

# УКРЕПЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ И СОХРАННОСТИ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ: **СВОЕВРЕМЕННЫЕ МЕРЫ**

АБЕЛЬ Х. ГОНСАЛЕС

*Коммерческие источники излучения и радиоактивные материалы при их надлежащем использовании являются полезными инструментальными средствами и не создают неприемлемых рисков для здоровья человека и окружающей среды. Фактически их применение в таких областях, как медицина, промышленность, сельское хозяйство и экологические исследования, помогает странам достичь заметных социальных и экономических выгод, имеющих важное значение для глобальных целей устойчивого развития.*

*В течение большей части последней половины столетия МАГАТЭ играло ведущую роль в содействии применению методов конструктивного использования свойств ионизирующих излучений, особенно в развивающихся странах. В равной мере важно, что Агентство, в партнерстве с другими организациями, возглавило работу по установлению международных норм защиты от облучения, а также безопасности источников излучения и сохранности радиоактивных материалов. Эти нормы получили широкую поддержку, и их периодический пересмотр и обновление служат средствами реального обеспечения их соответствия современным научным представлениям о воздействии радиации на здоровье человека и окружающую среду, а также уровню технических разработок по безопасности и сохранности.*

*Однако, несмотря на то что глобальные нормы существуют и становятся более жесткими, общая картина не мо-*

*жет не вызывать озабоченности. К сожалению, она определяется трагическими последствиями аварийных ситуаций, связанных с источниками излучения, ставшими небезопасными, выброшенными за ненадобностью, утерянными или оставленными без контроля, включая случаи незаконного оборота радиоактивных материалов, особенно в 90-е гг.*

*Выявляется глобальная ситуация, когда существующие международные нормы — хотя и утвержденные правительствами — не обязательно принимаются к соблюдению и применяются. События показывают, что управление или регулирование слишком многих радиационных источников не осуществляется надлежащим образом; что требования по безопасности слишком часто либо не выполняются, либо вообще отсутствуют; и что слишком многие правительства, несущие главную ответственность за регулирование радиационной безопасности и сохранности, не располагают инфраструктурой для выполнения своих обязанностей должным образом.*

*Поворотным пунктом в глобальном осознании серьезности проблемы стала проходившая в 1998 г. в Дижоне, Франция, международная конференция, организованная МАГАТЭ совместно с Европейской комиссией, Международной организацией уголовной полиции (Интерпол) и Всемирной таможенной организацией.*

*Получив таким образом ответствующий импульс, государства-члены сегодня готовы предпринять дополнительные*

*усилия по укреплению международного сотрудничества в области радиационной безопасности и сохранности.*

*В марте 1999 г. эта проблема обсуждалась состоящим из 35 членов Советом управляющих МАГАТЭ. В настоящее время готовится многопрофильный План действий для представления на утверждение Совета, а затем — на рассмотрение в сентябре 1999 г. Генеральной конференцией Агентства, насчитывающего 129 государств-членов. Эти шаги представляют собой своевременные меры, принимаемые в целях решения большей частью скрытой, но все более четко выявляемой глобальной задачи.*

*Проблемы и задачи, стоящие перед международным сообществом, а также шаги, предпринимаемые государствами-членами для укрепления безопасности и сохранности радиоактивных материалов, являются предметом детального рассмотрения в данном выпуске Бюллетеня МАГАТЭ.*

**З**а последние полвека сообщалось о многих инцидентах, связанных с источниками излучения и радиоактивными материалами. Чрезмерное радиоактивное облучение приводило к лучевому поражению, которое, как полагали, явилось в ряде случаев причиной смерти людей, а у значительно большего числа людей вызвало серьезные заболевания, иногда кончавшиеся инвалидностью. В некоторых

---

*Г-н Гонсалес — директор Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов МАГАТЭ.*

## БЕЗОПАСНОСТЬ И СОХРАННОСТЬ: ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНОВ

**Безопасность** и **сохранность** — “safety” и “security” — два разных термина в английском и французском языках; во всех других распространенных языках этих двух понятий используется одно слово. Поэтому неудивительно, что многие задаются вопросом о том, каково фактическое различие между “safety” и “security”. Обращение к словарям вряд ли поможет, поскольку одним из определений термина *security* служит термин *safety*, и наоборот. В контексте радиационного облучения оба слова используются для обозначения комплекса административных, технических и управленческих характеристик.

■ Термин **безопасность** (safety) **источников излучения** используется для охвата характеристик, при наличии которых уменьшается вероятность появления какой-либо неисправности в источнике, ведущей к переоблучению людей.

■ Термин **сохранность** (security) **радиоактивного материала** используется для охвата характеристик, при наличии которых предотвращается несанкционированное овладение радиоактивными материалами, т. е. обеспечивается постоянное сохранение и не допускается незаконная передача контроля над ними.

Проблема **безопасности** охватывает все типы источников излучения, т. е. генераторы излучения и радиоактивные материалы. Генераторы могут ис-

пускать излучение, интенсивность которого достаточна, чтобы вызвать серьезные радиологические последствия. Аналогичным образом, активность радиоактивного материала, а иногда концентрация его активности могут привести к серьезным радиологическим ситуациям.

Проблема **сохранности** обычно касается только радиоактивных материалов и не имеет отношения к другим источникам излучения, поскольку генераторы ионизирующего излучения, такие как рентгеновские аппараты и ускорители, вряд ли представляют собой угрозу с точки зрения сохранности радиоактивного материала. Сохранность радиоактивных материалов необходима по двум основным причинам: с одной стороны, для предотвращения вреда людям от таких материалов, случайно оставшихся без контроля, с другой — чтобы предотвратить переключение из законного на незаконное или преступное использование тех радиоактивных материалов, которые представляют собой также специальные расщепляющиеся (ядерные) материалы, такие как уран-235 и плутоний-239. Статьи в данном выпуске *Бюллетеня МАГАТЭ* посвящены первой из этих двух причин. Однако следует отметить, что МАГАТЭ располагает полномасштабной программой по сохранности радиоактивных материалов для обеспечения гарантий.

случаях был нанесен значительный экологический ущерб, а его ликвидация потребовала больших расходов.

Для практической всех крупных аварий характерно то, что они явились следствием нарушения требований по безопасности или сохранности. Еще одно общее для всех обстоятельство — по большей части их можно было предотвратить, если бы соблюдались международные нормы безопасности, разработанные и принятые для этой цели.

При нормальном повседневном использовании радиационные источники и технологии не представляют опасности, поскольку они спроектированы, утверждены и регулируются в коммерческих целях. Они могут иметь форму генераторов излучения, таких как рентгеновские аппараты и ускорители частиц, или приборов и устройств, содержащих радиоактивные материалы. Многие источники представляют собой закрытые уст-

ройства, где радиоактивный материал удерживается герметически в подходящей капсуле или оболочке; в других приборах радиоактивные материалы не герметизированы.

Если безопасность и сохранность источников излучения не обеспечены, они могут нанести вред здоровью человека, создавая опасность, степень которой зависит от их характеристик. Закрытые источники могут создавать опасность только внешнего радиоактивного облучения. Однако повреждение или течь закрытых источников, а также радиоактивные материалы в открытом виде могут вызвать загрязнение окружающей среды и попадание радиоактивных веществ в организм человека.

### ПРОБЛЕМЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ВЫРАЖЕНИЯ

Термины радиационной *безопасности* и *сохранности* относятся к различным аспектам

глобальных проблем, требующих решения (см. вставку выше). Это различие имеет важное значение в контексте понимания масштаба и характера проблем и контрмер, которые могут быть приняты для их эффективного решения.

**Безопасность источников излучения.** Многие серьезные аварии, о которых сообщалось, связаны с нарушениями безопасности источников излучения. Иногда эти нарушения происходили из-за недостаточной надежности оборудования. В других случаях их причиной были управленческие или человеческие ошибки. Во многих авариях отчетливо выявились проблемы регулирующего надзора на национальном уровне.

Полной базы данных о всех связанных с радиацией аварийных ситуациях, которые имели место по всему миру, не существует. МАГАТЭ составило список основных аварий по данным открытой литературы (см. таб-

Изъятие радиоактивных источников,  
1993—1998 гг.

ПО СТРАНАМ

	Число случаев	Процент
Германия	67	28,6
Российская Федерация	52	22,1
Польша	18	7,7
Украина	17	7,2
Литва	17	7,2
Турция	14	6,0
Болгария	10	4,3
Эстония	8	3,4
Чешская Республика	7	3,0
Беларусь	6	2,6
Азербайджан	3	1,3
Италия	3	1,3
Новая Зеландия	1	0,4

ПО РАДИОАКТИВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ

	Число случаев	Процент
Уран	129	55,1
Цезий	53	22,6
Плутоний	10	4,3
Радий	5	2,1
Америций	3	1,3
Другие	34	14,5

Источник: Всемирная таможенная организация

лицы на стр. 14—15). Агентство также произвело с помощью местных органов оценку причин и последствий ряда инцидентов и опубликовало результаты исследований с целью способствовать обмену опытом и усвоению полученных уроков (см. вставку на стр. 16—17).

**Сохранность радиоактивных материалов.** Нарушения сохранности радиоактивных материалов приводят к их потере, хищению или оставлению без контроля. Данные о количестве таких инцидентов по всему миру отсутствуют. Однако только в Соединенных Штатах Комиссия по ядерному регулированию (КЯР) ежегодно получает около 200 сообщений об утерянных, украденных или брошенных радиоактивных источниках. Это большое число для страны, где правила контроля радиоактивных источников особенно строги, а регулирующий орган отличается особой эффективностью. Старшие должностные лица КЯР считают, что о еще большем числе случаев не сообщается и что количество полученных сообщений, вероятно, представляет собой лишь “верхушку айсберга”.

Загрязненная радиоактивными материалами продукция, импортированная в США

Продукция	Загрязнитель	Год	Происхождение
Сталь, железо	кобальт-60	1984	Мексика
Сталь	кобальт-60	1984	Тайвань, Китай
Сталь	кобальт-60	1985	Бразилия
Сталь	кобальт-60	1988	Италия
Сталь	кобальт-60	1991	Индия
Феррофосфор	кобальт-60	1993	Казахстан
Сталь	кобальт-60	1994	Болгария
Печная пыль	цезий-137	1995	Канада
Свинец	свинец-210, висмут-210, полоний-210	1996	Бразилия
Сталь	кобальт-60	1998	Бразилия

Источник: Комиссия по ядерному регулированию США

Неопределенность имеющихся данных связана с так называемыми “бесхозными источниками” — теми, что находятся вне регулирующего контроля или утеряны и брошены без присмотра. Предприятия мировой металлургии, работающие на вторичном сырье, особенно уязвимы для таких источников. Бесхозные источники могут оказаться в массе металлолома, предназначенного для переплавки. Люди, находящие такой источник, в надежде на возможную выгоду иногда продают его по цене металла скупщикам лома, которые обычно не знают о радиоактивном содержании приобретенного изделия. Таким образом источник попадает в мировые инвентарные запасы металлолома, которые из-за недавнего глобального открытия рынков стали практически бесконтрольными. В базе данных КЯР содержится более 2300 сообщений об источниках, найденных в металлоломе (см. таблицу на стр. 6). Иногда становится известно, что источники излучения попали в переплавку уже после обнаружения радиоактивного загрязнения в импортируемых товарах. КЯР выявила несколько таких случаев (см. таблицу на данной стр.).

В 1998 г. произошел инцидент в Альхесирасе, Испания, когда в ходе переплавки были выброшены в окружающую среду и обнаружены над Европой радиоактивные газы, аэрозоли и частицы. Несмотря на незначительный масштаб инцидента и оперативную информацию со

стороны испанских властей, загрязнение воздуха вызвало озабоченность населения. Международных обязательств сообщать о таких инцидентах не существует, и международной регистрации случаев подозреваемой переплавки радиоактивных источников, загрязненного лома или обнаружения загрязненной продукции не ведется. Таким образом, информация КЯР вновь может оказаться лишь верхушкой огромного айсберга.

Несмотря на эту тревожную ситуацию, утешением может служить редкость случаев хищения и контрабанды радиоактивных материалов в преступных целях. Однако уже нельзя более считать, что использование террористами при совершении преступлений химических, биологических и — для полноты перечня — радиоактивных материалов в качестве оружия в будущем абсолютно исключено.

Неудивительно, что правительства испытывают растущую тревогу в связи с незаконным оборотом радиоактивных и ядерных материалов. Некоторые материалы были изъяты сотрудниками таможен, но другие могли пересечь национальные границы, избежав обнаружения, особенно когда таможенники не знают, что искать, и не имеют оборудования для выявления таких материалов.

Всемирная таможенная организация (ВТО) сообщает о 234 подтвержденных случаях изъятия в период 1993—1998 гг. (см. таблицу на данной стр.). Международная организация уголовной полиции (Интерпол)

также активно включилась в эту работу. Ею проведено аналитическое исследование, охватывающее в основном регион Европы за период 1992—1994 гг. В рамках своей программы деятельности МАГАТЭ также ведет базу данных по сообщениям об инцидентах (см. вставку на стр. 7).

Все эти данные, возможно, опять-таки отражают лишь часть общей картины, поэтому необходимо проведение дополнительных исследований.

## **КОРНИ ОЗАБОЧЕННОСТИ**

Поворотным пунктом в привлечении глобального внимания к проблемам радиационной безопасности и сохранности стала Международная конференция по безопасности источников излучения и сохранности радиоактивных материалов, проходившая в сентябре 1998 г. Стали более четко обозначаться истоки проблем и основания для беспокойства, а также первоначальные наброски глобальных действий с целью найти решения (см. вставку на стр. 10). Для некоторых экспертов в этой области появление именно сейчас данных вопросов на международной повестке дня стало сюрпризом. По мнению других специалистов, это является естественным следствием более четкого осознания во всем мире серьезности проблемы.

За 70 лет своего существования Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) выпустила около ста публикаций с рекомендациями по защите от ионизирующих излучений. Национальные и международные организации воспользовались ими для установления норм радиационной защиты. Однако МКРЗ только в самое последнее время вплотную занялась проблемой безопасности радиационных источников.

МАГАТЭ играет в системе ООН ведущую роль по установлению норм безопасности и выпустило более ста документов на эту тему. Однако до выхода

в свет международных *Основных норм безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения* (ОНБ) безопасность источников излучения не находила должного отражения в нормах МАГАТЭ. До опубликования ОНБ проблема сохранности также игнорировалась в международных нормах. Но и сейчас установленные требования по сохранности носят общий характер и очень мало норм получили количественное выражение.

**Критерий безопасности и сохранности.** Чтобы решать проблемы радиационной безопасности и сохранности, требуется критерий для измерения их масштаба. Несмотря на недостаточное внимание к проблеме сохранности, ОНБ содержат такие международные критерии. Их главная цель заключается в том, чтобы непосредственно способствовать разработке целенаправленных и последовательных международных подходов к проблемам радиационной защиты, радиационной безопасности и сохранности радиоактивных материалов (см. вставку на стр. 10).

## **ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ И РЕАЛЬНОСТИ**

**Невыполнение правительственных обязательств.** Важно подчеркнуть, что ОНБ не налагают (и, по сути, не могут налагать) обязательств на правительства. Вместо этого в ОНБ предполагается выполнение правительствами своих естественных обязанностей по обеспечению безопасности и сохранности. В преамбуле к ОНБ указывается, что настоящие нормы в своей основе исходят из того, что правительства располагают соответствующим законодательством и системой регулирования для решения проблем безопасности радиоактивных источников и сохранности радиоактивных материалов и что ими созданы независимые регулирующие органы, которые в состоянии лицензировать и инспектировать

такие источники, а также обеспечивать исполнение установленных требований.

Фактически в ОНБ предполагается, что в каждой стране действует регулирующий орган, обладающий реальной юридической независимостью, необходимыми полномочиями и ресурсами. Однако регулирующим органам в развивающихся странах обычно как раз и не хватает ресурсов. В ОНБ предполагается также, что правительства способны прямо или косвенно поддерживать существенную поддержку этой деятельности в виде предоставления технических услуг (например, по дозиметрии и калибровке), механизмов обмена информацией и, конечно, возможностей для обучения и подготовки персонала.

Очевидно, специалисты и представители властей были в равной степени убеждены, что все эти априорные условия по обеспечению безопасности и сохранности так или иначе были автоматически созданы и реализованы. Например, исходили из предположения, что все правительства располагают действующей инфраструктурой по безопасности, которая, по крайней мере, включает системы уведомления о наличии источников излучения, их регистрации, лицензирования и инспекции.

Однако большинство из этих предположений оказались излишне оптимистичными для многих стран мира.

Например, не соответствует действительности предположение о том, что все страны имеют необходимое законодательство по радиационной безопасности и сохранности и что в них действуют надлежащие правила регулирования. Ошибочно и то, что большинство стран имеют независимые регулирующие органы, наделенные необходимыми полномочиями для выполнения требуемой от них работы. И наконец, даже при наличии регулирующего органа он отнюдь не всегда располагает необходимыми ресурсами.

## Плавка радиоактивных материалов: международный обзор

Год	Металл	Место	Изотоп	Активность (ГБк)
с 1910 <sup>а</sup>	золото	Нью-Йорк	полоний-210, свинец-210, висмут-210	неизвестна
1983	сталь	"Оберн стил", Нью-Йорк	кобальт-60	930
1983	железо/сталь	Мексика <sup>б</sup>	кобальт-60	15 000
1983	золото	неизвестно, Нью-Йорк	америций-241	неизвестна
1983	сталь	Тайвань, Китай <sup>б</sup>	кобальт-60	> 740
1984	сталь	"ЮС пайп энд фаундри", Аляска	цезий-137	0,37—1,9
1985	сталь	Бразилия <sup>б</sup>	кобальт-60	неизвестна
1985	сталь	Тамко, Калифорния	цезий-137	56
1987	сталь	"Флорида стил", Флорида	цезий-137	0,93
1987	алюминий	"Юнайтед технолоджи", Индиана	радий-226	0,74
1988	свинец	"АЛКО пасифик", Калифорния	цезий-137	0,74—0,93
1988	медь	Уоррингтон, Миссури	ускоритель	неизвестна
1988	сталь	Италия <sup>б</sup>	кобальт-60	неизвестна
1989	сталь	"Бейу стил", Луизиана	цезий-137	19
1989	сталь	Сайтемп, Пенсильвания	торий	неизвестна
1989	сталь	Италия	цезий-137	1000
1989	алюминий	Российская Федерация	неизвестен	неизвестна
1990	сталь	"НЮКОР стил", Юта	цезий-137	неизвестна
1990	алюминий	Италия	цезий-137	неизвестна
1990	сталь	Ирландия	цезий-137	3,7
1991	сталь	Индия <sup>б</sup>	кобальт-50	7,4—20
1991	алюминий	"Алкон ресайклинг", Теннесси	торий	неизвестна
1991	алюминий	Италия	цезий-137	неизвестна
1991	медь	Италия	америций-241	неизвестна
1992	сталь	"Ньюпорт стил", Кентукки	цезий-137	12
1992	алюминий	Рейнолдс, Виргиния	радий-226	неизвестна
1992	сталь	"Бордер стил", Техас	цезий-137	4,6—7,4
1992	сталь	"Кистон уайр", Иллинойс	цезий-137	неизвестна
1992	сталь	Польша	цезий-137	неизвестна
1992	медь	Эстония/Российская Федерация	кобальт-60	неизвестна
1993	неизвестен	Российская Федерация	радий-226	неизвестна
1993	сталь (?)	Российская Федерация	цезий-137	неизвестна
1993	сталь	"Оберн стил", Нью-Йорк	цезий-137	37
1993	сталь	"Ньюпорт стил", Кентукки	цезий-137	7,4
1993	сталь	"Чаппарел стил", Техас	цезий-137	неизвестна
1993	цинк	"Садерн зинк", Джорджия	обедненный уран	неизвестна
1993	сталь	Казахстан <sup>б</sup>	кобальт-60	0,3
1993	сталь	"Флорида стил", Флорида	цезий-137	неизвестна
1993	сталь	Южная Африка <sup>с</sup>	цезий-137	< 600 Бк/г
1993	сталь	Италия	цезий-137	неизвестна
1994	сталь	"Остил Лемонт", Индиана	цезий-137	0,074
1994	сталь	"ЮС пайп энд фаундри", Калифорния	цезий-137	неизвестна
1994	сталь	Болгария <sup>б</sup>	кобальт-60	3,7
1995	сталь	Канада <sup>д</sup>	цезий-137	0,2—0,7
1995	сталь	Чешская Республика	кобальт-60	неизвестна
1995	сталь (?)	Италия	цезий-137	неизвестна
1996	сталь	Швеция	кобальт-60	87
1996	сталь	Австрия	кобальт-60	неизвестна
1996	свинец	Бразилия <sup>б</sup>	полоний-210, свинец-210, висмут-210	неизвестна
1996	алюминий	"Блюграсс ресайклинг", Кентукки	торий-232	неизвестна
1997	алюминий	"Уайт салвидж Ко.", Теннесси	америций-241	неизвестна
1997	сталь	WSI, Огайо	кобальт-60	0,9 (?)
1997	сталь	"Кентукки электрик", Кентукки	цезий-137	1,3
1997	сталь	Италия	цезий-137/кобальт-60	200/37
1997	сталь	Греция	цезий-137	11 Бк/г
1997	сталь	"Бирмингем стил", Аляска	цезий-137/америций-241	7 Бк/г
1997	сталь	Бразилия <sup>б</sup>	кобальт-60	< 0,2
1997	сталь	"Бетлехем стил", Индиана	кобальт-60	0,2
1998	сталь	Испания	цезий-137	> 37
1998	сталь	Швеция	иридий-192	< 90

<sup>а</sup> Сообщалось о нескольких случаях, самое раннее сообщение — примерно 1910 г.

<sup>б</sup> Загрязненная продукция, экспортированная в США.

<sup>с</sup> Загрязненный шлак ванадия экспортировался в Австрию; обнаружен в Италии.

<sup>д</sup> Загрязненный побочный продукт (пыль электропечей), экспортированный в США.

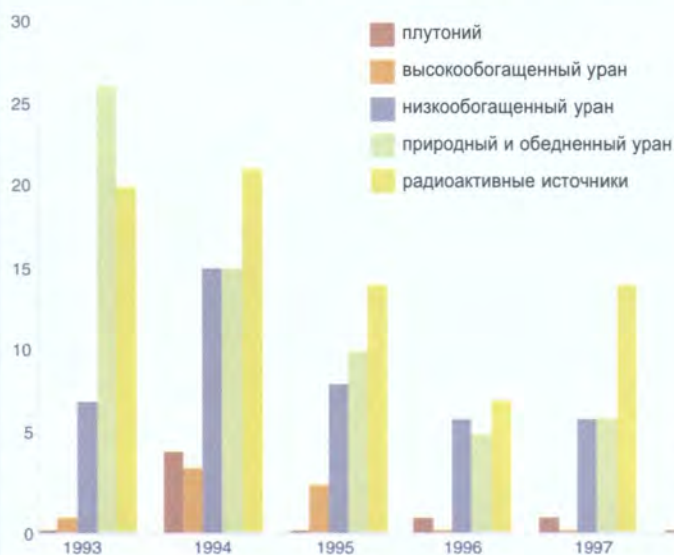
Источник: Департамент охраны окружающей среды штата Пенсильвания, Дж. Юско, США (см. таблицу на стр. 23). Сведения, сообщенные МАГАТЭ.

## НЕЗАКОННЫЙ ОБОРОТ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

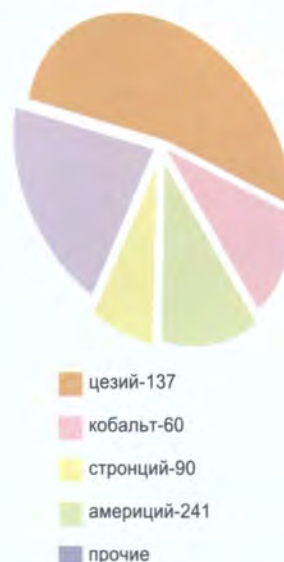
В рамках своей деятельности по обеспечению сохранности материалов МАГАТЭ ведет базу данных по незаконному обороту ядерных и радиоактивных материалов. Этой программой охвачено 60 государств. По состоянию на июнь 1999 г. в базе данных содержалась информация по более чем 320 сообщенным инцидентам, из которых 265 были подтверждены государствами-членами.

Большинство подтвержденных инцидентов связано с радиоактивными материалами или радиоактивными источниками. Почти половина (129 случаев) связана с природным ураном, низкообогащенным ураном, обедненным ураном или торием. Около 45% (119 случаев) относится к радиоактивным источникам, включая цезий-137, кобальт-60, америций-241 и стронций-90.

Подтвержденные инциденты с ядерными и радиоактивными материалами по годам  
январь 1993 г. — июнь 1999 г.



Распределение инцидентов с радиоактивными материалами  
январь 1993 г. — июнь 1999 г.



В течение последнего десятилетия МАГАТЭ осуществляет программу, названную по созданной для ее реализации структуре РАПАТ — Консультативные группы по радиационной защите — и предназначенную для проведения диагностических обследований. Для Агентства стало неожиданностью то, что в большинстве из 50 стран, которые посетили РАПАТ, т. е. почти в половине тогдашнего состава членов МАГАТЭ, отсутствовала минимальная инфраструктура по радиационной безопасности.

В дополнение к этому необходимо отметить, что по крайней мере 60 стран не являются членами МАГАТЭ, и эксперты могут лишь предполагать, что ситуация там так же плоха, если не хуже.

В целом факт отсутствия в более чем 110 государствах минимальной инфраструктуры для надлежащего контроля за источниками излучения не может не вызывать тревоги (см. карту на стр. 11). Реагируя на такое положение дел, МАГАТЭ прежде всего предприняло активные профилактические действия для решения главных проблем в рамках программы технического сотрудничества. Этот модельный проект по радиационной защите представляет собой одно из крупнейших предприятий в истории ООН с целью повышения роли инфраструктуры радиационной защиты в странах, где это необходимо в наибольшей степени. Данная инициатива охватывает 52 государства-члена. Не менее важно принятое недавно

Советом управляющих МАГАТЭ решение о том, что Агентство должно способствовать применению ОНБ в странах — нечленах МАГАТЭ, хотя при этом должны использоваться лишь внебюджетные средства.

Благодаря модельному проекту удалось высветить необоснованность другого предположения, питаемого иллюзорными представлениями о реальной обстановке, а именно ложной посылки о том, что наличие правовой инфраструктуры равнозначно наличию инфраструктуры радиационной безопасности. Немало специалистов, включая умудренных опытом экспертов, искренне считали, что во многих странах проблемой является отсутствие закона или правового режима ответственности за надлежащий

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОСНОВНЫЕ НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ



В Уставе МАГАТЭ содержится положение о том, что государства-члены уполномочили Агентство осуществлять разработку международных норм безопасности для охраны здоровья от воздействия ионизирующих излучений и обеспечивать их применение. Такие нормы были установлены в начале 60-х гг.

В начале 90-х гг. полный набор основных норм был подвергнут детальному рассмотрению и пересмотру, после чего он был опубликован в виде *“Международных основных норм безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения”* — так называемых ОНБ (см. *Бюллетень МАГАТЭ, том 36, № 2, 1994 г.*). В них учтены последние рекомендации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) — признанного неправительственного научного органа, состоящего из ведущих экспертов.

В совместной разработке ОНБ, последнее издание которых опубликовано Агентством в 1996 г. в Серии изданий по безопасности под № 115, с МАГАТЭ сотрудничали многие международные организации, заинтересованные в решении проблем безопасности. В их число вошли Агентство по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Международная организация труда (МОТ), Панамериканская орга-

низация здравоохранения (ПОЗ) и Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО). В то время проблемой сохранности радиоактивных материалов еще не занимались должным образом, иначе другие международные организации, такие как Всемирная таможенная организация и Международная организация уголовной полиции, были бы приглашены присоединиться к списку спонсоров.

В широком смысле ОНБ нацелены на то, чтобы обеспечить:

- защиту отдельных лиц и населения в целом от радиоактивного облучения, ожидаемого в результате нормального использования источников излучения;
- безопасность источников излучения с целью предотвращения инцидентов, а в случае, если они все же произойдут, — по смягчению их последствий; и
- сохранность радиоактивных материалов с целью предотвратить утерю контроля над их использованием.

В целом введение этих международных норм полностью оправдало себя. Они помогают гарантировать, чтобы при нормальном использовании источников излучения профессионально облучаемые работники и население в целом подвергались воздействию очень малых доз радиации. Благодаря применению принципа оптимизации радиационной защиты (т. е. снижению облучения до разумно достижимого низкого уровня — ALARA) в сочетании со строгим ограничением индивидуальных доз удалось добиться значительного снижения доз радиоактивного облучения.

контроль радиационных источников. Подразумевалось, что стоит принять соответствующий законодательный акт, и проблема будет решена. В этом заключалась серьезная ошибка, не изжитая до сих пор. После того как в конкретной стране принят требуемый закон, инфраструктура радиационной безопасности останется неизменной, т. е. такой же хорошей или плохой, как прежде. Формальная перемена рождает иллюзию достигнутого решения. В действительности юридическое оформление иногда (отнюдь не всегда) является необходимым, но определенно не достаточным условием для обеспечения надлежащего контроля за источниками излучений. Напротив, инфраструктура, включающая систему распространения знаний (посредством обучения и

подготовки), ресурсы и, что еще более важно, твердые обязательства правительства, — все это не только необходимый, но почти достаточный набор элементов для реального прогресса.

Таким образом, возникает вопрос: какой силой должно обладать требование о выполнении правительствами своих обязательств? Возможно, наступило время, когда ответом должно быть международное обязательство, имеющее юридически обязательную силу. Тем самым было бы подчеркнуто, что существование государственной инфраструктуры радиационной безопасности является предварительным условием действительного обеспечения безопасности радиационных источников и сохранности радиоактивных материалов.

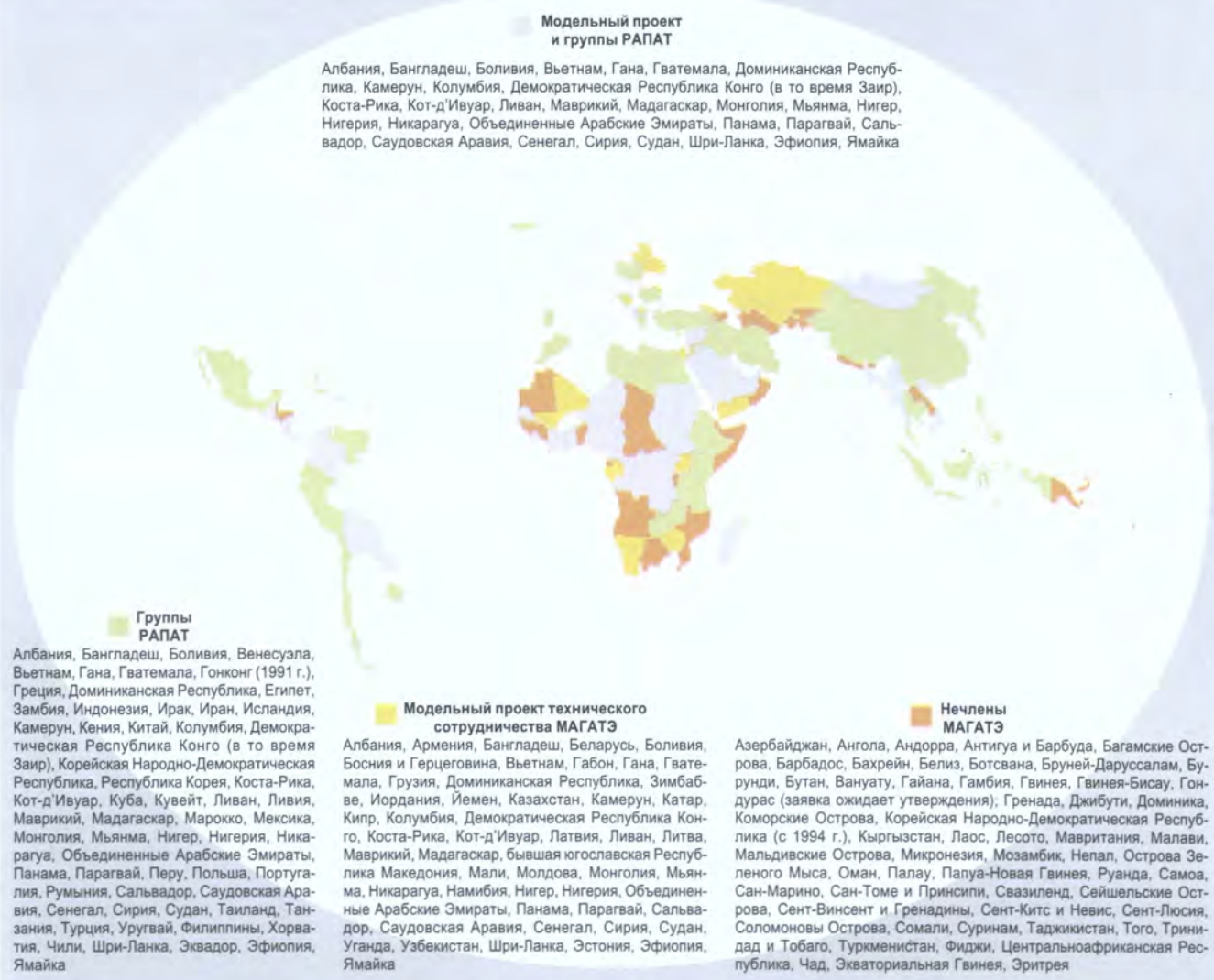
### Несоблюдение требований по безопасности.

В ОНБ содержится ряд требований по безопасности и сохранности, которые, согласно терминологии этого документа, относятся к административным, техническим требованиям, требованиям в отношении управления и проверки.

В свете того, что выявилось в последние годы, в настоящее время административные требования представляются весьма важными, хотя прежде они считались второстепенными по простой причине их кажущейся очевидности. Эти требования предельно просты: авторы ОНБ исходят из наличия в каждой стране системы уведомления о радиационных источниках, их регистрации и лицензирования, а также механизмов контроля за исполнением этих требований

## УКРЕПЛЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СОХРАННОСТИ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Считается (или даже точно известно), что в более чем 100 странах мира отсутствует эффективный контроль за источниками излучения и радиоактивными материалами. Большинство из них не имеют требуемой инфраструктуры. Несколько лет назад Агентство направило группы экспертов, которые назывались РАПАТ, для изучения проблем радиационной защиты в разных странах. Группы работали на местах в 62 странах. На основе результатов работы РАПАТ МАГАТЭ осуществляет модельный проект технического сотрудничества, которым охвачены 52 государства-члена (в том числе многие из тех, где побывали группы экспертов), с целью укрепления их национальных потенциалов и инфраструктур по радиационной безопасности и сохранности радиоактивных материалов. Необходимо отметить, что около 60 стран не являются членами МАГАТЭ.



посредством проведения инспекций силами регулирующих органов.

Как указано выше, требование, принятое значительным большинством развитых стран как нечто само собой разумеющееся, во многих районах мира не соблюдается. Более того, есть не-

мало стран, где даже не осознают необходимости соблюдать это требование, и, соответственно, власти этих стран не знают, сколько источников излучения имеется на их территории и где они находятся; отсюда логически следует, что эти источники не контролируются.

В ОНБ далее подчеркивается важная роль соблюдения двух *технических требований*: *глобоэшелонированной защиты* и *качественного инженерно-технического обеспечения*. Первое требование предусматривает наличие состоящей из нескольких эшелонов системы обеспечения



безопасности с целью предотвращения аварий, смягчения их последствий и восстановления безопасного состояния источников. Большинство прошлых аварий произошло при отсутствии надлежащей глубокоэшелонированной защиты. Следует отметить, что новые рекомендации МКРЗ относительно потенциальных облучений способствуют тому, что требование глубокоэшелонированной защиты будет в большей степени выражено в количественных показателях.

В отношении качественного инженерно-технического обеспечения ОНБ исходят из того, что источники всегда надежны и сконструированы в соответствии с утвержденными инженерными нормами, с достаточным запасом безопасности и, что очень важно, с учетом результатов исследований и разработок; иными словами, что их технические характеристики время от времени меняются.

Однако качественное инженерно-техническое обеспечение зачастую отсутствует, особенно в развивающихся странах. Напротив, в основном из-за финансовых причин многое делается

кое-как, и в ход идут "пиратские" технические и программные средства, что увеличивает риск аварий.

Требования ОНБ в отношении управления включают внедрение "культуры безопасности". Это требование оказалось нелегким для выполнения, отчасти из-за трудности перевода этого выражения во многих языках. В основном этот термин введен с целью подчеркнуть, что безопасность должна быть наивысшим приоритетом в организациях, имеющих дело с источниками излучения, которые должны быть готовы немедленно выявлять и устранять возникшие проблемы. При этом необходимо четко определить обязанности каждого лица не только в организациях, имеющих дело с источниками, но и в правительственных ведомствах, контролирующих их использование. Должны быть четко разграничены полномочия в принятии решений по вопросам безопасности и сохранности, чего обычно не происходит. Это особенно характерно для медицинского сектора, где руководство больниц часто не знает

состояния безопасности в своих радиологических отделениях и службах ядерной медицины. Проблема культуры безопасности — или ее отсутствия — приобретает критический характер в "новых независимых государствах", где ощущается очевидная нехватка традиций регулирования и опыта контроля за радиационными источниками. В этих, а также других странах проявляются недостатки в обеспечении гарантии качества, подготовки персонала и проверки безопасности с целью убедиться в соблюдении установленных требований.

**Несложные требования по сохранности.** В настоящее время ОНБ содержат минимальные требования по сохранности радиоактивных материалов. Это вполне объяснимо, поскольку ОНБ отражают международный консенсус, а во многих национальных правилах данный вопрос даже не затронут. Требования ОНБ фокусируют внимание на предотвращении хищения, повреждения и несанкционированного использования источников, что обеспечивается посредством недопущения прекращения конт-

## ГЛОБАЛЬНЫЙ ПОВОРОТНЫЙ ПУНКТ



Международная конференция в Дижоне, Франция, в 1998 г. обозначила новый этап деятельности в области безопасности, поскольку способствовала повышению уровня осознания важности безопасности и сохранности во всем мире. Международная конференция по безопасности радиационных источников и сохранности радиоактивных материалов была организована МАГАТЭ совместно с Европейской комиссией, Всемирной таможенной организацией и Интерполом. Подводя итоги конференции, председатель ее Программного комитета, бывший председатель Международной комиссии по радиологической защите д-р Дан Дж. Бенинсон привел следующие основные выводы по результатам ее работы:

■ Источники ионизирующих излучений должны иметь достаточную защиту, позволяющую безопасно

проводить нормальные операции по их использованию.

■ Следует предвидеть возможность аварийного облучения в связи с использованием радиационных источников и предусматривать соответствующие устройства и процедуры по обеспечению безопасности. В этой связи необходимо устранять дефекты устройства и конструкции источников; поощрять высокий уровень культуры безопасности при обращении с источниками излучения; правительства должны поддерживать регулирующие инфраструктуры для контроля радиационных источников; и регулирующие органы в каждой стране должны осуществлять надзор за всеми источниками излучения на ее территории, в том числе за импортируемыми, и быть в состоянии действовать независимо.

■ Нельзя допускать, чтобы радиационные источники выпадали из-под действия системы регулирующего контроля. Это означает, что регулирующий орган должен вести постоянно обновляемые учетные документы, в которых указываются ответственные за каждый источник, контролирующиеся переда-

роля, недопущения передачи источником пользователям, не имеющим разрешения, и проведения периодической инвентаризации, особенно нестационарных источников.

В отсутствие регламентационных требований в последнее время делается упор на борьбу скорее со следствиями, нежели с причинами отсутствия сохранности материалов. В настоящее время в разных организациях, в том числе в МАГАТЭ, разрабатывается ряд программ по борьбе с незаконным оборотом радиоактивных и ядерных материалов. Однако эта проблема не может быть решена с помощью контроля незаконного оборота на границах или поручения полиции обнаруживать источники. Напротив, ее удастся решить только в том случае, если будут созданы национальные системы, обеспечивающие недопущение прекращения контроля, недопущение передачи источника не имеющим разрешения пользователям и проведение периодических инвентаризаций.

Поскольку сейчас дело обстоит не так, существенно важно активизировать сотрудничество

с таможенными, пограничными и полицейскими органами и увеличить им помощь, и это является главным элементом деятельности Агентства по сотрудничеству в данной области.

### **ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ: СВОЕВРЕМЕННЫЕ ДЕЙСТВИЯ**

Государство, обязавшееся соблюдать требования ОНБ, делает необходимый, но недостаточный для обеспечения безопасности и сохранности шаг. Суть проблемы заключается не в наличии норм, а в их соблюдении. В последние годы Агентство активизировало свои усилия по обеспечению применения международных норм безопасности в государствах-членах, которым требуется помощь.

Эта деятельность проводится в рамках программ, охватывающих инфраструктуру регулирования; независимое авторитетное рассмотрение программ регулирования; обучение и подготовку персонала; ведение базы данных по необычным событиям, связанным с радиацией; аварийное реагирование и готовность; и обращение

с источниками излучения, которые вышли из употребления.

В частности, в рамках модельного проекта МАГАТЭ разработано информационную систему для регулирующих органов (ИСПРО) в целях управления программой регулирования. Система реализуется в государствах-членах, участвующих в упомянутом проекте (см. вставку на стр. 13).

В настоящее время МАГАТЭ активизирует свои действия и разрабатывает новые инициативы. Они направлены на то, чтобы дать ответ на ключевые вопросы и проблемы, поднятые на состоявшейся в 1998 г. в Дижоне, Франция, международной конференции, положившей начало новому этапу в этой деятельности. На сессии Генеральной конференции Агентства в сентябре 1998 г. и заседаниях Совета управляющих МАГАТЭ в марте 1999 г. была подчеркнута важность своевременных действий.

В связи с вопросом о принятии правительствами обязательств, имеющих юридически обязательную силу, Генеральный директор МАГАТЭ Мохамед эль-

чи источников и отслеживается судьба каждого источника в конце срока его полезного использования.

■ Следует прилагать усилия с целью поиска источников излучения, не включенных в инвентарный список регулирующего органа, поскольку они находились в стране до того, как был составлен инвентарный список, никогда конкретно не лицензировались либо были утеряны, брошены или похищены ("бесхозные источники").

■ Ввиду наличия во всем мире множества "бесхозных" источников должны быть активизированы усилия, направленные на улучшение обнаружения радиоактивных материалов, пересекающих национальные границы и перемещающихся в пределах территории стран, путем проведения радиационных измерений и сбора разведывательных данных. Необходимо разработать оптимальные методы обнаружения, и можно будет избежать недоразумений, если будет подготовлено международное соглашение о количественных уровнях, которое послужит основанием для проведения расследований, например в пунктах пересечения границ.

■ Эффективно действующие национальные регулирующие органы в рамках соответствующих на-

циональных инфраструктур являются ключевым общим элементом, который будет играть главную роль как в избавлении от "бесхозных" источников, потенциально опасных с точки зрения злоупотреблений и возможности аварий, так и в достижении и поддержании безопасных условий работы.

■ Правительства настоятельно призываются к созданию регулирующих органов для контроля за радиационными источниками, если такие органы отсутствуют. Правительство должно обеспечить такой орган достаточной поддержкой и необходимыми людскими и финансовыми ресурсами для его эффективной работы. Только таким путем можно решать проблему безопасности источников излучения и сохранности радиоактивных материалов по существу и в конечном счете поставить ее под контроль.

■ Необходимо приложить дополнительные усилия с целью изучения возможности формулирования международных обязательств, связанных с обеспечением эффективного функционирования национальных систем регулирующего контроля и приемлемых для широкого круга стран, готовых взять их на себя.

Баради предложил Совету в марте начать обсуждение с целью изучить возможность принятия государствами-членами международного обязательства в области безопасности источников излучения и сохранности радиоактивного материала. Совет не высказал возражений по поводу этого предложения, хотя некоторые члены Совета полагают, что строить планы в отношении международной конвенции в настоящее время было бы слишком претенциозным. По их мнению, более достижимой целью было бы принятие документов иного типа, например *кодекса поведения*.

Совет одобрил основные элементы *Плана действий*, который будет представлен ему на рассмотрение, а затем — на утверждение Генеральной конференции в сентябре 1999 г.

**План действий.** Проект Плана был подготовлен в конце мая 1999 г. группой консультантов в Праге, Чешская Республика. Проект был затем рассмотрен и дополнен на совещании технического комитета в июле 1999 г. в Вене. Совещание проходило под председательством г-жи Мэри Кларк из Агентства США по охране окружающей среды с участием представителей Австралии, Германии, Египта, Израиля, Индии, Исландии, Испании, Канады, Китая, Соединенного Королевства, Соединенных Штатов, Турции, Украины, Финляндии, Франции, Чешской Республики и наблюдателя от Европейской комиссии.

Предложенные инициативы сгруппированы в семи разделах: регулирующие инфраструктуру; обращение с вышедшими из употребления радиационными источниками; классификация источников; реагирование на аномальные события; обмен информацией; обучение и подготовка персонала; и международные обязательства. Что касается сроков выполнения Плана, то мероприятия должны проводиться в три этапа начиная с момента утверждения Плана.

Основные мероприятия по разделам Плана включают:

**Регулирующие инфраструктуру.**

- Создание служб консультирования государств-членов по разработке соответствующих программ регулирования.

**Обращение с вышедшими из употребления радиационными источниками.**

- Подготовка документов по конкретным аспектам обращения с вышедшими из употребления радиоактивными источниками и их удаления.

- Организация консультаций и практикумов по техническим, коммерческим, правовым и регламентационным аспектам возврата изготовителям вышедших из употребления источников, а также по обращению с радиоактивными источниками и содержащим их оборудованием.

**Классификация источников.**

- Подготовка документа по классификации источников на основе связанных с ними потенциального облучения и радиоактивного загрязнения.

**Реагирование на аномальные события.**

- Подготовка руководства по национальным стратегиям и программам обнаружения, а также определения местонахождения “бесхозных источников” и последующего обращения с ними; и по критериям разработки, отбора и использования оборудования для обнаружения и контроля на пограничных пунктах, в портах, на свалках металлолома и в других местах.

- Развитие дополнительного национального потенциала реагирования на чрезвычайные радиологические ситуации.

- Укрепление имеющегося в распоряжении Агентства потенциала для оказания помощи при чрезвычайных ситуациях.

**Обмен информацией.**

- Организация международной конференции по контролю национальных органов за радиационными источниками и радиоактивными материалами и региональ-

ных семинаров-практикумов по конкретным актуальным темам.

- Разработка международной базы данных по утерянным и найденным “бесхозным источникам”.

- Полная разработка и ведение международной базы данных по необычным радиационным событиям и предоставление ее в распоряжение государств-членов.

- Разработка информационного массива по характеристикам источников и содержащих их устройств, включая транспортные контейнеры, и распространение данной информации, в том числе, если целесообразно, через Интернет.

**Обучение и подготовка персонала.**

- Интенсификация деятельности по организации курсов обучения аспирантского уровня и разработка в систематизированном виде программ и учебных материалов для конкретных целевых групп и по видам использования источников излучения и радиоактивных материалов.

**Международные обязательства.**

- Проведение совещания экспертов по техническим и юридическим вопросам с целью предварительного обсуждения возможности принятия международного обязательства, как, например, кодекса поведения в области безопасности радиационных источников и сохранности радиоактивных материалов.

**ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ**

На протяжении всего своего существования МАГАТЭ приводило свои программы в соответствие с новыми задачами и возможностями в области безопасного и мирного развития ядерных и радиационных технологий. Разработка инициатив, выдвинутых в настоящее время, поможет странам укрепить безопасность и сохранность источников излучения и радиоактивных материалов. Они сосредоточены на мерах по повышению уровня национальных возможностей эффективного регулирования и

## ОТСЛЕЖИВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ДЕЛ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ И СОХРАННОСТИ: ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕГУЛИРУЮЩИХ ОРГАНОВ

В рамках работы по укреплению радиационной безопасности и сохранности радиоактивных источников МАГАТЭ разработало компьютеризованную систему отслеживания и управления для использования регулирующими органами в государствах-членах. Эта система, названная Информационной системой для регулирующих органов (ИСРО), состоит из пяти достаточно гибких модулей, что позволяет их использовать в различных программах регулирования.

### МОДУЛЬ 1: ИНВЕНТАРНЫЙ СПИСОК

#### РАДИАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ И УСТАНОВОК

- Содержит перечень всех радиационных источников на установке, классифицированных по виду практической деятельности
- Охватывает установки с определенным типом оборудования или предназначенных для конкретного вида практической деятельности
- Охватывает источники нескольких излучений
- Отслеживает историю источника до его возвращения поставщику или обращения с ним как с радиоактивными отходами

### МОДУЛЬ 2: РАЗРЕШЕНИЯ

- Отслеживает административный статус установки от первоначальной заявки до разрешения на ее использование, включая предэксплуатационные инспекции
- Охватывает разрешения, относящиеся к передачам радиационных источников с одной установки на другую
- Позволяет регулирующему органу выдавать разрешительные документы через ИСРО

### МОДУЛЬ 3: ИНСПЕКЦИИ И НАБЛЮДЕНИЕ ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ

- Инспекции, проводимые в пределах определенных временных интервалов
- Инспекции, которые следует провести в определенный период в будущем
- Помогает проводить мониторинг последующих действий по соблюдению требований и сроков исполнения
- Позволяет регулирующему органу выпускать инспекционные отчеты через ИСРО

### МОДУЛЬ 4: МОНИТОРИНГ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОЗ

- Производит расчет оценок эффективных доз для работников на основе измеренного эквивалента индивидуальных доз облучения
- Ведет перечни доз облучения работников на каждой установке
- Вычисляет суммарные дозы облучения работников, занятых на более чем одной установке
- Хранит в памяти дозы облучения работников

### МОДУЛЬ 5: ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ

#### ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА

- Ведет перечни обработанных разрешений
- Показывает среднее время на обработку разрешения, классифицированное по виду практической деятельности
- Ведет перечни инспекций, сгруппированных по видам практической деятельности, географическим районам или именам инспекторов; мер по соблюдению требований; текущих мер со сроками исполнения

#### ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ЛИЦЕНЗИАТА

- Демонстрирует средние профессиональные дозы по видам практической деятельности и дозы, превышающие ограничения по уровням расследования
- Хранит в памяти историю инцидентов и случаев несоблюдения требований
- Хранит в памяти историю мер по соблюдению требований

#### ПРОЧАЯ ИНФОРМАЦИЯ О НАЦИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Ведет перечни зарегистрированных учебных курсов по радиационной защите и списки их слушателей
- Ведет списки персонала по радиационной защите и других экспертов
- Ведет списки персональных разрешений по видам практической деятельности
- Хранит в памяти данные о мерах чрезвычайного реагирования, соглашениях и т. д.

контроля радиационных источников и радиоактивных материалов с уделением приоритетного внимания тем из них, которые представляют наибольшую потенциальную опасность. Конкретным объектом внимания являются бесхозные источники, которые могут исчисляться тысячами. Во многих случаях страны будут нуждаться в помощи по обнаружению таких источников и безопасному обращению с ними.

До 50-х гг. обычно использовались лишь радионуклиды естественного происхождения, осо-

бенно радий-226. С тех пор картина радикальным образом изменилась, и многие радионуклиды, произведенные искусственным путем, стали коммерчески продуктами, используемыми в промышленности, медицине и других областях. Любые риски в связи с их использованием должны быть ограничены, а люди — защищены от их вредного воздействия путем применения соответствующих норм радиационной безопасности.

Глобальные усилия в рамках разрабатываемого многолетнего

Плана действий укрепляют основу прогресса в повышении уровня безопасности. Они имеют целью обеспечить в следующем столетии еще большую поддержку и помощь национальным органам, несущим ответственность за источники излучения и радиоактивные материалы.

С укреплением и развитием национальных потенциалов весь мир выиграет от появления более мощной глобальной структуры радиационной безопасности и сохранности радиоактивных материалов. □

## Крупные радиационные аварии (1945—1999 гг.)

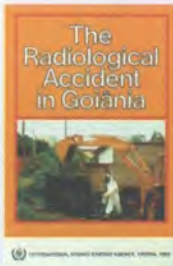
Год	Место	Источник	Доза (или поглощение активности)	Число переоблучений <sup>a</sup>	Число смертей
1945/46	Лос-Аламос, США	критичность	до 13 Гр (смеш. <sup>b</sup> излуч.)	10	2
1952	Аргонн, США	критичность	0,1—1,6 Гр (смеш. <sup>b</sup> излуч.)	3	
1953	СССР	экспериментальный реактор	3,0—4,5 Гр (смеш. <sup>b</sup> излуч.)	2	
1953	Мельбурн, Австралия	кобальт-60	неизвестна	1	
1955	Ханфорд, США	плутоний-239	неизвестна	1	
1958	Окридж, США	критичность (установка Y-12)	0,7—3,7 Гр (смеш. <sup>b</sup> излуч.)	7	
1958	Винка, Югославия	экспериментальный реактор	2,1—4,4 Гр (смеш. <sup>b</sup> излуч.)	8	
1958	Лос-Аламос, США	критичность	0,35—45 Гр (смеш. <sup>b</sup> излуч.)	3	
1959	Йоханнесбург, Южная Африка	кобальт-60	неизвестна	1	
1960	США	электронный пучок	7,5 Гр (локальная)	1	
1960	Мэдисон, США	кобальт-60	2,5—3 Гр	1	
1960	Локпорт, США	рентген. лучи	(до 12 Гр, неоднородно)	6	
1960	СССР	цезий-137 (самоубийство)	примерно 15 Гр	1	1
1960	СССР	бромид радия (поглощение)	74 МБк	1	1 (спустя 4 года)
1961	СССР	авария на подводной лодке	1,0—50,0 Гр	> 30	8
1961	Майамисбург, США	плутоний-238	неизвестна	2	
1961	Майамисбург, США	полоний-210	неизвестна	4	
1961	Швейцария	водород-3	3 Гр	3	1
1961	Айдахо Фоллз, США	взрыв в реакторе	до 3,5 Гр	7	3
1961	Плимут, Соед. Кор.	рентген. лучи	локальная передозировка	11	
1961	Фонтене-о-Роз, Франция	плутоний-239	неизвестна	1	
1962	Ричленд, США	критичность	неизвестна	2	
1962	Ханфорд, США	критичность	0,2—1,1 Гр (смеш. <sup>b</sup> излуч.)	3	
1962	Мехико, Мексика	капсула, кобальт-60	9,9—52 Зв	5	4
1962	Москва, СССР	кобальт-60	3,8 Гр (неоднородна)	1	
1963	Китай	кобальт-60	0,2—80 Гр	6	2
1963	Сакле, Франция	электронный пучок	неизвестна (локально)	2	
1964	ФРГ	водород-3	10 Гр	4	1
1964	Род-Айленд, США	критичность	0,3—46 Гр (смеш. <sup>b</sup> излуч.)	4	1
1964	Нью-Йорк, США	америций-241	неизвестна	2	
1965	Рокфорд, США	ускоритель	> 3 Гр (локально)	1	
1965	США	дифрактометр	неизвестна (локально)	1	
1965	США	спектрометр	неизвестна (локально)	1	
1965	Моль, Бельгия	эксперимент. реактор	5 Гр (суммарно)	1	
1966	Портленд, США	фосфор-32	неизвестна	4	
1966	Личбург, США	плутоний-235	неизвестна	1	
1966	Пенсильвания, США	золото-198	неизвестна	1	1
1966	Китай	"загрязненная зона"	2—3 Гр	2	
1966	СССР	эксперимент. реактор	3,0—7 Гр (суммарно)	5	
1967	США	иридий-192	0,2 Гр, 50 Гр (локально)	1	
1967	Блумсбург, США	америций-241	неизвестна	1	
1967	Питтсбург, США	ускоритель	1—6 Гр	3	
1967	Индия	кобальт-60	80 Гр (локально)	1	
1967	СССР	медицинская рентген. диагностич. установка	50,0 Гр (голова, локально)	1	1 (спустя 7 лет)
1968	Бербанк	плутоний-239	неизвестна	2	
1968	Висконсин, США	золото-198	неизвестна	1	1
1968	ФРГ	иридий-192	1 Гр	1	
1968	Ла-Плата, Аргентина	цезий-137	0,5 Гр (локально, все тело)	1	
1968	Чикаго, США	золото-198	4—5 Гр (костный мозг)	1	1
1968	Индия	иридий-192	130 Гр (локально)	1	
1968	СССР	эксперимент. реактор	1,0—1,5 Гр	4	
1968	СССР	кобальт-60, установка по облучению	1,5 Гр (локально, голова)	1	
1969	Висконсин, США	стронций-85	неизвестна	1	
1969	СССР	эксперимент. реактор	5,0 Зв (суммарно) неоднородно	1	
1969	Глазго, Соед. Кор.	иридий-192	0,6 Гр	1	
1970	Австралия	рентген. лучи	4—45 Гр (локально)	2	
1970	Де-Мойн, США	фосфор-32	неизвестна	1	
1970	США	спектрометр	неизвестна (локально)	1	
1970	Эрвин, США	уран-235	неизвестна	1	
1971	Ньюпорт, США	кобальт-60	30 Гр (локально)	1	
1971	Соед. Кор.	иридий-192	30 Гр (локально)	1	
1971	Япония	иридий-192	0,2—1,5 Гр	4	
1971	Окридж, США	кобальт-60	1,3 Гр	1	
1971	СССР	эксперимент. реактор	7,8; 8,1 Зв	2	
1971	СССР	эксперимент. реактор	3,0 суммарно	3	
1972	Чикаго, США	иридий-192	100 Гр (локально)	1	
1972	Пич-Боттом, США	иридий-192	300 Гр (локально)	1	
1972	ФРГ	иридий-192	0,3 Гр	1	
1972	Китай	кобальт-60	0,4—5,0 Гр	20	
1972	Болгария	капсулы цезия-117 (самоубийство)	> 200 Гр (локально, грудь)	1	1

Год	Место	Источник	Доза (или поглощение активности)	Число переоблучений <sup>а</sup>	Число смертей
1973	США	иридий-192	0,3 Гр	1	
1973	Соед. Кор.	рутений-106	неизвестна	1	
1973	Чехословакия	кобальт-60	1,6 Гр	1	
1974	Иллинойс, США	спектрометр	2,4—48 Гр (локально)	3	
1974	Парсипани, США	кобальт-60	1,7—4 Гр	1	
1974	Ближний Восток	иридий-192	0,3 Гр	1	
1975	Брешиа, Италия	кобальт-60	10 Гр	1	
1975	США	иридий-192	10 Гр (локально)	1	
1975	Колумбус, США	кобальт-60	11—14 Гр (локально)	6	
1975	Ирак	иридий-192	0,3 Гр	1	
1975	СССР	цезий-137 (установка облучения)	3—5 Гр (суммарно) + > 30 Гр (руки)	1	
1975	ГДР	исследовательский реактор	20—30 Гр (локально)	1	
1975	ФРГ	рентген. лучи	30 Гр (рука)	1	
1975	ФРГ	рентген. лучи	1 Гр (суммарно)	1	
1976	Хэнфорд, США	америдий-241, поглощение	> 37 МБк	1	
1976	США	иридий-192	37,2 Гр (локально)	1	
1976	Питтсбург, США	кобальт-60	15 Гр (локально)	1	
1977	Рокевэй, США	кобальт-60	2 Гр	1	
1977	Претория, Южная Африка	иридий-192	1,2 Гр	1	
1977	Денвер, США	фосфор-32	неизвестна	1	
1977	СССР	кобальт-60 (установка облучения)	4 Гр (суммарно)	1	
1977	СССР	протонный ускоритель	10,0—30,0 Гр (руки)	1	
1977	Соед. Кор.	иридий-192	0,1 Гр + локально	1	
1977	Перу	иридий-192	0,9—2,0 (суммарно), 160 (рука)	3	
1978	Аргентина	иридий-192	12—16 Гр (локально)	1	
1978	Алжир	иридий-192	до 13 Гр (для максимального индивидуального облучения)	7	
1978	Соед. Кор.			1	
1978	СССР	ускоритель электронов	20 Гр (локально)	1	
1979	Калифорния, США	иридий-192	до 1 Гр	5	
1980	СССР	кобальт-60 (установка облучения)	50 Гр (локально, ноги)	1	
1980	ГДР	рентген. лучи	15—30 Гр (рука)	1	
1980	ФРГ	рентгенографическая установка	23 Гр (рука)	1	
1980	Китай	кобальт-60	5 Гр (локально)	1	
1981	Сенте, Франция	кобальт-60, медицинская установка	> 25 Гр	3	
1981	Оклахома, США	иридий-192	неизвестна	1	
1982	Норвегия	кобальт-60	22 Гр	1	1
1982	Индия	иридий-192	35 Гр (локально)	1	
1983	Аргентина	критичность	43 Гр (смеш. <sup>б</sup> излуч.)	1	1
1983	Мексика	кобальт-60	0,25—5,0 Зв (продолжительное облучение)	10	
1983	Иран	иридий-192	20 Гр (рука)	1	
1984	Марокко	иридий-192	неизвестна	11	8
1984	Перу	рентген. лучи	5—40 Гр (локально)	6	
1985	Китай	ускоритель электронов	неизвестна (локально)	2	
1985	Китай	золото-198 (ошибка в обращении)	неизвестна (внутренне)	2	1
1985	Китай	цезий-137	8—10 Зв (подострое облучение)	3	
1985	Бразилия	источник для рентгенографии	410 Зв (локально)	1	
1985	Бразилия	источник для рентгенографии	160 Зв (локально)	2	
1985/86	США	ускоритель	неизвестна	3	2
1986	Китай	кобальт-60	2—3 Гр	2	
1986	Чернобыль, СССР	АЭС	1—16 Гр (смеш. <sup>б</sup> излуч.)	134	28 <sup>д</sup>
1987	Гояния, Бразилия	цезий-137	до 7 Гр (смеш. <sup>б</sup> излуч.)	50 <sup>с</sup>	4
1987	Китай	кобальт-60	1,0 Гр	1	
1989	Сальвадор	кобальт-60 (установка облучения)	3—8 Гр	3	1
1990	Израиль	кобальт-60 (установка облучения)	> 12 Гр	1	1
1990	Испания	ускоритель для радиотерапии	неизвестна	27	11
1991	Несвиж, Беларусь	кобальт-60 (установка облучения)	10 Гр	1	1
1991	США	ускоритель	> 30 Гр (руки и ноги)	1	
1992	Вьетнам	ускоритель	20—50 Гр (руки)	1	
1992	Китай	кобальт-60	> 0,25—10 Гр (локально)	8	3
1992	США	иридий-192, брахитерапия	> 1000 Гр	1	1
1994	Таммику, Эстония	цезий-137, хранилище отходов	1830 Гр (бедро) + 4 Гр (все тело)	3	1
1996	Коста-Рика	кобальт-60, радиотерапия	на 60% превышение дозы	115	13 <sup>е</sup>
1996	Джилан, Иран	иридий-192, рентгенография	2—3 Гр ? (все тело) + 100 Гр? (грудь)	1	
1997	Россия	эксперимент с критичностью	5—10 Гр (все тело) + 200—250 Гр (руки)	1	
1998	Турция	кобальт-60	различные дозы, до 3 Гр на все тело	10	
1999	Перу	иридий-192, рентгенография	до 100 Гр локально (ампутация ноги)	1	

Примечания: <sup>а</sup> Значительное облучение, определяемое как > 0,25 Зв на все тело, кроветворные или другие жизненно важные органы; ~ 6 Гр на кожу локально; ~ 0,75 Гр на другие ткани или органы от внешнего источника или свыше половины годового предела поглощения (ГПП). <sup>б</sup> Под смешанным излучением имеются в виду различные типы излучения с разными значениями ЛПЭ, такие как нейтроны и гамма-лучи или гамма- и бета-лучи. <sup>с</sup> Вероятно, число переоблученных завышено (некоторые из 50 облученных получили дозы менее 0,25 Зв). <sup>д</sup> Жертвы переоблучения. Два других случая смерти не связаны с радиацией. <sup>е</sup> До конца 1998 г.

Источник: АЕА/WHO Planning the Medical Response to Radiological Accidents, IAEA Safety Report Series No. 4 (1998).

## ДОКЛАДЫ МАГАТЭ О РАДИОЛОГИЧЕСКИХ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ



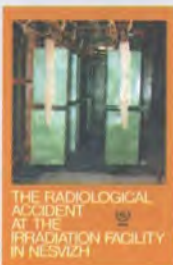
**ГОЯНИЯ, БРАЗИЛИЯ.** Инцидент в Гоянии в 1987 г. явился следствием того, что после переезда частного радиотерапевтического института на новое место в старом здании был забыт источник цезия-137. Телетерапевтический прибор, содержащий источник излучения и оставшийся без присмотра около двух лет, был обнаружен двумя мусорщиками, которые взяли его домой и, пытаясь извлечь сборку с источником, повредили его капсулу. В результате они подвергли радиоактивному загрязнению самих себя, сотни других людей, город и окрестную среду. Четыре человека скончались от сильных доз облучения, многие другие серьезно пострадали. Мероприятия чрезвычайного реагирования и дезактивация жилых домов, зданий и почвы продолжались шесть месяцев, общее число людей, обследованных на предмет радиоактивного облучения, превысило 100 тыс., из которых почти у 300 были обнаружены следы загрязнения цезием-137 различной степени. В финансовом отношении инцидент нанес серьезный экономический ущерб городу и району.



**САН-САЛЬВАДОР, САЛЬВАДОР.** В феврале 1989 г. произошел несчастный случай на установке промышленного облучения вблизи Сан-Сальвадора, где проводилась стерилизация медицинской продукции путем облучения источником кобальта-60. Инцидент был вызван тем, что подставку с источником заклинило на позиции облучения. Оператор отключил системы безопасности и вошел в камеру облучения вместе с двумя другими рабочими, чтобы освободить подставку вручную. Они подверглись облучению высокими дозами радиоактивности, что привело к острой лучевой болезни. У двух пострадавших из трех были столь серьезно повреждены ноги и ступни, что потребовалась ампутация. Рабочий, получивший самую высокую дозу, умер спустя немногим более шести месяцев после аварии.



**СОРЕК, ИЗРАИЛЬ.** В июне 1990 г. произошел несчастный случай вблизи г. Сорек на коммерческой установке по облучению для стерилизации медицинской продукции и специй источником кобальта-60. Инцидент был вызван тем, что подставку с источником заклинило на позиции облучения. Оператор неправильно понял два противоречащих друг другу предупредительных сигнала, отключил установленные системы безопасности и, нарушив правила, вошел в камеру облучения с целью ликвидировать затор. Подвергшись воздействию высокоинтенсивного излучения, он получил столь сильное лучевое поражение, что скончался через месяц с небольшим.



**НЕСВИЖ, БЕЛАРУСЬ.** В октябре 1991 г. произошел несчастный случай на установке по облучению в Несвиже, около 120 км от Минска. На ней стерилизуются сельскохозяйственная продукция и медицинские препараты путем использования источника кобальта-60. Из-за затора в транспортной системе для перемещения продукции оператор вошел в камеру установки, чтобы исправить повреждение, нарушив при этом ряд требований безопасности. В какой-то момент подставка с источником была открыта, и оператор в течение примерно

минуты подвергался облучению. Он был отправлен на лечение сначала в Несвиж и Минск, а затем в Москву для прохождения специального курса лечения. Несмотря на интенсивное лечение, он умер спустя 113 дней.



**ХАНОЙ, ВЬЕТНАМ.** В ноябре 1992 г. произошел инцидент на ускорителе электронов в Ханое. Без ведома операторов в помещение для облучения вошел человек и нечаянно подставил руки под пучок рентгеновских лучей. Руки были серьезно повреждены, и одну пришлось ампутировать.



**ТОМСК, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ.** В апреле 1993 г. произошла авария во время переработки облученного реакторного топлива на установке Сибирского химкомбината, расположенного вблизи Томска. Хотя авария не связана с безопасностью радиационных источников, она расценивается как типичный случай отхода от строгого соблюдения правил безопасности. Авария вызвала повреждение как производственной линии, так и здания и привела к выбросу радионуклидов, включая плутоний-239. Радиоактивному загрязнению подверглись площадка и обширный район к северу от комплекса, включая деревню Георгиевку и часть магистральной дороги, связывающей Самус с Томском. Хотя уровень загрязнения был сравнительно низок, на дезактивацию зданий и почвы были затрачены значительные средства.



**ТАММИКУ, ЭСТОНИЯ.** В октябре 1994 г. три брата проникли без разрешения на территорию хранилища радиоактивных отходов в Таммику и похитили металлический контейнер, в котором был заключен радиоактивный источник. Они смогли открыть контейнер, что привело в конечном счете к смерти одного из братьев и нанесло серьезный вред здоровью остальных. Первоначально радиоактивное облучение не было названо

причиной смерти. Однако врач, который исследовал заболевание приемного сына умершего, распознал радиологический характер инцидента и инициировал мероприятия восстановительного характера, которые позволили ограничить вредные последствия случившегося. Эстонские власти запросили международную помощь для анализа инцидента и консультаций по коррективным мерам.



**САН-ХОСЕ, КОСТА-РИКА.** Серьезный инцидент в Коста-Рике произошел с пациентами, проходившими лечение с применением радиотерапии. Все началось с того, что в больнице "Сан-Хуан де Диос" в Сан-Хосе в августе 1996 г. был заменен источник с ко-

бальтом-60. При калибровке нового источника была допущена ошибка в расчете уровня дозы. В результате пациенты были подвергнуты облучению значительно более высокими дозами радиации, чем предписано. Как сообщалось, пострадали 115 больных, проходивших курс лечения новообразований с помощью радиотерапии. Ошибка была обнаружена в конце сентября 1996 г., после чего лечение было остановлено. Последующие замеры на установке и обследование карт пациентов показали превышение уровня дозы примерно на 50—60%. К июлю 1997 г., через девять месяцев после аварии, 42 пациента скончались. У многих других пациентов обнаружилось очевидные последствия переоблучения, хотя полностью они не проявились в течение нескольких месяцев непосредственно после случившегося. Однако, вероятнее всего, в предстоящие годы больные будут страдать от необратимых последствий облучения и осложнений в результате этого инцидента.

#### **Готовятся к публикации**

#### **ДЖИЛАН, ИРАН**

24 июля 1996 г. рабочий Джиланской электростанции, работающей на комбинированном органическом топливе, занимался переноской изоляционных материалов для обшивки котлов и труб и заметил у стенки траншеи блестящий металлический предмет размером с карандаш. Он положил его в свободный карман комбинезона справа над грудью. Металлический предмет оказался деталью (коротким проводным выводом) радиографа с источником иридия-192. Облучение привело к возникновению острого гемопоэтического

синдрома (подавление функции костного мозга) и радиационному поражению необычно обширного локального участка. В Институте Кюри в Париже была успешно проведена пластическая операция. С тех пор общее состояние пациента остается удовлетворительным, хотя лучевое поражение продолжает ослаблять его организм.

#### **СТАМБУЛ, ТУРЦИЯ**

Старые радиотерапевтические источники со склада фирмы в Анкаре были помещены в свинцовые контейнеры для отправки поставщику. Из-за коммерческих разногласий они оставались там около пяти лет. В декабре 1998 г. фирма переправила контейнеры на другой склад в Стамбуле. Однако рабочие вместо хранилища разместили груз в соседнем помещении, где он оставался около девяти месяцев. Когда это помещение было продано, новые владельцы продали ненужное им имущество, включая контейнеры с источниками. Покупатель разместил контейнеры на открытой площадке и вместе с еще одним человеком демонтировал их. Десять человек получили дозы облучения, вызвавшие острый радиационный синдром. Один из источников еще не найден.

#### **ЯНАНГО, ПЕРУ**

В феврале 1999 г. радиационная авария произошла на строительной площадке гидроэлектростанции в Янанго, Перу, в 300 км от Лимы. Жертвой оказался работавший на площадке сварщик, который по неосторожности подобрал оставленный без присмотра промышленный иридиевый источник, предназначенный для гаммаграфии. Он положил его в задний карман брюк. С острыми радиационными ожогами он сначала был госпитализирован в противораковый центр в Лиме, а затем переведен в центр лечения тяжелых ожогов военного госпиталя Перси в Клараме (департамент О-де-Сен), Франция. Его лечение продолжается, и можно ожидать благоприятных результатов от применения метода лечения тяжелых ожогов, который успешно использовался при лечении грузинских пограничников, ставших жертвами серьезной радиационной аварии в 1997 г.

#### **РЕСПУБЛИКА ГРУЗИЯ**

За последние годы в Грузии было найдено много брошенных радиоактивных источников. Местные власти впервые обратились с просьбой о международной помощи в октябре 1997 г., когда у группы пограничников, проходивших подготовку в учебном центре в Лило около Тбилиси, обнаружилось признаки кожного заболевания, вызванного облучением. Одинадцать военнослужащих пришлось направить в специализированные госпитали во Франции и Германии. Было установлено, что причиной облучения стали несколько источников цезия-137 и кобальта-60 разной активности, брошенных в бывших советских казармах. В июле 1998 г. еще три брошенных источника с активностью 50 ГБк, 3,3 ГБк и 0,17 ГБк были найдены в деревне Матхожи, примерно в 300 км к западу от Тбилиси. В то же время было обнаружено, что на бывшей советской военной базе в окрестностях Кутаиси находится участок, загрязненный радием-226. Еще два радиоактивных источника, захороненных в песке, были найдены на территории военной базы в Поти на черноморском побережье. Два других мощных радиоактивных источника были обнаружены в октябре 1998 г. в Хайши на западе Грузии. Они входили в состав компонентов восьми термоэлектрических генераторов, размещенных в этом районе. Генераторы имели активность в диапазоне между 740 и 5550 ТБк. С тех пор четыре из них были обнаружены и помещены на безопасное хранение. Один был найден на дне р. Ингури, протекающей через этот район. Недавно были сделаны еще две находки: 21 июня 1999 г. источник кобальта-60 с активностью около 37 ГБк был найден под дорожным покрытием вблизи ботанического сада в Тбилиси; 5 июля 1999 г. два источника с цезием-137 были обнаружены в г. Рустави, недалеко от Тбилиси.