

**Обложка:** В 1997 г. Международное агентство по атомной энергии — этот "мирный атом", поставленный на службу всему человечеству, — отмечает свой 40-летний юбилей. Значение деятельности МАГАТЭ по обеспечению безопасности и экологически устойчивого развития на всей планете — от применения радиационных технологий в здравоохранении до выработки экологичной электроэнергии на АЭС — за последнее десятилетие особенно возросло. Ядерные и смежные технологии применяются для решения повседневных задач во многих странах, которые используют многогранный научный и технический опыт Агентства. Настоящий номер *Бюллетеня МАГАТЭ* посвящен поиску решений целого ряда проблем, с которыми эти страны сталкиваются в области обеспечения радиационной безопасности и безопасности радиоактивных отходов.

*Оформление обложки: Ханнелоре Вильчек, МАГАТЭ; Стефан Бродек, Вена*

**Оборот обложки:** Холодные воды Карского моря не богаты биотой. В рамках Международного проекта по оценке состояния морей Северного Ледовитого океана океанологи из Лаборатории морской среды МАГАТЭ в Монако приняли участие в ряде научных исследований Карского моря с целью сбора образцов для анализа и радиологической оценки.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Основные материалы

Обнадеживающие перспективы устойчивого развития: вклад ядерной энергии  
*Аршад Хан, Люсиль Ланглюа и Макс Жиру / 2*

Наука о море: объединение усилий в целях охраны окружающей среды  
*Мердок С. Бакстер, Фернандо Карвальо, Иоланда Осват и Дэвид Кинли III / 9*

Радиация и окружающая среда: оценка воздействия излучения на флору и фауну  
*Гордон Линсли / 17*

### Специальные доклады

Оценка радиационной обстановки: сброс радиоактивных отходов в моря Северного Ледовитого океана / **21**

Радиационная безопасность и безопасность отходов: укрепление национального потенциала  
*Пауло Барретто, Джеффри Узбб и Хаммар Мрабит / 29*

Ликвидация радиоактивных отходов: мировой опыт и проблемы  
*Кьён Вон Хан, Йорма Хейнонен и Арнольд Бонн / 33*

### Экспресс-бюллетень

***Вестник технического сотрудничества: атом в промышленности / ВСТАВКА***

### Тематический доклад

Безопасная перевозка радиоактивных веществ: пересмотр международных правил  
*Ричард Р. Рол / 42*

### Другие рубрики

Международный файл данных / Международные новости / **44**

Databases on line / **58**

Posts announced by the IAEA / **60**

Keep abreast with IAEA publications / **62**

Программы координированных исследований / Симпозиумы и семинары МАГАТЭ / **64**

# Обнадеживающие перспективы устойчивого развития: вклад ядерной энергии

*Во многих странах мира реализация концепции устойчивого развития все больше связывается с использованием ядерных технологий*

**Аршад Хан,  
Люсиль Ланглуа  
и Марк Жиру**

**К**огда немногим более ста лет назад было открыто явление радиоактивности, никто не мог предвидеть его далеко идущих последствий. Это открытие положило начало новой и исключительно интересной отрасли научных исследований и технических разработок, которая оказала сильнейшее влияние на судьбы мира, влияние губительное и одновременно созидательное. На протяжении 40 лет со дня своего основания в 1957 г. МАГАТЭ активно занимается этими диаметрально противоположными аспектами атомной энергии и возможностями ее глобального использования в мирных целях. Повседневная деятельность Агентства в первую очередь направлена на поддержку совместных усилий государств по предотвращению применения ядерной энергии в целях разрушения и содействию ее безопасному использованию на благо человечества.

За последние четыре десятилетия серьезные достижения были, в частности, отмечены в таких областях, как энергетика и окружающая среда, медицина, сельскохозяйственное и промышленное производство, где широко применяются ядерная и радиационная технологии. Их использование позволяет, например, выявлять, проследить, наблюдать и измерять то, что скрыто от наших глаз; уничтожать раковые клетки и болезнетворные микроорганизмы, точно устанавливать местонахождение водных источников и в больших объемах производить электроэнергию экологически чистым способом и по конкурентоспособным ценам.

В данной статье рассматриваются роль мирного использования атомной энергии — главным образом в контексте деятельности МАГАТЭ по обеспечению устойчивого развития — и внедрение в жизнь самых разнообразных достижений в этой области. Созидательное применение ядерных и радиационных технологий стало ценным, а порой и незаменимым средством для решения целого ряда задач, стоящих перед государствами Латинской Америки, Африки, Азии и других регионов мира.

Г-н Хан, г-жа Ланглуа и г-н Жиру — сотрудники Секции планирования и экономических исследований Департамента ядерной энергии МАГАТЭ.

## Медицина и здравоохранение

Наиболее известной и широко распространенной областью применения “мирного атома” является, пожалуй, медицина, и в частности диагностика, интроскопия с использованием экранных технологий и лечение раковых заболеваний. Действительно, современная медицина немыслима без диагностической радиологии и лучевой терапии. Эти методы стали настолько привычными, надежными и предельно точными, что в промышленно развитых странах Запады примерно каждый третий больной проходит в той или иной форме радиологическую диагностику или терапию.

Программа МАГАТЭ в области ядерной медицины помогает операторам диагностических и лечебных установок во всех странах мира поддерживать высокий уровень профессиональной компетентности и обеспечивать высокоточную и качественную работу оборудования. Кроме того, Агентство оказывает содействие в повышении квалификации физиков, работающих в области радиологии, радиотерапии и ядерной медицины, что помогает обеспечивать высокое качество лучевой диагностики и лечения в различных странах. Используя глобальную сеть лабораторий, МАГАТЭ совместно с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) продолжает вести исследования с целью дальнейшего совершенствования методов клинической дозиметрии при лучевой диагностике и терапии.

**Исследования в области питания.** Другой сферой применения метода радиоактивных изотопов, который все больше привлекает внимание, являются определение полноценности питания человека и оценка результатов программ в области питания. Новый метод имеет много преимуществ: с его помощью можно без какого-либо вмешательства в организм человека своевременно и точно определить дефицит питательных веществ и должным образом скорректировать его. Агентство принимает участие в проведении ряда новаторских исследований, применяя новые методы для определения нехватки витамина А и железа, выявления заболеваний костной ткани, недоедания и установления правильного питания матери и ребенка. В настоящее время свыше 800 млн. человек во



Успешные примеры использования ядерной энергии можно наблюдать в различных сферах. *Сверху слева по часовой стрелке:* Выбросы газов в атмосферу от сжигания ископаемого топлива могут быть снижены с помощью облучения и полностью устранены в АЭС, вырабатывающих электроэнергию без выделения двуокси углерода (*Carnemark/World Bank*). Океанологи применяют ядерные методы для анализа образцов на загрязнение пестицидами и другими химикатами. (*IAEA-MEL*) В Африке, Латинской Америке и других регионах полноценность питания детей определяется и корректируется с помощью аналитических методов на базе ядерной технологии. (*Carnemark/World Bank*) Повышение плодородия — практическая задача проектов МАГАТЭ, помогающих земледельцам глубже понимать и решать задачи продовольственного обеспечения и сельскохозяйственного производства. (*IAEA*) Там, где ощущается нехватка водных ресурсов, методы изотопной гидрологии помогают странам лучше оценить имеющиеся запасы и рационально использовать их, а также производить разведку новых источников воды. (*Marshall/IAEA*)

всем мире хронически недоедают, а более 1 млрд. страдают болезнями или потеряли трудоспособность вследствие дефицита питательных веществ.

Стемьясь улучшить положение, МАГАТЭ разрабатывает и передает развивающимся странам оборудование, созданное на базе ядерных технологий и позволяющее проводить раннее выявление дефицита тех или иных питательных веществ и принимать необходимые меры. Такие специализированные методы могут стать "устойчивым решением" проблемы полноценного питания населения, а финансируемые Агентством проекты помогают реализовать соответствующие программы в странах Латинской Америки и в других регионах.

### Продовольствие, вода и сельское хозяйство

**Водные ресурсы.** В мире нет недостатка воды, но она не всегда находится там, где в ней испытывается наибольшая потребность. Во многих районах нехватка воды ощущается все острее, и в этих условиях весьма действенным оказывается метод изотопного обнаружения и оценки объемов подземных водных запасов. Радиоизотопный метод является важным аналитическим средством при организации эксплуатации и рационального потребления существующих запасов воды, а также для поиска новых, возобновляемых и пригодных для использования водных источников. На основании результатов аналитических исследований выносятся научно обоснованные рекомендации относительно планирования и организации устойчивой эксплуатации водных ресурсов.

МАГАТЭ располагает специальной лабораторией изотопной гидрологии, которая помогает проведению изыскательских работ. В рамках проектов предоставляется помощь странам, в которых наблюдается хронический дефицит воды, например Марокко, Сенегалу и Эфиопии. За последнее десятилетие Агентство финансировало почти 160 проектов на сумму 20 млн. долл. США, предусматривающих развитие в странах национального потенциала в области изотопной гидрологии. Около 550 ученых этих стран уже получили соответствующую профессиональную подготовку.

**Сельское хозяйство.** Использование ядерных технологий в сельском хозяйстве имеет для развивающихся стран первостепенное значение. Используемые в этой области радиоизотопные методы и облучение способны:

- индуцировать мутации растений для получения заданных сортов сельскохозяйственных культур;
- определять оптимальные условия для применения удобрений, орошения и биологической азотфиксации;
- уничтожать или контролировать численность насекомых-вредителей;
- повышать генетическую изменчивость видов растений;
- снижать потери заложенной в хранилища продукции, сдерживая прорастание, препятствуя гниению и увеличивая срок хранения продовольствия;
- помогать проследить пути движения пестицидов и агрохимикатов в природной среде и пищевой цепи.

**Измерение поглощения азота сельскохозяйственными культурами.** Совместно с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) Агентство усовершенствовало методику измерения (изотоп азот-15) поглощенного растениями азота из атмосферы, почвы и внесенных удобрений. Метод позволяет производить оценку общего количества азота, фиксируемого в течение всего вегетационного периода. Это дает возможность выявлять и отбирать для выращивания бобовые культуры, обладающие наилучшей способностью к азотфиксации, большой урожайностью и высоким содержанием белка. ФАО и МАГАТЭ совместно поддерживают выполнение около 30 проектов, осуществляемых в самых разных уголках мира, по производству и применению биоудобрений для увеличения биологической азотфиксации и повышения урожайности зернобобовых. Использование биоудобрений позволило на 25% увеличить урожай в Бангладеш, Вьетнаме, Индии, Китае, Малайзии, Пакистане, Таиланде, на Филиппинах и в Шри-Ланке.

**Уничтожение насекомых-вредителей.** Переносчиком широко известной сонной болезни является муха цеце. Присутствие этого насекомого препятствовало заселению и освоению обширных областей Африки. И если в Западной Африке некоторых вредителей хотя бы временно удавалось взять под контроль, то уничтожение мухи цеце оказалось весьма трудной задачей. В настоящее время Агентство в сотрудничестве с ФАО разработало эффективное средство борьбы с одним из видов этого насекомого, который нанес значительный ущерб поголовью скота на острове Занзибар, Танзания. Местные власти считают, что достигнутые успехи можно довести до полной победы.

Радикальным средством борьбы с мухой цеце на Занзибаре стал метод стерилизации насекомых (МСН) с помощью облучения. Метод предусматривает стерилизацию миллионов специально разведенных самцов на личиночной стадии развития и их распространение в зараженных районах. Спариваясь с самками, они не производят потомства, что ведет к постепенному уменьшению и в конечном счете полному исчезновению популяции этого насекомого. Метод особенно эффективен на ограниченной территории, каковой и является остров Занзибар, где риск заражения извне сведен к минимуму.

В последние годы МСН успешно применяется для борьбы с другими вредителями, в том числе со средиземноморской плодовой мушкой, которая наносит огромный ущерб в 82 странах, поражая 260 сортов фруктов и овощей, и с личинкой американской мясной мухи, представляющей угрозу для миллионов голов скота. В Мексике стерильные плодовые мушки выводятся в Тапачуле на самом большом в мире предприятии такого рода, а в Тустле расположена крупная установка для разведения и стерилизации личинок мясной мухи, которая в 1991 г. оказала неоценимую помощь в борьбе с этим насекомым. За тридцатилетний период соотношение затрат и выгод, связанных с борьбой против американской мясной мухи, по самым скромным оценкам, составляет 1:10. В денежном выражении это означает, что за

данный период хозяйство Мексики сэкономило по крайней мере 3 млрд. долл. США. Используя мировой опыт применения МСН, Агентство, ФАО и органы власти Ливии, где несколько лет назад распространение личинок мясной мухи приобрело характер эпидемии, успешно завершили ликвидацию этого насекомого-вредителя. Большое количество стерилизованных мух было доставлено по воздуху в Триполи из Мексики и выпущено в инфицированных областях страны. Для ведения борьбы с личинкой американской мясной мухи Мексика уже снабжает стерилизованными насекомыми государства Центральной Америки и готова поставлять их в страны Карибского бассейна для проведения аналогичных кампаний.

Ликвидация с помощью МСН вредных насекомых, бесконтрольное размножение которых приводит к разрушительным для экономики последствиям, существенно укрепляет способность любого государства обеспечить продовольствием себя и других, действуя в рамках концепции экологической устойчивости. Новый метод позволяет сохранять качество и объем производства сельскохозяйственной продукции без какого-либо дополнительного и интенсивного применения химикатов, которые в конечном счете попадали бы в окружающую среду.

**Повышение генетической изменчивости сельскохозяйственных культур.** Ионизирующее излучение уже несколько десятилетий используется для селекции растений в рамках усилий по улучшению экономики ведения сельского хозяйства в отдельных районах. Ряд исследований проводится и в собственных научных лабораториях Агентства в Зайберсдорфе, Австрия; специальные разработки по конкретным странам и регионам ведутся во всем мире по линии программ сельскохозяйственных исследований, осуществляемых при поддержке МАГАТЭ. Сочетание двух направлений — создание мутаций и ведение селекционирования *in vitro* — позволило вывести новые генотипные / мутантные линии сорго, чеснока, пшеницы, бананов, фасоли, авокадо и перца, которые отличаются повышенной сопротивляемостью к воздействию вредителей и лучше приспособляются к суровым климатическим условиям.

**Сохранение пищевых продуктов.** В целях повышения сохранности продуктов питания во всем мире все шире используется метод облучения. В 37 странах мира органы санитарного и радиационного контроля утвердили метод облучения применительно к более чем 40 видам продовольствия, включая специи, зерно, куриное мясо, фрукты и овощи. Сегодня потребители могут без опасений покупать облученную клубнику, как это происходит во Франции, или облученную колбасу (в некоторых районах Таиланда).

В этой сфере, как и во многих других, для обеспечения безопасности необходимо соблюдать соответствующие правила и нормы. Международный стандарт для облученных пищевых продуктов был принят еще в 1983 г. Комиссией "Кодекс алиментарий", которая является совместным органом ФАО и ВОЗ, представляющим более 130 стран. Экспертный комитет позднее доложил Комиссии, что любой продукт питания, получивший общую среднюю дозу 10 000 греев, не является токсич-

ным, не нуждается в дальнейших испытаниях и не сопряжен ни с какими микробиологическими или вызванными питанием нарушениями\*.

Заинтересованность государств в облучении продовольствия объясняется рядом причин:

- большими потерями собранного урожая (обычно 25% от всего выхода продукции) вследствие заражения насекомыми-вредителями, болезнетворными микроорганизмами и порчи;
- обеспокоенностью по поводу пищевых отравлений;
- активизацией международной торговли продовольствием, которое должно отвечать самым строгим стандартам качества и карантинным нормам.

В то время как Комиссия "Кодекс алиментарий" осуществляет надзорные функции непосредственно в отношении продовольственной продукции, безопасность работы ядерных установок, производящих ее облучение, регулируется положениями международных норм радиологической защиты. МАГАТЭ участвует в разработке таких нормативных положений и нередко помогает странам в испытании и эксплуатации подобного оборудования.

**Состояние здоровья, продуктивность и борьба с болезнями домашнего скота.** Скотоводство жизненно важно для устойчивого развития сельского хозяйства большинства развивающихся стран, но продуктивность животных здесь значительно ниже, чем в промышленно развитых странах. Производство животноводческой продукции может быть увеличено, если проблемы питания, воспроизводства и здоровья скота — и особенно контроль и профилактика его заболеваний — привлекут к себе должное внимание. Эти проблемы могут быть решены с помощью ядерных и смежных технологий. Совместно с ФАО, Европейским союзом и другими партнерами МАГАТЭ помогает странам Африки и других регионов вести наблюдение, бороться и добиваться окончательной ликвидации чумы крупного рогатого скота на своих территориях. В Африке программа борьбы с этим заболеванием уже принесла свои плоды, и сегодня 34 участвующие в кампании страны считают, что полностью искоренить чуму можно будет в течение ближайших пяти лет.

## Энергетика и электроэнергетика

В области энергетики применение ядерных технологий благотворно сказывается на окружающей среде и не ограничивается экологически чистым производством электроэнергии.

**Разведка геотермальных источников.** Благодаря оснащению аналитической аппаратурой лаборатории изотопной гидрологии МАГАТЭ в Вене и ее международных партнеров могут быть усовершенствованы методы разведки геотермальных вод и разработаны способы оптимального использования их ресурсов. Предложенные МАГАТЭ радиоизотопные методы были использованы в ряде стран, например в Коста-Рике и Никарагуа, для картирования геотермальных ис-

\* 1 грей = 1 джоуль на килограмм, единица измерения энергии, поглощенной облученным материалом.

### Экологичность ядерной энергии

Использование ядерного топлива, в отличие от сжигания горючих ископаемых, для производства электроэнергии может отчасти отвести угрозу глобального потепления. Ядерная энергия уже играет существенную роль, помогая снижать или стабилизировать выбросы двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) — газа, с которым связывают глобальное изменение климата. При замене всех действующих сегодня в мире АЭС электростанциями, работающими на ископаемом топливе, выбросы  $\text{CO}_2$  предприятиями энергетического сектора возрастут более чем на 8%. Примерно столько же  $\text{CO}_2$  не поступает в атмосферу благодаря ГЭС. Значительно большего количества выбросов  $\text{CO}_2$  удастся избежать в странах, где доля ядерной энергии в общей структуре производства электричества является более высокой, например во Франции, Швеции, Бельгии, Испании, Швейцарии и США. Во Франции за период 1980 — 1993 гг. коэффициент снижения выбросов  $\text{CO}_2$  составил 8, а двуокиси серы — 10. За тот же период общий объем производства электроэнергии во Франции почти удвоился в основном благодаря увеличению доли ядерной энергии с 25% до более чем 75%. Аналогичным образом, в Швеции существенное уменьшение выбросов в атмосферу при производстве электроэнергии было достигнуто главным образом в результате замены нефти и другого сжигаемого топлива ядерными технологиями. Сообщалось, что в целом в промышленно развитых странах — членах Организации экономического сотрудничества и развития снижение интенсивности выбросов углерода в энергетических секторах за истекшие 25 лет произошло в основном за счет использования ядерной энергии.

Эти достижения показывают, что при выборе способа производства электроэнергии необходим объективный сравнительный анализ разных вариантов и что преимущества ядерных технологий для окружающей среды могут быть документально обоснованы. Учитывая заинтересованность государств — членов Агентства в таком всеобъемлющем сравнительном анализе для энергетического планирования, МАГАТЭ разработало и распространило пакет компьютерных программ и баз данных, составляющих аналитическую основу для анализа экономических, медицинских, экологических и социальных аспектов всех энергетических цепей производства электроэнергии.

точников и определения мест строительства станций.

**Уменьшение выбросов газов.** Установка ускорителей, позволяющих формировать электронные пучки в дымовых трубах обычных углесжигающих электростанций, позволит фактически устранить содержащую серу и азот выбросы в атмосферу. Действительно, добавление аммиака превращает эти топочные газы-загрязнители в удобрения — сульфат и нитрат аммония — и воду. Этот остроумный и оригинальный метод в настоящее время демонстрируется в проекте, осуществляемом при поддержке МАГАТЭ в Польше, недалеко от Варшавы. В отличие от розовой мечты алхимиков о превращении свинца в золото, современные энергетики видят реальную перспективу преобразования загрязняющих среду газов в полезный продукт — удобрения.

**Ядерная энергетика.** Мало кто сомневается, что в будущем глобальное энергопотребление резко увеличится отчасти в силу быстрого демографического роста, а отчасти потому, что использование энергии — особенно потребление электричества — является неотъемлемым признаком высокому уровню жизни, к которому стремятся все. Бангладеш и Танзания потребляют в год менее 100 кВт-ч электроэнергии на душу населения, Швеция — 15 000, а Мексика — около 1250 кВт-ч. Учитывая неизбежный рост численности народонаселения мира, всеобщее стремление к экономическому развитию и неуклонную тенденцию к урбанизации, неудивительно, что Всемирный энергетический совет предсказывает к 2020 г. рост мирового потребления электроэнергии на 50—75%.

В настоящее время 63% мировой электроэнергии производится из горючих ископаемых (уголь, нефть, газ), 19 — из гидроэнергии, 17 — из ядерной энергии, 0,5 — из геотермальной и менее 0,1% — из солнечной, ветровой энергии и энер-

гии биомассы. Это соотношение будет непременно меняться по мере освоения новых ресурсов, появления новых технологий и более эффективной реализации природоохранных мер. Рациональное производство и потребление энергии неизбежно станут важнейшими характеристиками устойчивого развития. Имеющийся опыт дает основания утверждать, что ядерная энергия будет играть важную роль при любом соотношении источников энергии.

**Перспективы ядерной энергетики.** В 70-е гг. наблюдались подъем энтузиазма по поводу ядерной энергии и ожидание ее ускоренного развития в надежде на то, что она сможет ослабить зависимость от нефтяного сырья. В условиях высокой инфляции и замедления экономического роста в последовавшем десятилетии спрос на энергию возростал медленнее, чем ожидалось, и в большей степени зависел от цен на нее. Запланированные в ряде стран, например в Мексике и Бразилии, крупные программы по строительству энергетических объектов не были реализованы. Последовавшие после аварии на Тримайл-Айленд многочисленные меры по повышению безопасности ядерных установок также сказались на конкурентоспособности предприятий ядерной энергетики.

Эти экономические факторы наряду с возрастающей политической оппозицией по отношению к ядерной энергетике замедлили развитие отрасли. Обеспокоенность проблемами безопасности и ликвидации радиоактивных отходов, выраженная широким экологическим движением, привела в ряде стран к прекращению финансирования ядерной отрасли. Сейчас в Западной Европе и Америке в области строительства новых ядерных установок наблюдается застой: незначительный рост в экономике и избыток мощностей в энергетике привели в последние годы к резкому сокращению крупномасштабного строительства. Сооруже-

ние АЭС быстрыми темпами продолжается только в Восточной Азии — особенно в Японии, Республике Корея и в Китае.

Тем не менее ядерная энергия сохраняет потенциал, чтобы стать важной составной частью в будущей структуре энергетики по следующим причинам.

**Экономическая конкурентоспособность.** Экономическая конкурентоспособность остается важным фактором при выборе источника энергии странами, предприятиями и потребителями. С экономической точки зрения в настоящее время ядерное топливо занимает приблизительно равное положение с углем и в некоторых случаях с газом. Однако строительство АЭС требует более значительных первоначальных капиталовложений, что является препятствием для стесненных в средствах развивающихся стран. Поскольку ядерная технология сравнительно молода, у нее существуют перспективы совершенствования, стандартизации, создания модульных конструкций, обеспечения более полного выгорания ядерного топлива, упрощения — т. е. факторы, ведущие к повышению эффективности и снижению затрат. Кроме того, относительные цены на топливо со временем, скорее всего, изменятся. Выработка энергии на ядерных установках не может не оставаться заманчивым предметом выбора, особенно для стран, не обладающих собственными топливными ресурсами.

**Безопасность.** Выдвигаемые против ядерной энергетики возражения, основывающиеся на якобы недостаточной безопасности, могут быть опровергнуты на примере положительного опыта. Никакие мировые катастрофы не получили такой широкой огласки, как аварии на Тримайл-Айленд и в Чернобыле. Они затмили тот факт, что во всем мире установки к настоящему времени проработали без сколько-нибудь серьезных новых аварий уже 7700 реакторо-лет. Национальные регулирующие органы, Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих АЭС, и МАГАТЭ делают этот многолетний опыт всеобщим достоянием и предметом изучения. Авария на Тримайл-Айленд в 1979 г., хотя и сопровождалась очень небольшой утечкой радиоактивных веществ в окружающую среду, привела к значительному ужесточению норм безопасности, что способствовало повышению радиационной безопасности во всех некоммунистических странах мира. Аналогичным образом, следствием происшедшей 10 лет назад чернобыльской катастрофы явились пересмотр прежних и принятие дополнительных мер обеспечения безопасности на ядерных предприятиях в России и в Восточной Европе. Таким образом, две крупные аварии на АЭС, повлекшие за собой такое противодействие использованию ядерной энергии, в то же время вызвали к жизни целенаправленные и широкомасштабные действия по обеспечению безопасности. Это стало одной из главных международных задач, и Агентство превратилось в центральный орган, объединяющий государства в стремлении утвердить важные элементы того, что теперь называют «международной культурой ядерной безопасности». Результатами этих усилий стали повышение производительности АЭС во всем мире, снижение доз облучения обслуживающего

персонала и сокращение числа незапланированных остановок реакторов. Новые типы современных реакторов — некоторые из них уже появились на мировом рынке — имеют еще более усовершенствованные средства защиты и, как можно предполагать, еще более высокие характеристики надежности и безопасности по сравнению с типами реакторов, которые преобладают в настоящее время.

**Энергетическая безопасность.** Энергетическая независимость — важный фактор: далеко не все страны изобилуют энергетическими ресурсами — углеводородным топливом или энергией падающей воды. Во Франции, Японии, Республике Корея, Швеции и Финляндии, где отсутствуют месторождения нефти и газа, соображения самообеспеченности и безопасности (в случае мировых кризисов), которые им гарантирует ядерная энергетика, были и остаются преобладающими.

**Охрана окружающей среды.** Еще один веский довод в пользу возрождения ядерной энергетики — это окружающая среда, которой ядерная энергетика наносит наименьший ущерб и почти не дает выбросов в атмосферу по сравнению с другими видами энергопроизводства. Действительно, ведь именно колоссальные объемы сжигаемых горючих ископаемых — а не ядерные энергетические установки — привели к выпадению кислотных дождей, гибели лесов и поставили нас перед угрозой глобального изменения климата. Ядерная энергия не производит переносимых с ветром атмосферных выбросов, а, наоборот, помогает бороться с загрязнением воздуха в планетарных масштабах. В самом деле, если существующие в мире 437 энергетических реакторов заменить равными по мощности углесжигающими электростанциями, то в атмосферу Земли ежегодно будут поступать порядка 2600 млн. т  $\text{CO}_2$  и миллионы тонн сопутствующих окислов серы и азота.

Уменьшение последствий возможного изменения климата планеты стало одной из основных задач продвижения к устойчивому развитию. Широко обсуждается необходимость снижения выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу, хотя среди ученых отсутствует убежденность или единодушие в том, что в течение ближайших 50 лет в результате выбросов  $\text{CO}_2$  от сжигания горючих ископаемых — нефти, газа, угля — действительно произойдет необратимое глобальное потепление. Наступление глобального потепления продолжает оставаться под вопросом, и эта неуверенность позволяет многим наблюдателям выступать в защиту курса, суть которого можно выразить словами: «не жалеем». Под этим подразумевается выбор такого курса энергетической политики, о проведении которого впоследствии не пришлось бы пожалеть, даже если бы опасения по поводу глобального потепления оказались необоснованными. Выбор в пользу АЭС отвечает этим условиям, поскольку они не способствуют потеплению климата и по своей конкурентоспособности ненамного уступают станциям, работающим на ископаемом топливе.

Последнего нельзя сказать о солнечной и ветровой энергии, а также энергии биомассы, ресурсы которых можно отнести к категории возобновляемых и экономическая конкурентоспособность

### Сравнение энергоисточников: программа “Десятилетия”

Действуя совместно с другими международными, региональными и национальными организациями, МАГАТЭ осуществляет программу сотрудничества с целью оказания содействия разработчикам энергетических планов в оценке разных способов производства электроэнергии.

Известная под названием “Десятилетия” программа содержит набор средств для сравнительной оценки источников производства электроэнергии по всей энергетической цепочке. Она включает базы данных, содержащие сведения о медицинских, экономических и экологических аспектах проблемы для обеспечения сравнительных оценок; комплексные пакеты программного обеспечения для планирования и анализа работы энергосистем; а также предусматривает подготовку кадров и оказание вспомогательных услуг. В осуществлении совместной программы наряду с МАГАТЭ участвуют восемь международных организаций: Европейский союз, Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана, Агентство по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития, Международный институт прикладного системного анализа, Организация стран — экспортеров нефти, Организация Объединенных Наций по промышленному развитию, Всемирная организация здравоохранения и Всемирный банк. За ходом выполнения программы наблюдает Объединенный руководящий комитет, в состав которого входят представители всех девяти организаций-участниц. Координирует работу Секция планирования и экономических исследований МАГАТЭ в Вене.

которых в крупных масштабах в обозримом будущем не просматривается. По прогнозам специалистов, в течение последующих десятилетий роль таких электростанций в энергетике останется крайне незначительной, хотя их развитие будет наверняка должным образом поддерживаться и поощряться. Крупные достижения отмечены в повышении эффективности как производства, так и использования энергии, что является крайне важным для сдерживания роста спроса. Однако, хотя мы более эффективно производим и потребляем энергию, общий спрос на нее тем не менее продолжает возрастать в общемировом масштабе. Последнее отнюдь не означает, что только ядерная энергия способна предотвратить угрозу глобального потепления. Здесь есть много разных подходов, которые надо выбирать по обстоятельствам, включая использование возобновляемых источников энергии и ее экономии. Но ядерная энергетика, несомненно, может стать жизнеспособным и весьма перспективным компонентом устойчивого развития в контексте соответствующей политики, которую предстоит выработать.

**Проблема радиоактивных отходов.** В области ядерной энергетики особое беспокойство, как правило, вызывают высокотоксичное и радиоактивное отработавшее топливо и отходы силовых установок. Но помимо токсичности и радиоактивности основной особенностью отходов является их небольшой объем, что облегчает решение проблемы. Это резко отличается от ситуации с отходами электростанций на ископаемом топливе, выбросы которых в огромных объемах поступают прямо в окружающую среду. Если проблемы безопасного хранения долгоживущих ядерных отходов рассматривать в этом контексте, то картина сравнения становится более четкой. Проблему радиоактивных отходов благодаря ограниченности их объемов с технической и экономической точек зре-

ния решить легче: их можно захоронить в земной коре, т. е. поместить туда, откуда и был ранее добыт уран. Не все, однако, разделяют эту веру в “высокотехнологичные” решения. Программы захоронения радиоактивных отходов в каждой крупной ядерной державе встречают противодействие, девиз которого — “где угодно, только не у нас”. Кстати, то же происходит и при выборе мест для сооружения почти каждого промышленного или энергетического предприятия, хотя их размещение играет важную роль в обеспечении устойчивого развития. Блокирование захоронения радиоактивных отходов неконструктивно: оно не приведет ни к их исчезновению, ни к прекращению их производства; такие препятствия лишь продлевают срок их непосредственного воздействия на окружающую среду.

Сравнительные оценки ряда показателей ядерной энергетики и других видов производства электричества позволяют высветить некоторые интересные вопросы, связанные с производством и удалением отходов. Рассмотрим, в частности, пример страны, решившей соорудить две угольные электростанции взамен одной АЭС при той же общей мощности. АЭС потребляла бы около 30 т малообогатенного урана *в год*, тогда как одна работающая на угле электростанция будет потреблять около пяти железнодорожных составов угля *в день*. Ограниченное количество радиоактивных отходов урана может быть изолировано полностью, а электростанция на угле произведет огромное количество CO<sub>2</sub> и зол, содержащих тяжелые металлы, которые остаются токсичными вечно. Местом “захоронения” всех отходов от сжигания угля — как и другого ископаемого топлива — станут атмосфера и подстилающая поверхность Земли.

### Выработка устойчивых решений

Решение международной задачи — достижение устойчивого развития — требует координированных действий всего человечества и использования всех доступных научных и технических средств. В самых различных областях ядерная энергия и многообразие ее применения убедительно доказали, что они являются важными составляющими в деле достижения устойчивого решения практических проблем, затрагивающих наше социальное, экономическое и экологическое развитие.

Для принятия правильных и дальновидных решений на месяцы и годы вперед правительствам потребуются полученные из реального опыта объективные данные и факты, на основании которых они смогли бы проанализировать альтернативные варианты, определить приоритеты и мобилизовать требуемые ресурсы. В рамках системы предоставления услуг и осуществления проектов МАГАТЭ будет оказывать содействие странам в их усилиях по созидательному и безопасному применению ядерных и радиационных технологий в тех сферах, где они принесут максимальную пользу, а также поможет в планировании развития энергетической базы. □



# Наука о море: объединение усилий в целях охраны окружающей среды

*На международном уровне межучрежденческие инициативы, в которых принимают участие ученые всего мира, имеют целью борьбу с экологическими угрозами нашим океанам и морям*

Более 70% поверхности Земли покрыто водой, а 97% ее составляет соленая вода морей и океанов. Морские экосистемы имеют жизненно важное значение для глобального обеспечения продовольствием: рыба является единственным источником белка приблизительно для миллиарда человек, большинство из которых проживает в развивающихся странах. А в прибрежных зонах живет более половины населения Земли.

Общепризнано большое значение морей и океанов для экономического благосостояния и поддержания экологического равновесия. Что же, однако, предпринимается в стремительно развивающемся в промышленном отношении мире с населением около 6 млрд. человек в целях сохранения этих уникальных ресурсов для будущих поколений?

В течение почти всех 40 лет своего существования МАГАТЭ оказывает поддержку единственной в системе Организации Объединенных Наций Лаборатории морской среды (ЛМС) в Монако. В настоящее время ЛМС входит в число ведущих в мире специализированных учреждений в области науки о море, находясь в центре международных усилий по изучению, сохранению и защите морской среды. Помимо правительства Монако основными спонсорами ЛМС являются МАГАТЭ и Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Партнерами в ее научных исследованиях и работе на местах выступают Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), Япония, Швеция, Германия, Франция, Европейская комиссия, а также ряд других правительств и неправительственных организаций.

За последнее десятилетие опыт ЛМС неоднократно использовался при разрешении наиболее

актуальных международных проблем в области экологии:

- прослеживание последствий сброса ядерных отходов в море;
- оценка и уменьшение воздействия на морскую среду войны в Персидском заливе;
- исследование радиологических последствий испытаний ядерного оружия в Тихом океане;
- анализ “парникового эффекта” и возможности “глобального потепления”; и
- изучение влияния промышленного и агрохимического загрязнения на морские экосистемы. (См. вставку на стр. 11.)

В настоящей статье представлена глобальная картина межучрежденческого сотрудничества по проблеме загрязнения морской среды. В нее включены обзоры работы ЛМС и основные сведения о конкретной деятельности, связанной с оценкой экологической обстановки в Черном море, проблемой пестицидов в морской среде и Глобальной программой действий в целях защиты морской среды от наземной деятельности.

## Конкретные инициативы в области экологии

Работая совместно с самыми разнообразными партнерами, ЛМС играет ключевую роль в проведении ряда специальных международных научных исследований, связанных с радиоактивностью морской среды и ее экосистемами:

**Ядерные отходы в морях Северного Ледовитого океана.** Совместно со специалистами из России, Норвегии и США ЛМС предприняла пять экспедиций и провела лабораторный анализ проб, взятых в Карском и Баренцевом морях, в целях определения потенциальной опасности для здоровья людей и морской среды сброшенных в море отходов, включая реакторы. С целью прогнозирования дисперсии в результате любой утечки в будущем также разработаны компьютерные модели; были проведены лабораторные исследования коэффициентов концентрации и распространения в условиях Арктики. (См. статью, начинающуюся на стр. 21.)

**Мердок С. Бакстер, Фернандо Карвальо, Иоланда Осват и Дэвид Кинли III**

Г-н Бакстер является директором Лаборатории морской среды МАГАТЭ в Монако. Г-н Карвальо возглавляет в ЛМС Лабораторию изучения морской среды, а г-жа Осват является сотрудником Лаборатории радиометрии ЛМС. Отдельные разделы настоящей статьи были изданы в виде брошюры под названием *Guarding the Seas* (“Охрана морей”), подготовленной Дэвидом Кинли III из Отдела общественной информации МАГАТЭ. Брошюру можно получить в Отделе и через узел ИНТЕРНЕТ МАГАТЭ WorldAtom: <http://www.iaea.org/worldatom>.

### Лаборатория морской среды МАГАТЭ в Монако: вчера и сегодня

Учитывая местоположение княжества Монако и его экономическую зависимость от Средиземного моря, естественной представляется ярко выраженная приверженность его населения делу сохранения и защиты морской среды. Ведь еще в 1959 г. князь Ренье III, проявив поразительную дальновидность, стал инициатором проведения в стране первой всемирной научной конференции по захоронению радиоактивных отходов на суше и в море. Два года спустя правительство Монако и МАГАТЭ официально оформили свое партнерство, учредив предшественницу ЛМС — Международную лабораторию по изучению радиоактивности морской воды с целью расширения знаний о поведе-



нии радионуклидов в морях и содействия использованию ядерной и изотопной технологии в деле защиты морской среды. При постоянной поддержке со стороны МАГАТЭ и Княжества Лаборатория на протяжении десятилетий расширяла сферу научных исследований и полевых работ во многих родственных областях и утвердила себя как важный источник технической помощи государствам — членам МАГАТЭ. В 1991 г. она была переименована в Лабораторию морской среды в целях более точного отражения широкого спектра обязанностей, которые она приняла на себя в деле оказания научной и технической помощи в международном масштабе. В настоящее время ЛМС располагает скромным регулярным ежегодным бюджетом в размере около 5 млн. долл. США и имеет в своем составе примерно 50 штатных научных, технических и административных сотрудников. Внебюджетные ресурсы, предоставляемые рядом правительств и международных органов на специализированные научные исследования и услуги, составляют ежегодно около 3 млн. долл. США. Деятельность ЛМС ведется по пяти основным направлениям:

- изучение радиоактивности в морской среде;
- расширение знаний об океанах с помощью изотопных методов;
- подготовка кадров и укрепление потенциала государств — членов МАГАТЭ;
- предоставление услуг в области аналитического контроля качества;
- содействие межучрежденческим усилиям по защите морей.

Слева: Его Высочество князь Ренье III и д-р Бликс в январе 1996 г. (Gaetan LUC)

**Испытания ядерного оружия в южной части Тихого океана.** По просьбе правительства Франции ЛМС принимает участие в проведении всестороннего анализа радиологических последствий проводившихся в течение нескольких десятилетий испытаний ядерного оружия на атоллах Муруроа и Фангатауфа во Французской Полинезии. Указанное исследование проводится под руководством специального Международного консультативного комитета, созданного Генеральным директором МАГАТЭ, и имеет целью не только нынешнюю радиационную обстановку, но также и долгосрочные экологические последствия.

**Подъем уровня воды в Каспийском море.** В сотрудничестве с Секцией изотопной гидрологии МАГАТЭ (Вена), ЮНЕП и правительствами стран в затрагиваемых этой проблемой зонах ЛМС проводит исследования в целях лучшего понимания причин резкого повышения уровня воды в Каспийском море. Благодаря использованию изотопных методов для изучения круговорота воды это исследование явится новой основой для сотрудничества стран в деле разрешения этой экологической проблемы, оказывающей на них неблагоприятное воздействие.

**Загрязнение Черного моря.** В сотрудничестве с ПРООН и Департаментом технического сотрудничества МАГАТЭ ЛМС является центром осуществления инициативы по изучению стремительно ухудшающегося состояния воды Черного

моря, в рамках которой сочетается проведение научных исследований и укрепление потенциала региона. Для изучения циркуляции воды и поведения загрязняющих веществ используются изотопные индикаторы. В целях расширения региональных возможностей в области мониторинга и контроля за качеством морской среды предоставляется оборудование и проводятся мероприятия по подготовке кадров. (См. вставку на стр. 13.)

### Осуществление межучрежденческих инициатив в целях защиты морей

Важное значение глобальных действий в деле защиты морей подчеркивалось в Повестке дня на XXI век — документе, принятом на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. В главе 17 Повестки дня на XXI век содержится призыв к осуществлению “новых подходов к рациональному использованию и развитию морских и прибрежных районов на национальном, субрегиональном, региональном и глобальном уровнях” и укреплению межучрежденческого сотрудничества в этой области. Особое внимание было также уделено укреплению потенциала национальных и региональных учреждений (в первую очередь в развивающихся странах) в целях проведения оценок состояния окружающей среды и контроля за загрязнением морской среды.

### Пестициды в морской среде

Агрохимикаты — и в первую очередь пестициды — стали постоянным компонентом современных сельскохозяйственных систем, который в значительной мере способствует повышению урожайности зерновых культур и увеличению производства продовольствия. В то же время отсутствие избирательного действия ряда пестицидов, их устойчивое сохранение в окружающей среде и безответственное использование их в некоторых регионах ведут к нежелательным побочным эффектам. Установлено, что помимо непосредственного воздействия на человека остатки пестицидов, попадающие в водные экосистемы, вызывают массовую гибель рыб и креветок, снижают способность биологических видов к воспроизводству и ведут к уничтожению коралловых рифов, так что в конечном счете они могут серьезно повлиять на объем рыбных ресурсов, биологическое разнообразие и функциональное равновесие экосистем.

Проблемой оценки экологической опасности, вызываемой наличием остатков пестицидов в морских экосистемах, предстоит еще заняться. Оценка экологической опасности и введение мер по ликвидации или нейтрализации опасности загрязнения остатками пестицидов требуют глубоких знаний об их экологическом поведении и воздействии. В этих целях необходимо увеличить потенциал лабораторий в заинтересованных странах, с тем чтобы они могли осуществлять широкие программы мониторинга морской среды. Кроме того, для получения необходимых данных о круговороте, существовании пестицидов в морских экосистемах и влиянии на них требуется проводить также экспериментальные научные исследования.

При изучении экологического поведения пестицидов вот уже в течение ряда лет в качестве прекрасно себя зарекомендовавшего средства научных исследований как в наземной, так и в водной среде используются меченые молекулы углерода-14. Они позволяют проследить путь соединения в экспериментальных системах и точно выявить и определить количество продуктов транс-

формации даже при очень малой их концентрации. Поскольку замеры проводятся лишь в отношении радиоактивного углерода, для многих целей не требуется столь тщательной очистки пробы, как, скажем, при применении других методов, таких как хроматография. Следовательно, при малых затратах можно быстро обработать большое число проб и произвести замеры с помощью типового жидкостно-сцинтилляционного оборудования.

В целях расширения соответствующих исследований ЛМС при поддержке со стороны Швеции организовала координированную программу научных исследований по вопросам распространения, существования и влияния пестицидов на биоту в тропической среде. В осуществлении программы в настоящее время участвуют представители 17 государств-членов из Азии, Африки и Америки, в которых имеется или создается потенциал для научных исследований в области пестицидов. Результаты осуществления этой программы должны содействовать расширению нынешних знаний о загрязнении окружающей среды остатками пестицидов в тропических прибрежных районах и оценке возможных последствий.

Будут разработаны рекомендации по совершенствованию хозяйственного режима чувствительных экосистем тропических прибрежных районов, с тем чтобы помочь государствам-членам осуществить практические меры по гармонизации интересов сельского хозяйства и сохранения водных ресурсов. Другие специализированные учреждения системы ООН также осуществляют свои программы в этой области. Примером может служить Глобальная программа действий в целях защиты морской среды от наземной деятельности, целью которой конкретно является оценка интенсивности воздействия стойких органических загрязняющих веществ и его последствий. Проект МАГАТЭ вносит свой вклад в общее дело и служит иллюстрацией того, как ядерная технология может уникальным образом восполнить существующие пробелы в знаниях и методологии.



МАГАТЭ и другие организации возглавляют усилия по укреплению потенциала лабораторий в области проведения анализа биологических проб, который входит в программы мониторинга морской среды. (IAEA-MEL)

Так, помимо осуществления программы работ, определяемой МАГАТЭ, ЛМС регулярно откликается на просьбы об оказании технической помощи, поступающие от многих других учреждений системы ООН, международных организаций и правительств. В рамках системы ООН получила официальное закрепление совместная деятельность ЛМС с ЮНЕП и МОК-ЮНЕСКО. Осуществляется также широкое сотрудничество со Всемирной метеорологической организацией, Всемирной организацией здравоохранения, Всемирным банком, ПРООН, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций и Международным союзом охраны природы в рамках программ оказания помощи развивающимся странам.

Основным связующим звеном этого сотрудничества является Глобальная программа действий в целях защиты морской среды от наземной деятельности, с просьбой о разработке которой обратились государства-члены и которая получила поддержку с их стороны. Для осуществления программы необходимы услуги ЛМС в целях укрепления аналитического потенциала. (См. вставку на стр. 14–15.)

### **Изучение радиоактивности в морской среде**

С момента своего создания ЛМС занималась углублением научных знаний о радиоактивности в морской среде. Кроме того, на протяжении десятилетий расширялся объем научных исследований в целях проведения анализа широкого спектра нерадиоактивных загрязняющих веществ в морской среде с использованием ядерных и изотопных методов.

Научные сотрудники ЛМС изучают последствия выбросов и сбросов радиоактивных веществ путем мониторинга и оценки уровней радионуклидов и моделирования их дисперсии в морской среде. Результаты этих исследований помогают затем государствам-членам в осуществлении радиологических оценок в районах полигонов, где проводятся испытания ядерного оружия, районах захоронения ядерных отходов, а также в чрезвычайных ситуациях, возникающих в связи с авариями на море. Для облегчения подобной работы ЛМС создала Базу данных о глобальной радиоактивности в морской среде (ГЛОМАРД) с целью предоставления странам основополагающих сведений о радиоактивности морской воды, донных отложений и биоты для проведения последующих оценок. Кроме того, осуществляется финансируемый Японией крупномасштабный проект по изучению радиоактивности в морской среде всего мира, целью которого является получение новых данных о нынешних уровнях содержания радионуклидов в океанах и морях.

### **Расширение знаний об океанах**

Ядерные и изотопные методы используются при осуществлении широкого круга научно-исследовательских работ, имеющих целью расширение знаний и совершенствование мер по управлению морскими экосистемами:

- установление распространения природных радионуклидов в морских экосистемах и получаемых в результате людьми доз облучения через цепь питания;
- наблюдение за поведением и прослеживание существования основных радионуклидов и аналогичных природных элементов;
- регистрация темпов роста и возраста проб морской среды и процессов с использованием уникального таймера — радиоактивного распада; и
- картирование биологических процессов, ведущих к агрегации конкретного углерода.

Как уже говорилось выше, методы радиоактивной индикации применяются для изучения таких агрохимических соединений, как пестициды, их накопления и воздействия на морские системы. Они также используются в установлении путей прохождения и мест скопления тяжелых металлов и других токсичных элементов в морской среде и их воздействия на людей и экосистемы.

### **Подготовка кадров и укрепление потенциала**

В сотрудничестве с Департаментами научных исследований и изотопов и технического сотрудничества МАГАТЭ ЛМС предоставляет помощь развивающимся странам в получении высококачественных данных по радиоактивности в морской среде и радиоэкологии, в то время как информация о неядерных загрязняющих веществах поступает благодаря тесному сотрудничеству с другими специализированными учреждениями, включая ЮНЕП, МОК-ЮНЕСКО и Программу развития Организации Объединенных Наций (ПРООН). Лаборатория обеспечивает также мониторинг и научные исследования загрязнения морской среды в развивающихся странах путем проведения совместных мероприятий и организации курсов профессиональной подготовки как составной части комплексной программы обеспечения качества.

Ежегодно организуется свыше десяти курсов профессиональной подготовки специалистов для участников из развивающихся стран по таким предметам, как радиоактивность в морской среде и радиоэкология, радиохимия и различные аспекты аналитической химии. ЛМС является также спонсором десятков стажеров из развивающихся стран, работающих над научно-исследовательскими проектами в Монако и других местах в целях повышения своей научной квалификации. В 1996 г. ЛМС осуществила 10 проектов МАГАТЭ по техническому сотрудничеству и направила консультативные миссии и миссии по оказанию технической помощи в 31 страну.

### **Предоставление аналитических услуг**

В целях получения надежных научных результатов лабораториям мониторинга необходимо руководствоваться системой контроля качества, которая включает регулярные замеры содержания загрязняющих веществ в стандартных контрольных материалах и участие в занятиях по

## Охрана окружающей среды Черного моря: оценка ситуации

В конце прошлого года в Программе по окружающей среде Черного моря Глобального экологического фонда (ГЭФ) была представлена содержательная информация о межучрежденческих усилиях по защите этого моря от экологического загрязнения. Выдержка из доклада, опубликованного в сентябре 1996 г. в бюллетене ГЭФ "Спасение Черного моря", приводится ниже.

**Смертельный для здоровья суп?** «Три года назад одна из ведущих международных газет назвала Черное море "смертельным для здоровья супом из токсичных отходов". В то время почти или вообще не было достоверной информации, подтверждающей или опровергающей столь тревожное заявление. На первый взгляд, это море действительно казалось грязным, если судить по зелено-бурому цвету воды и кучам мусора на пляжах, многие из которых были закрыты для туристов. Экосистема Черного моря также находилась в катастрофическом состоянии деградации. Все эти очевидные свидетельства, а также информация о том, что 17 стран сбрасывают отходы в Черное море, легко могли вызвать чувство безысходности.

Наука, однако, основывает свои выводы не на досужих домыслах, а стремится находить достоверные факты. Большая часть имевшихся ограниченных данных была получена не с помощью хорошо зарекомендовавших себя методов или процедур независимого контроля качества, что требуется в настоящее время от тех, кто работает в области охраны морской среды. Одна из ключевых задач новой Программы охраны окружающей среды Черного моря в сотрудничестве с ее партнерами (МАГАТЭ, МОК, ЮНЕП, ЕС) состояла, таким образом, в обеспечении отсутствовавшего оборудования, методологии и контроля за качеством с целью получения более ясной картины реального положения с загрязнением Черного моря. Совершенно очевидно, что, несмотря на то что в этом регионе уже работают прекрасные ученые, требуются время и деньги, для того чтобы поднять на необходимый уровень работу научных учреждений, и процесс этот далек от завершения. Ввиду настоятельной необходимости получения достоверных данных ряд институтов в бассейне Черного моря, из Западной Европы и Соединенных Штатов, а также ряд учреждений системы ООН приняли решение о сотрудничестве в целях осуществления серии пилотных исследований в репрезентативных районах моря. Изучаемые районы включали континентальный шельф Украины [Одесский центр деятельности по специальному мониторингу загрязнения совместно с Лабораторией изучения морской среды (ЛИМС) МАГАТЭ в Монако], шельф при входе в Босфор (Средневосточный технический университет, Эрдемли, совместно с ЛИМС), прибрежный район около Сочи, Россия (Гидрометцентр, Сочи, совместно с ЛИМС) и северо-западный шельф Черного моря и сток Дуная. В результате был подготовлен первый всеобъемлющий обзор загрязнения, озаглавленный "Состояние загрязнения Черного моря", который будет вскоре опубликован.

После проведения всесторонней научной оценки проблем, связанных с Черным морем, 31 октября 1996 г. в Стамбуле правительства шести стран бассейна Черного моря одобрили Стратегический план действий в целях восстановления и защиты Черного моря.

**Что произойдет в дальнейшем?** Региональная система мониторинга Черного моря будет предположительно развернута в 1997 г. В нее будут включены жесткие положения относительно мониторинга "биологического влияния", а также независимая система контроля качества в целях получения столь необходи-

мых высококачественных аналитических данных о загрязняющих морскую среду веществах. Потребуется также по-прежнему проводить научно-исследовательскую работу. Кроме того, приоритетной задачей МАГАТЭ и других учреждений, совместно оказывающих поддержку странам бассейна Черного моря, продолжают оставаться укрепление потенциала лабораторий в этом регионе, подготовка кадров в области использования аналитических методов и обеспечение качества данных по загрязняющим морскую среду веществам.

**Программы МАГАТЭ.** МАГАТЭ поддерживает усилия, предпринимаемые в районе Черного моря, путем разработки программ, касающихся как радиоактивных, так и нерадиоактивных загрязняющих веществ. Роль ЛМС состоит в предоставлении технической и научной поддержки. Значительный прогресс в приобретении знаний о поведении загрязняющих веществ в Черном море был достигнут с помощью координированной программы научных исследований. Результатом ее осуществления явились всеобъемлющая, с учетом новейших данных, оценка количества компонентов загрязнения, распределение в пространстве и по времени сброса, перечень и радиационное воздействие антропогенных и природных радионуклидов в Черном море. Она также показала уникальные возможности радиоактивных и устойчивых изотопов проследить и определять в количественном отношении ключевые процессы, которые контролируют поведение загрязняющих веществ, отрицательно влияющих на способность к жизнеобеспечению и, следовательно, на продуктивность экосистемы Черного моря. И наконец, в ней ясно указывалось на необходимость повышения регионального потенциала в области анализа и мониторинга радионуклидов в морской среде. Этой цели отвечает региональная программа технического сотрудничества под названием "Оценка морской среды района Черного моря". В ней заняты шесть прибрежных государств — членов МАГАТЭ, расположенных в бассейне Черного моря: Болгария, Грузия, Российская Федерация, Румыния, Турция и Украина. Основные элементы этой программы предусматривают поддержку разработки скоординированной на региональном уровне программы мониторинга радиоактивности в морской среде и увеличение потенциала изучения поведения загрязняющих веществ путем использования радиоактивных индикаторов. Совместная научно-исследовательская работа концентрируется в основном на изучении проблем и районов, определенных в качестве критических для нынешнего положения и будущих тенденций в загрязнении Черного моря, таких как процессы накопления отложений на северо-западном шельфе, в устьях Дуная и Днестра, перемешивание водных масс в проливе Босфор и аэрация глубинных бескислородных вод.

Оценка нерадиоактивных загрязняющих веществ стала методом Межучрежденческого соглашения МАГАТЭ/ПРООН-ГЭФ. Его главной целью является оказание помощи странам региона в деле получения высококачественных аналитических данных для осуществления специального и регулярного мониторинга в рамках Программы охраны окружающей среды Черного моря. В этих целях ЛМС через свое подразделение ЛИМС предоставляет широкую техническую помощь, включая разработку контрольных методов, организацию занятий по взаимному сличению приборов, распространение справочных материалов и норм, подготовку кадров, ремонт приборов, миссии по обеспечению качества и организацию встреч специалистов. ЛМС будет по-прежнему оказывать такую поддержку в рамках нового Стратегического плана действий в целях восстановления и защиты Черного моря.

## Глобальная программа действий в целях защиты морской среды

Около 80% всего загрязнения морской среды вызывается деятельностью человека на суше — такой деятельности, как сброс сточных вод в реки и прибрежную экосистему; недостаточно тщательная очистка промышленных сточных вод; сброс содержащих фосфор и азот удобрений, используемых в сельском хозяйстве, и наконец, тяжелые металлы и стойкие органические загрязняющие вещества. В 1995 г. государства приняли Глобальную программу действий (ГПД) в целях защиты морской среды от наземной деятельности; эту программу вице-президент США Альберт Гор назвал “первой программой, которая приведет к более устойчивому взаимодействию между человеком и Мировым океаном”. Ниже приводятся основные характеристики ГПД и связанная с ней информация об истории принятия программы.

### Глобальные и региональные конвенции и события, связанные с защитой морской среды

- 1976 г. — Региональные конвенции о море и соответствующие протоколы, которые в настоящее время регулируют осуществление 15 региональных программ о море.
- 1982 г. — Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву.
- 1989 г. — Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением.
- 1992 г. — Конвенция по биологическому разнообразию.
- 1992 г. — Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций по изменению климата.
- 1992 г. — Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД) и Повестка дня на XXI век.

В 1982 г. Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) приступила к изучению проблем, связанных с воздействием на морскую среду деятельности на суше, что привело к принятию следующих конвенций и решений:

- 1985 г. — Монреальские руководящие принципы по защите морской среды от загрязнения из наземных источников.
- 1995 г. — решения 18/31 и 18/32 Совета управляющих ЮНЕП, касающиеся Вашингтонской конференции и стойких органических загрязняющих веществ.
- 1995 г. — конференция, на которой принята Глобальная программа действий в целях защиты окружающей среды от наземной деятельности, Вашингтон, 23 октября — 3 ноября 1995 г.

### Глобальная программа действий

Приняв Вашингтонскую декларацию, более 100 правительств и Европейская комиссия провозгласили свою приверженность делу защиты и сохранения морской среды от отрицательного воздействия деятельности на суше. Они призвали ЮНЕП, Всемирный банк, Программу развития Организации Объединенных Наций (ПРООН), региональные банки развития и все учреждения системы Организации Объединенных Наций поддерживать и укреплять имеющиеся региональные структуры по защите морской среды. Они призвали ЮНЕП в тесном партнерстве с ПРООН, Всемирной организацией здравоохранения, программой Хабитат и другими соответствующими организациями действовать в качестве Секретариата Глобальной программы действий. Программа призвана служить источником концептуального и практического руководства, к которому могли бы обращаться национальные и/или региональные власти при разработке и осуществлении последовательных усилий по предотвращению, сокращению, контролю и/или прекращению деградации морской среды в результате наземной деятельности. Она имеет целью предотвратить деградацию морской среды в результате деятельности на суше путем содействия осуществлению обязательства государств сохранять и защищать морскую среду. Говоря более конкретно, в задачи ГПД входят:

- **Выявление характера и серьезности проблем, вызванных загрязнением морской среды.** Анализ воздействия загрязнения морской среды на i) продовольственную безопасность и борьбу с нищетой; ii) здоровье людей; iii) состояние экосистемы и биологическое разнообразие; и iv) экономические и социальные блага и пользование ими.
- **Оценка интенсивности воздействия и влияния загрязняющих веществ.** Включает сточные воды, стойкие органические загрязнители, радиоактивные вещества, тяжелые металлы, нефть и нефтепродукты, удобрения, активацию отложений и мусор.
- **Оценка физических изменений, включая изменение и разрушение среды обитания в вызывающих беспокойство районах.**
- **Оценка источников деградации.** Сюда включаются i) точечные источники (например, установки очистки отработанных вод или драгирование); ii) неточечные источники (например, городские или сельскохозяйственные поверхностные стоки); и iii) отложения из атмосферы, вызванные выхлопами автомобилей, выбросами силовых установок и промышленных предприятий, установками по сжиганию мусора и сельскохозяйственными работами.
- **Выявление районов, которые подвергаются воздействию загрязняющих веществ или особенно уязвимы.** Включает прибрежные водоразделы, прибрежные полосы, устья рек и их водосборные бассейны, а также места обитания находящихся под угрозой исчезновения видов.
- **Установление приоритетов для действий на основе выявления и оценки проблем.**
- **Определение целей для принятия конкретных мер как в том, что касается категорий источников, так и затрагиваемых районов на основе установленных приоритетов.**
- **Выявление, оценка и выбор стратегии и мер.**
- **Установление критериев для оценки действенности стратегии и мер.**

**Что надо делать по ГПД?**

- Корректировать существующие региональные и национальные программы действий или содействовать и оказать помощь в их разработке.
- Подготовить глобальный обзор воздействия расположенных на суше источников загрязнения на морскую, прибрежную и соседствующую с ними пресноводную среду. Выявить “горячие точки” для принятия приоритетных действий.
- Разработать наставления и руководства по осуществлению ГПД.
- Организовать центр, предназначенный отвечать на запросы о предоставлении помощи, и вести в нем работу.
- Оказать помощь странам в i) определении и оформлении проектных предложений; ii) выявлении потенциальных доноров; iii) переговорах с донорами.
- Информировать правительства о проблемах, связанных с деятельностью на суше, и возможностях, предоставляемых ГПД. Оказать правительственным и неправительственным организациям помощь в подготовке и распространении брошюр для информирования населения и в проведении кампаний по ознакомлению широкой общественности с указанными проблемами.

**Как будет осуществляться ГПД?**

- ГПД будет осуществляться одновременно на национальном, региональном и глобальном уровнях.
- Разработка национальных, субрегиональных и региональных программ действий явится краеугольным камнем ее успешного осуществления.
- Финансовые источники и механизмы должны вводиться в действие на уровне государства (например, штрафные санкции против тех, кто загрязняет окружающую среду, возобновляемые фонды, привлечение частного сектора), а также на международном уровне (например, многосторонние займы и обмен долга на акции).

**Каким образом МАГАТЭ может способствовать осуществлению ГПД?**

МАГАТЭ руководствовалось основными принципами ГПД в течение многих десятилетий. Оно обращало пристальное внимание на количественные оценки и сообщения о выбросах радиоактивных веществ в океаны и, через Лабораторию морской среды (ЛМС), на мониторинг и оценку последствий этих выбросов. Агентство, таким образом, имеет прекрасные возможности внести свой значительный вклад в осуществление ГПД. Следующие меры были предложены Отделом радиационной безопасности и безопасности отходов МАГАТЭ:

- Разработка норм по контролю за выбросами радиоактивных материалов в морскую среду.
  - Получение и распространение информации относительно альтернативных вариантов, методов и технологий для контроля за выбросами.
  - Разработка глобального учета выбросов радионуклидов из ядерных и неядерных установок в окружающую среду, включая морскую.
  - Оценка воздействия выбросов.
  - Регулярные публикации данных относительно выбросов и их воздействия на окружающую среду.
- ЛМС предложила следующие меры, в которых сочетаются работа по главному направлению — в отношении радиоактивности в морской среде — с межучрежденческим сотрудничеством по ряду неядерных загрязняющих веществ:
- Подготовка кадров и укрепление потенциала в целях расширения возможностей государств-членов осуществлять мониторинг, получать знания и оценивать радиоактивность в морской среде.
  - Предоставление услуг в области аналитического контроля качества путем распространения большого количества материалов по взаимному сличению и контрольных материалов среди лабораторий во всем мире.
  - Обслуживание всеобъемлющей компьютерной базы данных о радиоактивности в морской среде и обеспечение глобального доступа к ней, включая интеллектуальные функции в целях моделирования дисперсий из отдельных источников-элементов и определения и разъяснения пространственных и временных тенденций в распространении радионуклидов в морской среде.
  - Количественная оценка радиологических (связанных со здоровьем людей) последствий известных случаев выброса радиоактивных веществ в океаны путем одновременного проведения непосредственных замеров, моделирования и радиологической оценки.
  - Создание международного функционального органа по оказанию чрезвычайной помощи по запросу о мониторинге и оценке незапланированных выбросов радиоактивных веществ в морскую среду, включая совершенствование методов непрерывного мониторинга радиоактивности в морской среде.
  - Расширение объема знаний об океанах, циркуляции воды в них и поведении загрязняющих веществ путем использования уникального потенциала морских радионуклидов и стойких изотопов в том, что касается установки временных моментов и отслеживания.

Основываясь на опыте ЛМС, а также на опыте, приобретенном в течение более 15 лет сотрудничества с ЮНЕП и МОК-ЮНЕСКО в деле оценки и мониторинга загрязняющих веществ в морской среде, включая, в частности, контроль качества полученных данных, МАГАТЭ может оказать помощь в осуществлении ряда мероприятий, связанных с проведением в жизнь ГПД:

- Организация и осуществление программ обеспечения качества данных, гарантирующих надежность и взаимную сравнимость на региональном и глобальном уровнях оценок основных веществ (включая СО<sub>2</sub>, микроэлементы, нефть), загрязняющих морскую среду от наземных источников.
- Подготовка и испытание методов контроля и руководящих принципов оценки и мониторинга загрязнения морской среды.
- Составление национальных и региональных программ мониторинга загрязнения морской среды.
- Подготовка кадров в области аналитической химии, необходимой для научных исследований и мониторинга загрязняющих морскую среду веществ.
- Укрепление или создание региональных центров технической поддержки, необходимых для научных исследований и мониторинга загрязнения морской среды.

взаимным сличениям и интеркалибрациям измерительных приборов. ЛМС является всемирным центром сбора данных по обеспечению качества измерений всех видов химических загрязняющих веществ, как ядерных, так и неядерных. Она также проводит региональные занятия по обеспечению качества измерений в Средиземном море, районе Персидского залива, западной и юго-восточной частях Тихого океана, западных и центральных районах Африки, в Восточной Африке, Юго-Восточной Азии, в Карибском бассейне, юго-западной части Атлантического океана, в Арктике, а также в Балтийском и Черном морях.

Исследователи, связанные с подобными занятиями по интеркалибрации, сообщили о проведении начиная с 1971 г. приблизительно 100 тыс. замеров на содержание конкретных загрязняющих веществ в морской воде, донных отложениях, водорослях, растениях, рыбах и других организмах. Число лабораторий, принимающих участие в этих мероприятиях, увеличилось приблизительно с 50 в 1970 г. до 208. Эти лаборатории в настоящее время проводят анализы радионуклидов, органических и металлических микроэлементов. Имеется в наличии около 60 различных материалов для взаимного сравнения.

**Контрольные материалы.** В программах контроля качества используются образцы объектов морской среды, сертифицированные в качестве контрольных материалов для определенных анализируемых веществ (радионуклиды, металлические микроэлементы, хлорированные углеводороды и т. д.). Наряду с ЮНЕП и МОК-ЮНЕСКО МАГАТЭ тесно сотрудничает с другими изготовителями контрольных материалов в целях обеспечения непрерывной поставки этих важных элементов процедур обеспечения качества. Полный каталог приблизительно 600 стандартов и контрольных материалов находится в базе данных в Монако.

**Контрольные методы.** Одна из трудностей, с которой сталкиваются исследователи, приступающие к изучению загрязнения морской среды, состоит в изыскании надежного метода, позволяющего использовать легко доступные и надежные в работе приборы. В сотрудничестве с рядом учреждений Организации Объединенных Наций ЛМС проводит испытания контрольных методов и публикует их описание. Эта серия включает в настоящее время более 70 томов, которые можно приобрести во всем мире.

**Повышение качества данных.** Несмотря на прогресс, достигнутый к настоящему времени в национальных лабораториях в деле четкого определения загрязнителей морской среды, предстоит сделать еще многое, например, в том, что касается анализа органических загрязняющих веществ, таких как хлорированные пестициды и углеводороды нефти. Сюда относятся совершенствование подготовки специалистов в области анализа, дальнейшее развитие аналитических методов и расширение производства образцов для взаимного сравнения и контрольных материалов по морской среде.

Все услуги, предоставляемые ЛМС, стали необходимыми для осуществления региональных и глобальных программ ЮНЕП и МОК-ЮНЕСКО по оценке загрязнения. Они имеют особое значение в деле оказания соответствующей поддержки ЮНЕП в осуществлении комплексных мер по

управлению прибрежными районами, а также в проведении оценки загрязнения в результате наземной деятельности. Столь же важно и то, что эти услуги помогают работе МОК-ЮНЕСКО, ЮНЕП, МАГАТЭ и Международной морской организации, связанной с программой глобального исследования загрязнения морской среды.

## Вступая в XXI столетие

В 1998 г. ЛМС вступит в новую стадию своего развития в результате введения в эксплуатацию целевых лабораторных помещений, площадь которых увеличится более чем вдвое, три лабораторные секции будут размещены в одном здании, и значительно улучшится инфраструктура, включая создание нового учебного центра. В качестве вклада в проведение Международного года океана Организации Объединенных Наций, который будет отмечаться в 1998 г., ЛМС в будущем году будет принимать межучрежденческий симпозиум по загрязнению морской среды.

Появление новых лабораторий в еще большей степени выдвинет ЛМС на роль лидера в ключевых областях, представляющих научный интерес для государств — членов МАГАТЭ. Сюда включаются следующие вопросы:

● **Использование изотопных методов для изучения неядерных загрязняющих веществ.**

Особое внимание здесь будет уделяться расширению научных знаний о загрязнении морской среды органическими соединениями, такими как нефть и нефтепродукты, сточные воды и продукты, потребляющие ископаемое топливо, и определению основных процессов перемещения углерода в глубины океана.

● **Разработка системы информации о морской среде.** На основе использования последних достижений информационной технологии и в сотрудничестве с другими учреждениями системы ООН будет создана всеобъемлющая компьютеризованная система картирования, анализа и прогнозирования загрязнения морской среды, которая свяжет ГЛОМАРД с другими основными базами данных.

● **Применение самых передовых методологий.** Мониторинг радиоактивности на месте передачи данных со спутника позволит вести непрерывное наблюдение в отдаленных районах изучения, в то время как новое поколение подводных датчиков, установленных на дистанционно управляемых средствах доставки, позволит детально обследовать радиоактивность морского дна. ЛМС разработает также и будет использовать технические средства регистрации радиоактивности сверхнизкого уровня, которые будут располагаться в новой подземной лаборатории.

● **Расширение подготовки кадров и укрепление потенциала.** Используя новый учебный центр в Монако, стимулируемая теми задачами, которые ставит новая Глобальная программа действий, Лаборатория морской среды МАГАТЭ закрепит и еще больше упрочит свою лидирующую позицию в качестве центра Организации Объединенных Наций по подготовке кадров и обеспечению качества анализа в оценке загрязнения морской среды. □



# Радиация и окружающая среда: оценка воздействия излучения на флору и фауну

*Обзор отчета, недавно опубликованного Научным комитетом  
Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации*

**Гордон Линсли**

**М**еждународный орган, известный как Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН), периодически производит обзор воздействия ионизирующего излучения на окружающую среду. В прошлом году Комитет впервые опубликовал отчет, содержащий обзор такого воздействия именно на растения и животных\*. Хотя отчет не содержит неожиданных открытий, он помогает обратить внимание на то, что меняется характер оценки научным сообществом потенциальных последствий излучения для окружающей среды.

Ранее в научных оценках растения, животные и прочие живые организмы рассматривались как часть окружающей среды, в которой происходит дисперсия радионуклидов. Позднее эти организмы стали рассматривать как источники, которые после заражения могут увеличить дозу облучения человека, поскольку некоторые из них входят в его пищевую цепь и представляют собой пути передачи радионуклидов людям. Короче говоря, оценки отражали общепринятый тогда взгляд: акцент в исследованиях делался на человеке — одном из наиболее радиочувствительных видов млекопитающих — и на разработке надежных средств защиты его здоровья.

Однако такая позиция недавно была подвергнута сомнению. Было доказано, что существует по крайней мере один элемент среды — а именно глубокоководные отложения, т. е. область, весьма удаленная от людей, — в отношении которого указанные выше приоритеты могут считаться некорректными\*\*. Кроме того, губительное воздействие на среду в результате крупных аварийных выбросов радионуклидов было также отмечено на ограниченных территориях, где растения и животные получили кратковременную, но очень высокую дозу облучения. Так произошло, например, в зоне аварии на юго-востоке Урала в 1957 г. и в зоне чернобыльской катастрофы в 1986 г.

Обзор НКДАР ООН был подготовлен с учетом этой обеспокоенности и с целью убедительно показать, что потенциальное воздействие радиации на окружающую среду может быть полностью принято — и действительно принимается — во внимание. В обзоре признается, что растения, животные и другие организмы планеты сами подвергаются внутреннему облучению от накопившихся в их тканях радионуклидов и внешнему облучению — от радионуклидов, находящихся в окружающей природной среде. В этой статье рассматриваются основные выводы обзора НКДАР ООН.

## Контекст оценок средового воздействия

Присутствие в окружающей среде космического излучения, а также радионуклидов природного и антропогенного происхождения означает, что все земные популяции организмов находятся под воздействием ионизирующего излучения. Считается, что для человеческого организма вероятность неблагоприятного воздействия излучения возрастает, если доза воздействующей радиации превышает дозу естественного облучения. То же относится, как полагают, и к другим живым организмам.

Однако оценка фактора риска по отношению к ним существенно отличается. При оценке воздействия радиации на людей главным объектом защиты из этических соображений становится *индивид*. На практике это означает, что возрастание риска для человека вследствие увеличения дозы облучения должно удерживаться ниже определен-

\* United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), *Sources and Effects of Ionizing Radiation*, UNSCEAR 1996 Report to the General Assembly, with Scientific Annex, United Nations sales publication E.96.IX.3 (1996).

\*\* *Assessing the impact of deep-sea disposal of low-level radioactive waste on living marine resources*, Technical Reports Series No. 288, IAEA, Vienna (1988).

Г-н Линсли — руководитель Секции безопасности отходов Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов МАГАТЭ.

ного уровня, который общество принимает как допустимый. Этот уровень риска, хотя и незначительный, не приравнивается к нулю.

В отношении других организмов понятие риска носит менее отчетливый характер. Люди выражают широкую гамму отношений к представителям других видов, населяющих планету, — вспомним, например, отношение к популяциям комаров, с одной стороны, и к отдельной особи большой панды — с другой. Что касается подавляющего большинства организмов, то на первое место мы ставим не особь, а *популяцию* и выдвигаем в качестве задачи защиту каждой популяции от любого повышенного риска, связанного с радиацией. Исключением могут стать малочисленные популяции (редкие виды) или медленно воспроизводящиеся (длительный период подрастания потомства и/или низкая плодовитость), в отношении которых, возможно, более целесообразно предусмотреть меры защиты на уровне отдельных организмов.

В зависимости от поставленной задачи — спасти одного или многих — средства защиты, когда дело доходит до оценки средового воздействия, могут существенно варьироваться. Очевидно одно: не может быть последствий на уровне популяции (или на более высоких уровнях сообществ и экосистем), если они отсутствуют у составляющих ее особей. Это, однако, не означает обратного: выявленная облученность отдельных организмов популяции не позволяет делать вывод о значительных последствиях воздействия радиации на популяцию в целом.

При оценке факторов средового воздействия необходимо учитывать еще несколько обстоятельств. Во-первых, естественные популяции организмов находятся в состоянии динамического равновесия в пределах своих сообществ и окружающей их среды, и ионизирующее излучение является лишь одним из ряда стрессовых факторов, которые могут влиять на это равновесие. Следовательно, повышенный фон радиации антропогенного происхождения не может рассматриваться отдельно от других стрессовых факторов. К ним относятся как природные явления (например, климат, высота над уровнем моря, вулканическая деятельность), так и антропогенные (например, наличие искусственных химических токсинов, слив нефти, промышленная или спортивная добыча, уничтожение мест обитания). В тех случаях, когда, как нередко случается, ионизирующее излучение и химикаты — продукты человеческой деятельности — оказывают на популяцию совокупное действие, возникает сложная проблема корректного соотношения выявленной реакции с определенным источником.

## Выводы обзора НКДАР ООН

Все живые организмы существуют и выживают в окружающей среде, где они в большей или

меньшей степени подвержены излучению как от природных, так и антропогенных источников, включая загрязнение в результате глобального выпадения радиоактивных веществ — продуктов испытания ядерного оружия в атмосфере. Иногда — как правило, это наблюдается в ограниченных зонах — происходит повышение радиационного фона вследствие санкционированного (контролируемого) выброса радиоактивных отходов в атмосферу, их попадания в почву, или сброса в водоемы, или же вследствие аварийной утечки. В большинстве случаев видимых последствий подобного дополнительного облучения для дикорастущих растений и природной фауны не наблюдалось. Однако были обнаружены радиационные поражения отдельных организмов и популяций в результате серьезных катастроф, а отдаленные последствия могут проявиться в сообществах и экосистемах в условиях хронического повышенного уровня облучения.

Существует сравнительно немного доступных данных о воздействии естественного фона радиации и радионуклидов на природные организмы. Эти данные относятся к очень узкому кругу организмов, однако в отношении морской среды на их основании можно составить достаточно полную картину диапазона мощности доз облучения, которым они могут подвергаться. Поскольку оценки в большинстве случаев делаются либо на основании локализованных измерений содержания радионуклидов в организме и в непосредственной среде его обитания, либо на основании абстрагированных данных об организмах в состоянии равновесия, существует очень мало информации о динамике доз облучения во времени, которую можно было бы ожидать вследствие кратковременных колебаний мощности выброса, об изменениях на различных стадиях жизненного цикла, смене характера поведения и о влиянии таких краткосрочных средовых факторов, как смена времен года. Нехватка информации затрудняет оценку суммарных доз, которые должны аккумулироваться на отдельных этапах жизненного цикла, т. е. начиная с эмбриональной стадии развития и кончая наступлением половозрелого возраста.

Оказывается, что как в земной, так и в водной среде значительную часть мощности дозы естественной фоновой радиации составляет альфа-излучение. Основными источниками его в первой являются изотоп радон-222 и короткоживущие продукты его распада, а во второй — изотоп полоний-210. Из-за короткого пробега альфа-частиц мощность поглощенной дозы зависит от ткани организма, и для анализа результатов воздействия необходима более полная информация о распространении радионуклидов в отдельных важных органах биологических объектов (например, развивающийся эмбрион или гонады), чтобы точно определить дозу фоновой радиации. Обычно мощность дозы естественного радиоактивного облучения составляет до нескольких микрогреев в час, но в исключительных обстоятельствах (например, в случае гепатопанкра у мелкой пелаги-



ческой морской креветки) мощность поглощенной дозы может достигать 150 микрогреев в час.

**Радиоактивные отходы.** Признано, что выбросы радиоактивных отходов в окружающую среду повышают дозу облучения природных организмов. Приводимые в обзоре оценки показывают, что в результате выброса радиоактивных веществ в атмосферу, их сброса в грунт или в поверхностные водоемы доза радиоактивного облучения некоторых (но не всех) особей эндемичных природных популяций может достичь 100 микрогреев в час. В исключительных случаях — в зависимости от содержания определенных радионуклидов в отходах — мощность поглощенной дозы облучения может достигать нескольких тысяч микрогреев в час. А в единичных случаях мощность дозы, определенной в результате измерения содержания радионуклидов в загрязненной среде, была в целом подтверждена измерениями *in situ* с использованием прикрепленных к животным дозиметров.

**Аварийные выбросы.** Доза радиации в окружающей среде, подвергшейся загрязнению вследствие аварийного выброса, со всей очевидностью зависит от количества определенных радионуклидов, продолжительности утечки, от характера начального рассеивания, структуры выпадения радиоактивных веществ и их последующего перераспределения в ходе происходящих в окружаю-

щей среде процессов. Столь же очевидно, что аварийные выбросы, в отличие от нормальных условий работы, могут приводить к значительно более высокой мощности поглощенных доз радиоактивного облучения и к более высоким суммарным дозам в окружающей среде. Так произошли в результате аварий на юго-востоке Урала и в Чернобыле, где, как показали многочисленные исследования, деревья (и, надо полагать, другие организмы), расположенные вблизи от места выбросов, по всей вероятности, поглотили дозы мощностью до 2000 греев на Урале и 100 греев в Чернобыле за сравнительно короткие отрезки времени. На обоих площадках хронические дозы излучения осадков долгоживущих радионуклидов продолжали быть значительно выше, чем дозы излучения контролируемых выбросов радиоактивных отходов.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что именно реакция растений и животных на хроническое облучение максимальной мощностью поглощенной дозы 1000 микрогреев в час дает основание для оценки воздействия на окружающую среду контролируемых выбросов радиоактивных отходов; на практике же в большинстве случаев будет достаточно иметь информацию о реакции на менее высокую мощность дозы — до 100 микрогреев в час.

Опыт показал, что в случаях аварийных выбросов начальная доза радиации может быть до-

### Сравнительная радиочувствительность организмов

статочной высокой, чтобы за относительно короткий срок (дни) была накоплена летальная доза. Учитывая это, необходимы дополнительные данные, на основании которых можно предсказывать характер процесса восстановления окружающей среды при обычно достаточно низких долговременных хронических дозах облучения — ниже верхнего предела диапазона (1000 микрогреев в час), что представляет интерес для оценки последствий захоронения радиоактивных отходов.

**Радиочувствительность.** Существует широкий диапазон, в пределах которого организмы проявляют чувствительность к летальным дозам облучения. Общая классификация была составлена на основе анализа объема хромосом в ядре чувствительных клеток в интерфазе. Эти и другие результаты экспериментального облучения показывают, что наиболее чувствительны к действию радиации млекопитающие, за ними следуют птицы, рыбы, пресмыкающиеся и насекомые. Чувствительность растений к излучению варьируется в самых широких пределах, частично совпадая с показателями для животных. Менее всего чувствительны к высоким дозам радиации мхи, лишайники, водоросли и микроорганизмы, в частности бактерии и вирусы. (См. табл. на предыдущей стр.)

Степень чувствительности к радиации также зависит от стадии жизненного цикла, на которой находится облучаемый организм. Эмбрионы и молодые особи более радиочувствительны, чем взрослые. Например, заметную чувствительность к излучению проявляют эмбрионы рыб. На разных стадиях развития насекомых их радиочувствительность значительно варьируется. В целом же полученные данные свидетельствуют, что радиочувствительность больше сказывается на производстве жизнеспособного потомства путем гаметогенеза и репродукции на уровне популяции, чем на смертности отдельных особей.

У наиболее чувствительных к радиации видов растений последствия хронического облучения наблюдались при мощности дозы от 1000 до 3000 микрогреев в час. Было выдвинуто предположение, что хронические дозы мощностью менее 400 микрогреев в час (10 миллигреев в день) также окажут воздействие на радиочувствительные растения, хотя и незначительное. Маловероятно, однако, что они приведут к пагубным последствиям для широкого круга растений, представленных в дикорастущих сообществах.

\* *Effects of ionizing radiation on plants and animals at levels implied by current radiation protection standards*, Technical Reports Series No. 332, IAEA, Vienna (1992).

\*\* International Commission on Radiological Protection, 1990. *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60*, Annals of the ICRP 21 (1-3), Pergamon Press, Oxford (1991).

\*\*\* См. "Environmental impact of radioactive releases: Addressing global issues", *IAEA Bulletin*, Vol. 38, No. 1 (1996).

В отношении млекопитающих — наиболее радиочувствительного вида животных — существует мало признаков того, что поглощенная особью, подвергшейся наиболее сильному облучению, доза мощностью 400 микрогреев в час способна серьезно повлиять на показатель смертности в популяции. При мощности дозы на порядок меньше (40—100 микрогреев в час) тот же вывод может быть сделан в отношении последствий для репродуктивности. Основным выводом относительно воздействия радиации на водные организмы состоял в том, что максимальная доза в 400 микрогреев в час для небольшой части особей — а следовательно, и более низкие средние дозы для остальных организмов — не будут иметь вредных последствий на уровне популяции. Крайне трудно установить дозу радиации, способную привести к пагубным последствиям, принимая во внимание длительность процесса восстановления (включая естественную регенерацию и миграцию особей из близлежащих, менее загрязненных зон), компенсацию действия радиоактивных веществ и комплекс других смазывающих картину факторов, присутствующих в естественных сообществах растений и животных как в земной, так и в водной среде.

### Деятельность и планы МАГАТЭ в области охраны окружающей среды

Результаты обзора НКДАР ООН о воздействии радиации на окружающую среду в целом подтвердили выводы исследования МАГАТЭ, опубликованного в 1992 г.\*. Дальнейшее подтверждение нашло положение, выдвинутое Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ), о том, что "норма по контролю окружающей среды, необходимая для защиты человека в той степени, которая в настоящее время является желательной, гарантирует от риска другие виды"\*\*.

Однако, как признается в исследованиях НКДАР ООН и МАГАТЭ, есть обстоятельства, при которых этот общий вывод не имеет силы. Кроме того, существует мнение, что положение МКРЗ может быть ошибочно истолковано как отсутствие заботы об окружающей среде. В силу этого и других обстоятельств в ряде стран возникло движение в поддержку выработки специальных норм по охране окружающей среды. Дискуссии на эту тему состоялись на симпозиуме МАГАТЭ в 1996 г.\*\*\*, и поскольку дебаты все еще продолжаются, Агентство проведет серию консультаций экспертов в 1997 и 1998 гг. с целью выяснения преобладающего мнения по этим вопросам среди государств-членов. В зависимости от исхода обсуждений одной из осуществимых задач представляется разработка нормы безопасности, в которой воплотится международный консенсус по этой важной проблеме. □

# Оценка радиационной обстановки: сброс радиоактивных отходов в моря Северного Ледовитого океана

*Краткий отчет о результатах проведенного при поддержке МАГАТЭ исследования радиационного воздействия сброса высокоактивных отходов в моря Северного Ледовитого океана*

Почти пять лет назад, в 1992 г., внимание мировой общественности было приковано к сообщениям о том, что бывший Советский Союз в течение более трех десятилетий сбрасывал радиоактивные отходы в мелководных акваториях арктических морей. Эта новость вызвала повсеместную обеспокоенность, и в первую очередь у прибрежных государств Северного Ледовитого океана.

Действуя на глобальном уровне, МАГАТЭ отреагировало на это сообщение, предложив провести международное исследование в целях оценки последствий таких сбросов для здоровья людей и состояния окружающей среды. Предложение получило поддержку пятнадцатого Консультативного совещания участников Конвенции о предотвращении загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (Лондонская конвенция 1972 г.), проведенного под эгидой Международной морской организации (ИМО) в Лондоне. Участники Совещания обратились с просьбой о том, чтобы в ходе исследования были рассмотрены возможные меры по исправлению положения, например путем извлечения отходов и их хранения на суше.

Вскоре после этого, в 1993 г., МАГАТЭ выступило с Международным проектом по оценке состояния морей Северного Ледовитого океана (ИАСАП)\*. Главными целями проекта были: оценка опасности для здоровья людей и состояния окружающей среды, связанной со сбросом радиоактивных отходов в Карском и Баренцевом морях, изучение возможности принятия мер по исправлению положения, а также информация о том, являются ли такие сбросы необходимыми и оправданными. Исследование, над которым работали более 50 экспертов из 14 стран и которое проводилось под руководством Международной консультативной группы, было завершено в конце 1996 г. При частичной финансовой поддержке из внебюджетных средств США проект координировался с Норвежско-российской группой экспертов по исследованию радиоактивного загрязнения северных

районов. В приводимой статье кратко излагаются результаты и выводы ИАСАП, сделанные на основании резюме окончательного доклада по проведенному исследованию.

## Предмет исследования

С помощью скоординированной программы научных исследований, технических контрактов, консультаций и других механизмов в исследовании удалось свести воедино большой объем опыта и знаний в различных областях науки. В принятом подходе основное внимание уделялось следующим конкретным вопросам:

- изучение сложившейся радиационной обстановки в арктических водах с целью оценки свидетельств утечек из сброшенных отходов;
- прогнозирование возможных утечек из сброшенных отходов в будущем, обращая особое внимание на твердые высокоактивные объекты сброса, в которых находится большая часть содержащихся в отходах радионуклидов;
- моделирование перемещения выброшенных нуклидов в окружающей среде и оценка связанного с этим радиационного воздействия на человека и биоту;
- изучение технико-экономической обоснованности, затрат и выгод от осуществления возможных коррективных мер, принимаемых в отношении какого-либо конкретного высокоактивного объекта сброса.

Если судить по информации, содержащейся в "Белой книге Президента России" (Факты и проблемы, связанные со сбросом радиоактивных отходов в моря, прилегающие к территории Российской Федерации, 1993 г.), суммарная активность отходов, затопленных в арктических морях, в момент сброса составляла порядка 90 ПБк ( $90 \times 10^{15}$  Бк). Сброшенные объекты включают шесть ядерных реакторов подлодок, содержащих отработавшее топливо; защитный блок реактора ледокола, содер-

В основе настоящей статьи лежит резюме исследования ИАСАП, которое было подготовлено Консультативной группой по проекту. Г-жа К.-Л. Сьёблом из Секции по безопасности отходов Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов МАГАТЭ участвовала в работе в качестве сотрудника проекта.

\* История создания ИАСАП и начало работы в рамках этого проекта излагаются в статье К.-Л. Сьёблом and G.S. Linsley, *IAEA Bulletin*, Vol. 37, No. 2 (1995).

жащий отработавшее топливо; десять ядерных реакторов без топлива; а также твердые и жидкие отходы с низким уровнем радиоактивности. Из этой суммарной оценки 89 ПБк содержалось в отходах с высоким уровнем радиоактивности, куда входят реакторы с отработавшим топливом и без него. Твердые отходы, включая упомянутые выше реакторы, были затоплены в Карском море, главным образом в мелководных заливах Новой Земли, на глубине от 12 до 135 м и в Новоземельской впадине на глубинах до 380 м. Жидкие отходы с низким уровнем радиоактивности были сброшены в открытое море — Баренцево и Карское.

Дополнительная информация в отношении характера отходов была получена из технических контрактов, размещенных в российских учреждениях. Однако имеющаяся информация является далека не полной. Например, не все указанные в документах Российской Федерации сброшенные отходы с высоким уровнем радиоактивности были найдены или однозначно идентифицированы. Более того, ряд информационных материалов, связанных, например, с конструкцией реакторов подлодок или использованным в них топливом, остаются засекреченными. Таким образом, выводы, сделанные в исследовании ИАСАП, являются обоснованными лишь в контексте открытой информации, которая была известна к моменту его завершения.

Результаты исследования ИАСАП будут опубликованы в докладе *Оценка последствий сброса радиоактивных отходов в моря Северного Ледовитого океана — Доклад Международного проекта по оценке состояния морей Северного Ледовитого океана (ИАСАП)*. Кроме того, в виде отдельных документов будут опубликованы доклады, содержащие результаты исследований трех разных рабочих групп: i) описание состояния окружающей среды и радиационной обстановки в морях Северного Ледовитого океана; ii) оценка срока действия источника; и iii) моделирование и оценка дозы излучения. Резюме указанного исследования было представлено сторонам Лондонской конвенции 1972 г., как это было решено на пятнадцатом Консультативном совещании.

### Сложившаяся радиационная обстановка

Сложившаяся радиационная обстановка в морях Северного Ледовитого океана была изучена путем анализа информации, полученной в период проведения серии совместных норвежско-российских плаваний и других международных экспедиций в Карском море. Кроме того, океанографические и радиогеохимические обследования, многие из которых были связаны с исследованием ИАСАП, дали новую информацию о физическом, химическом, радиохимическом и биологическом состоянии арктических морей и происходящих в них процессах\*. Открытая акватория Карского моря является сравнительно малозагрязненной по сравнению с другими морскими районами, и радионук-

лиды попадают туда главным образом с атмосферными осадками и поверхностным стоком после выпадения на сушу радиоактивных продуктов вследствие испытаний ядерного оружия в различных районах мира, а также со сбросами перерабатывающих предприятий в Западной Европе и в результате выпадения радиоактивных осадков после чернобыльской аварии.

Экологические замеры показывают, что индивидуальные ежегодные дозы получаемых объектами окружающей среды искусственных радионуклидов в Карском и Баренцевом морях варьируются в пределах лишь 1—20 микрозивертов. В двух из обследованных заливов, куда были сброшены отходы с высоким и низким уровнями радиоактивности, повышенные уровни содержания радионуклидов были обнаружены в наносах в радиусе нескольких метров от контейнеров с низкоактивными отходами, что указывает на их утечку из контейнеров. Однако это не привело к какому-либо увеличению содержания радионуклидов в районах устьев и открытого Карского моря. Поэтому можно считать, что в настоящее время радиационное воздействие сброшенных отходов является крайне незначительным.

### Радиационная обстановка в будущем

Оценка потенциальной угрозы возможных утечек из сброшенных контейнеров с отходами преимущественно связана с теми из них, которые содержат высокоактивные вещества. Темпы их высвобождения и соответствующие дозы радиоактивного воздействия на человека и биоту были оценочно определены с помощью математических моделей перемещения радионуклидов в окружающей среде.

**Радиоактивность источников и скорость высвобождения радионуклидов.** Весьма подробно изучались характеристики сброшенных реакторов и их работа в ходе эксплуатации. Это делалось с тем, чтобы разработать соответствующие сценарии начала и скорости утечек, которые могут быть использованы в качестве исходных данных для моделирования переноса радионуклидов и интенсивности их воздействия, ведущих к оценке облучения человека и биоты. Эта информация, основанная на изучении характера предыдущей эксплуатации реакторов и рассчитанных нейтронных спектров, дала возможность составить оценки количества продуктов распада, продуктов активации и количества актинидов в сброшенных реакторах и топливных сборках. Был сделан вывод о том, что суммарная радиоактивность высокоактивных отходов на время сброса составляла 37 ПБк. Разница между этой величиной и предварительно полученной оценкой в 89 ПБк, данной в российской “Белой книге”, можно объяснить наличием более точной информации относительно фактиче-

\* Дополнительную информацию об экологических исследованиях в Арктике см. P. Povinec, I. Osvath, and M. Baxter, *IAEA Bulletin*, Vol. 37, No. 2 (1995).

Северный  
Ледовитый океан  
и Карское  
и Баренцево моря



На карте справа представлены места захоронения высокоактивных отходов у восточного побережья Новой Земли; слева — основные морские течения, имеющие отношение к радиационной оценке состояния арктических морей. (IAEA-MEL)

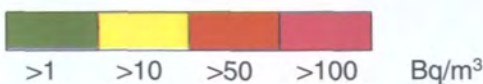
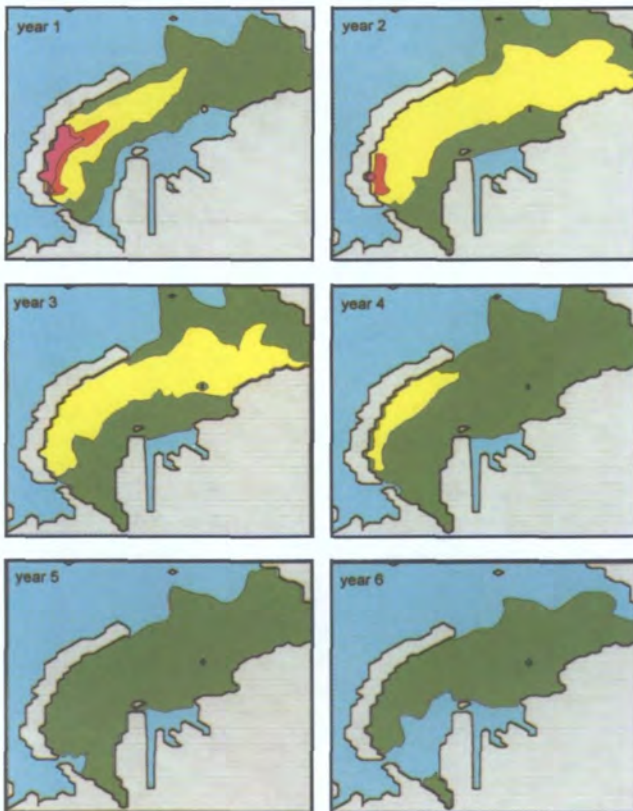


Фото: Океанографы берут пробу воды из арктических морей. (IAEA-MEL) Графики: справа представлены прогнозируемые концентрации цезия-137 в морской воде в первые шесть лет после одновременного высвобождения радиоактивных веществ во всех пунктах сброса. Такие виды прогнозов используются для определения численности населения, которое может подвергнуться облучению. (Ingo Harms/IAEA-MEL)

ской истории эксплуатации реакторов, представленной ИАСАП российскими органами власти. Радиоактивность захороненных в 1994 г. высокоактивных отходов оценивается в 4,7 ПБк, из которых 86% приходится на продукты распада, 12% — продукты активации и 2% — на актиниды. Основными радионуклидами среди них являлись стронций-90, цезий-137, никель-63 и плутоний-241, соответственно.

Темпы поступления радионуклидов в окружающую среду будут зависеть от прочности материалов, из которых изготовлен реактор, мер, принятых перед сбросом, и от самого ядерного топлива. В отношении каждого из сброшенных высокоактивных объектов детально были рассмотрены конструкции и состав защитных сооружений, определены слабые места, а при вычислении темпов утечек использованы максимально высокие оценки уровней коррозии и продолжительности жизни защитных сооружений. Сохранность объектов может также пострадать в результате таких внешних событий, как столкновение с судами или, если говорить в более общем плане, общее похолодание после ледникового размыва. Это может привести к более быстрой утечке радионуклидов в окружающую среду. В целях более точного определения возможного уровня их поступления в окружающую среду были рассмотрены три сценария:

● **наилучший вариант** — утечка происходит в результате постепенной коррозии защитных сооружений, контейнеров с отходами и распада самого топлива;

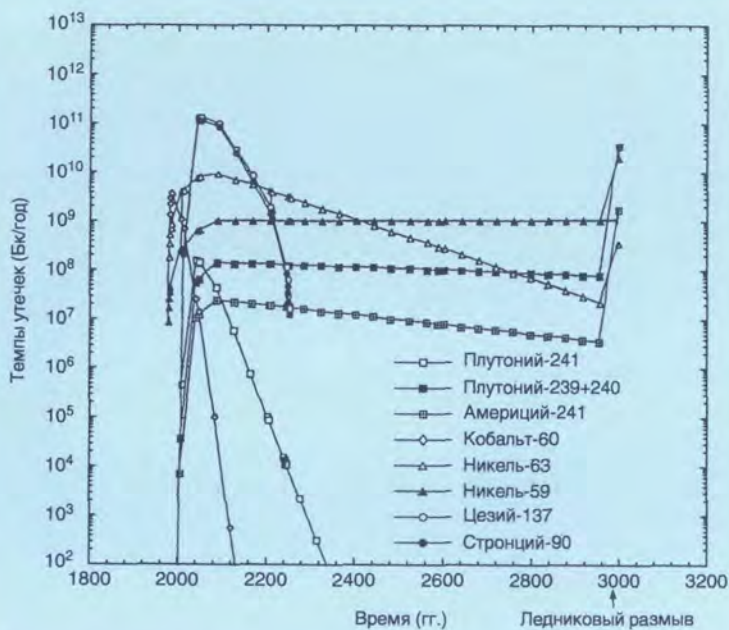
● **наихудший вариант** — обычная постепенная коррозия, которая приведет к серьезнейшему повреждению двух источников в одном месте сброса (например, контейнер с топливом и реакторный блок ледокола) в 2050 г., за чем последует быстрый выброс оставшегося количества радионуклидов из этих источников; и

● **изменение климата** — коррозия вплоть до 3000 г., вслед за чем происходит мгновенный выброс вследствие ледникового размыва учтенного количества радионуклидов, сохранившихся во всех источниках.

Следует отметить тот факт, что не делалось попыток расписать все возможные варианты в отношении событий, которые могут произойти в случае **наихудшего варианта** и изменения климата, а последствия оценивались исходя из того, что эти события произойдут в указанные годы.

В случае **наилучшего варианта** общий уровень выброса из всех источников максимально оценивается в 3000 ГБк/год (ГБк =  $10^9$  Бк) в течение последующих 100 лет, а следующий максимальный уровень через 300 лет после этого составит 2100 ГБк/год. За большую часть оставшегося времени общий уровень выброса будет составлять 2—20 ГБк/год. В случае **наихудшего варианта** максимальный уровень утечки составит 110 000 ГБк/год, вслед за чем он опустится до 100—1000 ГБк/год в течение последующих нескольких сотен лет ввиду ускоренной утечки радионуклидов из контейнера для топлива и реакторного блока атомного ледокола. Сценарий **изменения климата**, при котором ледниковый размыв вызывает немедленную утечку оставшегося учтенного количества всех сбросов, предполагает утечку в объеме порядка 6600 ГБк в течение 1000 лет.

### Примеры прогнозируемых уровней утечек



Даны примеры прогнозируемых уровней утечек, связанных со сценарием изменения климата в применении к одному реактору, захороненному в Новоземельской впадине. Утечка различных радионуклидов может быть вызвана коррозией до 3000 г., когда в результате ледникового размыва, как предполагается, будут уничтожены все препятствия и произойдет утечка всего оставшегося количества радиоактивных веществ. (Neil Lynn, Royal Naval College, UK/Akira Wada, Nihon University, Japan)

### Моделирование и оценка

Вычисленные темпы утечек использовались при разработке математических моделей перемещения радионуклидов в окружающей среде для оценки доз излучения, получаемых людьми и биотой. Были использованы различные методы моделирования, а в осуществлении мероприятий участвовали эксперты из нескольких стран и МАГАТЭ. Были приложены значительные усилия для сведения воедино существующей информации относительно экологии моря, океанографии и седиментологии изучаемого района в качестве основы для разработки моделей.

Были определены конкретные процессы, имеющие специфический характер для того или иного района и потенциально важное значение для составления моделей. Ввиду необходимости представления прогнозов в самых разнообразных пространственных и временных масштабах был разработан целый ряд различных моделей рассеивания радионуклидов в регионе Северного Ледовитого океана и за его пределами.

Были приняты два основных подхода к моделированию: составление отсековых, или боксовых.



**Максимальные годовые индивидуальные дозы для отдельных групп населения  
(в микрозивертах)**

Сценарий	Годовые дозы для потребителей морских продуктов (Группы 1 и 3)	Годовые дозы для военного персонала (Группа 2)
Наилучший сценарий	< 0,1	700
Наихудший сценарий	< 1	4000
Сценарий изменения климата	0,3	3000

**Примечания:**

1 микрозиверт =  $10^{-6}$  Зв.

В перспективе годовые дозы для критических групп — 1 и 3 — естественного происхождения-210 в морепродуктах составляют 500 и 100 микрозивертов, соответственно.

Среднегодовая доза общей фоновой радиации во всем мире составляет 2400 микрозивертов.

моделей и моделей гидродинамической циркуляции. Кроме того, была разработана и применена комбинированная модель (с использованием отсековой структуры, но в высокоразрешающем пространственном масштабе). С помощью моделирования адвективных и диффузивных рассеяний отсековые модели позволяют делать долгосрочные по времени и усредненные с точки зрения пространственных масштабов и дальней зоны прогнозы, а гидродинамические модели дают разрешаемые на местном уровне и краткосрочные по времени результаты.

Отдельно рассматривался один из наименее разработанных в плане количественного переноса путей распространения — через посредство морского и океанского льда. Простой примерный расчет, или моделирование, показал, что из всех рассмотренных здесь источников радиоактивного загрязнения лед способен минимально увеличить дозу переносимых радионуклидов по сравнению с водой.

В целях оценки доз излучения, получаемых людьми, были рассмотрены три группы населения. Расчет был произведен на периоды времени, охватывающие максимальные получаемые отдельными лицами дозы для каждого из трех сценариев, о которых говорилось выше. Таким образом были определены три группы:

**Группа 1.** Группа жителей, населяющих устья рек Обь и Енисей, а также полуострова Таймыр и Ямал, чье существование в значительной степени зависит от потребления выловленной в Карском море рыбы, морских животных, морских птиц и их яиц и которые проводят 250 часов в год на побережье. Их обычаи также типичны для сообществ в других странах, расположенных на побережье Северного Ледовитого океана, рацион питания которых определяется рыболовством.

**Группа 2.** Гипотетическая группа военного персонала, который патрулирует берега содержащих сброшенные радиоактивные материалы заливов в течение предполагаемых периодов в 100 часов в год. Рассматриваемые возможности подверженности действию излучения включают внешнее излучение, а также вдыхание морских брызг, испарений моря и переносимых ветром твердых осадочных частиц.

**Группа 3.** Группа потребителей морепродуктов, которыми считаются жители Кольского полуострова (север России), питающиеся рыбой, моллюсками и ракообразными, добываемыми в Баренцевом море. Потребление морских водорослей и млекопитающих, а также внешнее излучение во внимание не принимались.

### Максимальные годовые индивидуальные дозы облучения для определенных групп населения

Максимальная годовая индивидуальная доза в каждой из критических групп потребителей морской продукции (группы 1 и 3) для всех трех сценариев является низкой и представляется намного меньшей, чем вариации в природных фоновых дозах. (См. табл.) Дозы условно критической группы военного персонала, патрулирующего заливы (группа 2), выше, однако вполне сравнимы с природными фоновыми дозами излучения.

Коллективные дозы оценивались лишь по *наилучшему варианту* сценария утечек. Коллективная доза для населения мира в результате рассеяния радионуклидов в Мировом океане (кроме углерода-14 и йода-129) рассчитывалась на два хронологических периода: i) до 2050 г. в целях предоставления информации относительно коллективной дозы для нынешнего поколения; и ii) на период последующих 1000 лет, который охватывает предполагаемые максимальные выделения.

Ввиду все большей неопределенности в том, что касается прогнозирования будущих событий, процессов и складывающейся ситуации, не было сочтено целесообразным проводить оценку на период более 1000 лет. В указанные два временных периода предполагаемые коллективные дозы составляют 0,01 человеко-Зв и 1 человеко-Зв, соответственно, для каждого периода. Результаты расчетов дают некоторую картину распределения дозы по времени.

Для расчета коллективных доз, получаемых в результате воздействия углерода-14 и йода-129, которые сохраняют радиоактивность в течение длительного времени и циркулируют на глобальном уровне в водной среде, в атмосфере и на

### Основные выводы, сделанные в результате осуществления Международного проекта по оценке состояния арктических морей

- **Результаты мониторинга показали, что утечки из идентифицированных сброшенных объектов незначительны, а их воздействие ограничено непосредственным соседством с местами сброса.** В общем уровне содержания искусственных радионуклидов в Карском и Баренцевом морях являются низкими, а связанные с ними дозы облучения можно вообще не принимать во внимание при сравнении с теми, что получены от естественных источников. Замеры, производимые в окружающей среде, дают основание полагать, что нынешние годовые дозы излучения, получаемые отдельными лицами в результате воздействий всех искусственных радионуклидов в Баренцевом и Карском морях, составляют максимум от 1—20 микрозивертов. Эта доза складывается из воздействия выпадения радиоактивных осадков после испытаний ядерного оружия, выбросов установок по переработке ядерного горючего в Западной Европе и выпадения радиоактивных осадков после аварии в Чернобыле.
- **Предполагаемые дозы, которые может получить обычно проживающее в соответствующих районах местное население в результате захоронения радиоактивных отходов в Карском море, весьма низки и составляют менее 1 микрозиверта.** Предполагаемые дозы облучения, которые могут быть получены гипотетической группой военного персонала, патрулирующего побережье заливов, куда сбрасываются отходы, выше и доходят до 4000 микрозивертов, но тем не менее того же порядка, что и средняя естественная фоновая доза.
- **Дозы облучения морской фауны незначительны — на порядки ниже тех, что могли бы пагубно воздействовать на популяции животного мира.** Кроме того, эти дозы воздействуют лишь на малый процент местной популяции.
- **Радиационная обстановка не требует корректирующих мер.** Однако необходимо сохранять контроль за заселением берегов и использованием прибрежных морских ресурсов материального и нематериального характера в заливах Новой Земли, которые являются местом сброса. Это условие особо оговорено в целях принятия в расчет проблем, связанных с возможным непредумышленным повреждением или извлечением высокоактивных объектов и радиационной защитой гипотетической группы лиц, заселяющих берега залива.

### Рекомендации, данные в Международном проекте по оценке состояния арктических морей

- Необходимо определить местоположение и идентифицировать все высокоактивные сброшенные объекты.
- Необходимо постоянно поддерживать официальный контроль над доступом и деятельностью в земной и морской средах в заливах Новой Земли, где произведены затопления, и в прилегающих районах.
- Если в какой-то момент в будущем будет представлено предложение о прекращении официального контроля над указанными заливами и прилегающими районами, необходимо будет произвести предварительную оценку доз излучения, получаемых любыми новыми группами лиц, которые могут потенциально подвергаться опасности.
- В целях определения любых изменений состояния сброшенных высокоактивных отходов необходимо рассмотреть вопрос об осуществлении программы ограниченного мониторинга окружающей среды в местах сброса.

суше, использовались соответствующие модели глобальной циркуляции. Допустив, что все учтенное количество углерода-14 в отходах, утечка которого произойдет к 2000 г. и составит дозу для населения мира на 1000 лет вперед (т. е. до 3000 г.), получаем коллективную дозу порядка 8 челове-

ко-Зв. Соответствующие цифры для йода-129 значительно ниже и составляют 0,0001 человеко-Зв. Таким образом, общая коллективная доза за последующие 1000 лет воздействия на население мира радионуклидов из сброшенных в море радиоактивных отходов составит порядка 10 человеко-Зв. И напротив, ежегодная коллективная доза, получаемая населением мира от встречаемого в природе и попадающего в воду океанов полония-210, составляет, по оценкам других исследований, величину на три порядка выше. Также поучительно сравнить коллективную дозу, получаемую в связи с воздействием сброшенных в Карское море отходов, с коллективной дозой, получаемой в результате излучения низкоактивных радиоактивных отходов, затопленных в северо-восточной части Атлантического океана. В последнем случае коллективная доза, получаемая населением мира, составляет 1 человеко-Зв в течение 50 лет и 3000 человеко-Зв в течение последующих 1000 лет.

Были подсчитаны мощности доз облучения целого ряда популяций живых организмов — от зоопланктона до китов, — оказавшиеся очень низкими. Максимальные показатели, прогнозируемые в ходе проведения настоящей оценки, составляли около 0,1 миллигрея в час, а такая мощность дозы, как считается, едва ли будет иметь отрицательные последствия в том, что касается заболеваемости, смертности, фертильности, плодородия и коэффициента мутации, которые могут повлиять на сохранение здоровых популяций. Следует также отметить, что утечки могут повлиять лишь на небольшой процент популяции биоты местных экосистем.

## Варианты исправления положения

**Технико-экономические условия и затраты.** В предварительном технико-экономическом обосновании и исследовании затрат были рассмотрены пять вариантов исправления положения для контейнера с использованным топливом, снятым с атомного ледокола. Этот источник был выбран потому, что из всех захороненных объектов он содержит самое большое количество радионуклидов и в отношении него имеется наибольшее количество документации, касающейся его конструкции и средств изоляции излучения.

Первоначально были отобраны пять конкретных вариантов для их дальнейшего рассмотрения:

**Вариант 1.** Введение путем инжектирования определенных материалов для замедления коррозии и создания дополнительного средства изоляции.

**Вариант 2.** Накрытие на месте колпаком из бетона или другого подходящего материала в целях инкапсулирования объекта.

**Вариант 3.** Извлечение на сушу.

**Вариант 4.** Захоронение в подземной каверне на побережье Новой Земли.

**Вариант 5.** Извлечение и подводная транспортировка для захоронения на большой океанской глубине. В ходе последующего рассмотрения этих вариантов эксперты-спасатели отвергли варианты 1, 4 и 5. Вариант 1 — на тех основаниях, что контейнер с отработавшим горючим был предварительно заполнен специальным полимером, фуруролом (F), что может затруднить закачку нового материала. Вариант 4 был исключен, поскольку создание подземной пещеры для единственного извлеченного источника излучения обошлось бы слишком дорого и вряд ли оправдало бы себя в более широком плане. От варианта 5 пришлось отказаться, поскольку, во-первых, сомнительно, чтобы в соответствии с Лондонской конвенцией 1972 г. можно было получить специальное разрешение на проведение этой операции, которая была бы связана с перезахоронением высокоактивного объекта в океане, и, во-вторых, подводная транспортировка в океанских условиях связана с ненужным риском потерять контейнер во время перемещения его к новому месту захоронения.

Поэтому дальнейшее рассмотрение вариантов свелось к двум оставшимся, т. е. накрытие объекта колпаком на месте или же его извлечение для обработки либо захоронения на суше. Оба варианта представлялись технически осуществимыми. Стоимость операций на море была оценена в 6—10 млн. долл. США. Следует, правда, учесть, что в случае извлечения потребуются крупные дополнительные затраты помимо рассмотренных на последующую транспортировку по суше, обработку, хранение и/или захоронение. Рассматривался также вопрос о радиационном облучении персонала, занятого в этих мероприятиях, а также возможность серьезной аварии. Был сделан вывод о том, что при принятии надлежащих мер предосторожности и проведении инженерного обследова-

ния опасность облучения персонала, занятого в осуществлении этих мероприятий, была бы незначительной.

**Соображения радиационной защиты в целях обоснования мероприятий по исправлению положения.** Основными концепциями радиационной защиты, связанными с настоящим проектом, являются те, что были рекомендованы Международной комиссией по радиологической защите и включены в *Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (ОНБ) МАГАТЭ* и других международных организаций. В этих документах определены два вида ситуаций, при которых человек может подвергнуться воздействию излучения: в случае, когда меры защиты могут быть запланированы заранее, до начала действия источников излучения, и в случае, когда источники излучения уже имеются в наличии и меры по защите необходимо разрабатывать задним числом. Они, соответственно, характеризуются как принятая практика и чрезвычайные меры.

Ситуация, рассматриваемая в исследовании ИАСАП, подпадает под категорию чрезвычайных мер. Действия в этом случае в принципе могут быть направлены на источник или, после утечки радионуклидов, на пути их перемещения в окружающей среде, через которые человек может получить дозу облучения. Чрезвычайные меры в месте расположения источника могут включать, например, установление дополнительных защитных средств для предотвращения утечки радионуклидов из отходов. Применительно к пути перемещения излучения в окружающей среде такие меры могут быть связаны с ограничением потребления загрязненных продуктов питания и/или с ограничением доступа к зараженным районам. В любом случае необходимо, чтобы применение мер по борьбе с загрязнением окружающей среды было обосновано тем, что чрезвычайные меры приносят больше пользы, чем вреда, т. е. их положительное воздействие, включая снижение радиационного ущерба, перевешивает соответствующие отрицательные моменты, включая понесенные затраты и ущерб людям, занятым борьбой с загрязнением окружающей среды. Кроме того, форму и масштабы любых чрезвычайных мер можно свести к оптимальному уровню, с тем чтобы добиться максимальных положительных результатов.

Существует ряд факторов, которые требуют рассмотрения при принятии решения относительно исправления положения. С точки зрения перспективы радиационной защиты наиболее важными из них являются:

- дозы и опасность облучения в отношении наиболее уязвимых лиц (критическая группа) в случае непринятия определенных мер, а также степень улучшения их положения в случае принятия таких мер; и
- общее воздействие на здоровье уязвимого населения, а также степень уменьшения такого воздействия в случае принятия соответствующих мер.

Общее воздействие на здоровье находится в прямой зависимости от коллективной дозы, т. е. общей суммы индивидуальных доз облучения, полученных населением.

Сброшенные в Карском море и прилегающих заливах высокоактивные отходы помещены в отдельные контейнеры, и в будущем, предположительно, из них начнется утечка. В результате этого налицо хроническая ситуация потенциального излучения, при которой обеспокоенность вызывает будущее увеличение доз облучения, получаемых отдельными лицами в результате утечки радионуклидов из сброшенных отходов. В зависимости от физического состояния этих источников чрезвычайные меры (меры по исправлению положения) в месте расположения источников являются наиболее разумным шагом по сравнению с принятием таких мер в отдаленном будущем. Предварительным условием здесь является как их обоснованность, так и оптимальность воздействия.

В настоящее время не существует международных критериев претворения в жизнь требования о нейтрализации хронического воздействия радиации, за исключением природного радиоактивного газа радона, когда в международных рекомендациях предложено предпринимать действия при ежегодном приросте дозы облучения в размере от 3 до 10 миллизивертов (3000—10 000 микрозивертов). Международная комиссия по радиологической защите и МАГАТЭ разрабатывают основные принципы для применения в других ситуациях, когда возникает необходимость в чрезвычайных мерах.

В соответствии с прогнозами утечка из источников радиоактивных отходов в Баренцевом и Карском морях приведет в будущем к ежегодному приросту дозы облучения для лиц, проживающих на их побережье, в размере менее 1 микрозиверта. По оценкам, возможность заболеть раком с летальным исходом в результате получения дозы в 1 микрозиверт составляет приблизительно  $5 \times 10^{-8}$  — величина, которой можно пренебречь. Поэтому сброшенные отходы не будут представлять сколько-нибудь значительной опасности для местного населения. Прогнозируемые возможные дозы облучения представителей гипотетической группы военного персонала, патрулирующего побережье заливов Новой Земли, выше, чем для других жителей, и сравнимы с дозами облучения, получаемыми от источников природной фоновой радиации. (Средняя годовая доза облучения, получаемая от источников природной фоновой радиации, включая облучение радоном, составляет 2400 микрозивертов.) Учитывая, что дозы облучения, получаемые этой гипотетической группой, можно, при необходимости, контролировать, ничто в том, что касается рассчитанных индивидуальных доз облучения, не указывает на необходимость коррективных действий.

Если опасность для каждого человека можно считать и не заслуживающей внимания, то для

всего населения результатом получения дополнительной дозы предположительно может явиться ухудшение состояния здоровья людей. Считается, что такое воздействие на здоровье пропорционально коллективной дозе облучения, полученной от сброшенных радиоактивных отходов. Коллективная доза для населения мира в результате воздействия сброшенных в Баренцево и Карское моря радиоактивных отходов в течение последующих 1000 лет составит порядка 10 человеко-Зв. Эта рассчитанная коллективная доза мала, однако должна, тем не менее, учитываться при принятии дальнейшего решения относительно необходимости коррективных действий. Упрощенный масштабный подход к рассмотрению коллективной дозы в рамках принятия решений состоит в том, чтобы дать денежное выражение тому ущербу для здоровья людей, которого можно избежать в случае осуществления коррективных действий. Если при осуществлении этого масштабного подхода коррективные действия представляются обоснованными, будет оправдано проведение детального анализа, в ходе которого более тщательно изучению подвергнутся компоненты коллективной дозы. Используя подобный масштабный подход, можно показать, что коррективные меры применительно к крупнейшему единичному источнику излучения (контейнеру с отработавшим горючим с атомного ледокола), осуществление которых будет стоить более 200 тыс. долл. США, не представляются возможными с экономической точки зрения. Поскольку осуществление любого из предлагаемых коррективных мероприятий будет стоить не менее нескольких миллионов долларов США, очевидно, что, принимая во внимание расчеты коллективной дозы облучения, проведение коррективных мероприятий не представляется оправданным.

В целом с точки зрения радиологической защиты, включая учет доз облучения биоты, коррективные действия в том, что касается сброшенных радиоактивных материалов, не представляются оправданными. Однако в целях избежания случайного повреждения или извлечения сброшенных объектов и ввиду того, что потенциальные дозы облучения гипотетической группы военного персонала, патрулирующего заливы Новой Земли, где эти объекты затоплены, не являются незначительными, настоящее заключение находится в зависимости от поддержания некоей формы официального контроля за доступом к этим заливам и деятельностью в них.

И наконец, отмечается, что обсуждение исследования ИАСАП касалось лишь радиологических аспектов принятия решений в отношении необходимости коррективных мер. Соображения политического, экономического и социального характера, которые должны составлять важную часть процесса принятия решений, не учитываются и оставлены в основном на усмотрение национального правительства, имеющего юрисдикцию и несущего ответственность за сброшенные радиоактивные отходы. □

# Радиационная безопасность и безопасность отходов: укрепление национального потенциала

*С помощью модельного проекта технического сотрудничества страны осуществляют комплексный подход к совершенствованию своих инфраструктур обеспечения безопасности*

В течение многих лет МАГАТЭ собирает информацию о национальных инфраструктурах обеспечения безопасности при использовании ядерных и радиационных технологий. В течение более десяти лет, с 1984 по 1995 г., Агентство получало информацию о радиационной безопасности через посредство более 60 миссий экспертов, предпринятых консультативными группами по радиационной защите (РАПАТ), и последующих посещений технических специалистов и миссий экспертов. В программе РАПАТ задокументированы основные слабые места, а доклады дали ценный справочный материал для подготовки национальных запросов о технической помощи со стороны МАГАТЭ.

Основываясь на этом опыте и последующих программных обзорах, МАГАТЭ предприняло шаги в целях более систематической оценки потребностей в технической помощи в областях ядерной и радиационной безопасности. Результатом этого явилась разработка комплексной системы, имеющей целью более тщательную оценку национальных приоритетов и потребностей в совершенствовании инфраструктур обеспечения радиационной безопасности и безопасности отходов.

В работе используется большой опыт Агентства по оказанию помощи в области обеспечения безопасности путем использования возможностей технического сотрудничества и помощи. В соответствии со своим Уставом МАГАТЭ уполномочивается устанавливать или применять нормы безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм как в своей собственной работе, так и в работе, при которой используются материалы, услуги, оборудование, технические средства и сведения, предоставляемые Агентством или по его требованию либо под его контролем или наблюдением. Осуществляемыми

ныне нормами безопасности являются *Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (ОНБ)*, последняя редакция которых была опубликована в 1996 г. (См. вставку на стр. 32.) В отношении технической помощи в этой области в Уставе МАГАТЭ предусматривается далее, что Совет управляющих Агентства до утверждения соответствующих программ технического сотрудничества рассматривает "достаточность предусматриваемых мер по здравоохранению и безопасности при обращении с материалами и их хранении, а также при использовании эксплуатационных средств".

Именно с этой точки зрения в настоящей статье рассматривается комплексный подход к принятию МАГАТЭ соответствующих мер и разработке модельного проекта технического сотрудничества в целях совершенствования инфраструктур обеспечения радиационной безопасности и безопасности ядерных отходов в своих государствах-членах. В настоящее время в проекте участвует свыше 50 государств.

**Цели проекта.** Концепция создания модельного проекта возникла в 1994 г., однако масштабы проекта были уточнены, а сам он получил подкрепление в том, что касается управления и финансовых ресурсов на цикл программы технического сотрудничества в 1996—1997 гг. Его задача состоит в оказании помощи странам, имеющим недостаточную инфраструктуру обеспечения радиационной безопасности и безопасности отходов, с тем чтобы она могла соответствовать нормам безопасности МАГАТЭ, то есть ОНБ. Материалы проекта основываются на результатах миссий РАПАТ в 64 странах, которые способствовали расширению информированности в вопросах радиационной безопасности, а также многочисленных миссий экспертов по вопросам радиационной защиты, предпринятых в последние пять лет.

Одной из первых мер по осуществлению проекта явилось более четкое определение того, что представляет собой надлежащая инфраструктура обеспечения радиационной безопасности и безо-

**Пауло Барретто,  
Джеффри Уэбб  
и Хаммар  
Мрабит**

Г-н Барретто является директором Отдела программ технического сотрудничества МАГАТЭ, г-н Уэбб — руководителем Секции радиационной безопасности Департамента ядерной безопасности МАГАТЭ, а г-н Мрабит — координатором по вопросам ядерной безопасности и технического сотрудничества Департамента ядерной безопасности.

пасности отходов. Это необходимо было сделать в отношении применения разных типов излучения — от элементарного использования в промышленности и медицине, что имеет место в каждой стране, до полного цикла ядерного топлива, который осуществляется сравнительно малым числом развивающихся стран. Эта работа привела к подготовке документа, озаглавленного "Руководство по оценке инфраструктур радиационной защиты и безопасности в развивающихся государствах-членах и стратегий их укрепления". В нем изложены основные элементы инфраструктур радиационной защиты, которые включают законодательную основу и регулирующую структуру, требования о соблюдении их пользователями, а также требования, предъявляемые к оборудованию и процедурам. Как указывается в этом документе, страны, занимающиеся связанной с осуществлением ядерного топливного цикла деятельностью, должны обеспечить полностью отлаженную инфраструктуру радиационной защиты и ядерной безопасности, в то время как требования к другим странам разнятся в зависимости от уровня, на котором та или иная из них использует ядерные и радиационные технологии.

В ходе разработки документа рассматривался также вопрос о необходимых механизмах оценки инфраструктур по каждой стране, участвующей в модельном проекте. Решения принимались относительно того, что необходимо для выведения каждой из стран на надлежащий уровень, а также относительно того, как осуществлять предоставление технической помощи и как проверять результаты этого осуществления.

Основными составляющими этого процесса, которые включены в указанный документ, были назначения сотрудников Департамента ядерной безопасности и сотрудников проекта из Департамента технического сотрудничества, обязанности которых пересекаются. Главными целями являются сбор и оценка информации о существующей инфраструктуре обеспечения безопасности, составление и ведение информационной картотеки о состоянии безопасности в стране, разработка и осуществление планов действий по обеспечению безопасности в стране, необходимых для укрепления слабых или создания новых элементов инфраструктуры, контроль за совершенствованием инфраструктуры безопасности, а также ее поддержание в работоспособном состоянии и дальнейшее развитие в целях разработки новых видов использования радиоактивного излучения.

В 1994 г. предполагалось, что модельный проект ежегодно будет служить интересам пяти-шести стран. Однако полученные позднее материалы показали, что в помощи нуждается свыше 50 стран. (См. табл.) Таким образом, потребовалось осуществление коррективных мер в отношении как программы, так и управления, поскольку для достижения поставленных целей в соответствии с подходом, при котором основное внимание ежегодно уделяется пяти-шести странам, потребовалось бы более десятилетия. Тогда и был разработан комплексный подход к принятию мер с целью создания в большинстве стран-участниц надлежащих национальных инфраструктур радиационной безопасности и безопасности ядерных отходов к 2000 г. В поддержку этого нового подхода Департамент технического сотрудничества назначил четырех "региональных менеджеров на местах", чьи представительства находятся в Аддис-Абебе, Эфиопия (для африканской группы), Бейруте, Ливан (для западно- и восточно-азиатской группы), Сан-Хосе, Коста-Рика (для латиноамериканской группы), и в Братиславе, Словакия (для европейской группы).

Для всех стран-участниц в целях определения слабых мест в их инфраструктурах были произведены соответствующие оценки. Слабые места включали, например, неадекватную информацию — или даже полное отсутствие таковой — об источниках излучения в стране, недостатки в регламентационных положениях по радиационной безопасности и безопасности ядерных отходов, дозиметрической службе, калибровке и техническом состоянии оборудования. Региональные менеджеры на местах обсуждали имеющиеся недостатки с национальными органами власти в порядке подготовки подробных планов действий для обеспечения безопасности. Почти во всех странах-участницах эти планы уже разработаны и утверждены, а их осуществление началось.

#### Страны, участвующие в модельном проекте совершенствования инфраструктуры обеспечения радиационной безопасности и безопасности отходов

Африка	Восточно-Азиатский и Тихоокеанский регионы	Латинская Америка	Европа	Западная Азия
Камерун	Бангладеш	Боливия	Албания	Афганистан
Кот-д'Ивуар	Монголия	Коста-Рика	Армения	Казахстан
Эфиопия	Мьянма	Доминиканская Республика	Беларусь	Ливан
Габон	Шри-Ланка	Сальвадор	Босния и Герцеговина	Катар
Гана	Вьетнам	Гватемала	Кипр	Объединенные Арабские Эмираты
Мадагаскар		Гаити	Эстония	Узбекистан
Мали		Ямайка	Грузия	Йемен
Маврикий		Никарагуа	Латвия	Кыргызстан*
Намибия		Панама	Литва	
Нигер		Парагвай	Молдова	
Нигерия			Бывшая югославская Республика Македония	
Сенегал				
Сьерра-Леоне				
Судан				
Уганда				
Занр				
Зимбабве				

\* Не является государством — членом Агентства

Примечание: Колумбия и Сирия недавно обратились к Агентству с просьбами, соответственно, о выходе из модельного проекта и о присоединении к нему.

#### Национальные обязательства

Модельный проект, как следует отметить, предусматривает, что правительства и органы власти страны готовы выполнять свои обязательства, из-

ложенные в преамбуле ОНБ. Сюда входит обязательство правительства создать национальную инфраструктуру, которая, в частности, включала бы:

- соответствующие национальные законы и/или регламентационные положения (вид регулирующей системы будет зависеть от масштаба, сложности и последствий с точки зрения безопасности осуществления подпадающих под ее действие методов и источников, а также традиций регулирующей деятельности в стране);
- регулирующий орган, уполномоченный и получивший санкцию на инспектирование пользователей излучения и контроль за соблюдением законов и/или регламентационных положений;
- достаточные ресурсы; и
- надлежащее число подготовленного персонала.

Первым рубежом, который намечено достичь в соответствии с модельным планом в 1997 г., является создание системы уведомления и утверждения в соответствии с ОНБ. Региональные менеджеры на местах должны, как предполагается, контролировать и сообщать о выполнении каждой страной соответствующих требований, а в декабре нынешнего года МАГАТЭ должно в соответствии с планом представить в Совет управляющих всеобъемлющий доклад о ходе осуществления проекта.

### Обзоры положения в области обеспечения безопасности по странам

Идея, лежащая в основе создания системы информации с обзором положения в области обеспечения безопасности по странам, состоит в накоплении и постоянном обновлении известных Агентству данных об инфраструктуре обеспечения радиационной безопасности и безопасности ядерных отходов в каждой конкретной стране. Хотя эта система и включает базу данных, которая будет доступна всем заинтересованным лицам, она не ограничивается наличием лишь этой базы данных. Предусматривается также сбор информации в печатном виде, включая законы и регламентационные положения, отчеты миссий, сообщения с изложением обстановки и другие материалы и соответствующие планы действий по обеспечению безопасности. Основу структуры системы составляет вопросник, ответы на который служат исходным материалом, вводимым в компьютеризованную базу данных. На первой стадии этот вопросник заполнялся, насколько это было возможно, в Агентстве, а затем направлялся в соответствующее учреждение в конкретной стране для окончательного завершения.

Вопросник и основанная на нем база данных охватывают следующие главные разделы:

- организационная инфраструктура;
- правовой и регулирующий статус, включая подготовку кадров;
- масштабы использования ионизирующего излучения;
- обеспечение проведения индивидуальной дозиметрии;

- контроль за облучением населения;
- радиационная защита и безопасность больных при медицинской диагностике и терапии;
- перевозка радиоактивных материалов;
- планирование и готовность на случай чрезвычайных ситуаций, возникающих в связи с облучением; и
- обеспечение качества.

В базе данных имеется возможность для введения ответа на вопросник, представленного конкретной страной, и оценки таких ответов с целью определения состояния инфраструктуры страны. Обзор положения в области обеспечения безопасности в стране будет в полной мере выполнять свою роль только при условии его постоянного обновления. Предоставление же соответствующей информации является одной из обязанностей региональных менеджеров на местах и лиц, назначенных контролировать вопросы ядерной безопасности в данной стране. Ответственность за содержание базы данных возложена на координатора по вопросам ядерной безопасности и технического сотрудничества.

### Планы действий по обеспечению безопасности в странах

Планы осуществления разрабатываются на основе анализа заполненных вопросников в рамках требований к созданию надлежащей инфраструктуры. Выявляются и документально оформляются отсутствие или недостаточность данных для подготовки плана действий по обеспечению безопасности конкретно для каждой страны. План включает меры, которые необходимы, для того чтобы в стране была создана полностью развитая и адекватная инфраструктура, отвечающая существу-



Системы обеспечения безопасности должны предупреждать аварийные ситуации, подобные этой, когда оператор пытался высвободить застрявшую в облучающей установке упаковку, в то время как источник излучения не был экранирован.

ющему и планируемому применению ионизирующего облучения.

Как только Департамент технического сотрудничества МАГАТЭ получит согласие правительства на осуществление плана действий, он приступит к выполнению запланированных мероприятий. На начало 1997 г. более 90% стран-участниц официально одобрили планы действий, которые были подготовлены Агентством в консультации с ними.

В эти планы включены мероприятия общего и конкретного характера. Мероприятия общего характера применимы в отношении всех стран и в качестве приоритетной задачи охватывают уведомление, утверждение и последующий контроль над всеми источниками излучения, независимо от цели их использования в стране. Дальнейшие шаги будут включать обеспечение защиты рабочих, получающих медицинскую помощь больных и населения от выбросов в окружающую среду; разработку планов на случай чрезвычайных ситуаций; организацию перевозок и другие проблемы. Мероприятия конкретного характера отвечают установленным потребностям каждой страны и включают, например, подготовку кадров или предоставление необходимого оборудования.

Развитие людских ресурсов путем подготовки кадров является важным компонентом модельного проекта. Оно включает не только профессиональную подготовку в области ядерных технологий, но также охватывает и подготовку администраторов, специалистов в области регулирования и радиационной защиты, а также медицинского персонала. Создание и обеспечение жизнеспособности эффективной инфраструктуры в целях обеспечения радиационной безопасности и безопасности ядерных отходов зависят от национального потенциала в этих областях.

## Более прочная основа для совершенствования

Окончательно отработанную систему обеспечения модельного проекта намечено создать к концу 1997 г. Она предоставит в распоряжение МАГАТЭ содержащую всю необходимую документацию оперативную систему оценки текущего состояния любой страны в том, что касается ее инфраструктуры обеспечения радиационной безопасности и безопасности ядерных отходов, и расставленный по приоритетам и согласованный перечень потребностей, который должен стать основой будущих проектов технической помощи. Она также обеспечит представление достаточного количества данных для оценки возможностей конкретной страны обеспечить безопасность других технологических разработок или запрашиваемых единиц оборудования, которые могли бы представлять радиационную опасность.

Со временем эта система должна заложить более прочную основу для совместной работы МАГАТЭ и его государств-членов и предоставления технической помощи в области радиационной безопасности и безопасности ядерных отходов. Следует, по-видимому, направить усилия на достижение такого положения, чтобы все активно сотрудничающие с МАГАТЭ государства-члены имели надлежащие инфраструктуры обеспечения радиационной безопасности и безопасности ядерных отходов. В соответствии с согласованным планом действий эта работа будет охватывать меры по совершенствованию процедуры выявления потребностей и запросов и расширению использования ресурсов в целях дальнейшего укрепления национального потенциала для обеспечения безопасности в области применения ядерной и радиационной технологий в мирных целях. □

### Нормы радиационной безопасности

Вне зависимости от стадии развития ядерной технологии, каждая страна имеет свой интерес и играет свою роль в обеспечении безопасного использования радиационных технологий и обращения с радиоактивными отходами. В целях контроля за радиационным облучением рабочих, получающих медицинскую помощь больных и населения во многих странах приняты законы и нормы, которые подкреплены административными мерами и соблюдение которых контролируется инспекторами. Столь же значимыми являются согласованные в международном плане нормы радиационной безопасности. В сотрудничестве со Всемирной организацией здравоохранения, Международной организацией труда, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией, Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития и Панамериканской организацией здравоохранения МАГАТЭ разработало *Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (ОНБ)*. В 1996 г. было выпущено их исправленное и дополненное издание.

Защита в соответствии с ОНБ основывается на принципах Международной комиссии по радиационной защите, которые могут быть кратко изложены в следующем виде:

**Обоснование принимаемых мер.** Не должно предприниматься никаких действий, связанных с использованием радиации, если только они не дают выгод, перевешивающих тот вред, который они приносят или могли бы принести.

**Оптимизация защиты.** Дозы облучения и риск облучения должны поддерживаться на разумно достижимом низком уровне с учетом экологических и социальных факторов. В целях предотвращения неоправданного распространения облучения или угрозы облучения необходимо устанавливать ограничения на дозы или риски облучения.

**Ограничение индивидуального риска.** Получение отдельными лицами доз облучения не должно превышать согласованных пределов, выход или угроза выхода за которые считаются недопустимыми.



# Ликвидация радиоактивных отходов: мировой опыт и проблемы

*Накопив богатый опыт в деле ликвидации отходов с низким и средним уровнями радиоактивности, человечество берется за решение новых проблем*

Со времени проведения в 1944 г. первого мероприятия по ликвидации радиоактивных отходов в Ок-Ридже, штат Теннесси, США, человечество накопило в этой области значительный опыт. Первое место, где происходила ликвидация таких отходов — а это были “сильно загрязненная [радиацией] битая лабораторная посуда и прочие материалы, недостаточно чистые для последующего использования”, — являло собой обычный ров, или траншею, выкопанный на площадке в Ок-Ридже, куда они и были сброшены без какой-либо предварительной обработки. На ранних этапах развития атомной энергетики в США и других странах аналогичный метод практиковался и на иных ядерных установках и объектах, производящих радиоактивные отходы.

В современном мире ликвидация отходов с низким и средним уровнями радиоактивности (ОНСУР) осуществляется методом их захоронения, которое варьируется от приповерхностных хранилищ до специально оборудованных инженерных геологических хранилищ. В странах — членах МАГАТЭ существует уже более ста таких захоронений, некоторые из них еще продолжают принимать отходы, а более 42 находятся на различных стадиях разработки и строительства. (См. табл. на стр. 38 и 39.)

Вместе с прогрессом в данной области в странах, осуществляющих захоронение радиоактивных отходов различными способами, появилось много новых вопросов и проблем. На глобальном уровне МАГАТЭ стремится помочь им в этой деятельности, способствуя передаче технологии, особенно развивающимся странам. Эта работа включает сбор, обобщение и распространение новой технической информации и поддержку координированных программ исследований по конкретным техническим аспектам. В контексте вышеизложенного настоящая статья представляет собой обзор международного опыта в деле захоронения ОНСУР на суше и рассматривает новые вопросы и проблемы, которые встанут перед странами в этой области.

## Сложившаяся практика и тенденции

**Выбор площадки.** Размещение сооружения для захоронения радиоактивных отходов сводится к выбору подходящего места, отвечающего определенным техническим и другим условиям. Список технических условий довольно обширен: геология участка, его гидрогеология, геохимия, тектоника и сейсмичность, поверхностные процессы, метеорология, антропогенная деятельность, перевозка радиоактивных отходов, землепользование, распределение населения и охрана окружающей среды. Другим ключевым фактором наших дней является согласие населения, особенно в промышленно развитых странах, где позиция местного населения — “где угодно, только не у нас” — может серьезно помешать размещению хранилищ любых промышленных отходов, не говоря уже о радиоактивных. Поэтому на ранних этапах выбора площадки планировщикам приходится особое внимание уделять факторам социального характера. В некоторых случаях хранилища устраиваются на тех же площадках, на которых уже расположены ядерные установки, например Дригт (Соединенное Королевство), Сантр-де-Ла-Манш (Франция), Роккасе (Япония), Олкилуото (Финляндия). В некоторых странах также обсуждается концепция создания региональных хранилищ международного использования (подробнее об этом сказано ниже), однако ни одно такое хранилище еще не построено в силу факторов политического порядка и противодействия общественности.

К настоящему времени в мире выбрано не менее 17 площадок с целью создания новых хранилищ для ОНСУР; на некоторые из них уже выданы лицензии, другие находятся на этапе строительства, а еще свыше 25 площадок в 17 странах изучаются специалистами. К числу этих стран относится Китай, который планирует создать четыре хранилища для ОНСУР и уже выбрал два участка под их строительство в северо-западном и южном районах страны. Площадка на северо-западе расположена на территории засушливой и малонаселенной пустыни Гоби. В США после принятия в 1980 г. закона о деятельности в отношении низкоактивных отходов для таких отходов не было сооружено ни одного нового промышленно-

**Кьён Вон Хан,  
Йорма  
Хейнонен и  
Арнольд Бонн**

Г-н Бонн — руководитель Секции технологии обращения с отходами Отдела ядерной энергии и топливного цикла МАГАТЭ, а г-н Хейнонен и г-н Хан — сотрудники этого Отдела.

го хранилища. В восьми штатах страны процесс выбора площадок находится на той или иной стадии прогресса. Четыре участка уже определены — в штатах Небраска (центральная межштатная зона захоронения), Северная Каролина (юго-восточная зона), Калифорния (юго-западная зона) и Техас (предполагаемая техасская зона), — и на них сейчас оформляются лицензии.

Чтобы заручиться согласием и поддержкой общественности, страны принимают разные меры. В Австралии выбор площадки под инженерное хранилище для ОНСУР сопровождается интенсивными консультациями с общественностью. В Канаде, где оппозиция со стороны местного населения привела к задержке выбора участка для хранения отходов предприятий по обогащению радия и урана, правительство остановило процесс выбора первой площадки и ввело в действие пятиэтапную совместную программу, осуществляемую независимой целевой группой по выбору участка. Группа работает в тесном контакте с муниципальными советами затронутых общин и группами по связи с общинами, созданными в качестве каналов для информирования широкой общественности. В Венгрии, после того как две попытки разместить хранилище оказались неудачными, Комиссия по атомной энергии в 1992 г. начала реализацию национального проекта выбора участка для хранения ОНСУР. Следуя принципу добровольности со стороны местного населения, Комиссия нашла общины, которые выразили готовность предоставить свои территории для захоронения радиоактивных отходов, и из предложенного числа отобрала шесть площадок. При этом местные жители также будут привлечены к детальному обследованию участков. Аналогичный подход начал находить применение и в США. Например, в штате Коннектикут, где сначала выбор участка под строительство хранилища встретил сопротивление, процесс был скорректирован в сторону большего участия населения в двух аспектах — «выбор и контроль», — что может оказать значительное влияние на то, как осознается и принимается процесс выбора площадки.

**Факторы, определяющие конструкцию хранилища.** В конечном счете тип хранилища определяется геологическими условиями, которые преобладают в той или иной стране, конкретными требованиями к данному захоронению и общими регулирующими положениями. Все эти факторы напрямую связаны с конструкторским решением хранилища, основное назначение которого — ограничить выделение радиоактивных загрязнителей или радионуклидов в биосферу, свести к минимуму облучение рабочих и населения, а также свести к минимуму необходимость в техническом обслуживании хранилища после его закрытия. Достичь этих целей можно при помощи таких технических мер — или их сочетания, — как упаковка отходов в контейнеры, инженерное оборудование хранилищ и использование особенностей самой площадки.

Некоторые наблюдаемые тенденции в конструировании хранилищ связаны с технологическими достижениями в области захоронения отходов и обеспокоенностью общественности вопро-

сами безопасности. Основная общая тенденция заключается в том, что при захоронении больше полагаются на систему нескольких инженерных средств изоляции, обеспечивающих удержание отходов. Такая система включает бетонные бункеры или камеры, закладочные материалы для обратной засыпки, химические средства изоляции, вентиляцию для удаления газов, отвод воды и создание на поверхности земли буферных зон.

В мире существует несколько типов хранилищ для ОНСУР. Приблизительно 62% из них — это инженерные приповерхностные хранилища (ИППХ), расположенные на глубине порядка 10 м, 18% — простые приповерхностные хранилища (ПППХ), 7% — пустоты от горных выработок (ПГВ) и 4% — геологические хранилища (ГХ). Тип хранилища и его устройство в конечном счете определяются спецификой самих отходов, характером площадки, государственной стратегией в этой области, а также социальными и экономическими факторами. Ниже приводится краткий обзор нескольких типов хранилищ.

**Простые приповерхностные хранилища (ПППХ).** Примерами сооружений такого типа являются хранилища в Барнуэлле (США) и Вальпутсе (Южная Африка). При их выборе использовали то обстоятельство, что на площадке имеется слой глины, обладающей низкой водопроницаемостью, и/или они находятся в районе, где уровень атмосферных осадков крайне невелик. В Барнуэлле система захоронения состоит из рвов, дно которых обладает небольшим уклоном и присыпано песком, чтобы облегчить сток просочившейся воды в дренажную канавку. Канавка оканчивается накопительным отстойником, за которым ведется постоянный контроль. Специальные ящики, металлические бочки или иные контейнеры с радиоактивными отходами помещаются на дно рва и устанавливаются друг на друга. Отходы с более высоким уровнем радиоактивности заливаются бетоном, битумом или другими материалами с низким уровнем выщелачивания либо надежно изолируются в контейнерах для обеспечения структурной стабильности содержимого. Пространство между контейнерами заполняется сухой землей, поверх которой накатывается слой глины и производится грунтовая засыпка. В Вальпутсе длинные и широкие рвы — их глубина составляет почти восемь метров — покрываются несколькими слоями уплотненной глины, песком, а затем местной растительностью.

**Инженерные приповерхностные хранилища (ИППХ).** Примером такого типа сооружения может служить хранилище в Дригге (Соединенное Королевство), где на смену простым рвам пришла система инженерно оборудованных камер. Хранилище устроено таким образом, чтобы с помощью вилочного погрузчика туда можно было поместить стальные контейнеры с уплотненными радиоактивными отходами. Камеры, размещенные на уровне земли или ниже, состоят из бетонных стен и такого же основания с расположенным под ним дренажным слоем. Любые стоки, образующиеся как внутри бункера, так и под ним, могут отдельно контролироваться, направляться к имеющемуся на площадке водоочистному сооруже-

нию, а затем по сточной трубе сбрасываться в море.

Боксовое расположение бетонных камер используется в таких хранилищах, как Сантр-де-Ла-Манш и Л'Об (Франция), Эль-Кабриль (Испания), Тромбей (Индия) и Роккасё (Япония). У каждого из этих хранилищ есть свои конструктивные особенности. В Сантр-де-Ла-Манш цилиндрические контейнеры с более активными короткоживущими ОНСУР замонтированы в бетонных стенах у основания бункера, а цилиндры с низкоактивными отходами штабелированы сверху и затем заизолированы. При строительстве второго хранилища в Л'Об приобретенный опыт был учтен и усовершенствован. Здесь все отходы изолируются в железобетонных бункерах (площадь 30 × 30 м, высотой 8,5 м при толщине стен 30 см). Бункеры построены выше самой верхней отметки уровня подземных вод и сконструированы таким образом, чтобы исключить просачивание дождевой воды. В хранилище Л'Об также разработана дистанционная система управления для перемещения и установки контейнеров, существенно снижающая дозу облучения персонала. Основываясь на приобретенном ранее опыте, была создана высокоавтоматизированная система регистрации и управления.

Хранилище Эль-Кабриль в Испании построено на аналогичных принципах захоронения радиоактивных отходов, но предусматривает потенциальную возможность извлечения контейнеров с отходами; кроме того, в нем можно производить кондиционирование отходов и снятие их характеристик. В Индии, где действуют шесть хранилищ ОНСУР, характерной чертой их конструкции является использование железобетонных рвов и облицованных плиткой вертикальных колодцев для отходов различного типа. В Тромбее железобетонные траншеи сделаны водонепроницаемыми и имеют сверху железобетонное покрытие; кроме того, для предотвращения ингрессии дождевой воды в период муссонов там используются водоотталкивающие материалы. Облицованные плиткой круглые колодцы глубиной порядка четырех метров сконструированы таким образом, чтобы в них можно было разместить отходы с уровнем радиоактивности выше допустимого для рвов из железобетона и складировать альфа-радиоактивные отходы.

В странах бывшего Советского Союза хранилища для ОНСУР были построены, как правило, в 60—70-х гг. и использовались для отходов, содержащих различные радионуклиды. Хранилища аналогичного типа построены и в странах Восточной Европы. Стандартные технические условия проекта требуют, чтобы они были расположены, по крайней мере, на четыре метра выше горизонта грунтовых вод. В хранилище в Сергиевом Посаде (Россия) бетонные бункеры построены чуть ниже уровня поверхности земли. Стены в них сделаны из двойного слоя бетона с битумной заливкой, а контейнеры с радиоактивными отходами помещены в отдельные камеры, которые залиты строительным раствором с включением не только цемента, но и жидких низкоактивных отходов. Когда камера заполняется, радиоактивные отходы при-

крываются слоем бетона, а также плитой из железобетона, двумя слоями битума и глиняным покрытием.

В Японии, на площадке Роккасё-мура, используются бетонные колодцы, между которыми проходит дренажная система в качестве инженерного ограждения, поскольку хранилище расположено ниже уровня грунтовых вод. Каждый колодец может вместить в себя приблизительно 5 тыс. цилиндров с отходами. После заполнения колодцев они забутовываются и покрываются грунтовой засыпкой толщиной не менее четырех метров.

В Канаде инженеры спроектировали так называемое противонитрузионное подземное сооружение. Его характерной особенностью является наличие бетонного модуля с толстой бетонной крышкой и водонепроницаемым днищем, которое сооружается в песчаном горизонте выше уровня подземных вод. Днище сконструировано водонепроницаемым, чтобы свести к минимуму контакт воды с радиоактивными отходами. Поскольку очень долгоживущие радионуклиды содержатся в отходах в малых концентрациях, инженеры предусмотрели возможность просачивания воды в конструкцию по мере разрушения бетона со временем: вода сливается в водосток через двуслойный пол конструкции, который сделан из смеси песка и глины и природного цеолита. Их поглощающие свойства ограничивают выделение радионуклидов вместе со стекающей водой.

**Пустоты горных выработок (ПГВ).** Создание хранилищ в пустотах горных выработок распространено, например, в Чешской Республике, Швеции, Финляндии и Норвегии. В Чешской Республике часть геологических пустот на руднике Рихарда II, расположенных на глубине от 70 до 80 м, используется в качестве хранилища для радиоактивных отходов (большой частью короткоживущих радионуклидов), поступающих преимущественно из медицинских учреждений. В настоящее время шахта и ее штреки сухие, а их геологическая порода состоит из мергелистого известняка и мергеля (известковой глины). Хранилище для окончательного захоронения радиоактивных отходов в Швеции построено в скальной породе на глубине около 60 м под дном моря, причем вход и выход расположены на суше. Расположение камер в скальной породе сделано с учетом хранения в них короткоживущих ОНСУР различного типа, разной радиоактивности, разного состава, а также с учетом разных требований обращения с ними. Каверны в виде шахт глубиной 50 м с бетонными стенами, буферным слоем из бентонитовой глины и системой удаления газа вмещают контейнеры с отходами, имеющими чрезвычайно высокий уровень радиоактивности. Хранилище Олкилутто, Финляндия, аналогично шведскому, но в нем имеется всего лишь две шахты (одна — для низкоактивных отходов, а другая — для отходов, имеющих средний уровень радиоактивности и генерирующих тепло), которые сооружены на глубине от 60 до 100 м под землей. В качестве закладочного материала используется мелкодробленая вынутая горная порода, а основные зоны разлома, содержащие воду, будут закрыты бетонными заглушками.

**Геологические хранилища (ГХ).** Хранилища Морслебен и Конрад (Германия), а также планируемое хранилище NIREX (Соединенное Королевство) представляют собой примеры хранилищ для ОНСУР, размещенных в геологических структурах. Хранилище Морслебен расположено в очень сухих соляных коях со стабильными условиями на глубине порядка 500 м и вмещает 40 тыс. м<sup>3</sup> радиоактивного материала. Отходы со средним уровнем радиоактивности захоронены в большой каверне, которая затем экранируется слоями закладочного материала. Отходы с низким уровнем радиоактивности штабелируются в копаных камерах. Хранилище Конрад представляет собой чрезвычайно сухой бывший железный рудник, который легко поддается разработке, имеет стабильные условия, заключен между другими пластами породы и покрыт слоем глины толщиной около 400 м. В соответствии с проведенными оценками безопасности время, необходимое для того, чтобы вода просочилась из хранилища на поверхность, составляет 380 тыс. лет. Горизонтальные туннели — штреки — для хранения не выделяющих тепла радиоактивных отходов будут сооружены на глубине примерно 800 м, а для транспортировки будут использоваться два шахтных ствола и сами штреки.

**Предоставление лицензии.** Процесс предоставления лицензии в разных странах различен, поскольку в них действуют разные регулирующие структуры и требования. Например, в Германии — это единый процесс лицензирования, который охватывает строительство, эксплуатацию и закрытие хранилища, в то время как в других странах для этого необходимо пройти несколько этапов. Как правило, заявка на предоставление лицензии основана на конструкции хранилища применительно к конкретной площадке, а также на оценках безопасности, которые должны продемонстрировать соответствие предлагаемого сооружения нормативным требованиям. Процесс предоставления лицензии обычно включает сложные юридические и политические формальности, тщательные технические проверки, проводимые регулирующим органом, и взаимодействие с общественностью.

В Швейцарии в июне 1993 г. после длительных исследований площадка Велленберг в кантоне Нидвальден была объявлена подходящим местом для захоронения ОНСУР. Процедура лицензирования в этой стране включает получение федеральной, кантонной и общинной лицензий сначала на строительство, а затем и на эксплуатацию хранилища. Кроме того, соответствующий кантон должен предоставить специальную концессию на производство горных работ. Генеральная лицензия была представлена правительству Швейцарской конфедерации в июне 1994 г., решение которого подлежит ратификации парламентом страны. Тем временем в 1994 г. община Вольфензехиссен и собрание ее жителей проголосовали в пользу проекта. Однако при голосовании по вопросу о предоставлении концессии на производство горных работ, проведенном в кантоне в 1995 г., значительным большинством голосов проект был отклонен.

В Германии на шахте Конрад, земля Нижняя Саксония, с 1976 по 1982 г. проводились исследо-

вания с целью определить ее пригодность в качестве хранилища радиоактивных отходов. Когда исследования завершились, была подана заявка на предоставление лицензии с целью начала работ по сооружению хранилища. И хотя на федеральном уровне все препятствия были преодолены, местный орган самоуправления не вынес решения о предоставлении лицензии. В США четыре штата (Калифорния, Небраска, Северная Каролина и Техас) подали заявки на предоставление лицензии в конце 1989 г., в июле 1990 г., декабре 1993 г. и марте 1992 г., соответственно. На данный момент только штат Калифорния получил лицензию, выданную калифорнийским Департаментом здравоохранения 16 сентября 1993 г., обусловленную предоставлением Департаменту здравоохранения штата права собственности на участок земли, на котором должно быть построено хранилище. 1 июня 1994 г. Верховный суд штата Калифорния вынес постановление, в котором предписал Департаменту здравоохранения пересмотреть свое решение о предоставлении лицензии, а тот в ответ подал апелляционную жалобу. В штате Небраска Экологическое управление США, которое ответственно за выбор участка, представило 15 июня 1995 г. восьмую, и последнюю, редакцию отчета по анализу безопасности плюс различные другие документы, относящиеся к заявке на лицензию. В штате Северная Каролина по политическим причинам заявка будет одобрена Отделом радиационной защиты Департамента окружающей среды, здравоохранения и ресурсов штата не ранее февраля 2000 г.

**Закрытие.** После того как сооружение заполнено или захоронение отходов по другим причинам прекращается, начинается процесс, известный как “закрытие” и “хранение”. Процесс закрытия включает меры, направленные на обеспечение безопасности сооружения, такие как покрытие площадки и ее локализация, составление документации и проведение оценок безопасности. Во многих странах предусматривается, что осуществление официального контроля после закрытия хранилища, т. е. в период хранения отходов, будет вестись в течение нескольких сотен лет. Он может включать контроль за доступом к хранилищу, техническое обслуживание, мониторинг площадки, регистрацию информации и, в случае необходимости, осуществление корректирующих действий.

Хранилище Сантр-де-Ла-Манш во Франции получило последний контейнер с радиоактивными отходами в июне 1994 г., и теперь его готовят к закрытию. Оператор данного сооружения, Французское национальное агентство по ликвидации радиоактивных отходов (АНДРА), обратился с заявкой на предоставление лицензии, относящейся к стадии официального контроля. После получения лицензии площадка будет продолжать находиться в ведении АНДРА. Предполагается, что лицензия будет получена в 1997 г. после проведения вторых публичных слушаний по выработке основополагающих принципов, которым надлежит следовать при осуществлении официального контроля, в том числе путем активных периодических обследований и пассивного наблюдения.

## Новые проблемы и задачи

Возник целый ряд вопросов, которые привлекают к себе пристальное внимание на национальном и всемирном уровнях. Они включают следующее:

**Природные радиоактивные вещества (ПРВ).** Окружающая нас среда земли содержит природные радионуклиды, включая калий-40 и углерод-14, и тяжелые радиоактивные элементы распада урана и тория. Они могут содержаться в шламах и отходах, которые образуются в результате добычи полезных ископаемых и их переработки (например, горные работы или добыча нефти и газа). Сжигание угля также приводит к концентрации радионуклидов в золах и к частичному высвобождению радиоактивности в атмосферу. Радиологическая опасность, обусловленная наличием в отходах ПРВ, вызвана главным образом радием и его производными. Связанные с ними дозы ионизирующего излучения могут быть весьма значительными и даже нередко превышать те, которые установлены радиологическими нормами при работе с радиоактивными веществами.

Обеспокоенность этим побудила регулирующие органы рассмотреть потенциальную опасность, связанную с захоронением отходов ПРВ. В некоторых странах с отдельными видами этих отходов теперь обращаются как с настоящими радиоактивными отходами, хотя уровень контроля над ними значительно варьируется. Недавно проведенное обследование показало, что концентрация радионуклидов в трубопроводах на нефте- или газоперерабатывающих предприятиях может достигать уровней, при повышении которых захоронение радиоактивных отходов в приповерхностных горизонтах считалось бы неприемлемым. В некоторых странах с отдельными побочными продуктами, образующимися в процессе добычи и переработки нефти или газа, уже обращаются как с низкоактивными радиоактивными отходами, в то время как в других странах они продолжают оставаться вне контроля.

**Очень низкоактивные отходы (ОНАО).** Отходы этого типа иногда образуются в больших количествах, но их потенциальная опасность невелика. Они создают проблему, потому что держать их в хранилищах, предназначенных для ОНСУР, непрактично, а сбрасывать как промышленные отходы — неприемлемо. В настоящее время не существует международно принятого определения ОНАО, а решение вопроса, в частности, зависит от разработки критериев, которыми следует руководствоваться при регулировании обращения с этими отходами.

В Швеции для захоронения ОНАО используется несколько земляных насыпных сооружений, расположенных на площадках каждой ядерной установки. Такое захоронение может быть осуществлено только в отношении отходов, требующих радиологического контроля в течение менее 100 лет. Во Франции значительная часть ОНАО поступает в хранилище Л'Об, а остальная содержится на площадках. В целом официальные представители промышленных кругов Франции оценивают суммарное количество ОНАО как равное приблизи-

тельно 15 млн. метрических тонн. В последнее время предпринимаются настойчивые усилия с целью найти более удовлетворительное решение проблемы их захоронения. В исследовании, недавно проведенном состоящей из промышленных экспертов рабочей группой, рассмотрены четыре типа сооружений для захоронения ОНАО; три из них представляют собой сооружения курганного типа, а один — подземное сооружение. Эти конструкции находятся сейчас в стадии проверки инстанциями, которые предоставляют лицензии. Японский исследовательский институт атомной энергии начал претворение в жизнь программы, которая призвана продемонстрировать безопасность приповерхностного захоронения ОНАО. В этом демонстрационном проекте для захоронения выбираются в основном такие типы отходов, как крупнодробленные куски бетона, использовавшегося для защиты реактора, и загрязненные конструкции демонстрационного энергетического реактора, в которых содержание радионуклидов на несколько порядков меньше нормы. После получения разрешения на строительство опытного сооружения на реакторной площадке был вырыт котлован, в котором с ноября 1995 г. по март 1996 г. было размещено 1700 т отходов. Затем котлован был засыпан толстым слоем грунта, засеянного травой; площадка будет находиться под контролем около 30 лет.

**Отработанные герметизированные источники излучения (ОГИ).** В медицине, научных исследованиях, сельском хозяйстве и других областях широко используются источники излучения в герметической оболочке, общее количество которых превышает 500 тыс. После использования (отработки) они требуют осторожного обращения до их безопасного захоронения. Опыт обращения с ними отработан на всех этапах, за исключением захоронения долгоживущих источников. Однако не все страны обладают достаточными средствами для реализации существующих методов.

При условии, что приповерхностное хранилище расположено в надлежащем месте, а также надлежащим образом построено и эксплуатируется, оно может быть безопасно использовано для захоронения большинства отработанных ОГИ, за исключением америция-241 и радия-226, а также объемных источников, применяемых в установках для радиотерапии или облучающих установках. Возможность принять отходы для захоронения в том или ином хранилище зависит от нескольких критериев, которые включают предел концентраций для различных радионуклидов или их групп в контейнере с отходами и интенсивность общей активности.

Во многих странах образуются небольшие — до нескольких м<sup>3</sup> в год — объемы радиоактивных отходов, включая отработанные ОГИ. Этим странам было бы выгоднее создавать региональные хранилища для нескольких стран. Другие страны, эксплуатирующие хранилища, сталкиваются с различными проблемами, связанными с ОГИ. Например, в России долгоживущие ОГИ (в частности, радиевые источники) ждут захоронения в геологических структурах, а другие типы ОГИ захораниваются в бетонных бункерах или неглубо-

## Состояние хранилищ для отходов с низким и средним уровнями радиоактивности по странам, 1996 г.

Страна	Хранилище (открытие/закрытие)	Тип	Страна	Хранилище (открытие/закрытие)	Тип
<b>Этап выбора площадки</b>			Венгрия	RHFT Пуспоксиладь (1976-)	ИППХ
Австралия		ИППХ	Индия	Тромбей (1954-)	П / ИППХ
Бельгия		ИППХ		Тарапур (1968-)	ИППХ
Бразилия		ИППХ		Раджастхан (1972-)	ИППХ
Болгария		ИППХ		Калпаккам (1974-)	ИППХ
Канада (исторические ОНУР)		—		Нарора (1991-)	ИППХ
Китай (Восток)		—		Какрапар (1993-)	ИППХ
(Юго-Запад)		—	Иран	пустыня Кавиргом (1984-)	ПППХ
Хорватия		—	Израиль	пустыня Негев	ПППХ
Куба		ПГВ	Япония	Роккасё (1992-)	ИППХ
Эквадор		ИППХ	Казахстан	Алматы	ИППХ
Венгрия		—		Курчатова (1996-)	ИППХ
Индонезия		ИППХ		Ульба (1996-)	ИППХ
Республика Корея		—	Кыргызстан	Чуй (1965-)	ИППХ
Пакистан		—	Латвия	Балдоне (1961-)	ИППХ
Словения		—	Мексика	Макиско (1972-)	ПППХ
Турция		ИППХ	Молдова	Кишинев (1960-)	ИППХ
Соединенное Королевство		ГХ	Пакистан	Канупп (1971-)	ПППХ
Соединенные Штаты (Коннектикут)		—		PINSTECH (1969-)	ПППХ
(Иллинойс)		ИППХ	Польша	Розан (1961-)	ИППХ
(Массачусетс)		—	Румыния	Байта-Бихор (1985-)	ГХ
(Огайо)		ИППХ	Российская Федерация <sup>2</sup>	Сергиев Посад,	
(Мичиган)		ИППХ		Моск. обл. (1961-)	ИППХ
(Нью-Джерси)		—		Сосновый бор, Ленингр. обл.	ИППХ
(шт. Нью-Йорк)		ИППХ		Казань, Татарстан	ИППХ
(Пенсильвания)		ИППХ		Волгоград	ИППХ
				Нижний Новгород	ИППХ
				Иркутск	ИППХ
				Самара	ИППХ
<b>Выбор площадки завершен</b>				Новосибирск	ИППХ
Китай	бухта Гуандун-Дая	ИППХ		Ростов	ИППХ
Кипр	Ари-Фарм	ПППХ		Саратов	ИППХ
Египет	Иншас	ИППХ		Екатеринбург	ИППХ
Мексика	Лагуна-Верде	ИППХ		Уфа, Башкортостан	ИППХ
Перу	RASCO	ИППХ		Челябинск	ИППХ
Румыния	Чернаводэ	ИППХ		Хабаровск	ИППХ
Швейцария	Велленберг	ПГВ		Пелиндаба (1969-)	ПППХ
			Южная Африка	Ваальпутс (1986-)	ПППХ
<b>Этап получения лицензии</b>			Испания	Эль-Кабриль (1992-)	ИППХ
Канада	Чок-Ривер	ИППХ	Швеция	SFR (1988-)	ПГВ
Германия	Конрад	ГХ		АЭС Оскарс-хамн (1986-)	ПППХ
Норвегия	Химдален	ПГВ		Студсвик (1988-)	ПППХ
Словакия	Моховце	ИППХ		АЭС Форсмарк (1988-)	ПППХ
Соединенные Штаты	Уорд-Вэлли, Калифорния	ИППХ		АЭС Рингхалс (1993-)	ПППХ
	округ Бойд, Небраска	ИППХ	Соединенное Королевство	Доунри (1957-)	ПППХ
	округ Уэйк, Сев. Каролина	ИППХ		Дригг (1959-)	П / ИППХ
	Фэкин-Рэнч, Техас	ИППХ	Украина	Днепропетровский центр	ИППХ
<b>Этап строительства</b>				Львовский центр	ИППХ
Китай	Гоби, Ганьса	ИППХ		Одесский центр	ИППХ
Финляндия	Ловийса	ПГВ		Харьковский центр	ИППХ
				Донецкий центр	ИППХ
<b>Этап эксплуатации</b>			Соединенные Штаты	RWMC, INEEL (1952-)	П / ИППХ
Аргентина	Эсейса (1970-)	ИППХ		SWSA-6, ORNL (1973-)	П / ИППХ
Азербайджан	Баку (60-е)	ИППХ		Зона захоронения G, LANL (1957-)	ПППХ
Австралия	гора Уолтон-Ист (1992-)	ИППХ		Барнуэлл,	
Беларусь <sup>1</sup>	Екоресь, Минск. обл. (1964-)	ИППХ		Южная Каролина (1971-)	ПППХ
Бразилия	Абадья-де-Гойаш (1996-)	ИППХ		Кладбище Ист-Эриа 200,	
Чешская Республика	Рихард II (1964-)	ПГВ		Ханфорд (40-е-)	ПППХ
	Братрштва (1974-)	ПГВ		Кладбище Вест-Эриа 200,	
	Дуковани (1994-)	ИППХ		Ханфорд (1996-)	ИППХ
Финляндия	Олкилуото (1992-)	ПГВ		Ричленд,	
Франция	Сантр-де-л'Об (1992-)	ИППХ		штат Вашингтон (1965-)	ПППХ
Германия	Морслебен (1981-)	ГХ		площадка АЭС	
Грузия	Тбилиси (60-е-)	ИППХ		в Саванна-Ривер (1953-)	ПППХ

Страна	Хранилище (открытие/закрытие)	Тип	Страна	Хранилище (открытие/закрытие)	Тип
Узбекистан	Ташкент (60-е)	ИППХ	Венгрия	Солимар (1960—1976) <sup>3</sup>	ИППХ
Вьетнам	Далат (1986-)	ИППХ	Япония	JAERI, Токаи (1995—1996)	ПППХ
<b>Этап прекращения эксплуатации или закрытия</b>					
Армения	Ереван	ИППХ	Мексика	Ла-Пьедрера (1983—1984)	ИППХ
Болгария	Нови-Хан (1964—1994)	ИППХ	Норвегия	Кьеллер (1970—1970) <sup>4</sup>	ИППХ
Эстония	Таммику (бывш. Саку) (1964—1996)	ИППХ	Литва	Майшиогала (70-е—1989)	ИППХ
Франция	Сантр-де-Ла-Манш (1969—1994)	ИППХ	Соединенные Штаты	Битти, Невада (1962—1992)	ИППХ
Германия	Ассе (1967—1978)	ГХ		Мэкси-Флэтс, Кентукки (1963—1978)	ПППХ
Российская Федерация <sup>2</sup>	Мурманск	ИППХ		ORNL SWSA-1 (1944—1944) <sup>3</sup>	ПППХ
	Грозный, Чечня	ИППХ		ORNL SWSA-2 (1944—1946)	ПППХ
Таджикистан	Бешкек	ИППХ		Шефилд, Иллинойс (1967—1978)	ПППХ
Украина	Киевский центр (-1992)	ИППХ		Уэст-Вэлли, Нью-Йорк (1963—1975)	ПППХ
<b>Хранилище закрыто</b>					
Чешская Республика	Хостим (1953—1965)	ПГВ			

## Примечания к таблице

**Сокращения:** ПППХ — простое приповерхностное хранилище; ПГВ — пустоты горных выработок; ИППХ — инженерное приповерхностное хранилище; ГХ — геологическое хранилище; П/ИППХ = ПППХ и ИППХ — простое приповерхностное хранилище и инженерное приповерхностное хранилище.

<sup>1</sup> Было построено 77 хранилищ для принятия радиоактивных отходов после аварии на Чернобыльской АЭС.

<sup>2</sup> Хранилища в Российской Федерации начали эксплуатироваться в период с 1961 по 1967 г.

<sup>3</sup> Отходы были перемещены в другое хранилище (соответственно, из Солимара в RHFT Пуспоксилда и из ORNL SWSA-1 в ORNL SWSA-2).

<sup>4</sup> Радиоактивные отходы будут перемещены в новое хранилище (Химдален) по окончании его строительства.

## Определение отдельных терминов

**Отходы с низким и средним уровнями радиоактивности (ОНСУР)** определяются МАГАТЭ как радиоактивные отходы, в которых концентрация или количество радионуклидов выше уровня их выведения, установленного регулирующим органом, но при этом содержание радионуклидов в них и теплотворная способность ниже тех, которые характерны для высокоактивных отходов (т. е. около 2 кВт/м<sup>3</sup>). ОНСУР часто подразделяются на короткоживущие и долгоживущие. Они образуются в результате эксплуатации атомных электростанций [ $\sim 500 \text{ м}^3/\text{ГВт(эл)}/\text{год}$ ] и других установок топливного цикла [ $\sim 90 \text{ м}^3/\text{ГВт(эл)}/\text{год}$ , образующихся в результате деятельности предприятий по переработке урана,  $\sim 60\,000 \text{ м}^3/\text{ГВт(эл)}/\text{год}$  — от предприятий, занятых добычей и дроблением урановой руды], снятия этих предприятий с эксплуатации (от 5 тыс. до 10 тыс. м<sup>3</sup> от одной электростанции мощностью 1 МВт) и применения радиоизотопов. Эти виды отходов требуют надлежащего обращения путем обработки и кондиционирования и, в конечном счете, захоронения.

**Захоронение** определяется как размещение отходов в санкционированных специальных сооружениях без намерения извлекать их. Оно может включать также санкционированный непосредственный сброс стоков в окружающую среду с последующим их диспергированием (в настоящей статье этот аспект не рассматривается). Кроме того, захоронение отходов путем их удержания и изоляции включает такие методы, как захоронение на суше, сброс в море (который практиковался некоторыми странами, до того как был запрещен Лондонской конвенцией), и др. (В настоящей статье упор сделан на методе захоронения на суше, который в настоящее время является преобладающим в практике захоронения радиоактивных отходов.) В данном контексте целью захоронения является обеспечение достаточной изоляции отходов, чтобы защитить людей и окружающую среду и не возлагать чрезмерное бремя на будущие поколения. Это может быть выполнено с помощью применения к системам захоронения радиоактивных отходов многочисленных защитных мер с учетом взаимозависимости элементов, входящих в систему (т. е. применяя системный подход). Защитные меры требуют применения нескольких уровней защиты и многочисленных средств изоляции, чтобы изолировать отходы, ограничить выбросы радиоактивных материалов и гарантировать, что вероятность отказов или их комбинации, которая могла бы привести к существенным радиологическим последствиям, будет очень мала.

**Приповерхностное хранилище** — ядерный объект, предназначенный для захоронения отходов и расположенный на поверхности земли или на глубине в пределах нескольких десятков метров. Сооружения данного типа включают рвы и инженерные бункеры.

**Пустоты горных выработок** — приповерхностные сооружения, построенные внутри шахт или каверн, т. е. карстовых пустот.

**Геологическое хранилище** — ядерный объект, предназначенный для захоронения отходов и расположенный под землей (обычно на глубине, превышающей несколько сотен метров) в стабильной геологической формации, чтобы обеспечить долговременную изоляцию радионуклидов от биосферы.

ких земляных скважинах. Концепция захоронения отходов в скважинах, которая была разработана в конце 50 — начале 60-х гг. в бывшем СССР, заключается в сбрасывании ОГИ по винтовому каналу для загрузки в контейнер глубиной 5 м, сделанный из нержавеющей стали и помещенный в облицованную бетоном скважину. Начиная с 1986 г., по причинам безопасности, в свободное пространство внутри контейнера начали закладывать металлический наполнитель или полимерные композитные материалы — в зависимости от уровня радиоактивности и периода полураспада радиоактивных материалов, содержащихся в ОГИ. С 1995 г. скважины находятся под непрерывным контролем, для того чтобы можно было оценить их состояние. В США ОГИ классифицируются по различным группам, и не все из них приемлемы для приповерхностного захоронения. Следовательно, на стадии рассмотрения находятся более консервативные варианты захоронения, такие как геологические хранилища или глубокие скважины. Независимо от используемой технологии, объем ОГИ для данного типа захоронения может быть недостаточно большим, чтобы оправдать экономические затраты или организационные усилия, связанные с развертыванием такого отдельного сооружения.

**Совершенствование существующих сооружений.** Некоторые страны, имеющие сооружения для захоронения радиоактивных отходов, в настоящее время принимают меры по совершенствованию их эксплуатации или устранению недостатков с целью повышения защитных свойств или приведения их характеристик в соответствие с новыми нормативными требованиями. Устранение недостатков системы может включать извлечение отходов, связывание и нейтрализацию отходов на месте, их дезактивацию на месте и сдерживание их распространения с помощью сооружения в местах их захоронения таких устройств, как заглушки, изоляционные стены или настилы. В ряде стран, в том числе в Германии, Индии, Болгарии и в других странах Восточной Европы, были или будут предприняты мероприятия по оценке степени безопасности как часть всеобъемлющей проверки характеристик и функционирования существующих хранилищ.

Например, в хранилище Морслебен в Германии была проведена оценка степени безопасности, в результате чего были приняты новые технические требования к приемке отходов и новые методики обеспечения качества. В Венгрии в отношении хранилища Пуспоксиладь, которое осуществляло приемку некоторых видов предварительно не обработанных отходов вместе с контейнеризованными, был принят руководящий принцип, согласно которому начиная с 1997 г. будут приниматься только отходы, помещенные в 200-литровые стальные цилиндрические контейнеры. В Соединенном Королевстве в конце 80-х гг. хранилище Дригг было капитально реконструировано и усовершенствовано. Старые необорудованные рвы были оставлены закрытыми, а для контейнеров с отходами был построен новый бетонный бункер. Были также возведены изоляционные стены, чтобы ограничить поступление воды в существующие рвы с захороненными отходами и выход из

них. В Норвегии план усовершенствования старого приповерхностного хранилища долгоживущих радиоактивных отходов предусматривает выемку всех контейнеров и складирование их во временном наземном хранилище. Затем они будут перемещены в скальную каверну для хранения и захоронения, которую предполагается оборудовать в Химдалене.

**Долговременное хранение.** Некоторые страны начинают использовать метод долговременного хранения — но не захоронения — радиоактивных отходов. Он предусматривает отсрочку в принятии решения об окончательном захоронении отходов, с тем чтобы заручиться в этом деле общественной поддержкой. Однако данный подход может потребовать более детального рассмотрения нормативных и технических аспектов.

На запланированной в Норвегии площадке в Химдалене захоронение короткоживущих ОНСУР предусматривается в горизонтальных туннелях, а для хранения содержащих плутоний отходов в течение всего периода эксплуатации хранилища, составляющего приблизительно 30 лет, во время которого хранящиеся отходы не будут извлекаться, предполагается строительство отдельного туннеля. Когда хранилище будет закрыто, то на основе опыта эксплуатации будет принято решение относительно захоронения отходов на площадке. Аналогичный подход наблюдается и в Швейцарии, где население обеспокоено невозможностью извлечения отходов, которые должны быть захоронены в планируемом хранилище в Велленберге. Власти рассматривают возможность сохранения объекта в открытом и контролируемом состоянии в течение жизни двух и более поколений, т. е. до того времени, когда можно будет принять решение о закрытии хранилища.

**Затраты на захоронение.** По мере того как сооружения для захоронения радиоактивных отходов в техническом плане становились все более совершенными, расходы на захоронение заметно возрастали. В некоторых странах явно просматривается тенденция свести к минимуму образование радиоактивных отходов, чтобы снизить расходы по их захоронению. Кроме того, как отмечалось выше, для захоронения ОНАО рассматриваются менее дорогостоящие способы решения проблемы.

Недавно в Агентстве по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития была образована рабочая группа по вопросам стоимости захоронения ОНСУР. Группа будет устанавливать расходные компоненты и анализировать факторы, влияющие на стоимость захоронения, а также рассматривать влияние расходов на захоронение на общую цену производства электроэнергии на АЭС.

**Проблема общественного мнения.** Как отмечалось выше, вопрос поддержки со стороны общественности оказывает сильное воздействие на процесс обращения с радиоактивными отходами и их захоронения. Во многих странах, особенно промышленно развитых, прилагается все больше усилий, чтобы преодолеть резко негативное отношение общественности к этой проблеме. Предусмотрены программы по углублению связи с общественностью и развитию диалога с местными об-



щинами и населением и по более четкой демонстрации приверженности к обеспечению научного совершенства, защите окружающей среды и гарантированию долговременной безопасности при выборе площадок и эксплуатации хранилищ.

В некоторых странах общинам, которые принимают площадки для строительства хранилищ, предлагаются финансовые стимулы. Однако компенсацию не следует рассматривать в качестве вознаграждения за риск, а связанные с безопасностью вопросы должны быть обсуждены и разрешены до начала переговоров о компенсации. Помимо денежных выплат финансовые стимулы могут включать бесплатное электроснабжение и создание новых рабочих мест.

#### **Региональные международные хранилища.**

Некоторые страны проявляют заинтересованность в создании регионального международного хранилища радиоактивных отходов, когда площадка в одной стране принимала бы радиоактивные отходы из других стран. Такой подход имеет определенные экономические и технологические преимущества, как и выгоды в плане безопасности, особенно для стран, расположенных в одном географическом регионе. Предпосылкой для претворения в жизнь такого подхода является достижение консенсуса между соответствующими странами и регионами, в особенности в отношении трансграничного перемещения радиоактивных отходов. Недавно МАГАТЭ произвело оценку нескольких главных факторов, связанных с достижением консенсуса среди заинтересованных стран по различным вопросам, возникающим при таком региональном подходе.

В принципе основные вопросы, связанные со строительством и эксплуатацией регионального международного хранилища радиоактивных отходов, ненамного отличаются от тех, которые возникают при реализации национальных проектов. Но здесь имеются некоторые качественные отличия, связанные с характеристиками принимаемых отходов, финансовыми обязательствами стран-партнеров, разделением ответственности, применением любых требуемых гарантий, а также с собственностью на отходы и их перемещением.

Такие региональные хранилища, построенные с учетом оптимального международного опыта обращения с радиоактивными отходами, могли бы дать некоторым странам возможность не начинать строительство своих собственных площадок для захоронения, сокращая тем самым общее количество хранилищ во всем мире. Кроме того, они могли бы дать альтернативу странам с неблагоприятными условиями для размещения своих собственных хранилищ. К числу недостатков такого решения проблемы относится тот факт, что создание регионального хранилища может привести к увеличению объема перевозок. Кроме того, может оказаться затруднительным установить надежную систему, которая смогла бы сохраниться в изменяющихся политических или институциональных условиях и гарантировать долгосрочное сотрудничество всех стран-партнеров. Одной из наиболее трудных задач, связанных с таким подходом, является достижение соглашений, которые гарантировали бы странам-партнерам, что все технические,

политические и финансовые обязательства будут выполнены.

### **Международное сотрудничество**

Захоронение отходов с низким и средним уровнями радиоактивности основывается на хорошо отработанных и успешно зарекомендовавших себя технологиях. Если хранилища надлежащим образом расположены, построены и эксплуатируются, а содержание радионуклидов в отходах контролируется и является ограниченным, то безопасность может быть надежно гарантирована в течение длительного периода времени. Это может быть достигнуто с помощью многочисленных мер защиты, в том числе инженерных и природных средств изоляции, а также оперативного и постоянного контроля.

Страны — члены МАГАТЭ все больше полагаются на применение различных инженерных средств изоляции для обеспечения безопасности и защиты окружающей среды и на завоевание доверия со стороны общественности. Кроме того, упор делается на безопасные и надежные эксплуатационные системы дистанционного перемещения контейнеров, содержащих радиоактивные отходы, укрытия их в хранилищах и слежения за ними. В то же время ведутся поиски приемлемых по средствам решений проблемы безопасного захоронения тех категорий радиоактивных отходов, уровни радиоактивности которых очень низки, а объемы велики. Больше внимание уделяется вопросам, которые связаны с безопасным захоронением отходов, содержащих природные радиоактивные материалы, обращением с отработанными герметизированными источниками излучения — ОГИ — и их захоронением, расходами на захоронение, получением поддержки со стороны общественности, улучшением и совершенствованием существующих площадок для захоронения, безопасным хранением отходов в течение длительного времени и возможным сооружением региональных международных хранилищ.

В общем, в странах, особенно промышленно развитых, происходит медленный прогресс в деле строительства новых хранилищ, включая выбор площадок и получение лицензий. Эти этапы обычно требуют проведения регулируемыми органами обширных технических исследований и проверок, публичных слушаний, сложных регламентационных и юридических процедур.

В развивающихся странах ситуация иная. В большинстве из них не образуется большого количества радиоактивных отходов, однако им требуются техническая помощь и руководство, чтобы создать подходящие инфраструктуру и потенциал для безопасного обращения с радиоактивными отходами и их захоронения. С помощью разнообразных технических и научных программ МАГАТЭ поддерживает совместные проекты и действия, направленные на достижение этих целей. По мере того как по всему миру в эксплуатацию вводится все больше сооружений для захоронения радиоактивных отходов, передача технологии и опыта развивающимся странам будет оставаться жизненно важной задачей, для того чтобы помочь им развить свой собственный потенциал в этой области. □

# Безопасная перевозка радиоактивных веществ: пересмотр международных правил

## *Технический обзор последних основных изменений рекомендательных Правил безопасной перевозки радиоактивных веществ МАГАТЭ*

Ричард Р. Рол

С 1961 г. МАГАТЭ по просьбе Экономического и Социального Совета Организации Объединенных Наций выпускает рекомендательные *Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ*, публикуемые в виде Серии изданий по безопасности № 6 МАГАТЭ. Эти правила признаны во всем мире в качестве единообразной основы для выработки как национальных, так и международных требований по безопасности перевозок в этой области. Известно, что требования, основанные на правилах МАГАТЭ, приняты в 59 странах, а также Международной организацией гражданской авиации, Международной морской организацией и региональными транспортными организациями.

Признавая необходимость поддерживать правила на уровне новейших принципов радиационной защиты и развития транспортных средств, МАГАТЭ регулярно выпускает пересмотренные варианты правил перевозок. В последнее время пересмотры осуществлялись с интервалом примерно в 10 лет, и работа над последней редакцией правил началась в 1986 г. Процесс пересмотра предусматривает проведение целой серии совещаний технических комитетов и консультантов, в которых участвуют главным образом представители регулирующих учреждений в государствах — членах МАГАТЭ и международных организаций по вопросам безопасности. Результаты этих совещаний отражаются в проектах пересмотренных правил, которые рассылаются для внесения замечаний и дальнейшего рассмотрения. В сентябре 1996 г. Совет управляющих МАГАТЭ утвердил публикацию проекта пересмотренных правил 1996 г., одобрил их применение в деятельности МАГАТЭ и рекомендовал к принятию государствами-членами и международными организациями.

В настоящей статье дается краткий обзор технических аспектов основных изменений, внесенных в последнюю редакцию недавно изданных правил.

### Технический обзор основных изменений

В издании 1996 г. содержится множество незначительных и несколько крупных изменений. Они включают следующее.

**Перевозка радиоактивных веществ по воздуху.** Новые правила требуют применения упаковок более прочной конструкции — так называемых упаковок типа С — для перевозки высокоактивных материалов воздушным транспортом. Были приняты многие проектные требования и требования к техническим характеристикам упаковок типа С, рекомендованные в техническом документе МАГАТЭ (TECDOC-702). Требования к упаковкам типа С применяются ко всем радионуклидам. Новые требования в отношении характеристик включают:

- те же, что применяются к упаковкам типа В (U), и если необходимо, то и к упаковкам для делящихся веществ;
- испытания на прокол/разрыв;
- интенсивные тепловые испытания с теми же техническими условиями, что применяются к упаковкам типа В, но продолжительностью 60 минут;
- испытания на погружение в воду на глубину 200 м;
- испытания на удар при падении со скоростью 90 м в секунду.

**Низкодисперсные радиоактивные вещества.** Поскольку главными опасностями, которые рассматриваются в требованиях к упаковкам типа С, являются уровни дисперсии и излучения, то меры предосторожности предусматривают работу с низкодисперсными малорастворимыми веществами, обладающими невысоким уровнем радиации. Этими свойствами обладает категория веществ, называемая “низкодисперсные радиоактивные вещества” (НРВ). Было принято, что вещества (без всякой упаковки), имеющие ограниченный уровень излучения, которые, будучи подвергнуты тепловым испытаниям и испытаниям на удар, предусмотренным для упаковок типа С, выделяют лишь ограниченные объемы газа и мелких частиц и проявляют ограниченную растворимость, в силу чего их можно исключить из требований, предъявляемых к упаковкам типа С. Технические усло-

Г-н Рол — старший сотрудник Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов МАГАТЭ.

вия на проведение испытаний в отношении НРВ включены в положения, а упаковки типа В разрешены для перевозки их по воздуху с тем условием, что предел суммарной активности соответствует утвержденному сертификату для упаковок типа В. Требуется многостороннее утверждение компетентным органом конструкции упаковок типа В и компоновки НРВ.

**Меры предосторожности для безопасной перевозки гексафторида урана.** Технические комитеты, которые разработали пересмотренные положения, рассмотрели ряд сложных вопросов, относящихся к гексафториду урана ( $UF_6$ ). Гексафторид урана является уникальным веществом, поскольку его химическая токсичность обычно вызывает больше озабоченности, чем его радиотоксичность, при этом вещество, как правило, перевозится в больших объемах. В издании правил безопасности перевозок 1985 г. ничего не говорилось в отношении  $UF_6$ , поэтому был рассмотрен ряд вопросов. Были приняты положения, требующие, чтобы упаковки для  $UF_6$ :

- выдерживали испытания на давление изнутри, равное не менее 1,4 МПа, а цилиндрические упаковки под испытательным давлением менее 2,8 МПа требуют многостороннего утверждения;
- предназначенные для перевозки 0,1 кг или более, но менее 9 тыс. кг  $UF_6$  выдерживали тепловые испытания при температуре 800°C в течение 30 минут, предусмотренные для упаковок типа В;
- предназначенные для перевозки 9 тыс. кг  $UF_6$  или более либо выдерживали тепловые испытания, либо получали многостороннее подтверждение.

**Включение пределов освобождения, содержащихся в Международных основных нормах безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (ОНБ).** Одним из основных вопросов, которые обсуждались в процессе пересмотра, было включение новых ОНБ. ОНБ были пересмотрены, чтобы отразить в них консенсус, достигнутый относительно последних рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите, и правила перевозки рассматривают их как общие положения по обеспечению радиационной защиты. Следовательно, положения перевозки должны учитывать пересмотренные требования ОНБ. Наиболее спорным аспектом было принятие пределов освобождения, содержащихся в ОНБ.

Правила перевозки всегда содержали критерий освобождения, определяющий вещества, которые должны отвечать их требованиям. Действующие правила определяют радиоактивное вещество как любое вещество, удельная активность которого превышает 70 Бк/г. Однако в ОНБ применяется сугубо радионуклидный подход, который приводит к получаемым пределам освобождения, охватывающим семь порядков величины и, в случае концентрации активности, достигающим значения 70 Бк/г. ОНБ также предусматривают пределы освобождения по суммарной активности (Бк).

Было признано, что единый уровень освобождения, равный 70 Бк/г, не имеет дозовой базы и

что вряд ли этот уровень удовлетворяет критерию первичной дозы, равной 10 микрозивертам в год, для исключения всех радионуклидов. Был разработан ряд относящихся к перевозке радиоактивных веществ сценариев, которые отражают различные ситуации, связанные с облучением (продолжительность облучения, расстояние, геометрия источников и т. п.). На основе этих сценариев были рассчитаны значения как для концентрации активности, так и для суммарной активности, которые приведут к тому, что будет достигнута величина 10 микрозивертов в год. Эти выведенные на основе перевозки значения были сравнимы с величинами освобождения, установленными в ОНБ, и в результате были рекомендованы величины концентрации активности, находящиеся в диапазоне от 1 до  $10^6$  Бк/г.

При трудностях в техническом обосновании величины 70 Бк/г и схожести результатов, получающихся по сценариям перевозки и сценариям ОНБ, было решено, что предпочтительнее просто принять установленные ОНБ значения освобождения. В результате правила содержат значения освобождения как для концентрации активности, так и для "суммарной активности, приходящейся на одну партию груза". Для смеси радионуклидов должно применяться "правило пропорции" таким образом, чтобы сумма активности (или концентраций активности) каждого радионуклида, деленная на соответствующее значение освобождения, была меньше или равна единице.

**Другие изменения.** Другие изменения, представляющие интерес для грузоотправителей и конструкторов упаковок, задействованных в реализации ядерного топливного цикла, включают пересмотр требований, применяемых к делящимся веществам. К исключениям в отношении делящихся веществ (т. е. когда нет необходимости использовать специальные упаковки, учитывающие делящуюся природу груза) были внесены поправки, и в одном случае в них теперь содержатся ограничения, налагаемые как на партию груза, так и на упаковку. Правила были также дополнены материалами, рассматривающими аварийные условия, такие как раздавливание, и условия проведения испытаний упаковок типа С.

## Осуществление пересмотренных правил

Для государств — участников МАГАТЭ и международных организаций внедрение в практику поправок к их правилам, основанным на Серии изданий по безопасности № 6 1996 г., займет несколько лет.

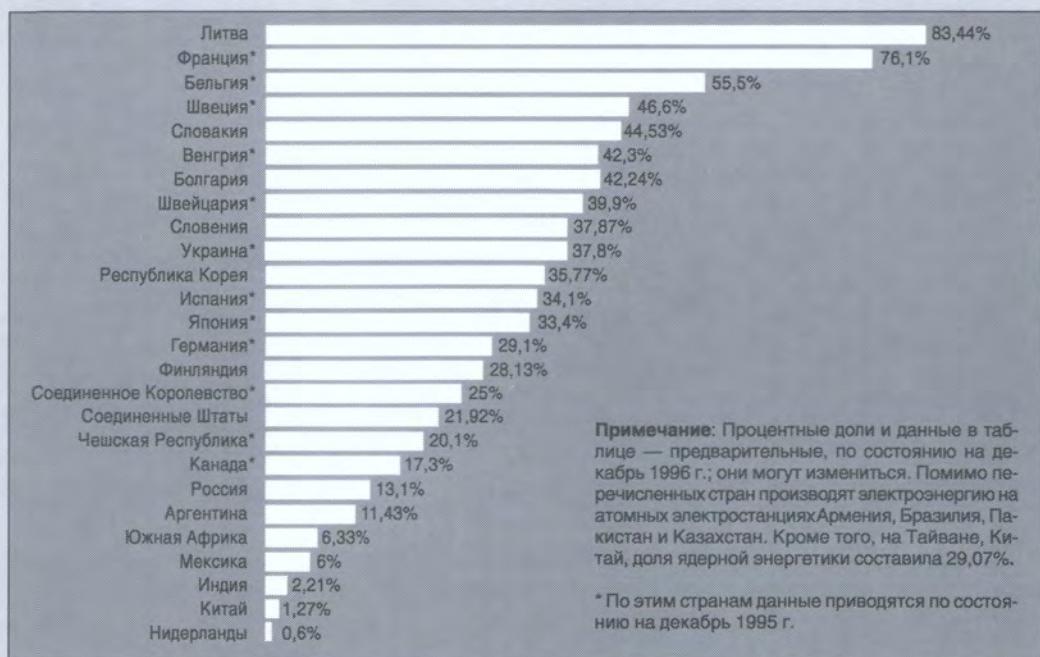
В прошлом, для того чтобы этот процесс мог быть закончен в разумных пределах, требовалось приблизительно пять лет. Международные транспортные организации прилагают усилия к тому, чтобы внедрить эти поправки до 1 января 2001 г., а государствам — членам МАГАТЭ также потребуется издать поправки, чтобы их правила по-прежнему соответствовали международным техническим требованиям. □

**Состояние мировой ядерной энергетики**

	Действующие		Строящиеся	
	Число энергоблоков	Общая мощность нетто, МВт(эл)	Число энергоблоков	Общая мощность нетто, МВт(эл)
Аргентина	2	935	1	692
Армения	1	376		
Бельгия	7	5 712		
Бразилия	1	626	1	1 245
Болгария	6	3 538		
Канада	21	14 902		
Китай	3	2 167	1	
Чешская Республика	4	1 648	2	1 824
Финляндия	4	2 355		
Франция	57	59 948	3	4 355
Германия	20	22 282		
Венгрия	4	1 729		
Индия	10	1 695	4	808
Иран			2	2 146
Япония	53	42 335	2	2 111
Казахстан	1	70		
Республика Корея	11	9 120	5	3 870
Литва	2	2 370		
Мексика	2	1 308		
Нидерланды	2	504		
Пакистан	1	125	1	300
Румыния	1	650	1	650
Российская Федерация	29	19 843	4	3 375
Южная Африка	2	1 842		
Словакия	4	1 632	4	1 552
Словения	1	632		
Испания	9	7 207		
Швеция	12	10 040		
Швейцария	5	3 078		
Соединенное Королевство	35	12 928		
Украина	16	13 765	5	4 750
Соединенные Штаты	110	100 579		
<b>Всего в мире*</b>	<b>442</b>	<b>350 825</b>	<b>36</b>	<b>27 678</b>

\* В итоговый показатель включен Тайвань, Китай, где эксплуатируется шесть реакторов общей мощностью 4884 МВт(эл).

**Вклад ядерной энергетики в производство электроэнергии в отдельных странах**



На заседаниях Совета управляющих МАГАТЭ в марте 1997 г. были предприняты шаги по выбору кандидатуры будущего Генерального директора МАГАТЭ, назначение которого состоится в этом же году на Генеральной конференции Агентства. В частности, Совет определил порядок действий на тот случай, если ни один из претендентов не получит единогласного одобрения членов Совета. Четырехлетний срок пребывания на этом посту нынешнего Генерального директора Ханса Бликса истекает в ноябре, и он заявил о том, что не будет добиваться повторного назначения. Доктор Бликс (Швеция) занимает пост Генерального директора с ноября 1981 г.

В предварительной повестке дня заседаний Совета в марте стояли также вопросы, касающиеся ядерной, радиационной безопасности, безопасности отходов и укрепления гарантий МАГАТЭ.

**Ядерная, радиационная безопасность и безопасность отходов.** Постоянный комитет по ответственности за ядерный ущерб в своем докладе сообщил о переходе к заключительному этапу работы по подготовке проекта протокола с целью внесения поправок в Венскую конвенцию 1963 г. и проекта Конвенции о дополнительном финансировании. Полные тексты этих документов, направленных на изменение международного режима ответственности за ядерный ущерб, были подготовлены на заседании Комитета в октябре 1996 г. и переданы правительствам для подробного изучения. Пересмотренные тексты документов обсуждались далее на заседании Комитета, состоявшемся в феврале нынешнего года. После утверждения окончательного варианта текста документы подлежат принятию на Дипломатической конференции, которая может быть созвана позднее в этом же году.

На рассмотрение Совета был представлен также отчет о последних событиях в области ядерной, радиационной безопасности и безопасности отходов. Отчет охватывает широкий

спектр вопросов, включая международные конвенции о ядерной безопасности и безопасности обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами. (См. соответствующий раздел на стр. 47.)

**Ядерные гарантии.** На рассмотрение Совета был представлен доклад Комитета открытого состава по повышению действенности и эффективности системы гарантий, третья сессия которого состоялась 20—31 января 1997 г. с участием представителей 61 государства-члена, Европейской комиссии и Бразильско-Аргентинского агентства по учету и контролю ядерных материалов. Комитет, возглавляемый Председателем Совета послом Канады Питером Уокером, завершает работу над составлением проекта Протокола, направленного на расширение правовой базы полномочий МАГАТЭ, которые касаются проведения инспекций, выходящих за рамки ныне действующих всеобъемлющих соглашений о гарантиях. В январе Комитет добился существенных успехов в обсуждении переходящего текста и вносимых в него изменений и принял решение разослать сводный пересмотренный текст для дальнейшего подробного изучения. Очередное заседание Комитета намечено на начало апреля, когда планируется обсудить сводный пересмотренный текст с целью достичь согласия по окончательной редакции проекта документа для представления его Совету. Для этого Комитет рекомендует Совету созвать в мае специальное заседание, посвященное рассмотрению и утверждению проекта типового Протокола.

В повестку дня заседаний Совета был включен также доклад Генерального директора по вопросу осуществления гарантий МАГАТЭ в Корейской Народно-Демократической Республике (КНДР), где постоянно находится группа инспекторов МАГАТЭ. Последний раунд переговоров по техническим вопросам между представителями МАГАТЭ и КНДР состоялся в январе.

**Заседания  
Совета  
управляющих  
МАГАТЭ  
в марте 1997 г.**

Сорок лет назад в Вене, Австрия, было официально открыто МАГАТЭ в качестве международного агентства "Атом для дела мира", предложение о создании которого было сделано Организацией Объединенных Наций в 50-х гг. Для празднования годовщины Агентство и государства-члены планируют и обсуждают комплекс мероприятий на ближайшие месяцы. Среди них следующие:

**Издание книги по истории МАГАТЭ.** Работа над книгой ведется в рамках совместного с Монтерейским институтом международных отношений (США) проекта, текст пишет г-н Дэвид

Фишер — автор нескольких книг по ядерной тематике. Д. Фишер принимал участие в переговорах об Уставе Агентства, в работе Подготовительной комиссии в 50-х гг. и был директором Отдела внешних сношений и заместителем Генерального директора МАГАТЭ. Редакционную консультативную группу проекта составляют г-н Мунир Хан (Пакистан), г-н Лоренс Шейнман (США) и г-н Тадеуш Войцик (Польша).

**Издание сборника личных воспоминаний.** Очерки видных ученых и дипломатов, принимавших участие в работе Агентства, будут посвящены различным аспектам возникновения и раз-

**В нынешнем  
году МАГАТЭ  
отмечает свой  
40-летний  
юбилей**

вития МАГАТЭ. Книга станет летописью важнейших событий в деятельности Агентства.

**Планируемые мероприятия, организуемые Австрией — страной пребывания Агентства.** Предполагается проведение целого ряда специальных мероприятий, среди которых семинар по вопросам устойчивого развития и ядерному контролю (май); симпозиум высокого уровня, посвященный вкладу МАГАТЭ в дело мира, международной безопасности и развития (октябрь); посвященное юбилею выступление Генерального директора МАГАТЭ Ханса Бликса, организуемое Лигой содействия ООН и Австрийским обществом внешней политики и международных отношений (июнь); посещения Лаборатории МАГАТЭ в Зайберсдорфе; телевизионная программа о деятельности МАГАТЭ; церемония в АНА Гранд-отеле в центре Вены, во время которой намечено открытие мемориальной доски в память о том, что с 1957 по 1979 г. в отеле размещалась штаб-квартира Агентства; участие Президента Австрии в открытии сессии Генеральной конференции МАГАТЭ в сентябре 1997 г.

**Планируемые мероприятия в других государствах-членах.** В Пакистане среди намеченных мероприятий — выпуск брошюры, посвященной участию страны в деятельности МАГАТЭ; организация в марте национального семинара по вопросам ядерной медицины и радиотерапии; мероприятия в связи с 25-летием Пакистанского института применения ядерных методов в сельском хозяйстве и проведением запланированного международного симпозиума. На Кубе планируется организация первого международного симпозиума по применению ядерных и связанных с ними методов в сельском хозяйстве, промышленности, здравоохранении и

экологии, а также третьего семинара по ядерной физике. (См. стр. 52.) В Республике Корея в апреле в рамках Конференции Корейского ядерного общества и атомного форума проводится стендовая выставка; Марокко среди прочих мероприятий рассматривает возможность выпуска памятной марки. В Словакии предполагается издание брошюры и исторического обзора об участии страны в деятельности МАГАТЭ. В Индии на сентябрь намечается проведение международного симпозиума о роли ядерной энергии и устойчивом развитии. В Румынии Национальное агентство по атомной энергии планирует организацию двух симпозиумов, специальные теле- и радиопрограммы, рассказывающие о деятельности Агентства, а также церемонию на АЭС в Чернаводе, посвященную вступлению в силу Устава МАГАТЭ. Проведение всех этих мероприятий еще должно быть дополнительно подтверждено, и необязательно во всех из них МАГАТЭ примет непосредственное участие.

**Мероприятия во время Генеральной конференции.** В связи с Генеральной конференцией МАГАТЭ, проведение которой планируется с 29 сентября по 3 октября 1997 г. в Вене, предлагается также осуществить широкую научную программу, посвященную основным направлениям деятельности МАГАТЭ в будущем. Предполагается рассмотреть проблемы: энергия и окружающая среда; будущее ядерной науки и новые применения ядерных методов для устойчивого развития; роль ядерного контроля в постепенной ликвидации ядерного оружия в мировом масштабе. Кроме участия Президента Австрии в церемонии открытия Конференции ожидается присутствие на ней министерских и правительственных делегаций высокого уровня из 124 государств — членов МАГАТЭ.

### **Заседание участников Конвенции о ядерной безопасности**

Согласно графику, участники Конвенции о ядерной безопасности должны были провести свое первое подготовительное совещание по вопросам, связанным с осуществлением Конвенции, 21—25 апреля в МАГАТЭ. Вступившая в силу 24 октября 1996 г. Конвенция насчитывает 35 договаривающихся сторон и подписана 65 государствами. На апрельском совещании будут, среди прочего, обсуждаться руководящие принципы в отношении формы и содержания докладов, которые государства должны представлять на периодические совещания, и порядок их рассмотрения. В этих докладах государства описывают меры, которые были ими приняты в целях осуществления своих обязательств по Конвенции. Первое такое совещание по рас-

смотрению должно состояться не позднее чем через 30 месяцев после вступления Конвенции в силу.

Конвенция о ядерной безопасности обязывает участников обеспечивать безопасность наземных гражданских АЭС. Сюда входят законодательная и регулирующие основы; общие соображения, касающиеся безопасности, такие как обеспечение качества, оценка и проверка безопасности; человеческий фактор; радиационная защита; аварийная готовность; и конкретные обязательства по безопасности ядерных установок, выбора площадок, проекта и сооружения, а также эксплуатации.

**Безопасность обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами.** Группа экспертов открытого состава по юридиче-

ским и техническим вопросам, которая готовит проект конвенции по безопасности обращения с радиоактивными отходами, провела свои шестое и седьмое заседания в начале января и в марте 1997 г. в МАГАТЭ. В работе Группы по наиболее важным направлениям достигнут прогресс и получены положительные результаты. Эксперты составили проект Совместной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами, в котором устанавливается, что как при обращении с отработавшим топли-

вом, так и при обращении с радиоактивными отходами должны действовать одинаковые требования к безопасности. Текст проекта был передан Генеральному директору МАГАТЭ с просьбой как можно скорее представить его Совету управляющих на рассмотрение и утверждение. Группа рекомендовала созвать позднее в текущем году Дипломатическую конференцию с целью принятия Совместной конвенции. Под председательством профессора Алека Баера (Швейцария) Группа, созданная в 1995 г., выполнила свою основную задачу.

**Важные** шаги предпринимаются 34 африканскими странами, объединившимися в борьбе за уничтожение на континенте смертельного вирусного заболевания — чумы рогатого скота, — наносящего серьезный урон экономике животноводства и сельского хозяйства. В начале нынешнего года Департамент технического сотрудничества МАГАТЭ и Объединенный отдел Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО)/МАГАТЭ организовали в Вене техническое совещание, на котором представители основных стран — участниц Панафриканской кампании по борьбе с чумой рогатого скота (PARC) изложили свои дальнейшие планы по искоренению этой болезни в Африке, чего, по их общему мнению, можно добиться в течение ближайших трех—пяти лет. На совещании присутствовали также представители организаций, финансирующих кампанию, включая Европейский союз и Агентство США по международному развитию (USAID).

В PARC участвуют 34 страны, и в настоящее время во всех, кроме двух, чума рогатого скота находится под контролем. Это стало возможным в результате вакцинации рогатого скота, в проведении которой определяющую роль сыграла техническая помощь со стороны МАГАТЭ. Агентство обеспечивало работу сети лабораторий, используя для контроля за процессом вакцинации метод иммуноферментного твердофазного анализа (ELISA). Теперь, когда процесс массовой вакцинации близок к завершению и усилия сосредоточены на ликвидации оставшихся очагов инфекции, основной задачей лабораторной сети МАГАТЭ станет осуществление контроля с применением наиболее передовых молекулярных технологий. Это позволит быстро определять наличие заболевания или подтвердить его исчезновение.

Болезнь рогатого скота, известная как "коровья чума", может поразить все поголовье стада и привести к потере его большей части. В начале

века первая вспышка чумы в районах Африки к югу от Сахары унесла 90% всех коров, быков и буйволов. Хотя в настоящее время существует реальная перспектива скорой ликвидации заболевания, контроль за ним необходим, исходя из глобальной перспективы и учитывая трансграничный характер его распространения. Во многих засушливых районах Африки рогатый скот составляет основу существования сельского населения, которое перегоняет его на большие расстояния через границы в поисках пастбищ. Часто стада животных являются переносчиками болезней, в результате чего проблема контроля приобретает региональный характер. Это и явилось причиной того, что МАГАТЭ создало сеть лабораторий, которые, применяя ядерные и связанные с ними методы диагностики, оказывают помощь африканским ветеринарным службам в определении зараженного поголовья и в предотвращении распространения эпидемии.

Участники совещания в Вене определили круг проблем, связанных с организацией наблюдения за остаточными случаями чумы, и предложили возможные решения, в частности усиление ветеринарного надзора и укрепление существующей сети путем оказания помощи региональным контрольным лабораториям, которые помогут национальным лабораториям в диагностике чумы рогатого скота. На совещании было отмечено, что искоренение чумы рогатого скота в странах Африки не только поможет исключить случившиеся ранее катастрофические потери поголовья и вызванный этим голод, но и позволит увеличить объем торговли скотом и продуктами животноводства. Мировая торговля скотом регулируется Международным бюро по борьбе с эпизоотиями (МБЭ), которое устанавливает свод правил и требует конкретных деклараций по различным видам заболеваний (этот процесс называется "Путь МБЭ"). В отношении чумы крупного рогатого скота конечной целью любой стра-

### **Контроль охраны здоровья и борьба с болезнями животных в Африке**

ны является "Декларация об отсутствии инфекции". Большинство африканских стран успешно продвигаются к достижению этой цели и уже



представили "Предварительные декларации об отсутствии заболевания". Участники заседания обсудили требования, выполнение которых необходимо для обеспечения "Пути МБЭ", и меры, способствующие укреплению существующих систем контроля чумы рогатого скота. Частью последующих мероприятий станет организация с помощью МАГАТЭ семинаров в Западной и Восточной Африке.

**Международный симпозиум.** В апреле 1997 г. ФАО и МАГАТЭ совместно организовали Международный симпозиум по диагностике и борьбе с болезнями домашнего скота с использованием ядерных и связанных с ними методов: к контролю над болезнями в XXI веке. На симпозиуме обсуждались способы расширения возможностей стран в применении ядерных и связанных с ними методов для проведения специализированных исследований, касающихся питания, воспроизводства и заболеваний домашнего скота.

### Применение изотопов в изучении морской среды

Эксперты, изучающие поведение радиоактивных и стабильных изотопов в морской среде, недавно определили основные области, вызывающие озабоченность в связи с защитой Мирового океана и водных систем, особенно прибрежных и шельфовых зон. Эксперты встретились в Афинах на Международном семинаре по вопросам использования изотопных методов в изучении морской среды, который был организован Комиссией по атомной энергии Греции в Национальном центре научных исследований "Демокритос". На семинаре были рассмотрены вопросы применения изотопных методов для экологических исследований морской и водных систем и сделаны доклады о международных программах, организованных МАГАТЭ, Межправительственной океанографической комиссией (МОК) Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) и Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) ООН. Семинар способствовал укреплению сотрудничества на региональном и мировом уровнях.

В результате проведения совместных программ МАГАТЭ накоплен значительный опыт в использовании изотопов для оценки континентальных и морских водоемов. Целью исследований являются изучение фундаментальных океанографических процессов и явлений; защита и регулирование морской среды, включая рацио-

нальное использование ее ресурсов; воссоздание картины прошлого и прогноз будущего водных систем. В работе применяются изотопные индикаторы, включая природные радионуклиды, радионуклиды антропогенного происхождения и стабильные изотопы. В ходе семинара были определены основные экологические проблемы и текущие вопросы защиты прибрежных и шельфовых зон от береговых источников загрязнения, предотвращения эвтрофикации и других видов антропогенного воздействия на водные экосистемы.

Состоялось подробное обсуждение региональных экологических проблем, связанных с морями, в их числе Средиземное, Каспийское, Черное, Балтийское моря, моря Южной Азии и прибрежные зоны Латинской Америки и Африки. На заключительной сессии были представлены результаты обсуждения возможности сотрудничества на региональном уровне, и принятые по итогам предложения будут тщательно разрабатываться в рамках деятельности МАГАТЭ в области Мирового океана в сотрудничестве с МОК ЮНЕСКО, ФАО и Программой ООН по окружающей среде.

Более подробная информация может быть получена в Лаборатории морской среды МАГАТЭ, В.Р. 800, МС 98012 Мопасо; факс 00377-9205-7744, и в Отделе физических и химических наук в штаб-квартире МАГАТЭ.



Более 60 участников и наблюдателей из 41 страны в начале текущего года присутствовали на межрегиональных учебных курсах, организованных МАГАТЭ и США в Аргоннской национальной лаборатории по техническим и административным вопросам подготовки перевозок отработавшего топлива из научно-исследовательских реакторов обратно в страну—поставщик этого топлива. Большая часть научно-исследовательских реакторов на планете были построены 25—30 лет назад, когда предполагалось, что отработавшее топливо будет в конечном счете отправляться обратно его иностранным поставщикам. Однако страны, которые приобрели научно-исследовательские реакторы на международном рынке, сталкиваются с определенными трудностями при возврате отработавшего топлива и зачастую вынуждены накапливать его в местах, не предназначенных для долговременного хранения.

За последние годы ситуация несколько изменилась. В некоторых странах были разработаны методы увеличения вместимости существующих хранилищ и строительства новых, отвечающих современным нормам. Однако соответствующая информация не всегда легко доступна за пределами страны—поставщика топлива. По результатам обследования МАГАТЭ выяснилось, что около 75% находящихся в хранилищах 180 научно-исследовательских реакторов отработавших топливных сборок было поставлено промышленными странами, в большинстве случаев США и Россией. В 1996 г. США приняли решение о возобновлении на несколько лет своей политики приема обратно отработавшего топлива, поставленного из США, но в Российской Федерации в настоящее время нет аналогичной программы приема отработавшего топлива, поставленного из России.

По просьбе США МАГАТЭ организовало учебные курсы с целью оказать помощь странам, в которых эксплуатируются научно-исследовательские реакторы, в безопасной подготовке отработавшего топлива для перевозки его обратно в страну-поставщик. В рамках курсов было прочитано 26 лекций и сделаны сообщения об опыте более чем 35 стран, включая США, Германию, Японию, Российскую Федерацию, Латвию, Португалию, Грецию, Республику Корея, Бангладеш, Мексику, Румынию, Чили, Вьетнам, Венгрию, Грузию, Францию, Индонезию, Израиль, Филиппины, Китай, Перу, Украину, Швецию, Австралию, Колумбию, Узбекистан, Казахстан, Уругвай, Чешскую Республику, Таиланд, Заир, Аргентину, Болгарию, Беларусь, Турцию и Малайзию. Был также сделан мировой обзор состояния проблемы обращения с отработавшим топливом на научно-исследовательских реакторах с точки зрения МАГАТЭ, которое подготовило руководство

в помощь странам, отправляющим отработавшее топливо обратно иностранным поставщикам. В ходе курсов эксплуатанты научно-исследовательских реакторов, хранящие отработавшее российское топливо, настоятельно призвали Российскую Федерацию разработать программу приема обратно топлива, поставленного из России в иностранные государства для научно-исследовательских реакторов.

**Коррективные меры в Винце.** В целях оказания помощи в предотвращении возникновения потенциально серьезных проблем с отработавшим топливом, хранящимся на научно-исследовательском реакторе в Винце, расположенном неподалеку от Белграда, МАГАТЭ в развитие коррективных мер, начатых в прошлом году, в феврале направило на площадку группу экспертов. Отработавшее топливо на спроектированном и построенном бывшим СССР научно-исследовательском реакторе, эксплуатация которого была начата в 1959 г. и который был остановлен в 1984 г., хранится в бассейне в условиях, не обеспечивающих его безопасность. Группа по установлению фактов в предварительном порядке была командирована МАГАТЭ на площадку для оценки ситуации в ноябре 1995 г. В октябре 1996 г. для более тщательного анализа с целью принятия последующих мер площадку посетила специальная группа экспертов из США, Российской Федерации, Франции и МАГАТЭ.

В результате обследования были выявлены две основные проблемы: первая связана с тем, что значительная часть отработавшего топлива, изолированная в цилиндрических контейнерах, может попасть под избыточное давление, создаваемое выделением коррозионных газов; вторая касается остального топлива, заключенного в трубы из нержавеющей стали, через которые уже происходит утечка. Первая требует немедленно решения, вторая должна быть решена по возможности быстро. Работам в бассейне в настоящее время мешают мутная вода и наличие большого количества шлама и взвешенных продуктов коррозии. В задачу группы, посланной в феврале, входило оказание помощи эксплуатантам в Винце в разработке плана вентилирования цилиндрических контейнеров хранилища и очистки воды в бассейне. Агентство, однако, не может взять на себя расходы по кондиционированию, стабилизации и упаковке топлива, для этого потребуются средства из внебюджетных источников. На данный момент свою помощь, среди других стран, предложила Италия.

Более подробную информацию можно получить в Отделе ядерной энергетики ядерного топливного цикла МАГАТЭ. Информацию об учебных курсах и руководствах МАГАТЭ можно найти на страницах АНЛ в сети ИНТЕРНЕТ по адресу: <http://www.td.anl.gov/FRRSNF.html>

**Безопасное обращение с отработавшим топливом научно-исследовательских реакторов**

**Памяти посла  
Нельсона Ф.  
Сиверинга-мл.**

**МАГАТЭ** и международное сообщество отдадут дань памяти выдающейся деятельности и блестящей карьере посла США Нельсона Ф. Сиверинга-мл., скончавшегося 6 марта 1997 г. Посол Сиверинг, который был представителем США в **МАГАТЭ** и входил в состав состоящего из 35 членов руководящего органа **МАГАТЭ** — Совета управляющих, занимал пост заместителя Генерального директора **МАГАТЭ** с октября 1980 по декабрь 1987 г. Он ушел из жизни, оставив жену Дороти и двоих сыновей.

Посол Сиверинг родился в 1924 г., в 1945 г. закончил Йельский университет, получив степень бакалавра в области химических технологий. Степень магистра в области химических технологий он получил в Колумбийском университете в 1948 г. и поступил в Высшую коммерческую школу Университета Нью-Йорка. Завершив образование, с 1948 г. работал в Комиссии по атомной энергии США, а в 70-х гг. был назначен заместителем помощника министра энергетики по международным вопросам. После работы в качестве заместителя Генерального директора **МАГАТЭ** и до назначения его Президентом Клинтон в 1993 г. представителем США в **МАГАТЭ** посол Сиверинг являлся ведущим сотрудником и директором Программы нераспространения ядерного оружия Атлантического совета США.

В марте и сотрудники, и члены Совета **МАГАТЭ** подчеркнули преданность посла Сиверинга своему делу, многие отметили его достоинства в книге соболезнований, открытой представительством США. Посол США Джон Б. Ритч III, постоянный представитель США в **МАГАТЭ** и



международных организациях в Вене, в своем обращении с любовью вспоминал о после Сиверинге: *“Являясь главным административным лицом **МАГАТЭ**, а затем членом Совета управляющих от США, Нельсон Сиверинг был одним из активных создателей этого величайшего в мире многостороннего учреждения. Нельсон был человеком, который заслуживал звания посла. Преодолевая бюрократические препоны или ведя дипломатические поединки, Нельсон всегда выступал как мудрый государственный деятель, не лицемера и проявляя по отношению ко всем искреннее и неизменное благородство. Нельсон Сиверинг был отличным представителем США. Он мужественно и терпеливо переносил свои жизненные трагедии, чем вызывал восхищение всех окружающих. Может быть, именно собственная боль была причиной столь отличавшего его доброго отношения к людям. И в Вене, и в Вашингтоне будет не хватать Нельсона Сиверинга, и он навсегда останется в памяти как человек исключительной личной скромности и блестящих деловых качеств”.*

**Памяти  
Витомира  
Марковича**

**М**ировое научное сообщество с чувством глубокой скорби узнало о кончине 13 марта 1997 г. в Будапеште д-ра Витомира Марковича. Г-н Маркович, с 1984 г. один из ведущих сотрудников Департамента научных исследований и изотопов **МАГАТЭ**, был известным химиком-исследователем и руководителем проектов, чья деятельность оставила заметный след во многих странах мира.

Постоянный сотрудник “Бюллетеня **МАГАТЭ**” и других изданий и научных журналов, д-р Маркович был крупным специалистом в области радиационной химии и промышленного применения радиационных технологий, автор и соавтор более 50 работ и статей. Он родился в Югославии в 1936 г. В 1960 г. окончил Белградский университет, в котором и получил в 1968 г. сте-

пень доктора в области радиационной химии и радиационной дозиметрии. Он работал приглашенным ученым в Дании, в Комиссии по атомной энергии Дании, после чего занял пост директора химической лаборатории в Институте ядерных наук им. Бориса Кидрича у себя на родине. Перед переходом в 1984 г. в **МАГАТЭ** руководил рядом проектов по применению излучения в рамках Программы развития ООН, был Председателем международных совещаний по радиационной обработке, работал приглашенным профессором Мэрилендского университета в США.

Д-р Маркович навсегда останется в памяти своих товарищей, коллег и международного сообщества, преданным, самоотверженным и высокопрофессиональным членом которого он был.

**В** мае в МАГАТЭ состоится встреча специалистов в области радиационной защиты, на которой будут обсуждаться проблемы, касающиеся регулирования источников радиоактивного излучения, и связанные с ними вопросы обращения с радиоактивными отходами. В частности, на обсуждение будут вынесены вопросы исключения, освобождения и снятия источников радиоактивного излучения, которые по той или иной причине не могут или не должны подпадать под регулирующий контроль.

Некоторые виды источников излучения, такие как природный радиоактивный калий-40, содержащийся в человеческом организме, в силу своей природы не подлежат регулируемому контролю. Прочие источники, как, например, используемые в исследовательских целях изотопные индикаторы, содержащие весьма небольшое количество радиоактивных материалов, могут быть освобождены из-под контроля, так как вред, который они наносят здоровью и безопасности, ничтожно мал. Некоторые другие виды материалов требуют снятия регулирующего контроля над ними в силу того, что они не представляют более радиологической опасности. Примерами таких источников могут служить материалы для рециркуляции и содержащие низкие уровни радиоактивности отходы ядерных топливных циклов или иных регулируемых объектов, каковыми являются больницы или исследовательские лаборатории.

Одной из задач майской встречи МАГАТЭ являются разработка стратегий для решения проблем с помощью совместных действий на международном уровне и предоставление консультаций в работе Агентства по подготовке проекта руководства по нормам безопасности. Сотрудничая с другими организациями, МАГАТЭ выпустило "Основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения" (ОНБ), а также пересмотренное издание носящих консультативный характер "Правил перевозки радиоактивных материалов", в которых изложены международные руководящие принципы в отношении концепций исключения, освобождения и снятия источников радиоактивного излучения,

которые обсуждались в контексте конвенции о безопасности обращения с радиоактивными отходами, подготавливаемой в настоящее время. ОНБ отражают достигнутый в 1988 г. международный консенсус по основным принципам освобождения и снятия с регулирующего контроля, который был конкретизирован в опубликованной МАГАТЭ Серии по безопасности.

Необходимо еще провести большой объем работ, для того чтобы дать более четкие определения и расширить область применения концептуальных положений для решения практических задач радиационной защиты и обращения с отходами. Принимаемые на национальном уровне меры по регулированию источников малоинтенсивного излучения не всегда логически связаны или последовательны в отношении исключения, освобождения и снятия этих источников из-под контроля. Хотя такое положение никак не влияет на здоровье и безопасность населения, оно создает неразбериху и вызывает необоснованные опасения по поводу попадания под воздействие "нерегулируемых" радиоактивных материалов, в особенности если такие материалы пересекают национальные границы.

Один из поднятых в настоящее время вопросов касается природных радиоактивных материалов, которые могут включать медную руду или некоторые виды угля. Была выражена обеспокоенность последствиями применения международных положений в отношении освобождения предприятий, на которых в технологическом процессе используются вещества, содержащие природные радионуклиды, и поставлен вопрос о возможности возникновения необходимости в регулировании там, где такое регулирование ранее не требовалось. Аналогичная обеспокоенность прозвучала и в отношении отходов разработки месторождений, содержащих природные радионуклиды, что, в особенности, может стать проблемой для развивающихся стран. Еще одной проблемой является обращение с отходами, когда количество долгоживущих радиоактивных отходов с малоинтенсивным излучением может стать слишком большим для хранения в глубоких хранилищах.

**С** 23 по 27 июня в Нью-Йорке состоится проводимая ООН Специальная сессия Генеральной Ассамблеи по рассмотрению и оценке осуществления Повестки дня на XXI век. Принятая в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по охране окружающей среды и развитию — или Всемирном экологическом саммите — Повестка дня на XXI век определяет стратегию защиты окружающей среды и создает основу устойчивого образа жизни.

Названная "Всемирный экологический саммит + 5", Специальная сессия рассмотрит глобальные проблемы энергетики. Для участия в этой сессии МАГАТЭ готовит ряд обновленных изданий по вариантам устойчивого развития

энергетики, в которых будут отражены результаты выполнения программы МАГАТЭ по сравнительной оценке вариантов производства электроэнергии и рассмотрено значение применения ядерных методов в медицине, сельском хозяйстве, гидрологии, изучении климатических изменений и в прочих областях, способствующих устойчивому развитию.

В своих материалах МАГАТЭ подчеркнет важную и зачастую недооцениваемую роль ядерной энергии в секторе производства электроэнергии; на ее долю приходится 17% всего мирового объема производства электричества при отсутствии выделения двуоксида углерода.

## Регулирование источников излучения

## Всемирный саммит + 5

## Куба: место проведения международных симпозиумов

Куба объявила о проведении совместно с МАГАТЭ двух международных встреч в октябре нынешнего года. Одна из них будет посвящена вопросам практического применения ядерных методов в сельском хозяйстве, промышленности, здравоохранении, экологии и науке; вторая — ядерной физике. Организуемые комитетом представителей МАГАТЭ, Кубы и других стран Латинской Америки, эти семинары станут частью мероприятий, проводимых Кубой в честь 40-летнего юбилея МАГАТЭ.

**Международный симпозиум по применению ядерных и связанных с ними методов в сельском хозяйстве, промышленности, здравоохранении и экологии.** Организованный как ряд семинаров, этот симпозиум охватит широкий спектр ядерных методов, применяемых в Латинамериканском регионе. Сюда войдут методы, используемые для контроля вредителей; повышения урожайности культур; растениеводства; водных ресурсов; неразрушающих испытаний в промышленности; методы радиационной обработки; ядерной медицины, радиотерапии и радиофармацевтики; и аналитические ядерные методы в экологических исследованиях.

**Семинар по ядерной физике.** Тематами семинара станут физика быстрых нейтронов и активационный анализ; программное обеспечение ядерных методов; разработка и проектирование ядерного измерительного оборудования для спектроскопии и экспериментальной физики; современные полупроводниковые детекторы и связанные с ними исследования и разработки в области электроники.

**Прием докладов.** Организационный комитет производит прием научных сообщений для семинаров, которые пройдут на испанском, английском и португальском языках. Срок представления рефератов — 30 апреля. Более подробную информацию можно получить у д-ра Луиса Ф. Десдин Гарсия в CEADEN, Гавана, факс: +537-221518, электронная почта: root@ceaden.cigb.edu.cu; или у директора Лаборатории МАГАТЭ в Зайберсдорфе, Австрия, члена организационного комитета симпозиума г-на Пьера Данези.

## Мексика: годовщина Договора Тлателолко

Генеральный директор МАГАТЭ Ханс Бликс, выступая 14 февраля 1997 г. на торжественной церемонии, посвященной 30-летию подписания в Мексике Договора Тлателолко (правительство этой страны является депозитарием Договора),

назвал заключенный в Тлателолко Договор “пионером” нераспространения ядерного оружия. “Договор Тлателолко не только помог не допустить ядерное оружие в Латинскую Америку, — сказал д-р Бликс. — Он также стимулировал принятие концепции нераспространения во всем мире. Действительно, с окончанием холодной войны две близкие задачи — универсализация нераспространения и крупномасштабное или полное ядерное разоружение — не являются более просто абстрактными пожеланиями, это — практические цели, за достижение которых выступает все больше опытных политиков, дипломатов и военных руководителей. Нераспространение не конец пути к более разумному миру, но его начало”.

Договор Тлателолко, открытый для подписания в 1967 г. и определивший Латинскую Америку и Карибский бассейн как зону, свободную от ядерного оружия, явился предшественником всемирного Договора о нераспространении ядерного оружия, который был открыт для подписания на год позже — в 1968 г. По условиям этих договоров стороны должны заключать с МАГАТЭ всеобъемлющие соглашения о гарантиях; они содержат также положения о мирном использовании ядерной энергии.

Региональный подход к проблеме нераспространения, начало которому было положено в Тлателолко, получил развитие в других частях земного шара. Это — Пелиндабский договор в Африке, открытый для подписания в прошлом году в Каире, Договор Раротонга в южной части Тихоокеанского региона и Бангкокский договор в Юго-Восточной Азии. Зональный принцип, отменяя конкретным потребностям государств региона, может стать необходимым и в других регионах, включая Ближний Восток и Индийский полуостров, заявил д-р Бликс.

Более подробную информацию о Договоре Тлателолко можно получить в Организации по запрещению ядерного оружия в Латинской Америке и Карибском бассейне (ОПАНАЛ), Temístocles 78, Col. Polanco, Mexico City, Mexico 11560. Факс: +525-280-2965.

## Мальта и Буркина-Фасо: вступление в МАГАТЭ

Мальта и Буркина-Фасо обратились с просьбой о приеме в члены МАГАТЭ. На заседаниях Совета управляющих МАГАТЭ в марте заявления этих государств получили положительное решение и теперь направляются на утверждение Генеральной конференцией Агентства, которая состоится в сентябре.

## Республика Корея: Опреснение морской воды

Ожидается, что симпозиум по опреснению морской воды с помощью ядерной энергии, который пройдет с 26 по 30 мая в Тэчжоне, соберет более 150 участников из Азии, Африки, Латинской Америки и других регионов мира. Встреча будет посвящена вопросам применения ядерной энергии для производства питьевой воды на опреснительных установках.

За последние годы МАГАТЭ в сотрудничестве с другими организациями выполнило в этой области ряд технико-экономических анализов в связи с интересом к этой теме государств-членов и их стремлением более полно оценить технико-экономический потенциал ядерных реакторов как источников энергии для опреснения морской воды. Кроме того, в настоящее время осуществляется несколько двусторонних и национальных проектов по опреснению морской воды с помощью ядерной энергии.

Причины возобновления интереса к ядерному опреснению, изучение которого началось еще в конце 50-х гг., тесно связаны с проблемой мировых водных ресурсов. Хотя запасы воды и превышают объем ее потребления, неравномерность распределения водных ресурсов приводит к тому, что около трех четвертей населения земного шара не имеют достаточного количества безопасной питьевой воды, а многие страны сталкиваются с острой нехваткой воды. Для разрешения этой проблемы в течение последних десятилетий в ряде стран было дополнительно установлено оборудование для опреснения морской воды, и сейчас многие страны заинтересованы в применении этого метода опреснения. Симпозиум послужит глобальным форумом для обмена опытом между странами как по технике проектирования и разработки ядерных опреснительных систем, так и по перспективам их практического применения. Участники симпозиума смогут также получить последнюю информацию о мировых потребностях в воде, о национальных программах и мероприятиях по опреснению и о глобальных совместных программах, проводимых МАГАТЭ и другими организациями.

## Мьянма: Серебряный юбилей РСС

В Мьянме в марте внимание было привлечено к вопросам ядерного сотрудничества в целях мирного применения ядерных и радиационных методов. Правительство устроило выставку "Серебряный юбилей РСС" в честь 25-й годовщины Регионального соглашения о сотрудничестве (РСС) при проведении исследований, разработок и при подготовке кадров в связанных с ядерной наукой и техникой областях, которое поддерживается МАГАТЭ и Программой развития ООН.

Региональное соглашение оказало содействие в передаче технологий, применяемых в промышленности, сельском хозяйстве и иных областях. Выставка была приурочена к 19-му заседанию Рабочей группы стран — участниц РСС Азиатско-Тихоокеанского региона. В работе заседания и юбилейной выставки участвовали делегации из 15 стран РСС, старшие правительственные должностные лица Мьянмы и представители МАГАТЭ.

## Израиль: Радиация и здоровье

Представители более 25 стран приняли участие в Международной конференции по вопросам радиации и здравоохранения, которую устроили в конце 1996 г. Университет им. Бен-Гуриона и Медицинский центр им. Сороки в Негеве во взаимодействии с МАГАТЭ и ВОЗ. Конференция была посвящена проблемам влияния радиоактивного облучения на население, первоначальным биологическим воздействиям излучения и методам их обнаружения, оценке отдаленных последствий и как они сказываются на населении, анализу риска и научной базе здравоохранения.

Конференция собрала ученых различных специальностей, которые обсуждали достижения в области восстановления ДНК, клеточной радиобиологии, эндокринологии, онкологии, генетики, ядерной медицины, эпидемиологии, психосоциологии и физики. Особое внимание было уделено вопросам радиоактивного облучения в результате чернобыльской и других ядерных аварий. Рефераты докладов будут опубликованы в *Public Health Reviews*. Их можно получить в секретариате конференции или у сопредседателей, профессора Майкла Куастела и профессора Джона Р. Голдсмита, через Институт ядерной медицины, Soroka Medical Center, POB 151, Beer Sheva, Israel 84101.

## Канада: Ядерная конференция 1998 г.

В мае 1997 г. принимаются доклады для участия в 11-й Ядерной конференции Тихоокеанского бассейна, которая организуется Ядерным обществом Канады и Ядерной ассоциацией Канады при участии других организаций и пройдет в следующем году. Конференция, проведение которой запланировано на 3—7 мая 1998 г. в Банффе, провинция Альберта, будет посвящена теме международного сотрудничества в Тихоокеанском кольце в XXI веке. Более подробную информацию можно получить в Ядерной ассоциации Канады, 144 Front Street West, Suite 475, Toronto, ON M5J 2L7 Canada, или на WEB-узле конференции по адресу в сети ИНТЕРНЕТ <http://www.pbnc98.com>.

**ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ.** Генеральный директор МАГАТЭ Ханс Бликс, находясь недавно в Маниле, привлек внимание слушателей к фактам, характеризующим использование ядерной энергии для производства электричества в мире, и экологическим и экономическим преимуществам этого способа. Выступая на Втором филиппинском ядерном конгрессе, состоявшемся в декабре 1996 г., д-р Бликс заявил, что расширение в мировом масштабе применения ядерной энергии сможет "существенным образом снизить остроту стоящей в настоящее время дилеммы: рост потребности в энергии и усиление необходимости снижения уровня выбросов двуокиси углерода". В Маниле он сделал также отдельный доклад по вопросам применения ядерных методов в медицине и иных областях. Полные тексты выступлений можно получить через службу ИНТЕРНЕТ МАГАТЭ *WorldAtom* по адресу: <http://www.iaea.org/worldatom>.

**НАЗНАЧЕНИЯ.** МАГАТЭ объявило о назначении г-на Ларри Джонсона (США) новым директором Юридического отдела. Занимавший ранее пост ведущего юриста в Службе юрисконсульта ООН в Нью-Йорке, г-н Джонсон стал преемником г-на Виллема Стурмса (Нидерланды). Кроме того, г-жа Одетта Янкович сменила г-на Карла Келтша на посту руководителя Секции по вопросам отношений с правительствами и межучрежденческим вопросам Отдела внешних сношений МАГАТЭ. До этого назначения г-жа Янкович была ведущим сотрудником Юридического отдела. Руководителем Лаборатории МАГАТЭ по изучению морской среды в Монако стал г-н Фернандо Карвальо.

**СЕМИНАР ПО ГАРАНТИЯМ.** В мае МАГАТЭ планирует провести трехдневный технический семинар по гарантиям. Семинар проводится во исполнение решения Генеральной конференции 1996 г., согласно которому Агентство должно организовать технический семинар по вопросам гарантий, методам контроля и по обмену опытом в этой области для приглашенных экспертов из Ближнего Востока и других регионов. Ожидается, что в работе семинара примут участие около 70 специалистов.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПО ИНЦИДЕНТАМ.** МАГАТЭ и Агентство по ядерной энергии ОЭСР выпустили для информации общественности брошюру об Информационной системе по инцидентам (IRS), которую эти организации совместно используют в области безопасности атомных электростанций. Эта информационно-справочная система представляет собой базу данных, накапливаемых в ходе прак-

тической эксплуатации АЭС, которые могут иметь большое значение для предотвращения инцидентов и обеспечения безопасности. Брошюру можно получить, направив заявку в Отдел общественной информации МАГАТЭ или через службу ИНТЕРНЕТ МАГАТЭ *WorldAtom*.

**ОЦЕНКА РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ.** Национальный совет по радиологической защите (НСПЗ) Великобритании объявил о создании нового пакета программ для оценки воздействия облучения при непрерывном радиоактивном излучении в окружающей среде. Пакет программ, названный "PC Cream", представляет собой комплекс моделей и данных, с помощью которых производится оценка прохождения радионуклидов в окружающей среде, включая экосистемы атмосферы, сельского хозяйства и Мирового океана. Более подробную информацию можно получить в НСПЗ по адресу: NRPB, Chilton, Didcot, Oxfordshire, OX11 0RQ, UK. Факс: 01235-833891. E-mail: [andy.mayall@nrpb.org.uk](mailto:andy.mayall@nrpb.org.uk).

**ДИВИДЕНДЫ МИРА.** Темой одной из статей мартовского 1997 г. выпуска журнала *Finance & Development* стало подробное рассмотрение "дивидендов мира" от сокращения военных расходов и того, как их использовать. Данные о военных расходах стран за последние годы указывают на то, что начиная с 1985 г. получены значительные дивиденды мира. В статье, написанной Бенедиктом Клементсом, Санджеевом Гуптой и Джералдом Скиффом, анализируются произведенные странами сокращения и использование полученных в результате денежных ресурсов. *Finance and Development* — ежеквартальный журнал Международного валютного фонда и Всемирного банка. Более подробную информацию можно получить у редактора по адресу: 700 19th Street NW, Washington, DC 20431 USA, или обратившись на WEB-узел журнала в сети ИНТЕРНЕТ по адресу: <http://worldbank.org/fandd>.

**БРИФИНГ В МАГАТЭ ДЛЯ НЕПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.** В начале апреля МАГАТЭ провело в Нью-Йорке брифинг для приглашенных представителей неправительственных организаций. На брифинге были освещены вопросы охраны и контроля в ядерной области и вклад ядерной энергии в устойчивое развитие в мировом масштабе. Брифинг прошел в ходе первого заседания Подготовительного комитета по пересмотру в 2000 г. Договора о нераспространении ядерного оружия, в соответствии с которым МАГАТЭ несет основную ответственность за контроль и передачу технологий.

**СНЯТИЕ С ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС.** Агентство по ядерной энергии (АЯЭ) Организации экономического сотрудничества и развития выпустило два новых доклада, посвященных международному опыту по основным вопросам снятия с эксплуатации атомных электростанций. В докладе "Программа сотрудничества по снятию с эксплуатации АЯЭ" представлены результаты программы с участием 12 стран, которой охвачено около 30 проектов снятия с эксплуатации, включая 20 реакторов и семь заводов по переработке ядерного топлива. В докладе "Рециклирование и повторное использование металлического лома" изложены результаты работы целевой группы по изучению методов повышения степени утилизации ценных материалов в ходе снятия с эксплуатации, а также уменьшения количества отходов в результате таких операций. Более подробную информацию можно получить в АЯЭ по адресу: NEA, Le Seine St. Germain, 12 boulevard des Iles, 92130 Issy-les-Moulineaux, France. Факс: +33-1-45241110.




**СЕМИНАР ПО ОБЩЕСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ В ХОРВАТИИ.** МАГАТЭ во взаимодействии с Министерством экономики Хорватии организовало 25—26 марта в Загребе семинар по общественной информации относи-

тельно ядерной и радиационной безопасности. Темами семинара стали: применение в различных областях ядерных и радиационных методов; безопасность атомных электростанций и обращение с отходами; опыт Хорватии в области ядерной медицины и в проведении научных исследований с применением ядерных методов. Семинар, в ходе которого состоялись посещения Института Рудера Босковича и Клинической больницы Ребро, организован Отделом общественной информации МАГАТЭ в рамках внебюджетной программы, финансируемой Японией.

**К УСТАНОВЛЕНИЮ МЕЖДУНАРОДНОГО КОНТРОЛЯ ЗА РАЗОРУЖЕНИЕМ.**

Официальные представители МАГАТЭ, Российской Федерации и США планируют провести в мае в штаб-квартире МАГАТЭ очередной раунд переговоров по вопросам, связанным с контролем выведенных из оборонного сектора ядерных материалов. На переговорах будут затронуты правовые, финансовые и технические аспекты деятельности по осуществлению контроля, которую может вести МАГАТЭ. Эти встречи проходят в соответствии с Трехсторонней инициативой, провозглашенной тремя сторонами в сентябре 1996 г. на Генеральной конференции МАГАТЭ.

**New!** SURVEY METER ✓  
DOSERATE METER ✓ **3 in 1** COMPACT  
ANALYSIS - NUCLIDE I.D. ✓ **1** RUGGED  
FIELD UNIT

-  **FIND IT**  
*Survey Mode, locates contamination.*
-  **MEASURE IT**  
*Dose Meter Mode, determines hazard level.*
-  **IDENTIFY IT**  
*Analysis Mode, identifies nuclides for risk assessment.*

*Exploranium offers a full range of airborne, carborne, portable and network gamma radiation monitors.*



**FEATURES INCLUDE:**

- 256 Channel Analyzer
- Visual & Audio Output
- On-Board Memory Storage
- RS-232 Data Retrieval Port
- Easy-To-Use
- Lightweight and Compact



ENVIRONMENTAL DIVISION  
**EXPLORANIUM**  
RADIATION DETECTION SYSTEMS

264 Watline Ave., Mississauga, ON CANADA L4Z 1P4  
Tel.: (+1) 905-712-3100 Fax: (+1) 905-712-3105  
Michelle Smith - Environmental Product Manager

**OPPORTUNITIES FOR SALES AGENTS  
FAX MICHELLE SMITH AT (+1) 905-712-3105**

**NEW GR-130 miniSPEC - HAND-HELD GAMMA RAY SPECTROMETER**

# Cost-effective Solutions –

CONSULTANCY &  
TECHNICAL SERVICES



SAFETY & REGULATORY  
MANAGEMENT



ADVANCED DESIGN  
TECHNIQUES



ADVANCED  
TECHNOLOGIES



PROJECT  
MANAGEMENT



CONSTRUCTION  
MANAGEMENT



PROCUREMENT



TESTING, COMMISSIONING  
& TRAINING



OPERATIONAL  
SUPPORT



DECOMMISSIONING



WASTE MANAGEMENT



Meccano is a registered trademark.



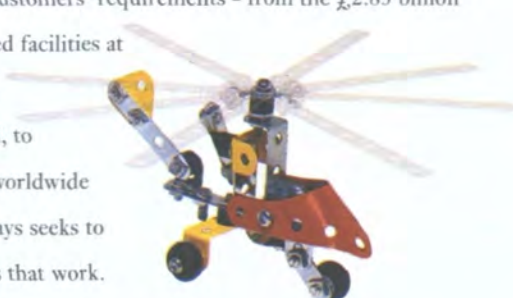
# ve Engineering *that work*



No one can pretend that nuclear engineering is simple. Far from it. But the next best thing is experience - lots of it - and no company can offer more experience or a more responsive service than BNFL Engineering Ltd.

As the engineering arm of BNFL we are able to call on over 40 years of experience that provides our customers with valuable operational feedback, data and expertise covering all aspects of the nuclear fuel cycle gained through sustained investment in technology, engineering and people.

Whatever the size of our customers' requirements - from the £2.85 billion THORP plant and its associated facilities at Sellafield, which we designed, constructed and commissioned, to many and varied assignments worldwide - BNFL Engineering Ltd always seeks to provide cost-effective solutions that work.



This is because we are committed to reducing customers' costs without compromising high safety standards - and with our experience, we are in the best possible position to achieve this key objective throughout the world.

If you would like more information on cost-effective engineering solutions tailored to meet specific requirements, contact: BNFL Engineering Ltd, The Victoria, Harbour City, Salford Quays, Manchester M5 2SP, England.

Tel: (UK) 0161 952 6000. Fax: (UK) 0161 952 6001.

Tel: (Int) 44 161 952 6000. Fax: (Int) 44 161 952 6001.



Engineering Solutions - *that work*

# ON LINE DATABASES

## OF THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY



**Database name**  
Power Reactor Information System (PRIS)

**Type of database**  
Factual

**Producer**  
International Atomic Energy Agency  
in co-operation with  
29 IAEA Member States

**IAEA contact**  
IAEA, Nuclear Power Engineering  
Section, P.O. Box 100  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone (43) (1) 2060  
Telex (1)-12645  
Facsimile +43 1 20607  
Electronic mail via  
BITNET/INTERNET to ID:  
NES@IAEA I.IAEA.OR.AT

**Scope**  
Worldwide information on power reactors  
in operation, under construction, planned  
or shutdown, and data  
on operating experience with nuclear  
power plants in IAEA  
Member States.

**Coverage**  
Reactor status, name, location, type,  
supplier, turbine generator supplier,  
plant owner and operator, thermal  
power, gross and net electrical  
power, date of construction start,  
date of first criticality, date of first  
synchronization to and, date of commer-  
cial operation, date of shutdown,  
and data on reactor core characteristics  
and plant systems; energy produced;  
planned and unplanned energy  
losses; energy availability and unavailabil-  
ity factors; operating  
factor, and load factor.



**Database name**  
International Information System for  
the Agricultural Sciences and  
Technology (AGRIS)

**Type of database**  
Bibliographic

**Producer**  
Food and Agriculture Organization of  
the United Nations (FAO) in  
co-operation with 172 national,  
regional, and international AGRIS  
centres.

**IAEA contact**  
AGRIS Processing Unit  
c/o IAEA, P.O. Box 100  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone (43) (1) 2060  
Telex (1)-12645  
Facsimile +43 1 20607  
Electronic mail via  
BITNET/INTERNET to ID:  
FAS@IAEA I.IAEA.OR.AT

**Number of records on line from  
January 1993 to date**  
more than 130 000

**Scope**  
Worldwide information on agricultural  
sciences and technology, including  
forestry, fisheries, and nutrition.

**Coverage**  
Agriculture in general; geography  
and history; education, extension,  
and information; administration and  
legislation; agricultural economics;  
development and rural sociology;  
plant and animal science and production;  
plant protection; post-harvest  
technology; fisheries and agriculture; agri-  
cultural machinery and engineering; natu-  
ral resources; processing of agricultural  
products; human nutrition; pollution;  
methodology.



**Database name**  
Nuclear Data Information System  
(NDIS)

**Type of database**  
Numerical and bibliographic

**Producer**  
International Atomic Energy Agency  
in co-operation with the United  
States National Nuclear Data Centre  
at the Brookhaven National  
Laboratory, the Nuclear Data Bank  
of the Nuclear Energy Agency,  
Organisation for Economic  
Co-operation and Development in  
Paris, France, and a network of 22  
other nuclear data centres worldwide

**IAEA contact**  
IAEA Nuclear Data Section,  
P.O. Box 100  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone (43) (1) 2060  
Telex (1)-12645  
Facsimile +43 1 20607  
Electronic mail via  
INTERNET to ID:  
ONLINE@IAEAND.IAEA.OR.AT

**Scope**  
Numerical nuclear physics data files  
describing the interaction of radiation  
with matter, and related bibliographic data.

**Data types**  
Evaluated neutron reaction data in  
ENDF format; experimental nuclear  
reaction data in EXFOR format, for  
reactions induced by neutrons,  
charged particles, or photons; nuclear  
half-lives and radioactive decay data  
in the systems NUDAT and ENSDF;  
related bibliographic information  
from the IAEA databases CINDA  
and NSR; various other types of data.

*Note: Off-line data retrievals from  
NDIS also may be obtained from the  
producer on magnetic tape.*



**Database name**  
Atomic and Molecular Data  
Information System (AMDIS)

**Type of database**  
Numerical and bibliographic

**Producer**  
International Atomic Energy Agency  
in co-operation with the International  
Atomic and Molecular Data Centre  
network, a group of 16 national data  
centres from several countries.

**IAEA contact**  
IAEA Atomic and Molecular Data  
Unit, Nuclear Data Section  
Electronic mail via  
BITNET to: RNSD@IAEAI;  
via INTERNET to ID:  
PSM@RIPCRS01.IAEA.OR.AT

**Scope**  
Data on atomic, molecular,  
plasma-surface interaction, and  
material properties of interest to  
fusion research and technology

**Coverage**  
Includes ALADDIN formatted data  
on atomic structure and spectra  
(energy levels, wave lengths, and  
transition probabilities); electron and  
heavy particle collisions with atoms,  
ions, and molecules (cross sections  
and/or rate coefficients, including, in  
most cases, analytic fit to the data);  
sputtering of surfaces by impact of  
main plasma constituents and self  
sputtering; particle reflection from  
surfaces; thermophysical and  
thermomechanical properties of  
beryllium and pyrolytic graphites.

*Note: Off-line data and bibliographic  
retrievals, as well as ALADDIN  
software and manual, also may be  
obtained from the producer on  
diskettes, magnetic tape, or hard copy.*

*For access to these databases, please contact the producers.  
Information from these databases also may be purchased from the producer in printed form.  
INIS and AGRIS additionally are available on CD-ROM*



**Database name**

International Nuclear Information System (INIS)

**Type of database**

Bibliographic

**Producer**

International Atomic Energy Agency  
in co-operation with 91 IAEA  
Member States and 17 other  
international member organizations.

**IAEA contact**

IAEA, INIS Section, P.O. Box 100,  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone (+431) 2060 22842  
Facsimile (+431) 20607 22842  
Electronic mail via  
BITNET/INTERNET to ID:  
ATIEH@NEPOLIAEA.OR.AT

**Number of records on line from**

**January 1976 to date**  
more than 1.6 million

**Scope**

Worldwide information on the  
peaceful uses of nuclear science and  
technology; economic and  
environmental aspects of other energy  
sources.

**Coverage**

The central areas of coverage are  
nuclear reactors, reactor safety,  
nuclear fusion, applications of  
radiation or isotopes in medicine,  
agriculture, industry, and pest  
control, as well as related fields  
such as nuclear chemistry, nuclear  
physics, and materials science.  
Special emphasis is placed on the  
environmental, economic, and  
health effects of nuclear energy, as  
well as, from 1992, the economic  
and environmental aspects of  
non-nuclear energy sources. Legal  
and social aspects associated with  
nuclear energy also are covered.

# INIS



The IAEA's  
nuclear science  
and  
technology  
database on  
CD-ROM

## ON CD-ROM

5000 JOURNALS

MORE THAN 1.6 MILLION RECORDS

6 COMPACT DISCS

*INIS (the International Nuclear Information System) is a multi-disciplinary, bibliographic database covering all aspects of the peaceful uses of nuclear science and technology. INIS on CD-ROM combines the worldwide coverage of the nuclear literature with all the advantages of compact disc technology.*

**Call +44 (0)81 995 8242 TODAY!**

*for further information  
and details of your local distributor*

or write to

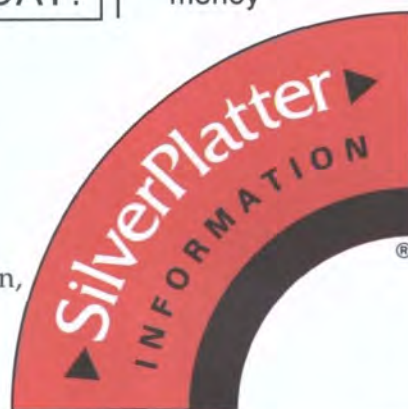
SilverPlatter Information Ltd.  
10 Barley Mow Passage, Chiswick, London,  
W4 4PH, U.K.

Tel: 0800 262 096 +44 (0)81 995 8242

Fax: +44 (0)81 995 5159

### CD-ROM means

- ♦ unlimited easy access
- ♦ fast, dynamic searching
- ♦ fixed annual cost
- ♦ flexible downloading and printing
- ♦ desktop access
- ♦ easy storage
- ♦ saving time, space and money



# POSTS ANNOUNCED BY THE IAEA

**ASSISTANT TO THE SECRETARY OF POLICY-MAKING ORGANS (97/013)**, Office of the Director General. This P-3 post assists in the smooth conduct of Policy-making Organs meetings, their Committees and Working Groups. It requires a university degree in a social science, at least six years of relevant experience, particularly in international relations; fluency in one or more of the Policy-making Organs' working languages (Arabic, Chinese, English, French, Russian and Spanish); fluency in written and spoken English is essential.

*Closing date: 12 June 1997.*

**PERSONNEL ANALYST (97/012)**, Division of Personnel, Human Resource Planning and Control Unit. This P-2 post participates in annual human resource planning processes and provides support for long-range human resource planning and staffing costs control. It requires an advanced university degree in management, public or business administration with specialization in the management of human resources and course work in statistics. Also required is two years' recent experience in human resource planning, job classification or organisational methods and procedures, including experience in the application of quantitative methods; and ability to use computer-based tools in evaluating data.

*Closing date: 12 June 1997.*

**DIRECTOR (97/009)**, Division of General Services, Department of Administration. This D-1 post is responsible for directing the operations of the Division of General Services and representing the IAEA in negotiations with other international organisations, governmental and municipal authorities, local and international suppliers and contractors. Required is an advanced university degree in business management, finance or civil engineering; fifteen years of experience, with at least five years at a senior management level in some of the following areas: procurement, buildings management and engineering, telecommunications and inventory control; experience in complex financial accounting and computerised systems; fluency in English, French, Russian, or Spanish is essential.

*Closing date: 3 June 1997.*

**UNIT HEAD (97/017)**, Division of Safeguards Information Treatment, Department of Safeguards, Section for Data Processing Services. This P-5 post, under the supervision of the Section Head, manages the Unit which

is the primary resource on the development and provision of information services required by the Department of Safeguards pertaining to open sources, illicit nuclear trafficking and expanded databases, in order to contribute to the review of information related safeguards. Required is an advanced university degree in information or computer science or nuclear engineering; at least 15 years' relevant experience in information management, processing and analysis in the nuclear industry, or international/governmental services; at least ten years of demonstrated experience in information processing and review, the use of computers in large information systems and the operations of complex databases.

*Closing date: July 14 1997*

**SENIOR SAFEGUARDS INSPECTOR (97/018)**, Division of Operations, Department of Safeguards, Evaluation Unit. This P-5 post is responsible for co-ordinating the work of country officers and carrying out other responsibilities as assigned by divisional management, participating in Agency safeguards programmes and functioning as a safeguards inspector subject to the approval of Board of Governors. Required is an advanced university degree in a nuclear-related discipline, such as chemistry, physics, engineering, or electronics/instrumentation or equivalent; at least 15 years' experience of combined industrial accounting or destructive/non-destructive analysis; extensive experience in safeguards-related activities such as data analysis and preparation of reports; and supervisory or management experience.

*Closing date: 14 July 1997*

**HEAD, TOKYO REGIONAL OFFICE (97/019)**, Division of Operations, Department of Safeguards. This P-5 post is responsible for the operation of the Tokyo Regional Office; also participates in implementation of the Agency's safeguards system and functions as a safeguards inspector subject to the approval of the Board of Governors. Required is an advanced university degree in chemistry, physics, engineering, electronics/instrumentation, or equivalent; fifteen years of combined research, industrial and safeguard experience, preferably at Japanese nuclear facilities; knowledge of electronic data processing for the treatment of information.

*Closing date: 14 July 1997*

**SYSTEMS ANALYST (97/020)**, Division of Scientific and Technical Information, Department of Nuclear Energy. This P-5 post

assists in defining priorities and objectives of INIS operations; analysing the System and proposing changes required to effectively meet objectives; and co-ordinating the technical, budgetary and administrative framework of the programme. Required is an advanced university degree in a nuclear-related science or engineering field; fifteen years' experience in information systems and/or computer science as well as in project management; at least five years' experience with computer-based bibliographic information systems. Ability to participate effectively in a multinational team.

*Closing date: 14 July 1997*

## READER'S NOTE:

The *IAEA Bulletin* publishes short summaries of vacancy notices as a service to readers interested in the types of professional positions required by the IAEA. They are not the official notices and remain subject to change. On a frequent basis, the IAEA sends vacancy notices to governmental bodies and organizations in the Agency's Member States (typically the foreign ministry and atomic energy authority), as well as to United Nations offices and information centres. Prospective applicants are advised to maintain contact with them. Applications are invited from suitably qualified women as well as men. More specific information about employment opportunities at the IAEA may be obtained by writing the Division of Personnel, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

**POST ANNOUNCEMENTS ON THE INTERNET.** The IAEA's vacancy notices for professional positions, as well as sample application forms, are available through a global computerized network that can be accessed directly. Access is through the Internet. They can be accessed through the IAEA's World Atom services on the World Wide Web at the following address: <http://www.iaea.or.at/worldatom/vacancies> Also accessible is selected background information about employment at the IAEA and a sample application form. Please note that applications for posts cannot be forwarded through the computerized network, since they must be received in writing by the IAEA Division of Personnel, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

# MATERIALS ACCOUNTANCY

– we have the NDA solution for all fuel cycles

## PIMS

- Locates plant hold-up
- Advanced Safeguards applications
- Near real time Pu inventory

## Spent Fuel Monitor

- Irradiation and enrichment parameter measurement
- Single or diverse measurements
- 1 million fuel items measured

## CIVIL/ MILITARY MATERIAL

## Pu Can Contents Monitor

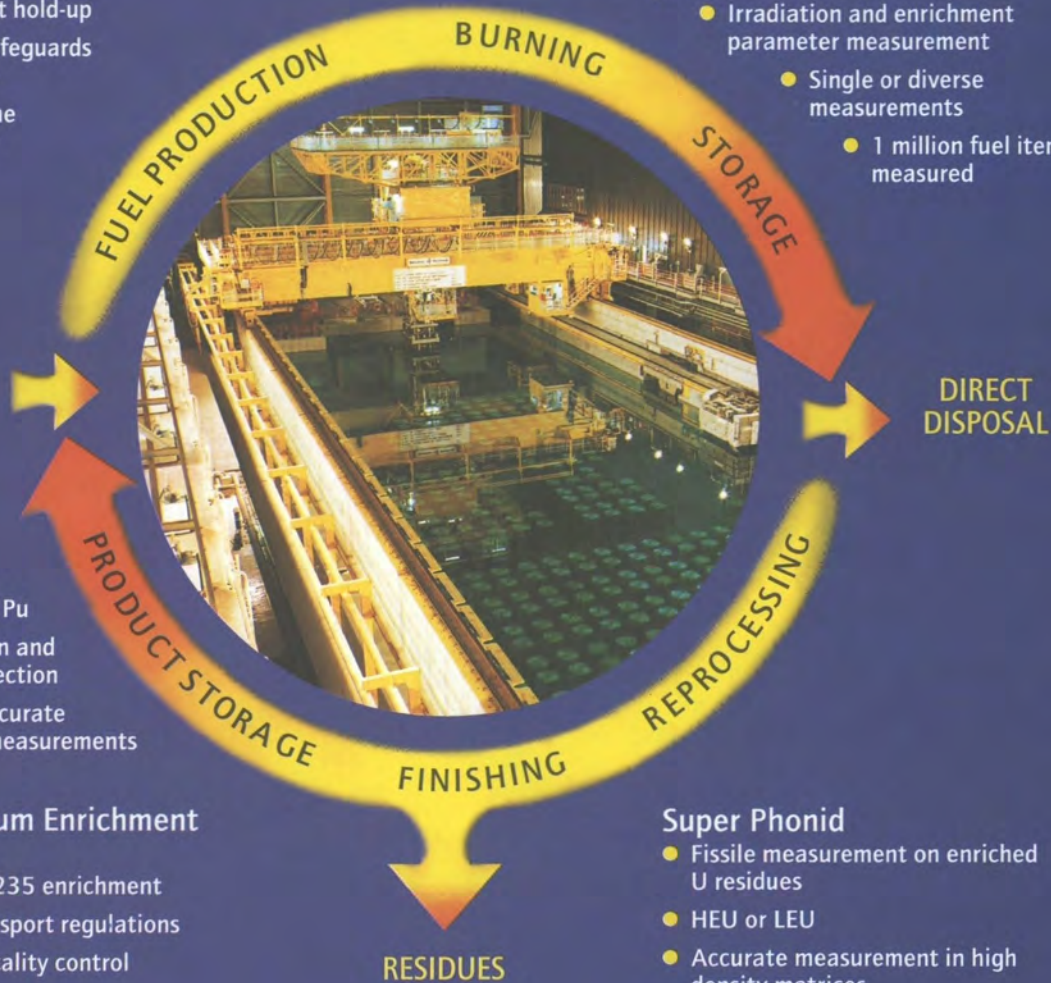
- Measures kg quantities of Pu
- Multiplication and isotopic correction
- Rapid and accurate automated measurements

## Uranium Drum Enrichment Monitor

- Measures U-235 enrichment
- Satisfies transport regulations
- Ensures criticality control

## Super Phonid

- Fissile measurement on enriched U residues
- HEU or LEU
- Accurate measurement in high density matrices



Our new instrumentation with operationally proven technology is designed to solve all your materials accountancy needs and satisfy regulatory requirements. It's the total NDA solution backed by over 20 years specialist experience in every segment of the fuel cycle.

Contact us now for the BNFL Information Pack on Materials Accountancy.

### BNFL Instruments Ltd

Pelham House, Calderbridge, Cumbria  
CA20 1DB England  
Telephone: +44 (0) 19467 85000,  
Fax: +44 (0) 19467 85001

### Pajarito Scientific Corporation

278 D.P. Road, Los Alamos,  
New Mexico 87544 USA  
Telephone: 505 662-4192,  
Fax: 505 662-2286

Pajarito Scientific Corporation is a BNFL company



**Reports and Proceedings**

**Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material - 1996 Edition, Safety Standards Series No. ST-1/ Requirements 680 Austrian schillings, ISBN 92-0-104996-X.**

**The Use of Plane-Parallel Ionization Chambers in High-Energy Electron and Photon Beams. Technical Reports Series No. 381, 440 Austrian schillings, ISBN 92-0-104896-3**

**Planning and Operation of Low Level Waste Disposal Facilities, Proceedings Series, 1720 Austrian schillings, ISBN 92-0-104496-8**

**Environmental Behaviour of Crop Protection Chemicals, Proceedings Series, 1520 Austrian schillings, ISBN 92-0-104596-4**

**Characterisation of Radioactive Waste Forms and Packages, Technical Reports Series No. 383, 480 Austrian schillings, ISBN 92-0-100497-4**

**Inspection and Enforcement by the Regulatory Body for Nuclear Power Plants: A Safety Guide, Safety Series No. 50-SG-G4 (Rev.1), 280 Austrian schillings, ISBN 92-0-103296-X**

**Design and Performance of WWER Fuel, Technical Reports Series No. 379, 320 Austrian schillings, ISBN 92-0-104096-2.**

**Reference Books/Statistics**

**IAEA Yearbook 1996, 500 Austrian schillings, ISBN 92-0-101295-0**

**Nuclear Power, Nuclear Fuel Cycle and Waste Management: Status and Trends 1996. Part C of the IAEA Yearbook 1996, 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-102196-8**

**Nuclear Safety Review 1996. Part D of the IAEA Yearbook 1996, 140 Austrian schillings, ISBN 92-0-103496-2**

**Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2015, Reference Data Series No. 1, 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-102896-2**

**Nuclear Power Reactors in the World, Reference Data Series No. 2, 140 Austrian schillings, ISBN 92-0-101896-7**

**Nuclear Research Reactors in the World, Reference Data Series No. 3, 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-104696-0.**

**HOW TO ORDER SALES PUBLICATIONS**

IAEA books, reports, and other publications may be purchased from the sources listed below, or through major local booksellers. Payment may be made in local currency or with UNESCO coupons.

**AUSTRALIA**

Hunter Publications, 58A Gipps Street, Collingwood, Victoria 3066

**BELGIUM**

Jean de Lannoy, 202 Avenue du Roi, B-1060 Brussels

**BRUNEI**

Parry's Book Center Sdn. Bhd., P.O. Box 10960, 50730 Kuala Lumpur, Malaysia

**CHINA**

IAEA Publications in Chinese: China Nuclear Energy Industry Corporation, Translation Section, P.O. Box 2103, Beijing

**CZECH REPUBLIC**

Artia Pegas Press Ltd., Palác Metro, Narodni tr. 25, P.O. Box 825, CZ-111 21 Prague 1

**DENMARK**

Munksgaard International Publishers P.O. Box 2148, DK-1016 Copenhagen K

**EGYPT**

The Middle East Observer, 41 Sherif Street, Cairo

**FRANCE**

Office International de Documentation et Librairie, 48, rue Gay-Lussac, F-75240 Paris Cedex 05

**GERMANY**

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Dag Hammarskjöld-Haus, Poppelsdorfer Allee 55, D-53115 Bonn

**HUNGARY**

Librotrade Ltd., Book Import, P.O. Box 126, H-1656, Budapest

**INDIA**

Viva Books Private Limited, 4325/3, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi-110002

**ISRAEL**

YOZMOT Literature Ltd., P.O. Box 56055, IL-61560, Tel Aviv

**ITALY**

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio "AEIOU", Via Coronelli 6, I-20146 Milan

**JAPAN**

Maruzen Company, Ltd., P.O. Box 5050, 100-31 Tokyo International

**MALAYSIA**

Parry's Book Center Sdn. Bhd., P.O. Box 10960, 50730, Kuala Lumpur

**NETHERLANDS**

Martinus Nijhoff International, P.O. Box 269, NL-2501 AX The Hague Swets and Zeitlinger b.v., P.O. Box 830, NL-2610 SZ Lisse

**POLAND**

Ars Polona, Foreign Trade Enterprise, Krakowskie Przedmiescie 7, PL-00-068 Warsaw

**SINGAPORE**

Parry's Book Center Pte. Ltd., P.O. Box 1165, Singapore 913415

**SLOVAKIA**

Alfa Press Publishers, Hurbanovo námestie 3, SQ-815 89, Bratislava

**SPAIN**

Díaz de Santos, Lagasca 95, E-28006 Madrid, Díaz de Santos, Balmes 417, E-08022 Barcelona

**SWEDEN**

Fritzes Customer Service, S-106 47 Stockholm

**UNITED KINGDOM**

The Stationery Office Books, Publications Centre, 51 Nine Elms Lane, London SW8 5DR

**UNITED STATES AND CANADA**

BERNAN ASSOCIATES  
4611-F Assembly Drive, Lanham  
MD 20706-4391, USA  
Electronic Mail: query@bernan.com

**Outside the USA and Canada, orders and information requests can also be addressed directly to:**

International Atomic Energy Agency  
Sales and Promotion Unit  
Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone: +43 1 2060 (22529, 22530)  
Facsimile: +43 1 2060 29302  
Electronic Mail:  
SALESPUB@ADPO1.IAEA.OR.AT

# DART HITS THE MARK!

and Explodes the Myths  
surrounding Portable  
Multichannel Analyzers

- Myth 1:** "Portable MCAs are heavy." **Nonsense!** At <math>5\frac{1}{4}</math> lbs, DART is certainly not gravitationally challenged!
- Myth 2:** "Portable MCAs compromise spectral performance." **Not DART!** "Beta test" sites have been astounded by DART's count rate and temperature stability, which eclipse those of many laboratory systems.
- Myth 3:** "A power-save mode, required for acceptable battery life, mandates an intolerable stabilization wait." **No longer!** Innovative power management means DART operates for 7 full hrs, with instant availability. NEVER a stabilization wait!
- Myth 4:** "The only viable way to connect a portable MCA to a laptop in the field is with a serial link; then you get to anguish over the slow display." **NO, NO, NO!** DART connects to the Parallel port (yes, you can still use the printer). Result? 600 kbit/second data transfer, instantaneous live display.
- Myth 5:** "Portable MCAs lack the hardware features of laboratory units." **Don't you believe it!** DART has a computer-controlled amplifier and high voltage, and two digital stabilizer modes for NaI and Ge detectors. MCS is standard! A unique "computer-less" field mode stores 160 spectra — without a computer. A host of front-panel indicators, including a ratemeter display, means you are never in the dark — with or without a computer.



**DART is the unique portable MCA . . . a destroyer of myths.** Whether performing site characterization, environmental monitoring, or Safeguards . . . you'll know the DART designers had you in mind!

Call for more information. We aimed DART at YOUR needs!!

 **EG&G ORTEC®** **HOTLINE 800-251-9750**

E-Mail: [INFO\\_ORTEC@egginc.com](mailto:INFO_ORTEC@egginc.com) • Fax (423) 483-0396

100 Midland Road, Oak Ridge, TN 37831-0895 U.S.A. • (800) 251-9750 or (423) 482-4411

AUSTRIA  
(01) 9142251

CANADA  
(800) 268-2735

FRANCE  
04.76.90.70.45

GERMANY  
(089) 926920

ITALY  
(02) 27003636

JAPAN  
(043) 2111411

NETHERLANDS  
(0306) 090719

UK  
(01189) 773003

PRC  
(010) 65544525



**Определение принципов сравнения возможного воздействия отходов производства электроэнергии (FACTS)**

Программа преследует цель координации деятельности 1) по сбору, оценке и разработке согласованных информационных массивов, в которых в настоящее время ощущается нехватка согласованных данных, по количеству и характеристикам отходов, являющихся результатом различных технологий производства электроэнергии, и 2) определению принципов сравнения влияния на здоровье и окружающую среду радиоактивных и нерадиоактивных (химически токсичных) веществ, содержащихся в отходах производства электроэнергии.

**Оптимизация синтеза и процедур контроля качества при подготовке меченых пептидов фтора-188 и йода-123**

Радионуклиды, вырабатываемые в циклотронах, как, например, позитронный эмиттер F-18 и одинарный фотоновый эмиттер I-123, при использовании в сочетании с пептидами, дающими специфическую реакцию на молекулярные определители, присутствующие в пораженных клеточных популяциях, обладают отличным потенциалом, позволяющим молекулярной ядерной медицине оказать серьезное влияние на решение важных вопросов охраны здоровья. Методы меченых атомов и полученные способы оценки с использованием вазоактивного кишечного пептида в качестве модели позволят участникам изучить другие системы пептидов/лигандов, представляющие особый интерес для приоритетных задач национальной системы здравоохранения.

**Оценка и исследование характеристик отработавшего топлива (SPAR)**

Целью программы является непрерывное пополнение обширной международной базы данных по характеристикам отработавшего топлива в условиях длительного хранения. Такая информация необходима и имеет значение для лицензирования и иных вопросов безопасности, касающихся долговременного хранения отработавшего топлива в государствах-членах.

**Характеристики в процессе долговременного содержания упаковок отходов низкого и среднего уровней активности в условиях хранилища**

Цель — содействие исследованиям, сотрудничеству и обмену информацией между государствами-членами по применяемым и экспериментальным методам и пониманию процессов, происходящих при длительном хранении, включая стойкость, удержание радионуклидов и образование газов в упаковках короткоживущих отходов низкого и среднего уровней активности в условиях приповерхностного захоронения.

**Молекулярные методы диагностики заболеваний животных в развивающихся странах**

Программа направлена на разработку систем обнаружения и определения возбудителей болезней с применением методов цепной реакции полимеразы на основе радиоизотопов. Особое внимание будет уделено методам обнаружения чумы рогатого скота и относящихся к ней вирусов и инфекционной бычьей плеввропневмонии (CBPP).

**Влияние на здоровье взвешенных в воздухе частиц при ведении горных работ, очистке металлов и металлообработке**

Программа предназначена для осуществления контроля рабочих мест и персонала, подвергающихся воздействию взвешенных в воздухе частиц при ведении горных работ, очистке металлов и металлообработке, включая анализ тканей таких работников, и для изучения влияния такого воздействия на здоровье. В результате предполагается собрать достоверную и надежную информацию об источниках и уровнях загрязнения рабочих мест в различных странах, которая позволит в лучшей степени понять, как влияют токсические соединения на здоровье рабочих, подвергающихся их воздействию.

**АПРЕЛЬ 1997 г.**

Симпозиум по диагностике и борьбе с болезнями домашнего скота с использованием ядерных и связанных с ними методов: к контролю над болезнями в XXI веке  
**Вена, Австрия** (7—11 апреля)

Международный симпозиум по применению изотопных методов при изучении прошлых и настоящих экологических изменений в гидросфере и атмосфере  
**Вена, Австрия** (14—18 апреля)

Семинар по современному состоянию радиотерапии в странах мира  
**Нью-Йорк, США** (17—19 апреля)

**МАЙ 1997 г.**

Семинар по гарантиям: методы контроля и накопленный опыт  
**Вена, Австрия** (13—15 мая)

Симпозиум по опреснению морской воды с помощью ядерной энергии  
**Тэчжон, Республика Корея** (26—30 мая)

**ИЮНЬ 1997 г.**

Симпозиум по ядерному топливному циклу и стратегиям в области использования реакторов применительно к новым реальностям  
**Вена, Австрия** (3—6 июня)

**СЕНТЯБРЬ 1997 г.**

Симпозиум по радиационным методам сохранения окружающей среды  
**Закопане, Польша** (8—12 сентября)

Генеральная конференция МАГАТЭ  
**Вена, Австрия** (29 сентября — 2 октября)

**ОКТАБРЬ 1997 г.**

Симпозиум по международным гарантиям  
**Вена, Австрия** (13—17 октября)

Региональный семинар по ядерным методам оптимизации использования питательных веществ и воды для продуктивности растений и защиты окружающей среды ФАО/МАГАТЭ  
**Пирасикаба, Бразилия** (27—31 октября)

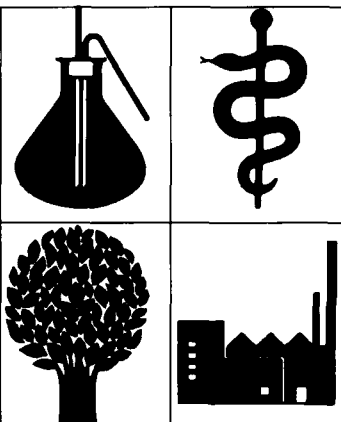
**НОЯБРЬ 1997 г.**

Международная конференция по вопросам физической защиты ядерных материалов: опыт регулирования, осуществления и эксплуатации  
**Вена, Австрия** (10—14 ноября)

Симпозиум по повышению противоударной безопасности на действующих атомных электростанциях  
**Вена, Австрия** (17—21 ноября)

Международная конференция по малым дозам ионизирующей радиации: биологическое влияние и регулирующий контроль  
**Севиля, Испания** (17—21 ноября)

Приведенный выборочный перечень может быть изменен. Более полную информацию о мероприятиях МАГАТЭ можно получить в Секции обслуживания конференций МАГАТЭ в штаб-квартире Агентства или из ежеквартальных публикаций МАГАТЭ *Meetings on Atomic Energy* (информацию о том, как сделать заказ, см. раздел *Keep Abreast*). Более подробную информацию о программах координированных исследований МАГАТЭ можно получить в Административной секции исследовательских контрактов штаб-квартиры МАГАТЭ. Программы предназначены для облегчения глобального сотрудничества по научным и техническим вопросам в различных областях — от применения излучения в медицине, сельском хозяйстве и промышленности до технологий и безопасности ядерной энергетики.







*Выпускается ежеквартально Отделом общественной информации Международного агентства по атомной энергии*  
P.O. Box 100, A-1400  
Vienna, Austria.  
Тел.: (43-1) 2060-21270  
Факс: (43-1) 20607  
E-mail: [official.mail@iaea.org](mailto:official.mail@iaea.org)

**ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР:** д-р Ханс Бликс  
**ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА:**  
г-н Дэвид Уоллер, г-н Бруно Пелло,  
г-н Виктор Муругов, г-н Суэо Мати,  
г-н Цзиухэй Цянь, г-н Зигмунд Домарацки  
**ДИРЕКТОР ОТДЕЛА ОБЩЕСТВЕННОЙ  
ИНФОРМАЦИИ:** г-н Дэвид Кид

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:** г-н Лотар Х. Векенд  
**ПОМОЩНИКИ РЕДАКТОРА:** г-жа Риту Кенн,  
г-н Родольфо Квевенко, г-жа Хуанита  
Перес, г-жа Бренда Бланн  
**МАКЕТ/ДИЗАЙН:** г-жа Ханнелоре Вильчек  
**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**  
г-жа С. Даллалах, г-жа Л. Дибольд,  
г-жа А.Б. де Рейно, г-жа Р. Шпигельберг  
**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ГРУППА:**  
г-н П. Витциг, г-н Р. Келлерер,  
г-жа М. Ляхова, г-жа М. Свобода,  
г-н В. Кройтцер, г-н А. Адлер,  
г-н Р. Луттенфельднер, г-н Л. Ниметцки

**Издания на языках**

**ПЕРЕВОД:** г-н С. Датта  
**ФРАНЦУЗСКОЕ ИЗДАНИЕ:** г-н С. Дреж,  
перевод; г-жа Ложье-Ямасита, корректура.  
**ИСПАНСКОЕ ИЗДАНИЕ:** Служба письмен-  
ных и устных переводов (ESTI), Гавана,  
Куба, перевод; г-н Л. Эрреро, редактор  
издания  
**КИТАЙСКОЕ ИЗДАНИЕ:** Бюро переводов  
Промышленной корпорации по атомной  
энергии Китая, Пекин, перевод, печать,  
распространение  
**РУССКОЕ ИЗДАНИЕ:** ЗАО "Интердиалект",  
перевод, печать, распространение.

*Бюллетень МАГАТЭ распространяется бес-  
платно среди ограниченного круга читате-  
лей, проявляющих интерес к деятельности  
МАГАТЭ и использованию атомной энергии  
в мирных целях. Заявки в письменном виде  
следует направлять в редакцию. Свободное  
использование материалов МАГАТЭ, публи-  
куемых в "Бюллетене МАГАТЭ", разрешает-  
ся со ссылкой на источник. Если автор  
статьи не является сотрудником МАГАТЭ, то  
для перепечатки материалов статьи, за ис-  
ключением цитат при рецензировании, необ-  
ходимо разрешение автора или организации,  
от имени которой представлена статья.*

**Точки зрения, содержащиеся в помещен-  
ных в "Бюллетене МАГАТЭ" статьях и рек-  
ламных материалах, не обязательно отра-  
жают мнение Международного агент-  
ства по атомной энергии, и МАГАТЭ не  
несет за них никакой ответственности.**

**Рекламные объявления**

Рекламную корреспонденцию следует  
направлять в Отдел публикаций МАГАТЭ,  
Sales and Promotion Unit, P.O. Box 100, A-1400  
Vienna, Austria.

<b>1957 г.</b> Австралия Австрия Албания Аргентина Афганистан Беларусь Болгария Бразилия Ватикан Венгрия Венесуэла Вьетнам Гаити Гватемала Германия Греция Дания Доминиканская Республика Египет Израиль Индия Индонезия Исландия Испания Италия Канада Корея, Республика Куба Марокко Монако Мьянма Нидерланды Новая Зеландия Норвегия Пакистан Парагвай Перу Польша Португалия Российская Федерация Румыния Сальвадор Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии Соединенные Штаты Америки Таиланд Тунис Турция Украина Франция Швейцария Швеция Шри-Ланка Эфиопия Югославия Южная Африка Япония	<b>1958 г.</b> Бельгия Иран, Исламская Республика Камбоджа Люксембург Мексика Судан Филиппины Финляндия Эквадор <b>1959 г.</b> Ирак <b>1960 г.</b> Гана Колумбия Сенегал Чили <b>1961 г.</b> Заир Ливан Мали <b>1962 г.</b> Либерия Саудовская Аравия <b>1963 г.</b> Алжир Боливия Кот-д'Ивуар Ливийская Арабская Джамахирия Ливийская Арабская Республика Уругвай <b>1964 г.</b> Габон Камерун Кувейт Нигерия <b>1965 г.</b> Кения Кипр Коста-Рика Мадагаскар Ямайка <b>1966 г.</b> Иордания Панама <b>1967 г.</b> Сингапур Сьерра-Леоне Уганда <b>1968 г.</b> Лихтенштейн	<b>1969 г.</b> Замбия Малайзия Нигер <b>1970 г.</b> Ирландия <b>1972 г.</b> Бангладеш <b>1973 г.</b> Монголия <b>1974 г.</b> Маврикий <b>1976 г.</b> Катар Объединенная Республика Танзания Объединенные Арабские Эмираты <b>1977 г.</b> Никарагуа <b>1983 г.</b> Намибия <b>1984 г.</b> Китай <b>1986 г.</b> Зимбабве <b>1991 г.</b> Сирийская Арабская Республика Латвия Литва <b>1992 г.</b> Словения Хорватия Эстония <b>1993 г.</b> Армения Словакия Чешская Республика <b>1994 г.</b> Бывшая югославская Республика Македония Йемен Казахстан Маршалловы Острова Узбекистан <b>1995 г.</b> Босния и Герцеговина <b>1996 г.</b> Грузия Молдова
--	---	--

Для вступления Устава МАГАТЭ в силу требовалось 18 ратификаций. По состоянию на 29 июля 1957 г. государства, названия которых выделены жирным шрифтом (включая бывшую Чехословакию), ратифицировали Устав.

Год указывает на год вступления.

Названия некоторых государств не всегда соответствуют их названиям в прошлом.

Членство государств, выделенных курсивом, утверждено Генеральной конференцией МАГАТЭ и вступает в силу с момента сдачи на хранение требуемых юридических документов.



Международное агентство по атомной энергии, которое было учреждено 29 июля 1957 г., является независимой межправительственной организацией в системе ООН. Штаб-квартира Агентства находится в Вене, Австрия, и в настоящее время его членами являются более 100 государств, которые сообща работают во имя достижения основных целей, зафиксированных в Уставе МАГАТЭ: содействие достижению более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире, а также гарантирование того, что помощь, предоставляемая им или по его требованию, или под его наблюдением или контролем, не используется таким образом, чтобы способствовать какой-либо военной цели.

Штаб-квартира МАГАТЭ в Венском международном центре.

Until now, one of the biggest problems with reading personal exposure doses has been the size of the monitoring equipment. Which is precisely why we're introducing the Electronic Pocket Dosimeter (EPD) "MY DOSE mini™" PDM-Series.

These high-performance

dosimeters combine an easy-to-read digital display with a wide measuring range suiting a wide range of needs.

But the big news is how very small and lightweight they've become. Able to fit into any pocket and weighing just 50-90 grams,

the Aloka EPDs can go anywhere you go. Which may prove to be quite a sizable improvement, indeed.

SCIENCE AND HUMANITY

**ALOKA**

ALOKA CO., LTD.  
6-22-1 Mure, Mitaka-shi, Tokyo 181, Japan  
Telephone: (0422) 45-5111  
Facsimile: (0422) 45-4058  
Telex: 02622-344

To: 3rd Export Section  
Overseas Marketing Dept.  
Attn: N. Odaka

Model	Energy	Range	Application
PDM-101	60 keV ~	0.01 ~ 99.99 $\mu$ Sv	High sensitivity, photon
PDM-102	40 keV ~	1 ~ 9,999 $\mu$ Sv	General use, photon
PDM-173	40 keV ~	0.01 ~ 99.99 mSv	General use, photon
PDM-107	20 keV ~	1 ~ 9,999 $\mu$ Sv	Low energy, photon
PDM-303	thermal ~ fast	0.01 ~ 99.99 mSv	Neutron
ADM-102	40 keV ~	0.001 ~ 99.99 mSv	With vibration & sound alarm, photon



## Safety, convenience and a variety of styles to choose from.



PDM-107



PDM-102



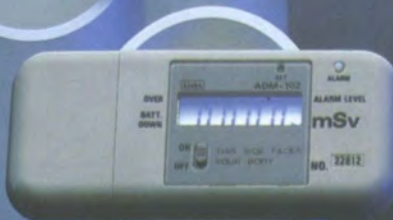
PDM-173



PDM-101



PDM-303



ADM-102