



# Ощутимое воздействие

Социально-экономические выгоды от использования мирных ядерных технологий

Вернер Буркарт и Майкл Д. Розенталь

**Ш**ироко распространенное использование “атомов для мира” ежегодно приносит людям во всем мире выгоды, оцениваемые в десятки миллиардов долларов. Они помогают, например, улучшить медицинскую помощь, увеличить производство продовольствия, выработку электроэнергии и объем продукции обрабатывающей промышленности.

Сегодня ядерные и радиационные технологии являются неотъемлемыми, динамичными компонентами национальной экономики многих стран мира. Однако доллары и центы – это далеко не полная картина, поскольку не по всем странам, которые применяют ядерные технологии, имеются данные. Необходимы более точные оценки того, когда, где и почему могут быть реализованы преимущества использования мирного атома и, что еще важнее, как эти преимущества закрепить.

Такая информация важна как для лиц, принимающих решения, так и для общества. Даже самые новые или сложные ядерные технологии не существуют сами по себе, и связанные с ядерной технологией решения должны приниматься в более широком контексте. Применения ядерной энергии необходимо оценивать с учетом их потенциального вклада и в сравнении с традиционными конкурирующими видами энергии. Необходимо также оценить использование ядерной энергии с точки зрения затрат, надежности, безопасности, простоты, устойчивости и других факторов, важных для составления планов правительства, частных компаний, исследовательских институтов, а также для потребителей.

Для всех этих заинтересованных групп необходима более надежная информация, чтобы помочь им сделать выбор. В ядерной области информация зачастую – правильно или неправильно – формируется под влиянием как истинных, так и ложных представлений о связанном с ней риске. Кроме того, для беспристрастной оценки экономической конкурентоспособности и будущего ядерных применений необходимо учитывать новые проблемы, такие как приватизация в сфере производства электричества и в здравоохранении.

Благодаря оценкам, сделанным на основе всей имеющейся информации, мы можем лучше понять воздействие мирного использования ядерной энергии, что поможет странам принимать более взвешенные решения о ее применении в будущем. В данной статье дается оценка воздействия на общество и экономику мирного использования атомной энергии и сравниваются различные подходы к оценке получаемой от этого

выгоды. Такие оценки могут быть весьма полезными для понимания того, каким образом ядерные применения могут наилучшим образом удовлетворять самые насущные потребности в области развития по всему миру.

## Каковы масштабы воздействия?

МАГАТЭ осуществляет широкие и разнообразные программы, направленные на совершенствование существующих ядерных методов или на поиск новых, а также на передачу тех из них, которые дают ощутимую выгоду, развивающимся странам. С 1957 г. МАГАТЭ оказало техническую помощь, обеспечило подготовку кадров и другую поддержку на сумму более 1,2 млрд. долл. США, чтобы помочь странам использовать мирный атом в созидательных целях. О результатах свидетельствует тот важный вклад, который атомная энергия вносит в улучшение повседневной жизни миллиардов жителей нашей планеты. Ядерные методы повышают безопасность потребляемого нами продовольствия и позволяют производить его в большем количестве; помогают предупредить, диагностировать и лечить болезни; оптимизируют устойчивое водопользование; и защищают окружающую среду. Ядерные методы внесли существенный вклад, а потенциально могут внести еще больший вклад в ключевых областях, вызывающих озабоченность международного сообщества, как это определено в Плана действий Повестки дня на XXI век, Декларации тысячелетия и документах Всемирного саммита по устойчивому развитию (ВСУР), состоявшегося в Йоханнесбурге в 2002 г.

Поскольку МАГАТЭ стремится “ускорить и расширить” вклад “атомной энергии”, как записано в его Уставе, важно понять, каким образом этот вклад был сделан, насколько он велик и каковы его последствия. Этот вклад можно оценить только с точки зрения его воздействия на экономику, однако необходимо учитывать и общее воздействие, принимая во внимание воздействие на окружающую среду и другие факторы. Действительно, благоприятная для здоровья человека и устойчивая среда считается необходимым условием успешного достижения целей, согласованных на ВСУР.

Деятельность в ядерной сфере, развернутую повсюду в мире и поддерживаемую МАГАТЭ, нужно оценивать с точки зрения того, какой вклад она вносит в благосостояние людей, включая благосостояние отдельных лиц, суммарное воздействие на частные фирмы и воздействие на государственный сектор.

Необходимо понять характер ее воздействия на будущие поколения. Эта деятельность затронет ресурсы общества – его институты, его общественные знания, человеческий капитал, произведенный капитал и природный капитал. Во все более глобализирующемся мире вклад, вносимый на национальном или региональном уровне, может также принести пользу всему глобальному сообществу, а не только отдельно взятому обществу. Сравнивая возможности мирного атома с другими вариантами социально-экономического развития, необходимо уделить особое внимание устойчивости вновь внедряемых процессов.

## Что такое ядерные методы?

Ядерные методы, предназначенные для измерения, управления и изменения окружающего нас мира, используются повсеместно, однако охарактеризовать их не так-то просто.

**Что такое вклад ядерных технологий? Как его следует оценивать? Каково его общее воздействие?**

❶ В одной группе видов деятельности вклад ядерных технологий в общем достаточно очевиден: например, выработка ядерной энергии, основу которой составляет устоявшаяся профессиональная и промышленная инфраструктура. Она включает деятельность, связанную с ядерным топливным циклом и осуществляемую профессионалами, имеющими специальные знания и опыт в ядерной области, которая регулируется органами ядерного контроля и опирается на всю совокупность высокоспециализированной промышленной инфраструктуры и специальных знаний. Ее воздействие может быть далекоидущим, возможно, оказывая существенное влияние на живую природу конкретной местности, состояние здоровья людей в регионе и глобальные климатические тенденции.

❷ Очевидно, что для осуществления видов деятельности второй группы, таких как рентгенодиагностика, ядерная медицина и лучевая терапия, также необходима совокупность специализированной инфраструктуры и знаний. Врачи и техни-

ческий персонал, работающие в области ядерной медицины, проводят по всему миру миллиарды процедур в год, которые зависят от стабильных поставок радиоизотопов или безопасного использования радиофармацевтических препаратов и радиационной технологии. Их суммарная “рыночная стоимость” огромна. Однако другие воздействия их использования с трудом поддаются количественной оценке. Как, например, родители оценивают вклад процедуры по методу ядерной диагностики, которая обязательно должна предшествовать хирургической операции, продлевающей жизнь их ребенку?

❸ Третья группа видов деятельности с применением ядерных технологий, включая растениеводство, продовольственную безопасность, борьбу с сельскохозяйственными вредителями и рациональное водопользование, дает результаты, которые проявляются за пределами специализированной ядерной инфраструктуры или сферы действия регламентирующего режима. Они играют важную роль в деятельности национальных и региональных предприятий, обеспечивающих основные жизненные блага, например надлежащие поставки безопасного продовольствия и водоснабжение. Оказываемое ими воздействие может быть огромным, а прибыль на инвестированный капитал – значительной, даже если их трудно измерить. Успешная интродукция более выносливых сортов растений может вызвать серьезные изменения в крупных сельскохозяйственных системах. Борьба против/ликвидация того или иного насекомого-вредителя может освободить фермеров беднейших стран от факторов, которые серьезно ограничивают либо подрывают их деятельность, или расширить их возможности в преодолении барьеров, мешающих международной торговле. Это может привести к важным изменениям в национальной экономике.

Нижеследующие краткие сведения, взятые из области энергетики, сельского хозяйства, здравоохранения, водоснабжения и промышленности, иллюстрируют конкретные аспекты и выявляют некоторые элементы, с помощью которых можно количественно определить воздействие мирного атома.

## Ядерная энергетика



### Дивиденды в виде мегаватт

Производство ядерной энергии является самым известным и в то же время самым спорным видом деятельности в области использования ядерных технологий. Повсюду в мире в 2002 г. 441 атомная электростанция в 31 стране дали около 16% общемирового объема производства электроэнергии. Доля ядерной электроэнергии превышает 75% во Франции, 30% в Японии и 20% в Соединенных Штатах.

Очевидны значительные различия в том, какое социально-экономическое воздействие оказывает производство ядерной энергии. На экономическом уровне такое воздействие можно оценить, взяв за критерий рыночную стоимость (в розничных

### ВЫРАБОТКА ЯДЕРНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

На основе данных, содержащихся в Обзоре ядерных технологий МАГАТЭ за 2002 г., можно оценить глобальный вклад выработки ядерной электроэнергии.

	Общая выработка электроэнергии ТВт·ч	Ядерная электроэнергия ТВт·ч	Доля ядерной электроэнергии (в %)	Долл. США (млрд.)
В мире в целом	15 000	2 500	16	125
США	3 800	770	20	39
Япония	940	320	34	16
Франция	520	400	77	20
Франция	520	400	77	20
Бельгия	76	44	58	22
Литва	15	11	78	0,6

Примечания: Стоимость 1 кВт·ч составляет 5 центов (оптовая продажа); цифры, взятые из Обзора ядерных технологий за 2002 г., округлены.  
Источники: IAEA, Journal of Nuclear Science & Technology (October 2002).

ценах) выработанной электроэнергии. Для Японии и Соединенных Штатов она оценивается за 1997 г. в 47 млрд. долл. США и 39 млрд. долл. США, соответственно, согласно данным японских исследователей, приведенным в октябрьском (2002 г.) номере *Journal of Nuclear Science and Technology*. Это составляет около 0,5% валового внутреннего продукта (ВВП) в обеих странах. Во Франции, где доля электроэнергии, выработанной с использованием ядерного топлива, значительно выше, данный показатель равен примерно 1,5%. [Эти оценки основаны на розничных ценах на электроэнергию. Если вычесть затраты на передачу и распределение электроэнергии

(неядерные компоненты), то вклад ядерной энергетики сократится примерно в два раза.]

Должны также учитываться социальные и экологические факторы. Многие из них являются косвенными и включают оценочные суждения и представления. Не все из них учтены в рыночных ценах на электроэнергию. При рассмотрении альтернативных видов топлива некоторые факторы легко поддаются количественному выражению, например выбросы парниковых газов или твердых частиц, однако трудно оценить их воздействие на здоровье человека и климат.

## Продовольствие и сельское хозяйство



### “Зеленая революция”

Основные применения ядерных методов в области сельского хозяйства и производства продовольствия связаны с селекцией на основе мутации, борьбой против сельскохозяйственных вредителей и с облучением пищевых продуктов. В исследованиях в этой области широко используются ядерные методы, например для изучения эрозии почвы, круговорота воды и воздействия на окружающую среду.

Веками земледельцы и растениеводы стремились улучшить сорта культурных растений. С 1950-х гг. международные научно-исследовательские сельскохозяйственные центры и национальные научно-исследовательские сельскохозяйственные системы прилагали совместные усилия к тому, чтобы повысить уровень развития сельского хозяйства в развивающихся странах посредством выведения новых сортов сельскохозяйственных культур, более урожайных или более устойчивых к таким неблагоприятным факторам окружающей среды, как засуха, засоление или сельскохозяйственные вредители. Были выведены тысячи новых сортов, которые стали неотъемлемой частью явления, названного “зеленой революцией”.

Ее результаты впечатляют. Исследователи Р.Э. Эвенсон и Д. Голлин в майском номере журнала *Science* за 2003 г. рассмотрели глобальное воздействие международных сельскохозяйственных исследований. По их оценкам, сегодня “при отсутствии международных исследований... потребление калорий на душу населения в развивающемся мире было бы на 13,3–14,4% ниже, а доля детей, страдающих от недоедания, была бы на 6,1–7,9% выше”. Далее они делают вывод, что “практически все потребители в мире выиграли от снижения цен на продовольствие”.

В общем плане Эвенсон и Голлин показывают, что потребители получают большую отдачу от капитала, инвестируемого в международные сельскохозяйственные исследования. Однако в то же время не все земледельцы оказались в выигрыше. Более дешевые продукты, поставляемые более эффективно работающими конкурентами, часто наносят урон мелким фермерам,

Что касается ядерной энергетики, то затраты на снятие с эксплуатации ядерных установок или издержки, связанные с длительным хранением ядерных отходов, вполне понятны, но риск аварий порождает значительную неопределенность. Средства, затрачиваемые на снятие с эксплуатации и удаление радиоактивных отходов, иногда включаются в издержки производства. Однако что касается наносящего вред сжигания ископаемого топлива, осуществляемого по принципу “разбавляй и распыляй”, то здесь полные издержки остаются неучтенными. Таким образом, сравнительный анализ, по сути, оказывается сложным и дает основания для разногласий.

а выращивание более урожайных сортов сельскохозяйственных культур привело к росту использования удобрений, необходимых для того, чтобы поднять их урожайность до максимального уровня. Вызывают озабоченность также степень устойчивости интенсивного сельского хозяйства и последствия для окружающей среды деградации почв, химического загрязнения, засоления почв и утраты биоразнообразия.

В ходе “зеленой революции” использовался один основной метод, известный как “селекция на основе мутации, индуцированной облучением”, после чего проводился отбор растений с желательными признаками. И хотя роль этого метода в достижении глобальных результатов трудно оценить, ясно, что она велика. Например, как отмечают исследователи в книге *Crop Variety Improvement and Its Effect on Productivity*, опубликованной в 2003 г., доля рисовых полей, отведенных под сорта, выведенные с помощью облучения, в 1998 г. составляла по меньшей мере 28% в Таиланде, 19 – в Лаосе и 14% – во Вьетнаме. Как сообщалось в октябрьском номере *Journal of Nuclear Science and Technology* за 2002 г., в Японии, по оценкам исследователей, на сорта растений, полученные на основе индуцированной облучением мутации, приходится доля рынка, ежегодно оцениваемая в 804 млн. долл. США. В Пакистане 25% площадей под хлопчатником отведено под высокоурожайный мутантный сорт, полученный с использованием гамма-излучения. По имеющимся оценкам, этот сорт обеспечивает производство хлопка на сумму более чем 3 млрд. долл. США, и он спас текстильную промышленность Пакистана, когда ей угрожало сокращение производства хлопка из-за насекомых-вредителей.

Кроме того, хорошо организована борьба с сельскохозяйственными вредителями с помощью метода, называемого “метод стерильных насекомых” (МСН). Он эффективно используется в борьбе против средиземноморской плодовой мухи для защиты цитрусовых и виноградников, а также против личинок мясных мух для защиты скота. Ежегодная экономическая выгода от использования МСН в Соединенных Штатах, по примерным оценкам, составляет 1,5 млрд. и 1,3 млрд. долл. США, соответственно, по каждому из этих насекомых.

Дополнительными выгодами использования этого специфического метода являются защита окружающей среды от инсектицидов и сохранение биоразнообразия. Использование МСН для борьбы с мухой цеце, которая представляет угрозу для здоровья как домашних животных, так и людей и остается главным препятствием для развития сельских районов в Африке, успешно внедряется при значительной поддержке МАГАТЭ и уже принесло результаты на Занзибаре, где было покончено с этим насекомым. В результате занзибарские фермеры могут теперь в более полной мере использовать преимущества, которые дают высокопродуктивные молочные и мясные породы скота. Число таких фермеров, а также надои молока и объем сельскохозяйственного производства значительно выросли с 1999 г.

## ОТДЕЛЬНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

Применение	Результат	Стоимость в год (долл. США)	Примечания
Селекция на основе мутации ⇒ Рис ◆ Таиланд ⇒ Хлопчатник ◆ Пакистан	Экспорт риса Таиландом  Более высокоурожайная культура	1989–1998 гг., 16,9 млрд.	Способствовала производству хлопка более чем на 3 млрд. долл. США
<b>Метод стерильных насекомых</b> ⇒ Муха плодовая средиземноморская ⇒ Муха плодовая средиземноморская ⇒ Личинка мясной мухи ⇒ Муха дынная	Плоды citrusовых и виноград, США Чилийский экспорт  Ликвидирована к северу от Сальвадора Окинава	1,5 млрд. 33 млн. в год 1,27 млрд. 30 млн. в год	Оценка охватывает издержки, которых удалось избежать  Не включает издержки, которых удалось избежать, снижение использования пестицидов и т. д.
<b>Облучение пищевых продуктов</b> ⇒ Специи  ⇒ Мясо	Рынок США (розничная торговля) Мясной фарш, США (розничная торговля)	> 2 млрд. (оценка) ≤ 0,5 млрд. (оценка)	Крайне локализованное облучение может сократить широко распространенное использование антибиотиков или эмиссию фунгицидов

Источник: Доклады, представленные МАГАТЭ; Journal of Nuclear Science & Technology (2002); Crop Variety Improvement and its Effect on Productivity (2003).

МАГАТЭ инициировало проведение исследований и опытных разработок в своих лабораториях в Зайберсдорфе с целью разработки метода стерильных насекомых для борьбы с малярией путем ликвидации комаров на территории целого района. Все еще необходимо значительное совершенствование методов выращивания насекомых и видовой селекции. Планируется провести полевые испытания в северной провинции Судана и на принадлежащем Франции острове Реюньон.

Еще один метод, облучение продуктов питания, может заменить химическую фумигацию для борьбы с сельскохозяйственными вредителями в международной торговле, и он все шире применяется для обеззараживания продуктов питания, таких как мясной фарш или специй. Оценки по Соединенным Штатам, например, показывают, что облучению подвергается менее 5% говяжьего фарша, но это из общего рынка данного продукта, который равен 4 млрд. кг.

Комиссия ФАО/ВОЗ по разработке международных стандартов производства и обработки пищевых продуктов, являющаяся международным органом по безопасности пищевых продуктов, объявила, что облучение пищевых продуктов безвредно. Тем не менее степень одобрения в обществе этого метода весьма различна, причем многие европейские страны ограничивают его использование: применяется лишь в отношении специй. Проблемы общественного здравоохранения и безопасности повышают интерес к этой проблеме. Например, облучение, которое дает уникальную возможность обеспечить выполнение санитарно-гигиенических требований по микробиологическим показателям, может помочь в соблюдении строгих правил, касающихся наличия *сальмонеллы* в мясном фарше, который идет на приготовление школьных завтраков.

## Промышленность



### Основные инструменты

В обрабатывающей промышленности и других отраслях та или иная, отдельно взятая, хоть и важная, операция с использованием ядерных технологий может внести лишь незначительный вклад в какой-то отдельный конечный продукт. В Японии, например, почти все радиальные шины, рыночная стоимость которых составляет 9 млрд. долл. США в год, подвергаются облучению, с тем чтобы упрочить сцепление между молекулами каучука. Глобальный рынок составляет около 35 млрд. долл. США.

Сегодня в промышленности регулярно используется целый ряд ядерных применений широкого и разнообразного назначения. К ним относятся приборы для физических измерений, влагомеры/денситомеры, приборы для геофизических исследований в нефтяных скважинах и индикаторы задымленности; радиационная обработка, например стерилизация това-

### ОТДЕЛЬНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Применение	Результат	Стоимость (долл. США)
<b>Электронный луч</b>	◆ Радиационная обработка шин	35 млрд. на глобальном рынке, включая 9 млрд. в Японии, 13 млрд. в США
	◆ Стерилизация медицинской продукции	7 млрд. в Японии, США
	◆ Нанесение покрытий/краски	1,5 млрд.
	◆ Очистка дымовых газов	Установки в Польше, Японии, других странах
<b>Радиационная обработка</b>	◆ 180 гамма-облучателей	Установки для стерилизации медицинской продукции, пищевых продуктов
<b>Неразрушающий контроль (НРК)</b>	◆ Контроль качества; безопасность производства; автомобильная, авиационная, железнодорожная, нефтяная и электронная отрасли промышленности	Широкое распространение НРК
<b>Устойчивые изотопы</b>	◆ 30 млн. долл. США в год	

Источники: Доклады АЭА, ОЭСР; научная литература.

ров медицинского назначения, обработка изделий из пластмасс и резины; и радиоизотопные индикаторы, используемые в целях контроля за функционированием и оптимизации технологических процессов на самых разных промышленных предприятиях.

Во всем мире использование ядерных методов в промышленности, по примерным оценкам, обеспечивает рыночный оборот на сумму более 40 млрд. долл. США в год.

Хотя первоначальные затраты на ядерные технологии могут быть сравнительно низкими в денежном выражении, они зачастую оказывают немалую поддержку гораздо более крупным предприятиям социально-экономической сферы.

# Вода



## Исследования и анализ

Сегодня более 1 млрд. человек не имеют стабильного снабжения чистой водой. В Декларации тысячелетия выражена решимость к 2015 г. “сократить вдвое долю населения земного шара, не имеющего доступа к безопасной питьевой воде”, и остановить нерациональную эксплуатацию грунтовых вод. Важную роль в решении этой проблемы играет использование ядерных методов в изотопной гидрологии. Образцы воды имеют специфические изотопные признаки, которые содержат информацию об их возрасте, происхождении и климатических условиях. Ядерные методы стали

основным инструментом для понимания и рационального и устойчивого использования водных ресурсов. Водные ресурсы, уже сегодня дефицитные, будут цениться еще выше из-за роста спроса в связи с потребностями в области развития, а также сельского хозяйства, которое является крупнейшим потребителем воды (70% всех заборов воды из рек, озер и водоносных горизонтов). В Бангладеш исследования с применением изотопов позволили по-новому понять ситуацию с имеющимися водными ресурсами, а также помогли выяснить, как мышьяк попадает в грунтовые воды. Эти исследования, которые обошлись примерно в 50 тыс. долл. США, помогли разобраться в том, как расходуются гораздо более крупные инвестиции, превышающие 50 млн. долл. США.

Воздействие этого проекта может быть неопределимым. В самом деле, для десятков миллионов жителей Бангладеш и соседних стран, которые травятся мышьяком, содержащимся в грунтовых водах – источнике водоснабжения, необходимо найти устойчивую альтернативу. Однако это воздействие трудно измерить количественно. В отсутствие ядерных будут использоваться другие методы, хотя они не позволяют получить столь же точное представление о функционировании сложных систем водоснабжения. Результаты применения ядерных методов еще предстоит в полной мере осмыслить.

## Здравоохранение



### Многообразная польза

Ядерные применения в медицине используются во многих аспектах современной системы медицинской помощи. Они вносят значительный вклад в профилактику, диагностику и лечение болезней.

Большие успехи достигнуты в области рентгенографии. Рентгеновское излучение, которое впервые было использовано для получения изображения костей г-жи Рентген и находит применение сегодня в современной рентгенографии в стоматологии и ортопедии, представляет собой дешевое и неинвазивное средство для понимания патологических процессов и назначения эффективного лечения. Сегодня применения ядерной визуализации варьируются от сравнительно недорогих стоматологических рентгеновских аппаратов до медицинских центров, имеющих собственные ускорители, которые дают радиоизотопы для сканограмм позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). Объем инвестиций в оборудование может колебаться от десятков тысяч долларов за рентгеновский аппарат до миллионов долларов за самые современные системы ядерной визуализации. Рентгеновское излучение почти повсеместно используется для получения изображений, и с его помощью ежегодно проводится более 2 млрд. процедур. В 2002 г. 7 из 10 американцев прошли диагностическое обследование с помощью рентгеновской аппаратуры. Использование некоторых методов получения изображений, таких как ПЭТ, быстро выросло в последние годы, в результате чего в 2002 г. в мире насчитывалось около 375 центров, а объем инвестиций в соответствующее оборудование превысил 500 млн. долл. США.

Лучевая терапия широко используется для лечения рака, и более 5 тыс. лечебных центров по всему миру ежегодно оказывают помощь миллионам больных. В то же время протонная терапия применяется только в 22 центрах в 11 странах, и на сегодняшний день подобное лечение прошли приблизительно 40 тыс. больных.

Большое значение для прогресса в области исследований генома и протеинов имеет использование в биомедицинских исследованиях радиоизотопов в качестве меток. Врачи также используют фармацевтические препараты, меченные радиоактивными изотопами, которые играют уникальную роль в исследовании конкретных органов в целях как получения их изображения, так и назначения лечения. По имеющимся оценкам, медицинские радиоизотопы были введены каждому третьему из 31,7 млн. больных, госпитализированных в Соединенных Штатах в 2000 г.

Хотя рынок медицинских радиоизотопов США оценивается примерно в 100 млн. долл. США, рынок радиофармацевтических препаратов там составляет порядка 1 млрд. долл.,



а стоимость всех соответствующих процедур за год – около 8–10 млрд. долл. США.

Как показано на диаграмме на предыдущей странице, существует значительный разрыв между передовыми странами и наименее развитыми странами, где потенциал применения ядерных методов в медицине является практически незадействованным. Агентство принимает меры, чтобы помочь в реализации этого потенциала, особенно в лечении рака, из-за резкого роста заболеваемости которым в развивающихся странах ощущается острая нехватка и без того ограниченных ресурсов и оборудования. Во всем развивающемся мире насчитывается

## ОСНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ

При оценке этих отдельных примеров необходимо иметь в виду значение той основы, опираясь на которую осуществляется данная деятельность. Договор о нераспространении ядерного оружия, Конвенция о физической защите ядерного материала, Конвенция о ядерной безопасности и другие инструменты устанавливают основные нормы на международном уровне. Тем не менее обеспечение ядерной безопасности, физической безопасности и радиационной защиты, а также верховенства законов, правил и нормативов остается в основном прерогативой государств.

Создание и поддержание надлежащей инфраструктуры ядерной безопасности и физической безопасности как на международном, так и на национальном уровне является необходимой предпосылкой создания устойчивой ядерной отрасли. Однако многие применения или социально-экономические выгоды ядерных применений не связаны с ионизирующим излучением и поэтому находятся вне контроля органа, регулирующего ядерную деятельность. Важными примерами здесь являются использование устойчивых изотопов в области водных ресурсов и для обработки пищевых продуктов, а также в биомедицинских исследованиях и в целях совершенствования сортов сельскохозяйственных культур.

В этих областях необходимо уделять должное внимание неядерной инфраструктуре, необходимой для широкого применения сложных современных методов и соблюдения специальных требований, выдвигаемых все более глобализующимся миром, как, например, когда производится распределение продовольствия. По мере роста осведомленности о потенциально негативном воздействии неядерных методов на производство и распределение продовольствия и энергии все больше внимания необходимо уделять тем областям, где ядерные науки и применения могут обеспечить эффективные с точки зрения затрат и связанные с меньшим риском альтернативы.

На этом этапе эволюции “атомов для мира” стоит отметить ряд моментов в связи с нашими попытками добиться более точной оценки того, как мирная ядерная наука и техника вносят свой вклад в нашу общую глобальную окружающую среду и развитие.

✓ На национальном и региональном уровнях ядерные науки и применения по-прежнему являются одной из основных дисциплин для научного сообщества и промышленности на пути к созданию технологически передового общества.

✓ Все страны используют преимущества ядерных применений, особенно в области здравоохранения. Когда наряду с социальным, техническим и экономическим развитием страны происходит резкий рост применения таких технологий, на всех уровнях развития можно получить значительные социально-экономические выгоды.

всего около 2200 аппаратов для лучевой терапии, тогда как для оказания помощи больным в борьбе с раком может потребоваться не менее 5 тыс. аппаратов. Эксперты прогнозируют долговременный кризис в лечении рака, когда, по примерным оценкам, в лучевой терапии каждый год будут нуждаться 5 млн. новых пациентов. Все более значимой для МАГАТЭ становится задача по предоставлению необходимого оборудования и профессиональной подготовке кадров, которые могли бы оказывать надежную помощь онкологическим больным в развивающихся странах. По меньшей мере 50% онкологических больных могут получить помощь от лучевой терапии, благодаря которой разрушается раковая опухоль.

✓ Чтобы наилучшим образом реализовать те выгоды, которые дают ядерные технологии, их следует рационально внедрять в основные виды экономической деятельности, такие как сельское хозяйство, здравоохранение и энергетика. Необходима точная оценка их стоимости, выгод и связанных с ними рисков.

✓ Открытая конкуренция на основе проведения сравнительной оценки показала, что ядерные науки и применения часто расширяют возможности для выбора, а иногда они – единственный возможный вариант. Необходимо проводить непрерывную оценку, с тем чтобы обеспечить получение выгоды от применения ядерных технологий в тех областях, где использование атома является целесообразным.

✓ Крупные выгоды получают как развитые, так и развивающиеся страны. Инвестиции в необходимую техническую и политическую инфраструктуру окупаются довольно быстро, хотя для окончательного формирования некоторых из их элементов могут потребоваться многие годы.

✓ МАГАТЭ сохраняет важные полномочия в ряде областей, особенно в тех, к которым частная промышленность не проявляет особого интереса, а именно в области передачи человеческого, нормативного, технического и научного ядерного потенциала в пищевой промышленности и сельском хозяйстве, здравоохранении и природоохранной деятельности.

✓ Числовая оценка/диапазон ядерных применений в глобальном масштабе во многом остаются неопределенными. Выработка электроэнергии, медицина, промышленность, продовольствие и сельское хозяйство – все они в ряде важных моментов используют энергию атома. На долю всех применений, вместе взятых, возможно, приходится несколько процентов ВВП в высокоразвитых промышленных странах.

✓ МАГАТЭ по-прежнему занимается выявлением, оценкой, содействием развитию и передачей ядерных наук и применений всем государствам-членам. Опыт самых богатых стран показывает, что все еще существует огромный, пока не используемый потенциал ядерных наук и применений, который способен внести значительный вклад в удовлетворение основных потребностей человека повсюду в мире.

✓ Очевидно, что необходимо сделать еще гораздо больше, чтобы задействовать весь арсенал науки и техники в борьбе против бедности и в поисках путей устойчивого развития. Ядерные применения доказали свою способность вносить позитивный вклад в достижение этих целей. Более глубокое их понимание, обмен опытом и извлеченными уроками станут важными компонентами будущего прогресса.

*Вернер Буркарт является заместителем Генерального директора и директором Департамента ядерных наук и применений. Майкл Розенталь – ответственный сотрудник данного Департамента. Эл. почта: W.Burkart@iaea.org; M.Rosenthal@iaea.org*