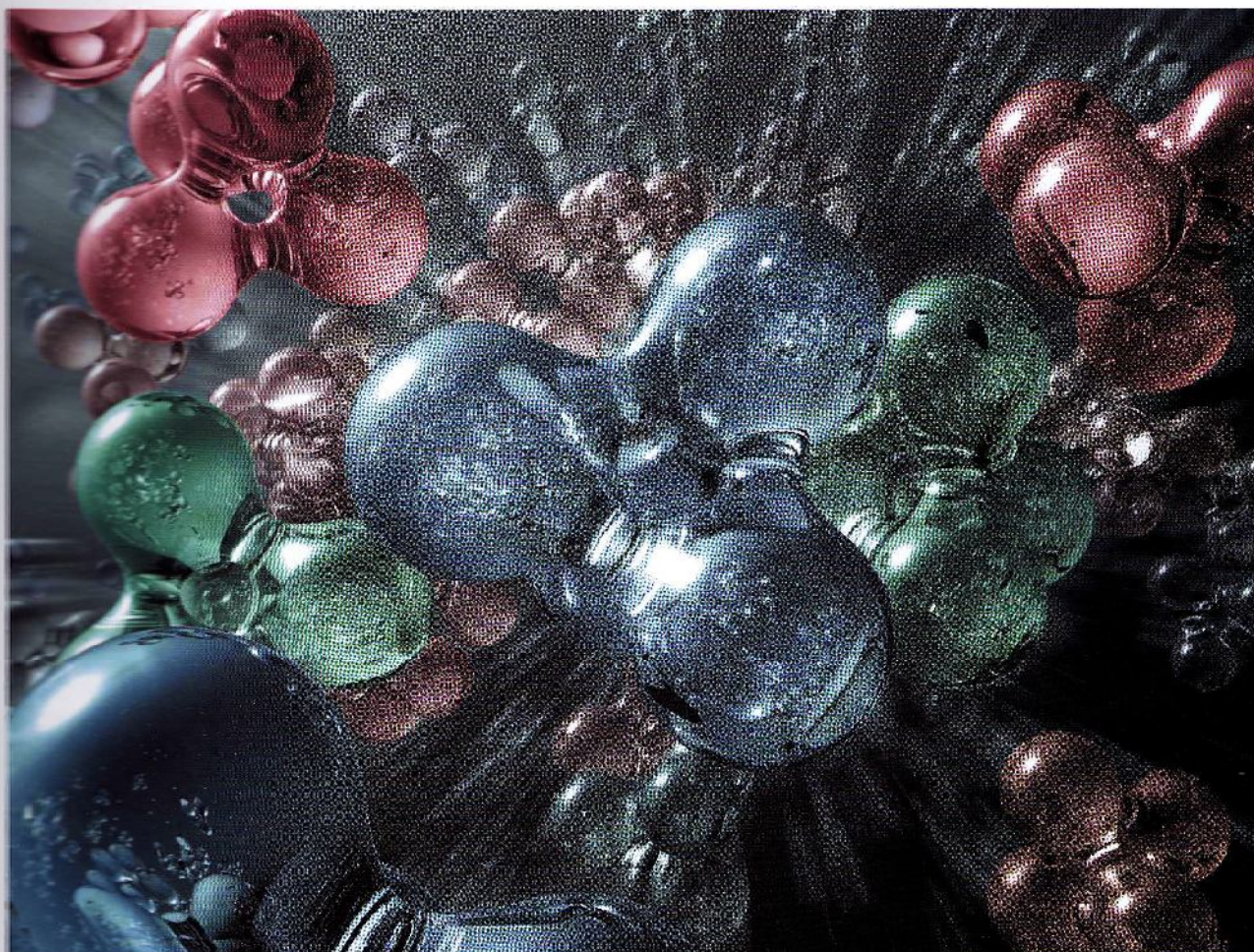
Атом во имя прогресса!

ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал №4 (18) 2012

- 
- ЛЕГИТИМНЫЕ РЫЧАГИ
 - СТРАНА ПЕТИЦИОННЫХ РЕАКТОРОВ
 - КОГДА БУДЕТ АЭС?
 - ПЯТЬ ШАГОВ В НОСФЕРУ

ЛЕГИТИМНЫЕ РЫЧАГИ ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ: СИСТЕМНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ 3-ГО ПОКОЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ

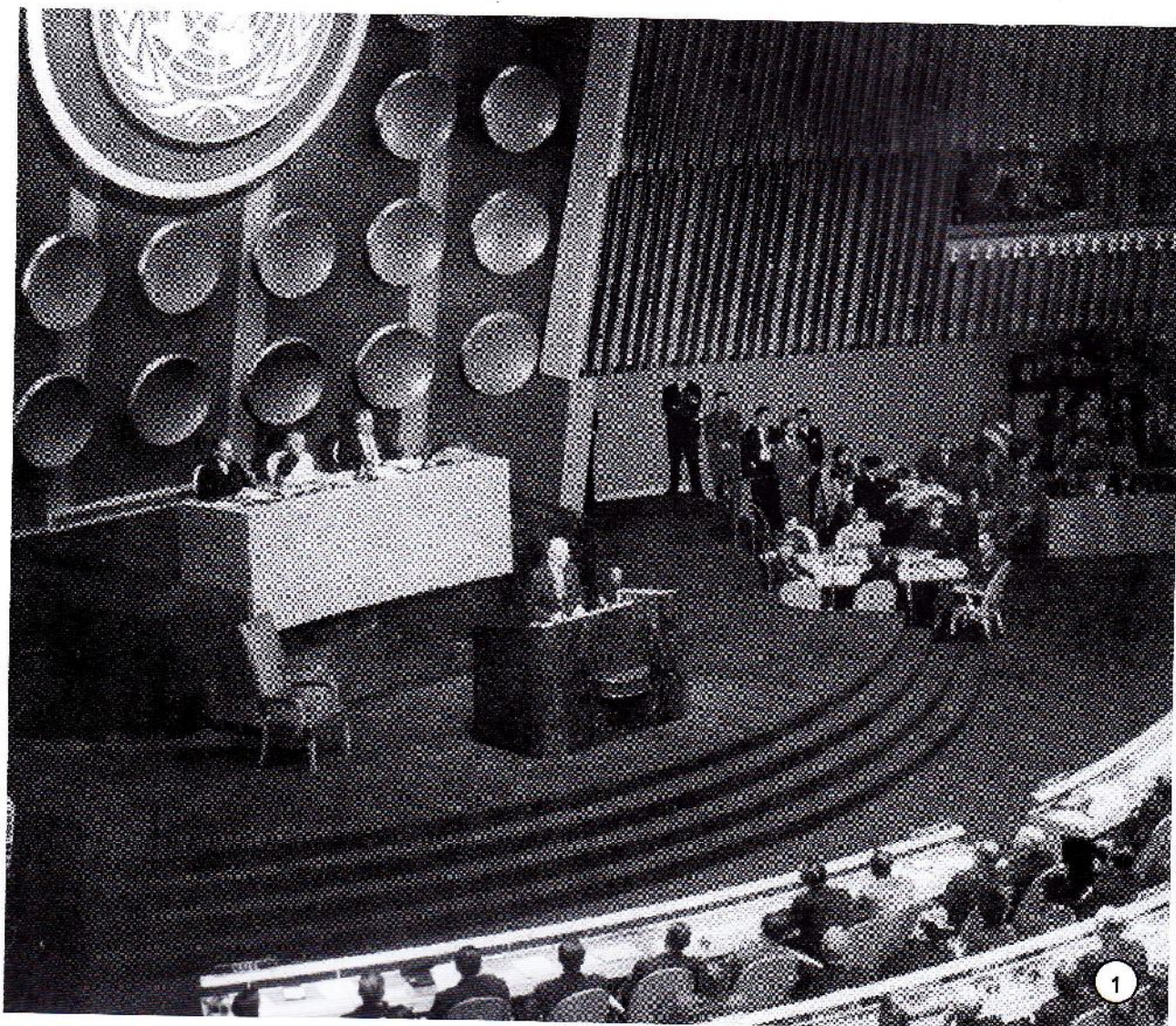


С момента открытия деления атомного ядра в 1930 году ученые и осведомленные политические лидеры успели оценить двойственный характер ядерной энергии: с одной стороны, наука открыла исторически беспрецедентные перспективы научно-технического прогресса, в том числе в медицине, производстве новых материалов и энергетике, с другой, она сделала возможным создание взрывных устройств с такой магнитудой разрушения, которой раньше не существовало. Из этого противоречия вытекает одна из важнейших задач нынешнего века: обеспечение выгодного для человечества мирного использования достижений ядерной науки при одновременном исключении использования атомного оружия в качестве средства уничтожения или принуждения.

Международная система справлялась с решением этой проблемы на протяжении более шести десятиле-

тий. С первого применения ядерного оружия в 1945 году атомная наука принесла пользу всему человечеству, но ядерные взрывчатые вещества не послужили целям уничтожения или вымогательства. Этот успех можно приписать существующим международным договорам и работе международных организаций. Однако, по некоторым признакам, существующие системные механизмы становятся недостаточными для ответа на вызовы быстро меняющегося мира и для решения проблем, порожденных последними технологическими достижениями.

В своем известном выступлении на Генеральной ассамблее Организации Объединенных Наций в 2007 году президент Республики Казахстан Нурсултан Назарбаев обратил внимание на ослабление международной системы коллективной безопасности, предупредив, что «международному сообществу не хватает легитим-



ных рычагов, способных остановить распространение оружия массового уничтожения». Недавние изменения в технологиях, в частности, появление 3-го поколения технологий обогащения урана, таких как лазерное обогащение, придают еще большую актуальность опасениям Назарбаева. В данной статье анализируются последствия появления этих технологий для международного сотрудничества в области нераспространения ядерного оружия.

К НОВОМУ РУБЕЖУ В ИЗОТОПНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОБОГАЩЕНИЯ

На протяжении многих лет ходят слухи о появлении новых методов разделения изотопов. Они теоретически и экспериментально исследовались более четырех десятилетий. Ряд экспериментальных проектов продемонстрировали практичность новых подходов. Однако только в последние годы исследования перешли от экспериментальной к промышленной стадии. Сейчас новые технологии изотопного обогащения уже стоят на

пороге перехода к коммерческой стадии. Это вызывает опасения специалистов и международной общественности, поскольку может подрывать усилия по ядерному нераспространению. Напротив, сторонники новых технологий обогащения утверждают, что в настоящее время они очень сложны, поэтому успешный переход к ним доступен лишь немногим развитым странам, научные учреждения которых строго соблюдают нормы и стандарты в области ядерного нераспространения.

Однако если технология используется в промышленных масштабах, становится трудно сохранить специфику процессов под жестким контролем, причем независимо от того, насколько сложны эти процессы. Этим не преминут воспользоваться государства-изгои и террористы, охотящиеся за ядерными секретами с целью создания собственного ядерного оружия, но не желающие финансировать собственные научные исследования. Следовательно, нынешний этап развития технологий обогащения требует пересмотра коллективных структур и методов обеспечения безопасности, совершенствования и доработки существующей системы международных

правовых и политических ограничений. Некоторые критики распространения новейших достижений в технологиях высказываются за поддерживаемый Соединенными Штатами мораторий на дальнейшее развитие лазерного изотопного обогащения, отмечая, что для этого США должны договориться «только с горсткой технологически продвинутых стран, способных к подобной инновации. В идеале, было бы лучше, если бы все страны заняли позицию подавления новых технологий для более эффективного обогащения урана».

Часть экспертов призывает Соединенные Штаты провести слушания по лазерной технологии, на которых может быть установлено, что ни одно государство не должно разрабатывать лазерную технологию и что Соединенные Штаты, а также другие страны могут работать вместе, «патентуя технологии и предотвращая распространение». Другие эксперты, видящие потенциальные угрозы нынешнего положения вещей, демонстрируют гораздо меньший оптимизм в отношении способности США, любого другого государства или коалиции стран обеспечить мораторий, предназначенный для подавления процесса распространения новых технологий. Объявление моратория, согласно этой точке зрения, в лучшем случае временный паллиатив. История науки свидетельствует, что как только технология перемещается из теоретической в практическую плоскость, бесполезно пытаться заставить кого-либо прекратить дальнейшие исследования. В данном конкретном случае это может объясняться тем, что бесполезно и непродуктивно для государств, обладающих ядерным оружием, по одиночке или совместно вмешиваться в научное развитие и промышленное внедрение лазерного обогащения – ведь ставки очень велики. Видимо, в текущих обстоятельствах и на нынешней стадии технологического развития, с учетом существующих институтов и практики коллективной безопасности актуален призыв уделять больше внимания шагам по использованию научных достижений для сокращения угрозы распространения ядерного оружия. Это означает, что нужно как смотреть вперед, так и оглядываться назад: взгляд назад полезен для оценки проведенных организационных мероприятий и выявления составляющих международного сотрудничества, которые оказались эффективными в смысле нераспространения.

Основная задача атомного века была очевидна с самых первых его дней. Главной идеей программы «Атом для мира», созданной в 1953 году и оглашенной президентом США Дуайтом Эйзенхауэром, было сдерживание ядерного распространения при доступности научных достижений для всех. На Генеральной ассамблее ООН в декабре 1953 года (фото 1) Эйзенхауэр провел четкое различие между достижениями научными и военными, подчеркнув важность поощрения первых и стимулирования коммерческой выгоды и, в то же время, строгого контроля над вторыми. Очевидно, президент США полагал, что ООН создаст международное наблюдательное агентство, обладающее правом надзора над всеми расщепляющимися материалами. Договор о нераспространении, принятый в 1970 году, исходил из духа программы

1953 года, выраженного в словах «преимущества мирного применения ядерных технологий ... должны быть доступны в мирных целях для всех участников договора».

Международное сотрудничество в области нераспространения существует на нескольких уровнях. Основное международное соглашение в этой области – Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО), в который на данный момент входят 190 подписавших его государств. Их можно разделить на две категории: признавших наличие у себя ядерного оружия, и тех, что не признают обладания ядерным оружием. Договор держится на трех «столпах»: все подписанты соглашаются пользоваться благами мирной ядерной науки, содействовать разоружению и нераспространению. Конкретные обязательства по договору, однако, несколько отличаются для двух категорий стран. Ядерные державы (Китай, Франция, Россия, Великобритания и США) обязаны предотвращать распространение оружия и предпринимать добросовестные усилия по ядерному разоружению. Государствам, не обладающим ядерным оружием, запрещена разработка или приобретение ядерного оружия. От них требуются дополнительные меры контроля, призванные продемонстрировать отсутствие стремления к приобретению или разработке атомных боезарядов. Ядерным государствам по ДНЯО соблюдать меры подобного контроля не требуется.

«Надзорная» организация, созданная под эгидой ООН, Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) является основным учреждением, проводящим проверки на международной основе. В 1990 году после информации о том, что Ирак пренебрегает процедурами проверки и тайно реализует программу разработки ядерного оружия, МАГАТЭ решило усилить меры контроля.

Два последующих соглашения ДНЯО – Соглашение о гарантиях МАГАТЭ и Дополнительный протокол МАГАТЭ – повысили строгость контроля. Эти соглашения позволяют проводить инспекции на местах, МАГАТЭ – проводить экологический мониторинг необъявленных объектов в странах, не связанных с ядерным оружием, но подозреваемых в деятельности распространения. Мониторинг может осуществляться для оценки усилия страны в разработке расщепляющегося материала. С точки зрения производства ядерной энергии, два этапа ядерного топливного цикла особенно деликатны – начальное производство расщепляющихся материалов и переработка отработанного топлива. Мониторинг может присутствовать на одном или на обоих этих этапах, а также в рамках всего ядерного топливного цикла или различных приложений, таких как медицинское применение, испытание материалов и так далее.

При всех многочисленных проблемах безопасности, неизбежных в ядерную эпоху, обогащение урана и производство расщепляющихся материалов не были среди них главными в ранний ее период. Наиболее часто используемыми средствами изотопного обогащения были электромагнитное разделение, центрифужное разделение и газовая диффузия. Использование трех этих технологий для обогащения урана в промышленных мас-



призывает
ествен-
ядерному
техно-
е время
ним до-
чные уч-
андарты

промыш-
ить спе-
ем неза-
Этим не
терро-
тью соз-
лающие
ования.
нологий
структур
ства-
родных



штабах относительно легко контролировалось с использованием национальных технических средств, например, электронных; фотографические или сейсмические наблюдения проводились на расстоянии.

КОНТРОЛЬ НАД ТЕХНОЛОГИЯМИ

В годы холодной войны сложные изотопные технологии обогащения с использованием других физических принципов были экспериментально обоснованы и вовлечены в начальные стадии развития. Некоторые из этих технологий, в частности, методы лазерного обогащения, обещали большие коммерческие перспективы и повышали потенциал национальной безопасности ядерных стран. Эти подходы превышали технические возможности многих неядерных государств, а кроме того, были им не по карману. В 2001 году один специалист по обогащению отметил, что лазерное разделение изотопов является слишком сложной технологией для типичного среднего государства.

Поддержка более сложных методов разделения изотопов уменьшилась и среди ядерных держав, поскольку во время холодной войны накопились большие запасы расщепляющихся материалов. Сравнительно низкие цены на энергоносители не способствовали под-

держке исследований теоретически перспективных, но коммерчески нецелесообразных технологий обогащения. Как следствие, некоторые из них остались на уровне экспериментальных проработок, а переход к технологиям промышленного уровня был просто отложен.

С начала ядерного века американские объекты для обогащения урана в коммерческих целях основывались исключительно на газовой диффузии. Коммерческой центрифуги не было в США до марта 2010 года, когда USEC объявила о пуске каскада центрифуг на коммерческих заводах в Piketon, штат Огайо. Некоторое время спустя, в июне 2010 года фирма URENCO проинформировала, что начато производство низкообогащенного урана на заводе центрифуг, расположенном в Юнисе, Нью-Мексико. В октябре 2011 года Комиссия по ядерному регулированию (NRC) выдала лицензию AREVA Enrichment Services LLC на строительство и эксплуатацию газовых центрифуг обогатительного завода в Bonneville County, штат Айдахо. Однако проект AREVA застыл в первую очередь по финансовым причинам, обусловленным ошибочными прогнозами будущих цен на уран.

В течение нескольких десятилетий в США полагались исключительно на газодиффузионный метод получения низкообогащенного урана, используемого в каче-



ства топлива для коммерческих реакторов. Несмотря на то, что центрифужные технологии дают существенные экономические и экологические преимущества, существующие газодиффузионные производства были сохранены. Однако в то же время велись исследования более совершенных технологий обогащения. Теория показала, что различные формы лазерного разделения изотопов (LIS) могут стать основой нового поколения эффективных технологий. Процесс, называемый AVLIS (атомный пар лазерного разделения изотопов), был экспериментально продемонстрирован в Ливерморской национальной лаборатории (LLNL) в 1974 году. Для изотопного разделения в США были также использованы лазеры на свободных электронах (ЛСЭ).

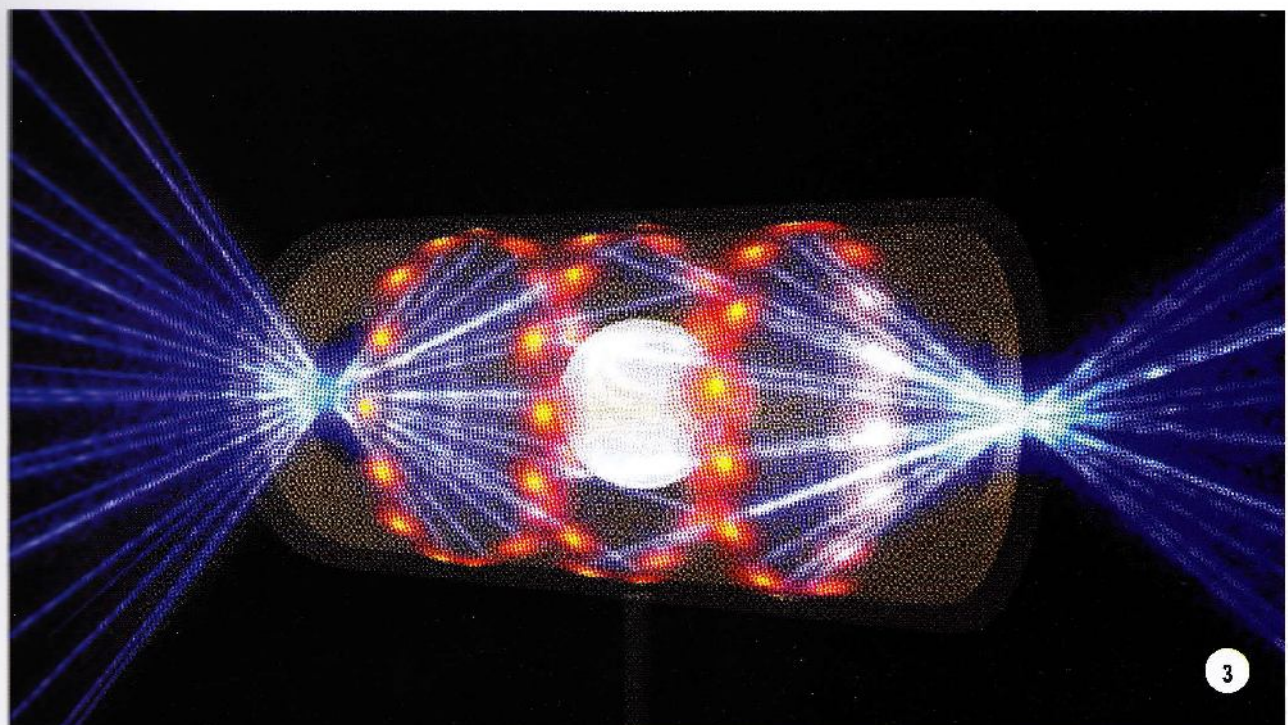
С учетом того, что эксперименты с LIS-технологиями проводились и в других странах мира, Министерство энергетики США (МЭ) стало рассматривать LIS как наиболее перспективный метод, способный обеспечить недорогой, экологически безопасный способ обогащения урана в США и у их торговых партнеров. Департамент энергетики США видел в LIS замену старым и энергетически неэффективным газодиффузионным технологиям. К тому же лазерный способ, как выяснилось, позволял пропустить этап центрифуг, широко используемых в других странах.

Окончание холодной войны привело амбициозные планы по лазерному разделению в тупик. Новое законодательство США разрешило приватизировать обогащательные мощности и возложило ответственность за управление ими на получастную корпорацию, созданную Конгрессом США в 1992 году (корпорация США по обогащению, USEC, фото 2). В 1994 году USEC возобновила американские LIS-программы, обеспечивая поддержку

для дальнейших исследований и разработки методов лазерного разделения изотопов. Тем не менее, по финансовым причинам в июне 1999 года USEC отменила поддержку LIS-исследований и разработок. Между тем, другие страны продолжали исследование лазерной технологии, подталкивая ее к коммерческой жизнеспособности.

В 1988 году в Австралии Майкл Голдсворти создал компанию для коммерциализации разделения изотопов путем лазерного возбуждения под названием SILEX. В 1995 году Хорст Струве и Майкл Голдсворти провели эксперимент, принципиально доказавший коммерческую жизнеспособность собственных подходов SILEX. В результате было подписано соглашение о сотрудничестве между США и австралийским правительством, открывавшее путь для дальнейшего развития технологии SILEX и ее последующей передачи в США. Методология SILEX была классифицирована в США и в Австралии.

В 2006 году GE Energy вошла в партнерство с австралийской системой SILEX для разработки третьего поколения процесса SILEX. В США GE Energy сотрудничает с Hitachi, образуя GE-Hitachi. В июле 2007 года GE-Hitachi представила поправки лицензии в американскую Комиссию по ядерному регулированию (NRC), получив одобрение исследований и разработок, связанных с лазерным обогащением. Эти работы будут проводиться на объекте глобального ядерного топлива Америки (GNF) в Уилмингтоне, Северная Каролина. Партнерство GNF привело к развитию промышленного уровня «Тест петли», а впоследствии, к промышленному пилоту «Ведущий каскад». В середине 2008 года Cameco вступил в проект, приобретя 24% акций (GE принадлежит 51% и Hitachi - 25%). GE-Hitachi в настоящее время работает над те-



тивных, но
обогаще-
на уровне
технологи-
н.
ие объек-
елях осно-
зии. Ком-
арта 2010
центрифуг
айо. Неко-
URENCO
низкообо-
ложенном
Комиссия
лицензию
тво и экс-
завода в
AREVA за-
причинам,
дих цен на

А полага-
под полу-
го в каче-

стовым циклом в (GNF) глобального ядерного топлива в Уилмингтоне, в центре по производству топлива. GNF является партнером GE, Toshiba, Hitachi. Кроме того, в июне 2009 года GE-Hitachi заявила о выдаче лицензии на строительство коммерческого завода по лазерному обогащению в Уилмингтоне.

Электромагнитная технология и технология газовой диффузии используют большие объемы электроэнергии. К их достоинствам относится простота наблюдения за работой оборудования с расстояния функционирования этих объектов. Центрифужная технология тоже весьма энергоемка и тоже хорошо контролируется по характерным вибрациям, производимым работающими аппаратами. Технология лазерного обогащения не имеет этих свойств. Оборудование гораздо более компактно и не создает промышленных шумов, вибраций и прочих характерных следов. В этом ее преимущество, но и недостаток – с точки зрения нераспространения, ибо ее «скрытность», незаметность может представлять особый интерес для государств или групп-распространителей в плане тайного приобретения и продажи.

Возможности удаленного наблюдения LIS зависят от ряда факторов. GNF, объект глобального ядерного топлива Америки в Уилмингтоне, Северная Каролина, добровольно предложил специалистам по нераспространению заметки о последствиях использования технологии LIS. Подробности оценки не были обнародованы, но вывод состоит в том, что LIS-технология более рискованна в смысле нераспространения, связанные с ней риски превышают риски других технологий обогащения. Поскольку детали процесса не являются публичными, без дополнительной информации трудно принять или не принять этот вывод без вопросов. Если правда, что процесс использует гексафторид урана в качестве основного сырья, то процесс конверсии урана будет наблюдаться существующими средствами. Кроме того, если процесс LIS требует поворотных лазеров на красителях, которые все еще находятся на переднем крае технологий и легко отслеживаются через существующую систему приоритетов двойного назначения, то международные приобретения, а также национальные программы научных исследований и разработок будут под контролем. Тем не менее, по мере развития технологий необходимость в наблюдении может снижаться. С другой стороны, неожиданные проорывы в технологиях могут быстро превысить существующий потенциал надзора.

Некоторые типы технологий являются обязательными и должны быть полностью или частично одобрены. Лазерная программа, как известно, требует перестраиваемых лазеров на красителях, связанных с оборудованием, необходимым для измерения выхода. Оборудование для распыления урана, материалы обшивки и покрытия должны быть высокого качества, чтобы противостоять агрессивным коррозионным веществам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В мире происходит серьезный передел власти в

сфере ядерных технологий. Некоторые ветераны дипломатической службы даже делают вывод, что мир сейчас переживает критический момент. Появляется возможность повернуть события и решительно двинуться в направлении «мира, свободного от ядерного оружия». Вместе с тем, ряд стран объявил о планах по приобретению крупных ядерных реакторов. Некоторые эксперты предупреждают, что большинство из этих стран «интересуется разработкой ядерной программы, которая способна на большее, чем просто подогрев воды для запуска турбин, которые производят электричество». По крайней мере, в четырех таких странах ясно дали понять, что там заинтересованы в повышении своей безопасности посредством ядерного оружия. Для этих государств идея развития мирного атома – шанс для получения ядерного оружия. Чтобы не усугублять ситуацию, некоторые наблюдатели призывают к скоординированному прекращению исследований и разработок новых технологий.

Мы считаем, что такой подход неэффективен и, в конечном счете, является беспомощным ответом на этот серьезный вызов международному миру и сотрудничеству. Призыв к мораторию на исследования по технологии LIS в этой ситуации лучшее, хотя и временное решение. История обогащения суммы технологий и, в целом, история науки показывает, что технологии неизбежно перемещаются из теоретической в практическую плоскость, поэтому бесполезно пытаться навязать другим странам прекращение дальнейших исследований. Но также бесполезно и контрпродуктивно для держав – обладателей ядерного оружия в той или иной форме содействовать развитию и промышленному внедрению технологии лазерного обогащения.

Лазерное обогащение (фото 3) открывает путь к созданию менее дорогих и более экологичных производств топлива для атомных реакторов. В то же время, последствия неконтролируемого распространения лазерных технологий могут оказаться на порядок более разрушительными. Поэтому дальнейшее развитие лазерного способа требует более тесного и целенаправленного диалога между ядерными государствами и мер по усилению контроля и проверки. Этот диалог должен быть направлен на достижение консенсуса на основе норм и принципов, касающихся удаленного наблюдения.

Светлана Кожирова,
профессор международных отношений ЕНУ
глобального ядерного топлива Америки (GNF) в
Уилмингтоне, Северная Каролина,

Грегори Глиссон,
профессор по проблемам безопасности Евро-
пейского центра Дж. Маршалла

Специально для журнала «Человек.Энергия.Атом»

Примечание: авторы представляют свое персональное мнение, но не точку зрения Центра Дж. Маршалла