

**Усиление контроля за  
радиоактивными источниками,  
разрешенными к использованию, и  
восстановление контроля над  
бесхозными источниками**

*Национальные стратегии*



**IAEA**

International Atomic Energy Agency

Сентябрь 2005

# ПУБЛИКАЦИИ МАГАТЭ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

## НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

В соответствии со статьей III своего Устава Агентство уполномочено устанавливать или принимать нормы безопасности для защиты здоровья и сведения к минимуму опасностей для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм.

Публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы, выпускаются в **Серии норм МАГАТЭ по безопасности**. Эта серия охватывает вопросы ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозок, безопасности отходов, а также общей безопасности (т.е. все эти области безопасности). Категории публикаций в этой серии – это **Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности**.

Нормы безопасности обозначаются в соответствии со сферой их применения: ядерная безопасность (NS), радиационная безопасность (RS), безопасность перевозки (TS), безопасность отходов (WS) и общая безопасность (GS).

Информацию о программе МАГАТЭ по нормам безопасности можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

На этом сайте содержатся тексты опубликованных норм безопасности и проектов норм безопасности на английском языке. Тексты норм безопасности выпускаются на арабском, китайском, испанском, русском и французском языках, там также можно найти глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности и отчет о положении дел с нормами безопасности, находящимися в стадии разработки. Для получения дополнительной информации просьба обращаться по адресу: P.O. Box 100, Wagramerstrasse 5, A-1400 Vienna, Austria.

Всем пользователям норм безопасности МАГАТЭ предлагается сообщать МАГАТЭ об опыте их использования (например, в качестве основы для национальных регулирующих положений, для составления обзоров безопасности и учебных курсов) в целях обеспечения того, что они по-прежнему отвечают потребностям пользователей. Эта информация может быть направлена через интернет-сайт МАГАТЭ или по почте (см. адрес выше), или по электронной почте по адресу [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org).

## ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

МАГАТЭ обеспечивает применение норм и в соответствии со статьями III и VIII.C своего Устава предоставляет сведения и способствует обмену информацией, касающейся мирной деятельности в ядерной области, и служит в этом посредником между своими государствами-членами.

Доклады по вопросам безопасности и защиты в ядерной деятельности выпускаются в другой серии публикаций, в частности, в **Серии докладов по безопасности**. В Докладах по безопасности приводятся практические примеры и подробные описания методов, которые могут использоваться в поддержку норм безопасности. К другим сериям публикаций МАГАТЭ по вопросам безопасности относятся **Серия обеспечения применения норм безопасности, Серия докладов по радиологическим оценкам и Серия ИНСАГ** Международной группы по ядерной безопасности. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиационным авариям и другие специальные публикации.

Публикации по вопросам безопасности выпускаются также в **Серии технических докладов - Серия TECDOC МАГАТЭ, Серии учебных курсов и Серии услуг МАГАТЭ**, а также в качестве **Практических руководств по радиационной безопасности и Практических технических руководств по излучениям**. Публикации по вопросам физической безопасности выпускаются в **Серии МАГАТЭ по физической ядерной безопасности**.

**Усиление контроля за  
радиоактивными источниками,  
разрешенными к использованию, и  
восстановление контроля над  
бесхозными источниками**

*Национальные стратегии*



**IAEA**

International Atomic Energy Agency

Сентябрь 2005

Данная публикация была подготовлена подразделением МАГАТЭ:

Секция радиационной безопасности и безопасности перевозки  
Международного агентства по атомной энергии

Wagramer Strasse 5  
P.O. Box 100  
A-1400 Vienna, Austria

Усиление контроля за радиоактивными источниками, разрешенными к использованию,  
и восстановление контроля над бесхозными источниками

IAEA, VIENNA, 2005  
IAEA-TECDOC-1388  
ISBN 92-0-409605-5  
ISSN 1011-4289

© IAEA, 2005

Напечатано МАГАТЭ в Австрии  
Сентябрь 2005 года

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Бесхозный источник - это радиоактивный источник, который представляет радиационную опасность, оправдывающую применение в отношении него мер регулирующего контроля, но который не находится под регулирующим контролем, поскольку он либо никогда не находился под регулирующим контролем, либо был оставлен без присмотра, утерян, помещен в ненадлежащее место, похищен или иным образом передан кому-либо без надлежащего официального разрешения. Уязвимым источником является источник, который в настоящее время находится под регулирующим контролем, но уровень этого контроля невысок. Его можно рассматривать как источник, который легко может стать бесхозным. В последние годы бесхозные источники стали причиной ряда смертных случаев или серьезного ущерба здоровью в тех случаях, когда они попадали в руки неинформированных людей. Эта проблема, а также опасения по поводу того, что бесхозные или уязвимые источники могут быть приобретены для злонамеренных целей, побудили многие страны рассмотреть вопрос о принятии согласованных мер для улучшения контроля за ними. В настоящем докладе изложена методология того, как делать это. Он дополняет ряд других публикаций МАГАТЭ по вопросам регулирующей инфраструктуры, аварийного реагирования, сохранности, незаконного оборота и пограничного контроля и обращения с изъятыми из употребления источниками. Хотя основное внимание в данном TECDOC уделено разработке и осуществлению национального плана *восстановительных* мероприятий, ожидается, что при разработке этого плана будут также выявлены существующие слабости в области национального контроля за источниками и найдены пути *предотвращения* утраты контроля за источниками в дальнейшем.

Сотрудником МАГАТЭ, ответственным за этот доклад, был г-н Б. Додд из Отдела радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов.

### **ПРИМЕЧАНИЯ РЕДАКТОРА**

*Использование названий отдельных стран или территорий не предполагает каких-либо суждений со стороны издателя, каковым является МАГАТЭ, относительно юридического статуса этих стран или территорий; их правительств и учреждений, а также установленных государственных границ.*

*Упоминание наименований отдельных фирм или продуктов производства (независимо от факта их регистрации) не означает посягательство на их право собственности; это не означает также их поддержку или рекомендации со стороны МАГАТЭ.*

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЧАСТЬ I. ВВЕДЕНИЕ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ГЛАВА 1.	ВВЕДЕНИЕ .....	3
1.1.	История вопроса.....	3
1.1.1.	План действий МАГАТЭ по безопасности и обеспечению сохранности радиационных источников .....	3
1.1.2.	План деятельности МАГАТЭ по физической ядерной безопасности .....	5
1.2.	Цели .....	5
1.3.	Сфера охвата .....	6
1.4.	Структура.....	7
1.4.1.	Часть I.....	7
1.4.2.	Часть II.....	7
1.5.	Определения.....	7
ГЛАВА 2.	НЕОБХОДИМОСТЬ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ .....	9
2.1.	Проблема .....	9
2.2.	Утрата контроля за радиоактивными источниками.....	9
2.2.1.	Корневые причины.....	11
2.2.2.	Конкретные случаи.....	11
ГЛАВА 3	ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	13
3.1.	Источники категории 1.....	13
3.1.1.	Радиоизотопные термоэлектрические генераторы.....	13
3.1.2.	Облучатели.....	14
3.1.3.	Устройства для телетерапии.....	16
3.2.	Источники категории 2.....	18
3.2.1.	Промышленная гамма-радиография.....	18
3.2.2.	Брахитерапия высоких/средних мощностей дозы.....	21
3.2.3.	Калибровочные установки .....	23
3.3.	Источники категории 3.....	23
3.3.1.	Стационарные промышленные измерительные приборы .....	23
3.3.2.	Средства измерений, используемые при каротаже скважин .....	25
3.3.3.	Электронные стимуляторы сердца .....	26
3.4.	Источники категории 4.....	26
3.4.1.	Источники для брахитерапии низких мощностей дозы.....	26
3.4.2.	Толщиномеры/уровнемеры .....	27
3.4.3.	Портативные средства измерений .....	27
3.4.4.	Костные денситометры .....	27
3.4.5.	Нейтрализаторы статического электричества .....	28
3.5.	Источники категории 5.....	28
3.6.	Особые ситуации .....	28
3.6.1.	Исторические источники .....	28
3.6.2.	Использование в научных и учебных целях.....	30
3.6.3.	Использование в военных целях .....	31

### ЧАСТЬ II. ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ

ГЛАВА 4.	ОБЩИЙ ОБЗОР .....	35
----------	-------------------	----

ГЛАВА 5.	ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОБЛЕМЫ.....	37
5.1.	Обзор оценки.....	37
5.1.1.	Принятие решения о сфере охвата.....	37
5.1.2.	Сбор конкретной национальной информации.....	39
5.1.3.	Оценка собранной информации.....	41
5.2.	Степени регулирующего контроля в настоящее время и в прошлом.....	42
5.3.	Качество инвентарного парка источников.....	45
5.4.	Типы использования в стране.....	49
5.5.	Виды использования в военных целях и районы конфликтов.....	50
5.6.	Сведения о наследии.....	52
5.7.	Импорт и экспорт источников.....	53
5.8.	Сведения о незаконном обороте.....	56
5.9.	Торговые партнеры.....	60
5.10.	Вторичная переработка металлов.....	61
5.11.	Изъятые из употребления источники.....	63
5.12.	Известные утерянные и найденные источники.....	65
5.13.	Сохранность источников.....	66
ГЛАВА 6.	РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ.....	67
6.1.	Разработка плана действий.....	67
6.2.	Разработка мероприятий по решению проблем.....	67
6.3.	Определение приоритетности мероприятий по решению проблем.....	67
6.3.1.	Степень непосредственной опасности.....	67
6.3.2.	Степень потенциальной опасности.....	68
6.3.3.	Затраты на осуществление решения.....	68
6.3.4.	Долгосрочные или краткосрочные.....	68
6.3.5.	Решения, требующие дальнейшей проработки.....	68
6.4.	Формат плана действий в рамках национальной стратегии.....	69
6.4.1.	Целевая аудитория.....	69
6.4.2.	Содержание.....	69
ГЛАВА 7.	ПОИСК ИСТОЧНИКОВ.....	71
7.1.	Причины проведения поиска.....	71
7.1.1.	Создание инвентарного перечня.....	71
7.1.2.	Регулярный контрольный поиск неизвестных источников.....	72
7.1.3.	Конкретные поиски известных пропавших источников.....	72
7.1.4.	Поиск причин лучевого поражения.....	73
7.1.5.	Поиски в целях отслеживания.....	73
7.2.	Нефизические поиски.....	74
7.2.1.	Источники информации.....	74
7.2.2.	Средства и методы.....	77
7.3.	Физические поиски.....	80
7.3.1.	Пассивное обнаружение.....	80
7.3.2.	Инициативные поиски.....	82
7.4.	Международная помощь при проведении поиска.....	83
7.5.	Проверка найденных источников.....	84
7.6.	Критерии прекращения поисков.....	85
ГЛАВА 8.	ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПЛАНА ДЕЙСТВИЙ.....	87
8.1.	Принятие решения о продолжении действий.....	87
8.2.	Осуществление.....	87
8.3.	Оценка эффективности плана и его обновление.....	87



СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	89
ДОБАВЛЕНИЕ I    УПРОЩЕННОЕ ОПИСАНИЕ КАТЕГОРИЙ (ВОСПРОИЗВЕДЕНО ИЗ IAEA-TECDOC-1344) .....	95
ДОБАВЛЕНИЕ II    НЕКОТОРЫЕ ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ИНТЕРЕС ВИДЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И РАДИОНУКЛИДЫ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ДИАПАЗОНЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	99
ДОБАВЛЕНИЕ III.    СООБРАЖЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ТИПОВ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ВИДОВ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	105
ДОБАВЛЕНИЕ IV.    КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ СООБЩЕННЫХ ИНЦИДЕНТАХ, СВЯЗАННЫХ С РАСПЛАВЛЕНИЕМ ИСТОЧНИКОВ .....	113
ДОБАВЛЕНИЕ V.    ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ .....	115
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ .....	119



# **ВВЕДЕНИЕ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

## **Часть I**



## ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ

В главе 1 содержится некоторая историческая справочная информация по докладу, а также разъясняются его цели, сфера охвата и структура.

### 1.1. История вопроса

Во всем мире продолжается распространение технологий, использующих источники излучения и радиоактивные материалы. Они применяются в сельском хозяйстве, промышленности, медицине, при горных работах, в исследованиях и при обучении и приносят многочисленные полезные результаты. Статистические данные по безопасности и сохранности для этих технологий и их применений в целом положительны. Однако время от времени отсутствие надлежащих мер контроля или несоблюдение существующих мер приводили к радиационным авариям [1], [2], [3], [4]. Некоторые из них имели серьезные последствия, включая гибель нескольких облученных лиц, а также экологические и серьезные экономические последствия. Примеры можно найти в докладах об авариях в Хуаресе, Мексика [5], Гоянии, Бразилия [6], Таммику, Эстония [7], Лило, Грузия [8], Стамбуле, Турция [9] и Бангкоке, Таиланд [10].

#### *1.1.1. План действий МАГАТЭ по безопасности и обеспечению сохранности радиационных источников*

Частота возникновения аварий в последние годы побудила МАГАТЭ в сотрудничестве с Европейской комиссией (ЕК), Интерполом и Всемирной таможенной организацией (ВТО) совместно организовать в сентябре 1998 года в Дижоне, Франция, международную конференцию по данной теме [11]. Особая озабоченность на этой конференции и впоследствии [12], [13] была выражена относительно источников излучения, которые стали бесхозными. Бесхозными источниками являются такие источники, которые не находятся под регулирующим контролем и поэтому возможно их попадание в общественную сферу.

С целью решения вопросов, связанных с бесхозными источниками, МАГАТЭ разработало и начало осуществление Плана действий [14], который был впоследствии обновлен и пересмотрен [15], [16]. Основная цель этого Плана действий заключается в том, чтобы представить МАГАТЭ возможность разработать и осуществить деятельность, которая поможет государствам-членам поддерживать и там, где это необходимо, повышать безопасность радиационных источников и сохранность радиоактивных материалов на протяжении их жизненного цикла. Инициативы в первоначальных планах были сгруппированы в соответствии с семью тематическими областями, обеспечивающими логическое разбиение задач, подлежащих выполнению силами МАГАТЭ:

- Регулирующие инфраструктуры
- Обращение с изъятыми из употребления источниками
- Категоризация источников
- Ответные меры в связи с аномальными событиями
- Обмен информацией
- Обучение и подготовка кадров
- Международные обязательства

Тематическая область "Ответные меры в связи с аномальными событиями" включала конкретное мероприятие - "подготовить руководство по национальным стратегиям и программам обнаружения и локализации бесхозных источников и последующего обращения с ними". Настоящий доклад подготовлен в рамках осуществления этого мероприятия.

В План действий включены два других вида деятельности, осуществление которых привело к подготовке публикаций, особенно тесно связанных с настоящим TECDOC. Это - "Категоризация радиоактивных источников" [17], [18] и "Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников" [19] и его более поздний пересмотренный вариант [20].

#### *1.1.1.1. Категоризация радиоактивных источников*

Категоризация радиационных источников [17] была разработана быстро, поскольку признавалось, что приоритетное внимание необходимо уделять тем радиационным источникам и материалам, которые создают наиболее значительные риски. Это представлялось актуальным для решений как в перспективном плане в отношении руководства применением регулирующей инфраструктуры, так и в ретроспективном – при разработке программ по восстановлению контроля над бесхозными источниками. Позднее стало ясно, что необходимо распространить как сферу охвата, так и применимость категоризации на более широкий диапазон видов практической деятельности и радионуклидов и включить в нее открытые источники. Было также признано, что новая система категоризации имеет важное значение для других высокоприоритетных рабочих инициатив, осуществляемых МАГАТЭ, таких, как пересмотренный Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников [20] и подготовка руководящих материалов по сохранности радиоактивных источников [21]. Поэтому была разработана новая система категоризации [18], предусматривающая существенную и согласованную в международных масштабах основу для принятия информированных решений с учетом рисков посредством установления относительной классификации и группирования источников и видов практической деятельности на основе их потенциальной опасности.

Понимание относительной опасности радиоактивных источников существенно важно для определения приоритетности усилий, направленных на улучшение контроля над ними. Поэтому прежде чем приступить к разработке национальной стратегии, необходимо понять категоризацию МАГАТЭ. Вкратце, все источники разбиты в ней на пять категорий на основе их потенциальной способности создавать детерминистические последствия для здоровья в неконтролируемой обстановке. Источники категорий 1, 2 и 3 классифицируются как опасные в том смысле, что они потенциально могут приводить к смерти или наносить непоправимый ущерб здоровью, в короткие сроки снижающий качество жизни, если эти источники не находятся под надлежащим контролем. В дополнении I воспроизведены полные описания категорий из IAEA-TECDOC-1344 [18].

#### *1.1.1.2. Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников*

Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников [19] был подготовлен в ходе двух совещаний технических и юридических экспертов открытого состава и был одобрен Генеральной конференцией 11 сентября 2000 года в резолюции GC(44)/RES/11. Он должен служить в качестве руководящих

материалов для государств-членов при разработке и согласовании политики, законов и регулирующих положений по безопасности и сохранности радиоактивных источников. В 2002-2003 годах был проведен пересмотр этого Кодекса с целью устранения ряда ограничений и уделения повышенного внимания сохранности радиоактивных источников, а также мерам импортного/экспортного контроля [20]. Пересмотренный Кодекс был одобрен Советом управляющих МАГАТЭ в сентябре 2003 года и впоследствии одобрен Генеральной конференцией в резолюции GC(47)/RES/7B, которая настоятельно призывает каждое государство письменно уведомить Генерального директора о том, что оно "работает в направлении соблюдения руководства, содержащегося в Кодексе поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников МАГАТЭ, и призывает другие страны поступать аналогичным образом". Полное соблюдение его положений позволит в значительной мере решить проблемы, связанные с контролем за радиоактивными источниками. Разработку национальной стратегии можно рассматривать в качестве приоритизированного плана по осуществлению Кодекса поведения.

### **1.1.2. План деятельности МАГАТЭ по физической ядерной безопасности**

После террористических нападений в США 11 сентября 2001 года МАГАТЭ разработало План деятельности по физической ядерной безопасности [22] с целью решения вопросов, связанных с защитой от ядерного терроризма. Одна из областей деятельности в этом плане охватывает обеспечение сохранности радиоактивного неядерного материала и имеет целью "установление регулирующего контроля и принятие надлежащих мер обеспечения сохранности в отношении мощных неконтролируемых радиоактивных источников". Эта программа включает две основные области работ. Первая направлена на *предотвращение* утраты контроля над источниками посредством повышения их сохранности, а вторая носит в большей степени *восстановительный* характер и основана на настоящем TECDOC. Разработка и осуществление национальных стратегий с целью улучшения контроля за радиоактивными источниками способствуют решению проблемы радиационной безопасности и повышению сохранности уязвимых источников и борьбе с угрозой радиологического терроризма.

## **1.2. Цели**

Цель настоящего доклада – предоставить государствам практические руководящие материалы по разработке национальной стратегии улучшения контроля над радиоактивными источниками и особенно опасными источниками (категории 1-3). Часть этого процесса включает определение масштабов потенциальной проблемы бесхозных и уязвимых источников и того, нужна ли в действительности национальная стратегия. Конечная цель заключается в том, чтобы государства использовали этот доклад для разработки и последующего осуществления плана действий, который приведет к безопасному и надежному обращению со всеми мощными источниками.

Публикация предназначена прежде всего для сотрудников регулирующих компетентных органов развивающихся стран. Однако данный материал может оказаться полезным для всех стран в том отношении, что он может помочь им выявить слабости и пробелы в имеющихся программах контроля за радиоактивными источниками.

### 1.3. Сфера охвата

В настоящем докладе делается попытка предоставить как основные *знания*, так и *методологию*, необходимые для специалистов или небольших групп лиц, ответственных за разработку национальной стратегии улучшения контроля над всеми радиоактивными источниками и особенно бесхозными и уязвимыми источниками. Основные сведения, изложенные в главе 3, - это обновленная информация о практической деятельности, которая была представлена в IAEA-TECDOC-804 [23], где основное внимание было уделено отработавшим радиоактивным источникам.

С точки зрения регулирования *все* разрешенные к использованию источники должны быть охвачены надлежащим контролем. Однако, поскольку ресурсы зачастую ограничены, приоритетное внимание в плане безопасности и сохранности должно уделяться опасным источникам, относящимся к категориям высокого риска (категории 1-3). Поэтому усилия, связанные с национальными стратегиями, должны быть сконцентрированы на этих источниках.

Ядерный материал, вообще говоря, не входит в сферу охвата настоящего доклада, за исключением случаев, когда он является частью радиоактивного источника, такого, как радиоизотопный термоэлектрический генератор, источник нейтронов (PuBe) или электронный стимулятор сердца. Вопросы, касающиеся защиты пациентов и аварийного облучения при радиотерапии, также не входят в сферу охвата настоящего доклада [4].

Существует ряд тем, связанных с разработкой национальной стратегии, которые надлежащим образом освещены в других публикациях МАГАТЭ. Поэтому публикации по указанной ниже тематике будут включаться главным образом в виде ссылок:

- радиационная защита и регулирующая инфраструктура, необходимая для контроля источников [24], [25], [26], [27], [28];
- аварийная готовность и реагирование на события, связанные с радиоактивными источниками [29], [30], [31], [32], [33], [34];
- сохранность радиоактивных источников [21], [35];
- незаконный оборот радиоактивных материалов и пограничный контроль [36], [37], [38];
- обращение с изъятыми из употребления радиоактивными источниками и их захоронение [39], [40], [41], [42], [43]; и
- перевозка радиоактивных материалов [44].

Основное внимание в настоящей публикации уделяется установлению и обеспечению физического контроля над радиоактивными источниками в тех случаях, когда такой контроль еще не установлен надлежащим образом. Однако важно подчеркнуть, что всеобъемлющая национальная стратегия должна также включать долгосрочную картину плюс практические шаги по обращению со всеми источниками после осуществления этого первого шага по восстановлению контроля. Кондиционирование отработавших источников и создание надлежащих средств для этой цели, а также правильное долгосрочное хранение кондиционированных источников – все это важные этапы при обеспечении постоянной безопасности и сохранности радиоактивных источников. Поэтому при подготовке всеобъемлющей национальной стратегии следует также принимать во внимание перечисленные выше публикации по кондиционированию источников.



## **1.4. Структура**

После вступительной части в настоящем докладе излагаются как основанная на фактах информация, так и общие шаги, необходимые для разработки и осуществления национальной стратегии.

### **1.4.1. Часть I**

В части I (главы 1-3) содержится справочная информация для тех, кто не знаком с данной тематикой. Она включает следующие сведения:

- необходимость национальных стратегий;
- общие причины утраты контроля за источниками, с конкретными примерами;
- общие применения радиоактивных источников.

### **1.4.2. Часть II**

В части II (главы 4-8) подробно описан реальный процесс разработки и осуществления национальной стратегии, включающий в себя:

- оценку проблемы посредством первоначального сбора конкретной национальной информации;
- определение характера и масштабов проблемы;
- разработку национальной стратегии посредством оценки и определения приоритетов возможных решений;
- осуществление стратегии после принятия решения на высоком уровне; и
- оценку эффективности плана и внесение результирующих изменений до тех пор, пока не будет достигнута желаемая цель.

Поиски источников будут являться частью любой национальной стратегии, и, поскольку они представляют особую важность, в доклад также включена глава по физическим и административным поискам в контексте разработки и осуществления плана действий.

С целью облегчения понимания обсуждаемой тематики во всем тексте в специальных вставках, отмеченных рамкой, приведены пояснительные примеры. Для улучшения восприятия текста в обведенных рамкой вставках в главе 5 и в Дополнениях, содержащих краткую информацию о действиях, подробно указаны шаги и вспомогательные средства при разработке стратегии.

Представлен подробный перечень справочной литературы.

## **1.5. Определения**

В целях разъяснения терминологии, используемой в настоящем TECDOC, ниже приведены некоторые определения. Некоторые определения идентичны тем, которые содержатся в Глоссарии по безопасности МАГАТЭ и Кодексе поведения [20].

*Изъятый из употребления источник:* радиоактивный источник, который более не используется и не планируется использовать для практической деятельности, в отношении которой было получено официальное разрешение [20].

*Незаконный оборот:* любое намеренное и несанкционированное перемещение или торговля (особенно международная) радиоактивными материалами (включая ядерные материалы) с преступными намерениями.

*Непреднамеренное перемещение:* любое неумышленное несанкционированное получение радиоактивных, в том числе ядерных, материалов, обладание ими, их использование или передача.

*Обращение:* административная и эксплуатационная деятельность, связанная с изготовлением, поставкой, получением, обладанием, хранением, использованием, передачей, импортом, экспортом, перевозкой, техническим обслуживанием, переработкой или захоронением радиоактивных источников [20].

*Нераспространение:* широкий термин, используемый в международных соглашениях в связи с ограничением доступности ядерного материала и тем самым снижения возможности производства ядерного оружия.

*Ядерный материал:* плутоний, за исключением плутония с концентрацией изотопов, превышающей 80% по плутонию-238; уран-233; уран, обогащенный изотопом уран-235 или уран-233; уран, содержащий смесь изотопов, встречающихся в природе в форме, отличной от руды или рудных остатков; любой материал, содержащий один или несколько вышеназванных элементов.

*Бесхозный источник:* радиоактивный источник, который не находится под регулирующим контролем, потому что он либо никогда не находился под регулирующим контролем, либо был оставлен без присмотра, утерян, помещен в ненадлежащее место, похищен или передан без надлежащего официального разрешения [20].

*Безопасность:* меры, призванные свести к минимуму вероятность аварий, связанных с радиоактивными источниками, а в случае такой аварии - смягчить ее последствия.

*Сохранность:* меры, имеющие целью предотвратить несанкционированный доступ к радиоактивным источникам или причинение им ущерба, а также их утерю, хищение или несанкционированную передачу [20].

*Отработавший источник:* источник, ставший непригодным для своего предполагаемого использования в результате радиоактивного распада. Следует иметь в виду, что отработавший источник может по-прежнему представлять радиологическую опасность. Следует также отметить, что многие отработавшие источники могут быть более не пригодны для использования ввиду истечения рекомендованного рабочего срока службы их герметизации или поскольку оборудование, в котором находится источник, более не используется.

*Уязвимый источник:* уязвимый радиоактивный источник –это источник, находящийся в настоящее время под регулирующим контролем, но контроль которого недостаточен для обеспечения уверенности в долгосрочной безопасности и сохранности. Уязвимый источник может относительно легко стать бесхозным.

## ГЛАВА 2. НЕОБХОДИМОСТЬ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ

### 2.1. Проблема

Радиоактивные источники, не находящиеся под надежным регулирующим контролем, могут стать причиной ряда нежелательных последствий, включая воздействие на здоровье людей, социально-экономические последствия, политические и экономические последствия, а также экологические последствия. Многие страны вводят в действие меры, необходимые для обеспечения надлежащего уровня контроля над ними. Однако в силу различных исторических и экономических причин в стране уже могут иметься источники, не охваченные действием регулирующей системы. О некоторых из них может иметься информация, о других – нет. Поэтому необходима стратегия для установления вероятности существования и масштабов проблемы контроля радиоактивных источников в стране [45] и приоритетов, требуемых для решения выявленных проблем. Качественно разработанный план улучшения контроля над радиоактивными источниками, учитывающий национальную ситуацию, обеспечит оптимальное использование таких ресурсов, как временные, финансовые и кадровые. Он позволит правильно распределить ограниченные ресурсы и обеспечить восстановление контроля прежде всего над источниками, представляющими наибольшие риски.

Для разработки правильной стратегии восстановления контроля над бесхозными источниками требуется понимание механизмов, действие которых может приводить к утрате контроля над этими источниками. Цель настоящей главы – кратко изложить корневые и конкретные причины данной проблемы. В следующей главе - при обсуждении использования радиоактивных источников - для большинства видов различной практической деятельности будут указаны потенциальные возможности превращения источников в бесхозные и приведены наглядные примеры утраты контроля над ними.

### 2.2. Утрата контроля за радиоактивными источниками

На рис. 2.1. наглядно представлены некоторые соображения, связанные с утратой контроля над радиоактивными источниками. Прежде всего, утрата контроля может происходить либо неумышленно, либо сознательно. Международные попытки вывести источник из-под регулирующего контроля могут осуществляться с целью повреждения или приобретения этого источника. Приобретение может иметь злонамеренные или финансовые причины и может осуществляться посредством хищения, незаконной или законной покупки. Все эти соображения оказывают влияние на методологию национальной стратегии.

#### **Вставка 1: Понимание масштабов вопросов контроля за радиоактивными источниками: данные США**

Данные Комиссии по ядерному регулированию США [45] показывают, что в США около 150 000 обладателей лицензий являются владельцами приблизительно двух миллионов устройств, содержащих радиоактивные источники. Из этого числа 135 000 имеют общие лицензии на обладание источниками низких категорий, а около 20 000 имеют специальные лицензии на высокоактивные источники. Последние используются в таких применениях, как брахитерапия, телетерапия, промышленная радиография, каротаж скважин и лабораторные исследования. У этой группы обладателей специальных лицензий имеется около 260 000 устройств.

Данные КЯР показывают, что ежегодно поступают сообщения об утрате или хищении в среднем 375 источников или устройств. Хотя это число составляет всего лишь 0,02% от общего инвентарного количества, все же оно соответствует приблизительно одному источнику в день. Однако большинство из них представляют собой источники весьма низкой активности.



Рис. 2.1. Соображения, связанные с утратой контроля над радиоактивными источниками

Как показано на рис. 2.1., основания и причины для утраты контроля над источником многочисленны и разнообразны. Может произойти один катастрофический отказ или, что случается чаще, может иметь место сочетание способствующих событий. В прошлом большинство причин были случайными и в основном связанными с халатностью. Однако следует признать, что в настоящее время возросла вероятность утраты регулирующего контроля над источниками в результате преднамеренных действий, обусловленных причинами финансового или злонамеренного характера. С этим связаны такие мотивы, как стремление избежать затрат на захоронение, незаконная продажа с целью извлечения прибыли и терроризм. Рассмотрение имеющегося опыта позволяет выделить следующие основные причины утраты контроля.

- Потеря или хищение мобильных источников при перевозке.
- Оставление источников без присмотра, осознанно или непреднамеренно.
- Хищение источников в связи с ценностью самого источника или его контейнера как металлолома. (Тщательность учета источников зачастую создает впечатление, что они более ценны, чем это есть на самом деле.)

Кроме того, необходимо признать, что во многих странах имеется "историческое наследие" источников. Это те источники, которые использовались до того, как были введены в действие инфраструктуры радиационной защиты. Независимо от того, был ли контроль утрачен или же его не существовало с самого начала, существуют некоторые общие пути непреднамеренного перемещения источников в общественной сфере. Международная торговля, особенно металлоломом, создает потенциальную

возможность трансграничного перемещения бесхозных источников, и поэтому последствия могут не ограничиваться только страной происхождения. В приведенных ниже перечнях содержатся достаточно исчерпывающие краткие сведения по всем этим вопросам.

### **2.2.1. Корневые причины**

К числу некоторых важных выявленных корневых причин относится отсутствие или неэффективность:

- регулирующих органов;
- регулирующих положений;
- контроля за соблюдением регулирующих положений;
- национальных служб радиационной защиты;
- информированности или подготовки руководства и работников;
- приверженности руководства соблюдению безопасности;
- программы по радиационной защите в организации.

### **2.2.2. Конкретные случаи**

Перечень конкретных случаев утраты контроля за радиоактивными источниками включает:

- Отсутствие или недостаточность:
  - предварительной оценки риска;
  - мер по обеспечению сохранности при хранении, транспортировке и использовании;
  - дозиметрического контроля, например отсутствие контроля облучения после проведения  $\gamma$ -радиографии;
  - надзора;
  - мероприятий по обеспечению аварийной готовности;
  - подготовки или аттестации персонала;
- недостатки проектирования или изготовления;
- неправильную организацию мероприятий по обслуживанию или по смягчению последствий;
- ошибки человека;
- сознательное уклонение от соблюдения регулирующих требований;
- оставление без присмотра;
- катастрофические события, например пожар, взрыв, наводнение;
- хищение;
- злоумышленный акт;
- утрату корпоративных знаний вследствие:
  - ухода или перемещения ведущего персонала;
  - банкротства;
  - долгосрочного хранения источников;
  - вывода из эксплуатации завода и установок;
- смерть владельца;
- изменение владельца оборудования или установки, особенно переход из государственного в частное владение;

— препятствия для законного захоронения, такие, как:

- отсутствие варианта захоронения;
- невозможность экспорта;
- высокая стоимость захоронения.

Рассмотрение жизненного цикла источника может помочь при определении ситуации, когда может возникнуть повышенный риск утраты контроля над источником. На рис. 2.2. приведен пример для источников на промышленном предприятии. Образцовая практика отражена в левом столбце, но на каждом этапе могут возникать проблемы, ведущие к утрате контроля, как показано в правом столбце.

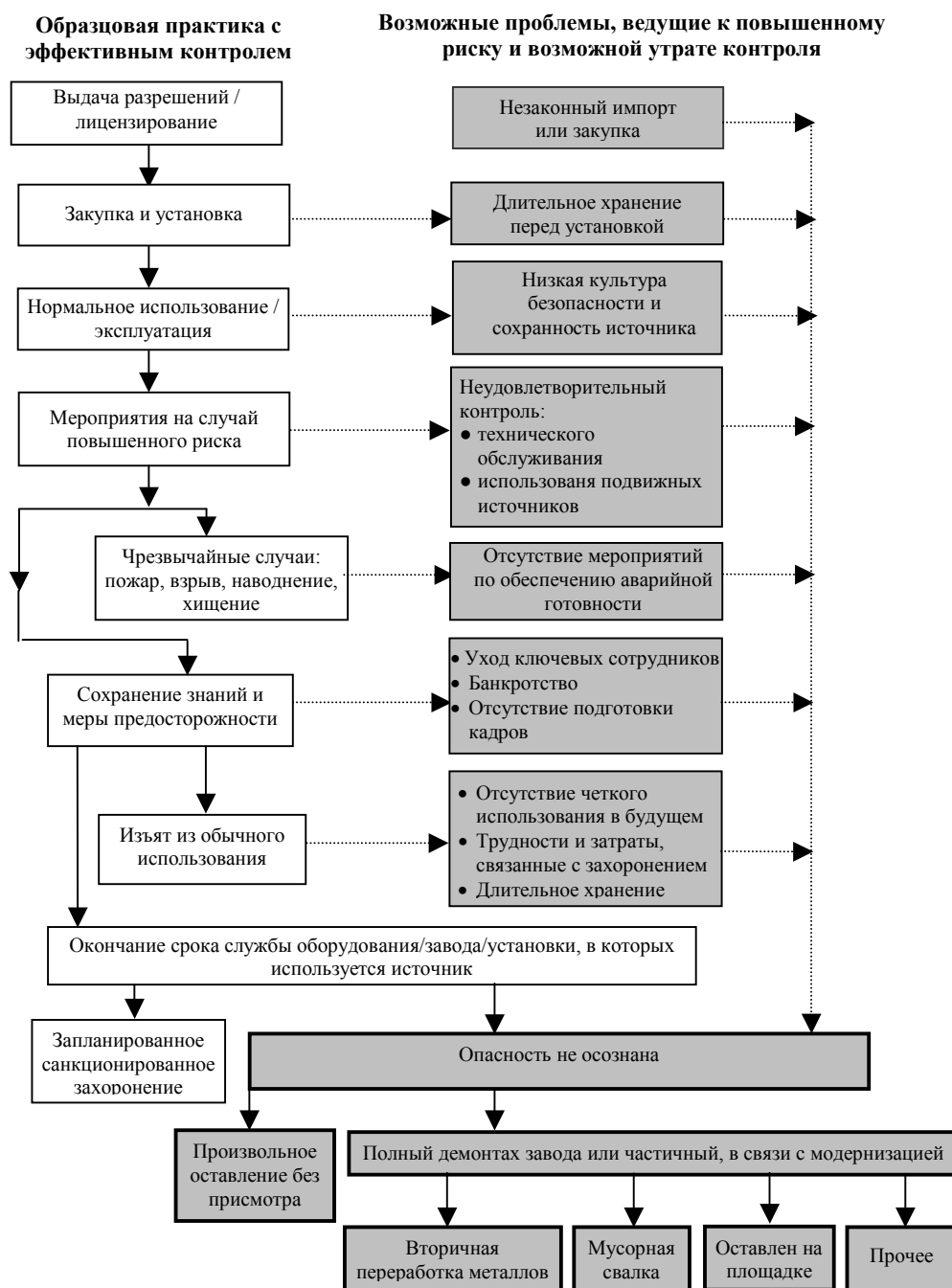


Рис. 2.2. Пример жизненного цикла источника на промышленном предприятии

### ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Знание общих применений мощных радиоактивных источников является важным необходимым условием для разработки национальной стратегии. Изложенный ниже материал знаком многим, но он все же включен для тех, кому данная тематика представляется новой. Соответствующая информация может быть организована самым различным образом, но, учитывая необходимость установления приоритетов в отношении ресурсов, она представлена здесь в соответствии с Категоризацией радиоактивных источников МАГАТЭ [18], причем вначале речь пойдет о наиболее мощных источниках. Источники категории 5 детально не обсуждаются, поскольку они слишком маломощны и не представляют проблем с точки зрения безопасности или сохранности. Упрощенное описание категорий приведено в Дополнении I. В Дополнении II содержится краткая информация об основных применениях, а также о типичных радионуклидах и диапазоне деятельности.

Следует помнить о том, что в прошлом источники использовались для других целей, так что необходимо учитывать также и исторические применения. В следующих ниже разделах перечислены основные виды использования, но этот перечень не является исчерпывающим, так как технология постоянно совершенствуется, и существуют некоторые применения, такие, как калибровка, в которых используются источники самой различной активности.

Для каждого вида практической деятельности обсуждены наиболее вероятные пути превращения источников в бесхозные, а затем приведены реальные примеры.

#### 3.1. Источники категории 1

##### 3.1.1. Радиоизотопные термоэлектрические генераторы

*Обсуждение конкретного применения:* Радиоизотопные термоэлектрические генераторы (РТГ) – это устройства, в которых тепло радиоактивного распада используется для производства электроэнергии. Двумя наиболее часто используемыми радионуклидами являются  $^{90}\text{Sr}$  (330 ТБк –  $2,5 \times 10^4$  ТБк) и  $^{238}\text{Pu}$  (1 - 10 ТБк). Типичная генерируемая мощность лежит в диапазоне от нескольких ватт до десятков киловатт, в зависимости от активности и типа радиоизотопа. Эти устройства не имеют подвижных частей, и, поскольку они предназначены для автономной эксплуатации в течение десятков лет, они идеально подходят для обеспечения электропитания оборудования в удаленных районах. Поэтому они достаточно широко применялись в арктических районах и в космосе. Многие из устройств были первоначально установлены вооруженными силами США и СССР для дистанционного мониторинга или для навигационных целей.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* То обстоятельство, что эти устройства размещены в удаленных районах, делает их уязвимыми в отношении действий людей, пытающихся переместить их, завладеть ими со злонамеренными целями или демонтировать их ввиду ценности экранирующего материала как металлолома. Кроме того, ввиду изменений в правительстве и/или утраты регистрационных документов такие источники могут остаться без присмотра или забытыми до тех пор, пока они не будут вновь обнаружены впоследствии. Возвращение в земную атмосферу искусственных спутников Земли, содержащих РТГ, также вызывало озабоченность в связи с возможностью рассеяния радиоактивного материала. Материалы вставки 2 содержат обсуждение события в Грузии, иллюстрирующего потенциальные проблемы, связанные с РТГ, ставшими бесхозными.

**Вставка 2: Авария с РТГ: Грузия, 2001 год**

В декабре 2001 года три лесоруба нашли вблизи места своего обособленного проживания в долине реки Ингури, Грузия, два керамических предмета, выделявших тепло. Двое из этих лесорубов, пострадавших в ходе аварии, переносили контейнеры на своих плечах, и через несколько часов после облучения у них возникла тошнота, рвота и головокружение. Третий переносил источник, прикрепленный к концу проволоки. В больнице в Тбилиси, Грузия, у лесорубов были выявлены лучевая болезнь и тяжелые радиационные ожоги, причем состояние, по крайней мере двоих из них, было серьезным. Группа грузинских специалистов в начале 2002 года с помощью МАГАТЭ изыала эти источники. Они представляли собой неэкранированные керамические источники из двух РТГ советского периода, каждый из которых имел активность около 30 000 Ки  $^{90}\text{Sr}$ . Два пострадавших при аварии, получившие тяжелые лучевые ожоги, в течение многих месяцев проходили лечение в больницах Парижа и Москвы.

### 3.1.2. Облучатели

#### 3.1.2.1. Облучатели для стерилизации и для сохранения пищевых продуктов

*Обсуждение конкретного применения:* Число крупномасштабных промышленных облучательных установок невелико, и обычно в них установлены высокомоощные источники  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  с активностью в диапазоне от 0,2 до 600 ПБк. Применения включают стерилизацию медицинских изделий (таких, как хирургические нити и перчатки), сохранение пищевых продуктов и осуществление процессов радиационно-привитой сополимеризации с целью изменения свойств полимеров. В облучателях используются источники различных физических размеров, от достаточно крупных до имеющих размер карандаша, причем в каждой установке содержится много таких источников. Источники смонтированы в специальных больших экранированных корпусах, и для экранирования источника в нерабочем положении используются либо глубокие бассейны с водой, либо массивные экраны из свинца или бетона.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Когда источник открыт, мощности дозы внутри корпуса облучателя весьма высоки: смертельная доза может быть получена за время порядка минуты. Поэтому в таких установках предусмотрены многочисленные функции обеспечения безопасности, основанные на принципах резервирования, неодинаковости и независимости систем безопасности [46]. Однако работа систем безопасности, если они не спроектированы и не обслуживаются надлежащим образом, может ухудшиться; а в сочетании с ошибкой человека может произойти авария. До настоящего времени поступили сообщения о пяти авариях со смертельными последствиями, в ходе которых подверглись облучению операторы на облучательной установке:

- Бресика, Италия, 1975 год [1];
- Хьеллер, Норвегия, 1982 год [1];
- Сан-Сальвадор, Сальвадор, 1989 год [47];
- Сорек, Израиль, 1990 год [48];
- Несвиж, Беларусь, 1992 год [49].

Следует отметить, что в ходе этих аварий не произошло утраты контроля над самими источниками. И действительно, не имеется документированных сообщений о том, что такие источники или установки были оставлены без присмотра или забыты. Однако имели место связанные с банкротством случаи, когда назначенный "конкурсный управляющий" уволил персонал в связи с сокращением штатов и в течение определенного времени ему не было известно о характере опасности оборудования, за которое он отвечал. Если бы установка была оставлена без присмотра, возникла бы серьезная угроза летального облучения.

Более вероятный сценарий может быть связан с утратой части комплекса источников. Как правило, группа источников состоит из ряда модулей источников, причем каждый



из них заключен в раме, удерживающей 30-50 пеналов с источниками. Каждый пенал длиной около 45 см и диаметром 1 см содержит около 150 ТБк  $^{60}\text{Co}$  или  $^{137}\text{Cs}$ . Если облучательная установка не обслуживается надлежащим образом, может случиться, что некоторые предметы будут препятствовать движению комплекса источников и вызовут деформацию рам с модулями и последующее выпадение пенала с источником. Такое случалось неоднократно (см. вставку 3). Появляется возможность падения пенала с источником на один из "поддонов", транспортирующих облучаемый продукт из установки. На современных облучательных установках в точках выхода продукции установлены системы дозиметрического контроля, позволяющие обнаружить такую ситуацию. Однако, для того чтобы эти системы эффективно работали, должно быть обеспечено правильное обслуживание.

Еще одно соображение связано с тем, что время от времени определенную часть пеналов с источниками необходимо заменять на новые в связи с радиоактивным распадом. Обычно эту работу проводят поставщики источников, и старые источники помещают в специально разработанные транспортные контейнеры для возврата. На этом этапе существует потенциальная возможность того, что проблемы с перевозкой приведут к задержкам, в результате чего контейнер помещают на хранение и о нем могут забыть. В таком случае может реализоваться сценарий, аналогичный сценарию стамбульской аварии с радиотерапевтическим источником (см. вставку 6).

**Вставка 3: Авария с облучателем: Сан-Сальвадор, Сальвадор, 1989 год**

Эта авария произошла на промышленной облучательной установке с источником  $^{60}\text{Co}$  активностью 0,66 ПБк, выполненным в виде держателя источников, состоящего из двух модулей, каждый из которых содержал несколько чехлов с источниками. В то время, когда произошла авария, не существовало соответствующей регулирующей инфраструктуры или инфраструктуры радиационной безопасности, поскольку в стране уже 10 лет шла гражданская война. Все это привело к ухудшению систем безопасности и недооценке оператором радиационных опасностей. В ходе аварии 1989 года три работника получили доступ в облучательную камеру для того, чтобы освободить держатель источников, перемещение которого в экранирующую водяную емкость было заблокировано деформированными коробками с продукцией. Один из них умер, а еще одному ампутировали ногу.

В течение двух недель проблема оставалась невыявленной, и за это время повреждение держателя источников в результате аварии привело к выпадению чехлов с источниками. Большинство из них упали в экранирующую емкость, но один выпал на пол облучательной камеры. По чистой случайности ни один из них не попал в коробки с продукцией, что могло привести к транспортировке за пределы установки. Устройство для дозиметрического контроля, установленное в зоне выхода продукции и предназначенное для обнаружения такого события, давно уже не работало.

Хотя такие облучатели и могут стать целью саботажа, хищение из них источников маловероятно ввиду того, что они смертельно опасны даже при краткосрочном контакте.

### *3.1.2.2. Самоэкранированные облучатели и облучатели крови/ткани*

*Обсуждение конкретного применения:* Существует ряд небольших облучателей, по-разному называемых самоэкранированными облучателями или облучателями крови/ткани. Хотя их размеры относительно невелики, они содержат источники высокой активности. Помимо стерилизации крови, тканей и семян, они используются для придания окраски драгоценным камням, для облучения насекомых в рамках метода стерильных насекомых и при исследованиях мутационных эффектов в сельскохозяйственных продуктах. Как правило, их конструкция включает камеру для образцов с блокируемыми дверцами, а источники перемещаются, окружая камеру, или же камера придвигается к источникам. Не существует простого пути доступа к самим источникам, а облучатель, возможно, с некоторыми модификациями может также являться транспортным контейнером для источника.

Хотя большинство таких облучателей стационарны, некоторые установки, такие, как облучатели "Гамма-колос", монтировали на тяжелых грузовиках или на трейлерах и перемещали по территории бывшего Советского Союза с целью облучения высеваемых семян. Большинство этих устройств к настоящему времени демонтировано с транспортных средств и находится на хранении.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Инциденты, связанные с бесхозными источниками, имели место лишь с немногими стационарными устройствами, что объясняется их простотой и надежностью конструкции. Основной проблемой могут быть случаи, когда такие устройства оставляются без присмотра, возможно, в периоды гражданских волнений или в результате банкротства. Изменения направленности исследований в учреждениях также приводили к прекращению использования этих устройств и длительному ослаблению внимания к ним. Высказывалась озабоченность по поводу возможной уязвимости некоторых мобильных облучателей с точки зрения обеспечения их сохранности.

### **3.1.3. Устройства для телетерапии**

*Обсуждение конкретного применения:* Установки для телетерапии обычно находятся в медицинских учреждениях, таких, как больницы или клиники. При таком применении обычно используется мощный источник, как правило,  $^{60}\text{Co}$ , но, возможно, также и  $^{137}\text{Cs}$ , активностью несколько сотен ТБк, который расположен вне организма пациента и облучает опухоль. Физические размеры источника относительно невелики, и он обычно имеет цилиндрическую форму (несколько сантиметров в диаметре и в длину). Источник помещен в большое экранирующее устройство.

Гамма-нож (стереотаксическая лучевая хирургия) – это похожее устройство, в котором большое число источников (~200) используется для получения пучков излучения, которые могут быть сфокусированы в конкретной точке лечебного воздействия в мозге, что позволяет сводить к минимуму дозы, получаемые здоровыми тканями.

Помещения, в которых расположен такой блок для терапии, специально проектируются и имеют толстые экранирующие стены, и предусмотрено другое защитное оборудование.

Источники кобальт-60 обычно выполняются в виде металлического контейнера, а капсула с источником состоит из ряда таблеток или дисков. Опасность представляет главным образом внешнее облучение, если только источники не подвергаются значительному механическому или тепловому повреждению, как это происходит в промышленности при вторичной переработке металлов. В таком случае происходит загрязнение и возникает потенциальная возможность внутреннего облучения. Цезий-137 в источниках для телетерапии обычно представляет собой хлорид цезия, что обеспечивает высокую удельную активность, необходимую для достижения малых физических размеров, требуемых для лечебных целей.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* При нормальном использовании надлежащие меры контроля должны обеспечивать минимальные риски. Однако, если эти источники несакционированным образом извлечены из своих оболочек, они способны создать смертельную дозу за короткий период времени. Кроме того, поскольку материал корпуса может иметь ценность как металлолом, в ряде случаев происходила утрата контроля в результате хищения. Это приводило к расплавлению или другому физическому разрушению корпуса и последующему распространению загрязнения либо прямым путем, либо путем инкорпорирования радионуклида в предметы, изготовленные из металлолома.

Учитывая массивность установок для телетерапии и тот факт, что они используются в определенной обстановке, например в радиотерапевтических отделениях больниц, персонал которых должен обладать знаниями в области радиационной защиты, на первый взгляд трудно предположить, что такие источники могут стать бесхозными. Однако имеются хорошо документированные примеры, когда это произошло и привело к смертельным исходам и серьезному загрязнению окружающей среды.

После разрушения защитной оболочки источника на основе хлорида цезия высокая летучесть высвобождающегося материала вызывает быстрое распространение загрязнения (см. вставку 5). Поэтому проблема становится более острой в случае источников в химической форме, допускающей легкое рассеяние материала.

Во вставках с 4 по 7 приведены примеры в связи с авариями в Хуаресе, Мексика [5]; Гояния, Бразилия [6]; Стамбул, Турция [9]; и Самут Пракарн, Таиланд [10]. Одни были связаны с  $^{137}\text{Cs}$ ; другие – с  $^{60}\text{Co}$ .

**Вставка 4: Авария с головкой телетерапевтической установки: Хуарес, Мексика, 1983 год.**

В 1977 году больницей в Хуаресе, Мексика, была закуплена у больницы в США установка для телетерапии с источником  $^{60}\text{Co}$  активностью 37 ГБк. Импорт не был оформлен законным образом, и властям было неизвестно об этом. У больницы не имелось ресурсов для непосредственного использования установки, и ее поместили на хранение в коммерческом помещении без четкого указания опасностей. Соответствующие старшие руководящие сотрудники уволились из больницы. В 1983 году молодой сотрудник, который знал о существовании этой установки, но не понимал связанных с ней опасностей, вывез ее, с тем чтобы продать в качестве металлолома. При перевозке источник был разрушен и входящие в его состав маленькие таблетки рассыпались по дороге. Источник был расплавлен в литейном цехе и обнаружен лишь случайно, когда грузовик, перевозивший загрязненные продукты, вызвал срабатывание тревожной сигнализации на ядерной установке в Лос-Аламосе, США.

Около 75 человек получили дозы от 0,25 до 7,0 Гр, пришлось снести 814 домов, в стальной арматуре конструкций которых была обнаружена радиоактивность, потребовалась серьезная дезактивация нескольких литейных цехов, а объем отходов составил 16 000 м<sup>3</sup> почвы и 4 500 тонн металла.

**Вставка 5: Авария с головкой телетерапевтической установки: Гояния, Бразилия, 1989 год.**

В 1987 году в Гоянии произошло конфликтное расторжение медицинских партнерских связей организаций, специализирующихся в области радиотерапии. Никто не взял на себя ответственность за телетерапевтическую установку с источником 50 ТБк  $^{137}\text{Cs}$ , которая была оставлена в полуразрушенном здании бывшей клиники. Два года спустя местные жители разобрали источник и его корпус и забрали их как ценный металлолом. В процессе разборки источник был разрушен. Радиоактивный материал представлял собой спрессованный хлористый цезий - легкорастворимое и быстрорассеиваемое вещество. За период более двух недель радиоактивность распространилась по городу путем контактного загрязнения и повторного перехода во взвешенное состояние. Загрязненные предметы (и люди) попадали в другие части страны.

О существовании проблемы стало известно в связи с ростом числа последствий для здоровья людей. В общей сложности 249 человек получили внешнее загрязнение, 129 – внутреннее, 21 человек получил дозы свыше 1 Гр и был госпитализирован, причем 10 человекам из их числа потребовалось медицинское лечение, а 4 из них погибли. Для дезактивации и очистки окружающей среды потребовалось 6 месяцев интенсивных усилий, причем образовалось 3 500 тонн радиоактивных отходов.

**Вставка 6: Авария с головкой телетерапевтической установки: Стамбул, Турция, 1998 год.**

В 1993 году имеющий лицензию оператор загрузил три отработавших источника из радиотерапевтической установки в транспортные упаковки для возвращения первоначальному поставщику в США. Однако эти упаковки не были отправлены и хранились в Анкаре до 1998 года. Две из них впоследствии были перевезены в Стамбул и хранились на обычном складе. Через некоторое время на складе стало не хватать места, и упаковки были перемещены в пустующие смежные помещения. Через 9 месяцев сменился владелец этих помещений, и новые владельцы, не зная о характере упаковок, продали их в качестве металлолома. Семья торговца металлоломом вскрыла контейнер с источником и, ничего не подозревая, подверглась облучению незранированного источника  $^{60}\text{Co}$  активностью 3,3 Тбк. Десять человек получили дозы облучения от 1,0 до 3,1 Гр, и у них были обнаружены признаки острого лучевого поражения. К счастью, никто не погиб.

Второй источник активностью 23,5 Тбк  $^{60}\text{Co}$  по-прежнему не обнаружен, несмотря на осуществленную обширную программу поиска и мониторинга.

**Вставка 7: Авария с головкой телетерапевтической установки: Самут Пракарн, Таиланд, 2000 год.**

Компания в Бангкоке являлась владельцем нескольких телетерапевтических установок без разрешения Таиландского Бюро по мирному использованию ядерной энергии. Осенью 1999 года компания переместила головки телетерапевтических установок из арендуемого ею склада в небезопасное место хранения. В конце января 2000 года несколько лиц получили доступ к этому месту и частично разобрали головку телетерапевтической установки, содержащую 15,7 Тбк  $^{60}\text{Co}$ . Они доставили этот блок на место жительства одного из них, где все четверо попытались продолжить его разборку. Хотя на головке имелись знаки радиационной опасности и предупредительная этикетка, они не поняли их смысл или не знали языка надписи. 1 февраля 2000 года один из них принес частично разобранное устройство на свалку в Самут Пракарн. На свалке во время разрезания рабочим устройства с помощью ацетиленовой горелки источник выпал из корпуса и остался незамеченным.

К середине февраля 2000 года несколько лиц, связанных с этим, почувствовали недомогание и обратились к врачу. Врачи распознали признаки и симптомы и предупредили власти. В результате поисков в грудке металлолома источник был найден и изъят. Высокие дозы облучения от источника получили в общей сложности десять человек. Трое из них – работники свалки – через два месяца после аварии погибли в результате облучения.

В ряде случаев существовали определенные общие особенности, являющиеся важными факторами при формировании национальных стратегий в отношении бесхозных или уязвимых источников.

- Источники продолжительное время хранились перед использованием или в конце срока службы.
- Существует тенденция попадания источников в промышленность, занимающуюся вторичной переработкой металлов.
- Авария была обнаружена после проявления медицинских последствий облучения.

Масса головок телетерапевтических установок такова, что для их снятия требуется серьезное оборудование. Поэтому, несмотря на высокую активность смонтированных источников, маловероятно, что они будут представлять собой привлекательную цель для приобретения со злоумышленными намерениями. Однако вышесказанное может не быть справедливым для перевозимых источников.

## **3.2. Источники категории 2**

### **3.2.1. Промышленная гамма-радиография**

*Обсуждение конкретного применения:* Промышленная радиография имеет широкое применение и характеризуется высокой потенциальной опасностью [3]. Например, в строительстве и обслуживании нефтехимических установок при испытаниях сварных швов трубопроводов и емкостей используют портативные радиографические источники активностью до 7 Тбк. Несколько лет тому назад использовались источники

$^{137}\text{Cs}$ , причем некоторые из них все еще могут существовать. Сейчас чаще всего используют источники  $^{192}\text{Ir}$  или  $^{60}\text{Co}$ , но могут также использоваться и  $^{169}\text{Yb}$ ,  $^{170}\text{Tm}$  или  $^{75}\text{Se}$ .

Физические размеры портативных радиографических источников и соответствующих устройств, как правило, малы, хотя сами устройства имеют большой вес из-за предусмотренных в них средств экранирования. Размеры собственно источников весьма малы: диаметр - менее 1 см, длина – несколько сантиметров. Зачастую они закреплены на конце специальных кабелей для перемещения в рабочее положение. Портативность этих устройств делает их уязвимыми для хищений или утери. Малые размеры источника делают возможным его несанкционированное изъятие каким-либо лицом, причем такой источник легко помещается в кармане одежды.

Большинство контейнеров радиографических источников дистанционного облучения имеют сходную конструкцию, в которой капсула с источником физически прикреплена к короткому гибкому блоку, известному как узел источника или "канатик источника". Он соединен, зачастую через подпружиненный шаровой шарнир, с гибким приводным тросиком. В нерабочем состоянии источник находится в центре контейнера источника. При использовании к передней части контейнера прикрепляется направляющая трубка, и источник выдвигается в требуемое положение посредством разматывания приводного тросика.

На предприятиях тяжелой промышленности, например в сталелитейных или производственных цехах, мобильное (на колесах) или стационарное радиографическое оборудование, содержащее  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{60}\text{Co}$  или  $^{137}\text{Cs}$ , может быть смонтировано в специально созданных корпусах. Мобильные или стационарные установки имеют более мощную защиту, чем корпуса портативных источников, и поэтому их труднее похитить и переместить.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* В корпусах портативных источников имеется несколько десятков килограммов экранирующего материала, такого, как обедненный уран, свинец или вольфрам, который может рассматриваться как потенциально ценный. Следует также отметить тот факт, что портативность большинства оборудования позволяет использовать его почти повсеместно. Зачастую это происходит в удаленных местах или в экстремальных рабочих условиях. В сочетании с ограниченным или отсутствующим надзором возникает реальная потенциальная возможность утери или хищения целых контейнеров вместе с источниками. В конце концов они могут оказаться на предприятиях промышленности по вторичной обработке металлов или остаться в общественной сфере. Эти проблемы аналогичны проблемам бесхозных источников для телетерапии, и, хотя уровни активности для промышленной радиографии ниже, они все же достаточно высоки и могут приводить к смертельным эффектам. Пожалуй, наиболее значительную угрозу создает утеря неэкранированного источника.

**Вставка 8: Авария с промышленным радиографическим источником: Марокко, 1984 год.**

Источник  $^{192}\text{Ir}$  активностью 1,1 ТБк отсоединился от приводного тросика. Из-за недостаточного контроля это осталось незамеченным, и источник выпал из направляющей трубки. Выпавший источник заинтересовал прохожего, который подобрал его и принес домой. В период с марта по июнь контроль над ним был утрачен; в результате погибли восемь человек.

Неудовлетворительное обслуживание, неправильное соединение, несовместимые устройства, препятствия или перегибы в направляющей трубке – все это может приводить к воздействию на различные соединительные элементы чрезмерных давлений и в конечном итоге к отсоединению источника от приводного тросика. Это создает непосредственную угрозу для оператора радиографической установки, который должен осуществлять контроль после каждой экспозиции и убедиться в том, что источник возвратился в безопасное, заэкранированное положение. Невыполнение этого требования приводило к серьезному облучению оператора радиографической установки и других лиц, когда источник выпадал из оборудования незамеченным. Лицам из числа населения, нашедшим такие радиографические источники, они казались интересными предметами, которые можно легко поднять и принести домой, что, как это было в примерах, изложенных во вставках с 9 по 11, зачастую приводило к смертельным эффектам. Во многих случаях появление медицинских симптомов является первым свидетельством того, что был найден источник излучения.

**Вставка 9: Авария с промышленным радиографическим источником: Каир, Египет, 2000 год.**

Эта авария весьма похожа на описанную выше. Крестьянин нашел источник  $^{192}\text{Ir}$  активностью 3 ТБк и, полагая, что он представляет ценность, принес его домой. 6 мая 2000 года этот крестьянин и его 9-летний сын обратились к местному доктору с жалобами по поводу ожогов кожи. Доктор выписал лекарство от вирусной или бактериальной инфекции. Младший сын умер 5 июня 2000 года, а крестьянин – 16 июня. 26 июня был сделан анализ крови других членов семьи, у которых развились аналогичные симптомы. Анализ крови показал сильное снижение числа белых кровяных телец, и возникло подозрение, что было облучение. Источник был найден и изъят. Другие члены семьи были госпитализированы. Четверым лицам было предъявлено обвинение в грубой халатности, неумышленном убийстве и нанесении телесных повреждений, поскольку они не сообщили компетентным органам о том, что источник, использовавшийся для инспектирования сварных швов газопровода, не был возвращен на место после завершения работы.

Если помещения оставлены без присмотра или оборудование оказалось без надзора по причинам иного рода, то вандализм или другие подобные действия могут приводить к таким же проблемам, как те, о которых говорилось в связи с источниками для телетерапии. Источники также имеют небольшие размеры и могут легко быть изъяты из контейнеров.

**Вставка 10: Авария с промышленным радиографическим источником: Янанго, Перу, 1999 год.**

Был ли сценарий этой аварии аналогичным или же она являлась результатом того, что кто-то пытался вскрыть предохранительный замок, остается неясным. О неисправности узнали после того, как оказалось, что обработанная пленка радиографической съемки оказалась неэкспонированной. Поиски источника были сосредоточены на тех, кто находился в данной зоне. Оказалось, что источник был подобран сварщиком, который принес его домой в кармане. В результате этой аварии он потерял ногу, а его жена получила поражения меньшей тяжести.

Конкуренция в отрасли промышленной радиографии весьма высока, существуют многочисленные небольшие компании, и поэтому часть из них каждый год прекращают работу или становятся банкротами. В этих условиях возрастает риск того, что источники могут просто остаться без присмотра.

**Вставка 11: Хищение промышленных радиографических источников: Индия**

В связи с соперничеством между двумя учреждениями, занимающимися промышленной радиографией, был похищен источник  $^{192}\text{Ir}$  активностью около 0,3 ТБк. Операция по поиску при поддержке местной полиции в расследовании привела к обнаружению источника на участке для кремации.

Экранированный контейнер с радиографическим источником  $^{192}\text{Ir}$  активностью 185 ГБк был похищен сборщиками мусора, работавшими на автомашине, занимавшейся вывозом мусора. Экранированный контейнер был продан торговцу металлоломом, а узел источника находился под сиденьем водителя автомашины. Источник был разыскан группой физического поиска.

Большое количество промышленных радиографических источников, рабочие условия, уровень деятельности и портативность/мобильность большинства таких источников приводят к тому, что они становятся первоочередными целями для намеренного завладения со злоумышленными намерениями.

### **3.2.2. Брахитерапия высоких/средних мощностей дозы**

*Обсуждение конкретного применения:* Брахитерапия (терапия на малых расстояниях) – это термин, используемый для описания внутритканевого или полостного применения радиоактивных источников путем непосредственного помещения их в опухоль (груди, предстательной железы), в формы (кожа, прямая кишка) или в специальные аппликаторы (вагиналище, шейка матки). Применения брахитерапии бывают двух несколько различающихся видов. Обычно их называют брахитерапией высоких мощностей доз (HDR) (категория 2) и брахитерапией низких мощностей доз (LDR) (категория 4 или 5). В обоих применениях используются источники небольших физических размеров (диаметр менее 1 см, длина несколько сантиметров), и поэтому они могут быть утеряны или помещены в ненадлежащее место. Источники HDR и некоторые источники LDR могут быть выполнены в виде проволоки, прикрепленной к устройству (устройство дистанционного последовательного введения источника).

В прошлом в брахитерапии использовался  $^{226}\text{Ra}$ . Это использование радиевых источников для брахитерапии предшествует установлению мер регулирующего контроля во многих странах. С этим связана отдельная проблема "наследия", которая обсуждается ниже. Источники заключались в платиновые капсулы в виде игл или трубочек толщиной несколько миллиметров и длиной до 5 сантиметров. Однако эманация радона и гелия приводила к повышению давления в капсулах и появлению возможности их разрыва, приводящего к загрязнению. По этой причине  $^{226}\text{Ra}$  был заменен другими радионуклидами.

Наиболее современная брахитерапия высоких и средних мощностей доз проводится с использованием  $^{192}\text{Ir}$ , но в случаях, когда регулярное получение сменных источников может оказаться более затруднительным, применяются  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Выпускаются источники различных размеров и форм, включая проволоку или ленты.

Введение этих источников может происходить вручную или дистанционно. В связи с трудностями радиационной защиты при ручном способе используют только источники низкой активности в сочетании с методиками последовательного введения или без них. Устройства последовательного введения могут быть тяжелыми из-за экранировки источников в нерабочем состоянии, причем само устройство может быть снабжено колесами для перемещения. Устройство дистанционного последовательного введения может также содержать электрические или электронные компоненты, обеспечивающие

его работу. При использовании этих устройств сначала в тело вводят катетры, а затем в режиме дистанционного управления вводят источники, прикрепленные к тросикам. В этих устройствах, как правило, используют низкоактивные источники  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{192}\text{Ir}$  или высокоактивные  $^{192}\text{Ir}$  (активностью до 0,4 ТБк).

Источники для брахитерапии обычно имеются в больницах, клиниках и аналогичных медицинских учреждениях, причем установка может содержать большое число источников. Брахитерапия используется менее широко, чем телетерапия, но ее использование расширяется.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Неиспользуемые источники для брахитерапии обычно хранят в сейфах со свинцовой защитой или контейнерах, но имели место случаи, когда источники содержались с нарушением регламента, будучи введенными в аппликаторы на транспортных тележках. Подобным же образом источники, полезный срок службы которых истек, оставались в сейфах или в транспортных контейнерах.

Индивидуальные источники для ручной брахитерапии, которые могут стать бесхозными источниками, вряд ли будут представлять угрозу для жизни, если только они не будут оставлены в пациенте (вставка 12 [50]), но они могут стать причиной детерминистических эффектов или значительного загрязнения. Однако проблема в целом усугубляется потенциальной возможностью утери таких источников. В крупном радиотерапевтическом блоке может насчитываться несколько сотен источников для брахитерапии, которые постоянно перемещаются и подвергаются манипуляциям. Имеются многочисленные сообщения о случаях, когда источники для брахитерапии оказывались за пределами больниц, будучи имплантированными пациентам или находясь в трупах, предназначенных для кремации. Однако характер этой проблемы был признан уже давно, и это привело к тому, что многие страны приняли требование об установке детекторов излучения в местах выхода из отделений, где используются источники для брахитерапии.

При обрыве тросика устройства дистанционного последовательного введения источник может отделиться от него. Недостаточный учет этих проблем может стать причиной значительных рисков, как показано на примере во вставке 12. Эти риски аналогичны рискам в случае промышленных радиографических источников.

**Вставка 12: Потеря HDR источника  $^{192}\text{Ir}$  для брахитерапии: США, 1992 год [50]**

1 декабря 1992 года центр по лечению рака проинформировал КЯР США о том, что источник  $^{192}\text{Ir}$  активностью 0,14 ТБк из принадлежащего ему устройства последовательного введения для дистанционной брахитерапии был обнаружен после того, как он вызвал срабатывание сигнала радиационной опасности на установке по сжиганию отходов в другом городе. Очевидно, что проволока для введения источника оборвалась во время лечения пациента 16 ноября 1992 года, и источник остался в теле пожилого пациента. Дозировка при лечении пациента была существенно неверной, в результате чего он скончался 21 ноября 1992 года. Облучение получили также свыше 90 других лиц. Хотя конструкция проволоки устройства последовательного введения имела определенные слабые места, этот обрыв оставался длительное время незамеченным из-за слабостей программы по радиационной безопасности в центре, в том числе из-за отсутствия надзора за пациентами, устройством для последовательного введения или помещением, где проводилось лечение.

Почти точно такой же обрыв проволоки крепления источника произошел на устройстве для последовательного введения 7 декабря 1992 года, но с минимальными радиологическими последствиями ввиду того, что этот обрыв был сразу же замечен.



### **3.2.3. Калибровочные установки**

*Обсуждение конкретного применения:* Большое число радиоактивных источников используется в приборах и для других калибровочных целей. Эта практическая деятельность, поскольку она охватывает широкий диапазон радионуклидов и работ, не может быть отнесена к какой-либо одной категории, однако более мощные калибровочные источники  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  попадают в категорию 2. Другие источники могут попадать в категории 3 и 4, а источники для проверки приборов могут относиться к категории 5.

Некоторые калибровочные источники и особенно источники большей активности находятся в специально сконструированных экранированных и коллимированных устройствах, входящих в состав больших экранированных установок. Другие будут представлять собой просто отдельные источники, которые могут использоваться для разнообразных целей в исследовательских и образовательных учреждениях. Радий-226 в прошлом широко использовался для целей калибровки, а источники  $^{226}\text{Ra/Be}$  и  $^{238}\text{Pu/Be}$  нередко применяются при калибровке нейтронных измерительных приборов и в экспериментах по экранированию нейтронного излучения.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* В целом они аналогичны соображениям в случае устройств для телетерапии или брахитерапии, относящимся к более мощным источникам в специальных корпусах. Для отдельных источников в свинцовых контейнерах (часто называемых "болванками") основные факторы, ведущие к превращению их в бесхозные источники, связаны с халатностью, проявляемой тогда, когда отпадает дальнейшая надобность в источнике или оборудовании или когда увольняется отвечающий за них сотрудник.

## **3.3. Источники категории 3**

### **3.3.1. Стационарные промышленные измерительные приборы**

*Обсуждение конкретного применения:* Во многих отраслях промышленности необходимо измерять уровень, толщину, плотность, влажность или регистрировать присутствие материала, который получается методом горной добычи, изготавливается или обрабатывается. Использование радиоактивных источников позволяет производить измерения без контакта с самим материалом. Могут использоваться многочисленные различные радионуклиды с широким диапазоном активностей источника. В зависимости от конкретного применения промышленные средства измерений могут содержать относительно небольшие количества радиоактивного материала или же могут содержать источники активностью до 1 ТБк. Более мощные (сотни Гбк) источники  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{252}\text{Cf}$ , используемые в средствах измерений уровня, конвейерных датчиках, датчиках землечерпалок, доменных печей или во вращающихся измерителях толщины стенок труб, представляют собой источники категории 3, в то время как большинство других толщиномеров, измерителей влажности/плотности и уровня заполнения относится к категории 4.

В доменных печах, работающих в черной металлургической промышленности, часто используют источники  $^{60}\text{Co}$  для измерения износа огнеупорной кладки нижнего пода печи. Во вращающихся измерителях толщины стенок труб  $^{137}\text{Cs}$  используется при измерении толщины стенок труб, проходящих через центр измерителя. Хотя измерители толщины стенок труб включены в эту категорию стационарных средств измерений, они могут также устанавливаться на грузовиках. Однако они могут быть весьма тяжелыми (~100 кг) из-за свинцовой или вольфрамовой экранирующей оболочки.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Источники этой группы могут размещаться в местах, непригодных для постоянного присутствия людей. Со временем они могут оказаться покрытыми слоями грязи, сажи, жира и масла, заслоняющими имеющиеся предупредительные этикетки. На установке может быть смонтировано много таких средств измерений. Размеры устройств обычно невелики, но они могут быть размещены на определенном расстоянии от детектора излучения, в корпусе которого могут находиться соответствующие электрические или электронные компоненты. Места нахождения таких устройств или источников на установке не всегда могут быть очевидны, поскольку зачастую эти устройства подключены к оборудованию для управления технологическим процессом. Такое отсутствие ясности может приводить к утрате контроля, если на установке принято решение о модернизации некоторых агрегатов или о прекращении операций.

Обычно эти устройства стационарно смонтированы на производственном оборудовании и безопасны в эксплуатации, хотя необходимо проявлять осторожность, с тем чтобы избежать проблем, указанных в главе 2. Наибольшая проблема возникает в конце полезного срока службы самого источника или агрегата или оборудования, на котором он установлен. Есть ряд примеров, когда источники были либо:

- демонтированы с оборудования и помещены на хранение; либо
- просто оставлены на оборудовании комплекса, выведенного из эксплуатации.

В некоторых случаях источники оставались в таком состоянии длительное время, и со временем информация об их существовании постепенно утрачивалась. В других случаях периоды времени были лишь короткими, но происходило увольнение ключевых сотрудников, и соответствующая часть площадки подвергалась срочному снятию с эксплуатации или очистке по экономическим причинам. В связи с этими сценариями можно сделать два основных вывода. Вероятнее всего, что источник в конце концов оказывается в сфере промышленности по вторичной переработке металлов. Следует отметить, что в промышленно развитой стране источники, используемые в средствах измерения, составляют основную часть национального инвентарного количества. Если на пути вторичной переработки металлов отсутствует дозиметрический контроль или система не работает, источник может быть расплавлен, что приводит к загрязнению литейного оборудования и попаданию радиоактивного материала в изготовленные изделия. Значительные количества радиоактивности могут также оказаться в системах дымо- и пылеулавливания и в шлаке. Газоаэрозольные выбросы могут также быть обнаружены на значительных расстояниях (см. вставку 13 и Приложение к [51]).

**Вставка 13: Авария с расплавлением источника: Асеринокс, Испания, 1998 год.**

11 июня 1998 года на юге Франции и на севере Италии были обнаружены повышенные уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе. На основе метеорологических данных и анализа был сделан вывод о том, что они являются следствием выброса где-то на юге Испании или на севере Африки. Последующие запросы и расследования выявили следующую картину событий.

30 мая 1998 года в электропечи сталеплавильного завода Асеринокс по выпуску нержавеющей стали в Лос Барриосе, Испания, был расплавлен незамеченным источник  $^{137}\text{Cs}$ . Пары вышли через дымовую трубу, часть их была задержана фильтрующей системой, в результате чего были загрязнены 270 тонн уже отфильтрованной пыли. 1-2 июня пыль была удалена из фильтрующей системы и в качестве части программы регулярного обслуживания направлена на две другие фабрики в нескольких сотнях километров от Асеринокс. Одной компанией было получено 150 тонн пыли, которую она впоследствии использовала в процессе стабилизации болотистой местности, увеличив массу загрязненного материала до 500 тонн. Первое предупреждение о событии поступило 2 июня, когда монитор на въезде дал тревожный сигнал при прохождении пустого грузовика, возвращавшегося после доставки пыли. Компетентные органы были извещены о событии 9 июня, а 11 июня была зарегистрирована вышеупомянутая повышенная радиоактивность газоаэрозолей.

Радиологические последствия этого события были минимальными; у шести людей были выявлены несколько повышенные уровни загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ . Однако экономические, политические и социальные последствия оказались значительными. Грубая оценка затрат включает 20 млн. долл. производственных потерь, 3 млн. долл. на операции по очистке и 3 млн. долл. на хранение отходов. Общественность была сильно встревожена, и компетентные органы Испании подверглись сильному давлению со стороны крупных СМИ, а также политическому давлению.

Менее вероятной, но все же возможной оказывается конечная ситуация, когда источник просто остался на площадке, которая была продана другому владельцу. В зависимости от истории места нахождения могут иметься основания для проведения на площадке дозиметрического контроля в связи со снятием с эксплуатации. Потенциальная возможность утраты контроля за источниками существует при смене футеровки печи или при закрытии установки (см. вставку 14).

**Вставка 14: Событие, связанное с источником в доменной печи: Румыния, 2001 год.**

В августе 2000 года коммерческая компания начала разборку двух доменных печей, причем работы на одной из них были завершены в июне 2001 года. Вывод из эксплуатации производился без разрешения регулирующих органов и был остановлен в 2001 году, когда в ходе инспекций, проводимых на площадке регулирующим органом, были обнаружены уровни излучения от 0,5 до 400 мЗв/час, а у некоторых обломков кирпичей - до максимума 4 мЗв/час. Было выяснено, что в каждой печи имелось около трех дюжин небольших радиоактивных источников  $^{60}\text{Co}$  ( $+^{10m}\text{Ag}$ ) активностью от 0,4 до 30 ГБк, установленных в 1985 году для контроля толщины стенок. Последствиями этого события явились загрязнение  $^{60}\text{Co}$  обширной зоны и существование большой массы футеровочных кирпичей, возможно, содержащих остальные источники. Около дюжины работников могли получить облучение, но у них не было выявлено каких-либо признаков лучевого поражения.

### **3.3.2. Средства измерений, используемые при каротаже скважин**

*Обсуждение конкретного применения:* Устройства для каротажа скважин обычно используются в районах, где ведется разведка запасов воды, угля, нефти или природного газа. Для определения плотности, пористости и влажности геологических структур или содержания в них углеводородов используют в сочетании источники нейтронного и гамма-излучения. Наиболее часто применяемыми источниками нейтронов являются источники на основе  $^{241}\text{Am}/\text{Be}$  активностью до 800 ГБк, но в некоторых случаях используют  $^{239}\text{Pu}/\text{Be}$  и  $^{226}\text{Ra}/\text{Be}$ . Активность наиболее часто используемых гамма-источников  $^{137}\text{Cs}$  составляет 50-100 ГБк. В качестве эталонных все еще используются источники меньшей активности, зачастую радиевые. Источники обычно помещены в длинные (как правило, 1-2 м), но тонкие (диаметр <10 см) устройства, содержащие также детекторы и различные электронные компоненты. Эти устройства имеют большой вес, поскольку условия их использования требуют большой прочности.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Контейнеры, в которых хранятся и транспортируются источники, имеют большие размеры и могут представлять интерес для похитителей. Большая часть экранирующей защиты обычно представляет собой пластик и парафиновый воск и может быть выброшена похитителем как малоценная, что ведет к потенциально опасной ситуации. Контейнеры гамма-источников обычно экранированы обедненным ураном или свинцом, который может представлять ценность в качестве металлолома.

Характер работы с этими источниками требует, чтобы их можно было легко извлекать из контейнеров, для того чтобы ввести в скважину. Если не обеспечить надлежащий контроль, то источник относительно легко может быть извлечен из контейнера и оставлен в опасном состоянии. Возможность того, что источники станут бесхозными, такая же, как для источников в промышленной радиографии. Однако в данном случае активность и мощности дозы излучения в целом более низкие.

**Вставка 15: Хищение источников для каротажа: Нигерия, 2002 год**

В декабре 2002 года из грузовика нефтяной компании, находящегося в пути в южной части дельты реки Нигер, были украдены два источника  $^{241}\text{Am}/\text{Be}$ , использовавшихся для каротажа скважин. Такие источники обычно имеют активность около 0,7 Тбк [18]. При поиске источников были задействованы все средства: публичные объявления, силы полиции и повышение бдительности на границах. Медицинским работникам также было предложено обращать особое внимание на жалобы на продолжительную тошноту и ожоги кожи. Приблизительно через восемь месяцев источники были обнаружены в грузе металлолома в Европе.

Хотя радиоактивность этих устройств ниже, чем в случае промышленной радиографии, их портативность и использование в удаленных местах и в полевых условиях могут сделать их привлекательными для приобретения со злоумышленными намерениями.

### **3.3.3. Электронные стимуляторы сердца**

*Обсуждение конкретного применения:* В 70-х и 80-х годах прошлого столетия ряду пациентов были имплантированы электронные стимуляторы сердца, в которых в качестве источника энергии использовался радиоактивный материал (т.е. весьма малогабаритные РТГ). Обычно применялся радионуклид  $^{238}\text{Pu}$  (с небольшим количеством  $^{241}\text{Am}$  в качестве загрязнителя источника). Полезной особенностью  $^{238}\text{Pu}$  является то, что его легко экранировать и он создает незначительную мощность дозы внешнего облучения.

**Вставка 16: Расплавление электронного стимулятора сердца: Соединенное Королевство, 2000 год**

В ходе тестов по обеспечению качества, проведенных в 2000 году в сталелитейном цеху в Соединенном Королевстве, было обнаружено, что источник  $^{238}\text{Pu}$  активностью около 140 Гбк подвергся расплавлению. Вероятнее всего это был источник из электронного стимулятора сердца. В литейном цеху были установлены сложные порталы для контроля присутствия в поступающем скрапе гамма-излучающих радионуклидов. Однако они не смогли зарегистрировать активность этого  $^{238}\text{Pu}$ . Соответствующие дозы были пренебрежимо малыми, но затраты на очистку и захоронение в таком случае составляют несколько миллионов долларов США.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Задача отслеживания пациентов оказывается не всегда легкой, и могут иметь место случаи кремации имплантированного источника вместе с телом умершего. Источники могут также быть отправлены в отходы после аутопсии и в конце концов оказаться в металлоломе. То обстоятельство, что источники  $^{238}\text{Pu}$  легко экранируются, также означает, что их нелегко обнаруживать.

## **3.4. Источники категории 4**

### **3.4.1. Источники для брахитерапии низких мощностей дозы**

*Обсуждение конкретного применения:* Большая часть обсуждения брахитерапии в связи с источниками категории 2 актуальна и в данном случае, за исключением того, что активности источников ниже и применяются несколько иные радионуклиды. Помимо  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{192}\text{Ir}$ , к числу используемых радионуклидов относятся  $^{125}\text{I}$ ,  $^{198}\text{Au}$  и  $^{252}\text{Cf}$ .

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Они аналогичны обсужденным выше, за исключением того, что источники пониженной активности, безусловно, представляют меньшую опасность. Хотя в этом случае также возможны попытки завладения некоторыми источниками категории 4 со злоумышленными намерениями, большинство источников слишком маломощны и их радиоактивность не может причинить значительного ущерба.

### **3.4.2. Толщиномеры/уровнемеры**

*Обсуждение конкретного применения:* Источники бета-излучения или низкоэнергетического гамма-излучения используются для измерения толщины бумаги, пластмасс и тонких легких металлов, а источники гамма-излучения более высокой энергии используются для измерений при производстве стального листа. В пивоваренной промышленности и при разливе безалкогольных напитков источники низкой активности используются при контроле качества с целью проверки правильности заполнения бутылок или банок. Изготовители сигарет также используют источники для обеспечения постоянной правильной плотности упаковки.

В этих отраслях промышленности, как правило, используются следующие радионуклиды:  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{147}\text{Pm}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ , а также  $^{137}\text{Cs}$ . Активности находятся в диапазоне от 0,4 ГБк до приблизительно 20 ГБк.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* По существу они такие же, как и в случае других стационарных промышленных средств измерений, но ввиду того, что, как правило, применяются виды излучения с меньшей проникающей способностью и низкие активности, потенциальные опасности оказываются меньшими.

### **3.4.3. Портативные средства измерений**

*Обсуждение конкретного применения:* Влагомеры и денситометры – это малогабаритные и портативные промышленные измерительные приборы. В этих устройствах содержатся источники, детекторы и все электронные узлы, необходимые для проведения измерений. Влажность обычно измеряют с использованием источника  $^{241}\text{Am}/\text{Be}$  активностью около 2 ГБк, а плотность – с помощью  $^{137}\text{Cs}$  активностью около 0,4 ГБк. Размеры источников невелики, как правило, несколько сантиметров в длину и в диаметре, и они могут располагаться либо полностью внутри устройства, либо на конце узла штока/рукоятки.

Влагомеры используются в сельском хозяйстве для обеспечения оптимального орошения, тогда как комбинированные приборы или денситометры зачастую применяют при строительстве дорог для контроля правильности уплотнения материалов основания.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* То, что такие источники обычно перевозят в закрытых ящиках в транспортных средствах, означает, что они могут быть похищены непреднамеренно вместе с автомобилем, который был похищен. Эти источники в определенной мере представляют интерес, о чем свидетельствует количество их регулярных краж. Кроме того, эти источники используются на удаленных площадках при строительстве дорог. Это обстоятельство, а также их малые размеры делают их уязвимыми с точки зрения утраты контроля или хищения. Иногда они могут оказаться поврежденными другим строительным дорожным оборудованием и остаться незамеченными.

### **3.4.4. Костные денситометры**

*Обсуждение конкретного применения:* Как следует из названия, эти источники применяются в устройствах, предназначенных для измерения плотности костных тканей при анализе остеопороза. В них используются радионуклиды  $^{109}\text{Cd}$ ,  $^{153}\text{Gd}$ ,  $^{125}\text{I}$  и  $^{241}\text{Am}$  активностью в диапазоне приблизительно от 1 до 50 ГБк. Сейчас в таких устройствах широко используется рентгеновское излучение.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* В прошлом не было зарегистрировано каких-либо событий, связанных с утратой контроля над источниками в костных денситометрах.

### **3.4.5. Нейтрализаторы статического электричества**

*Обсуждение конкретного применения:* Во многих странах появление статического электричества в процессе производства создает проблемы в связи с налипанием пыли на компоненты или возможностью возникновения пожара. Для борьбы с этими проблемами могут использоваться нейтрализаторы статического электричества, в состав которых входят  $^{241}\text{Am}$  и  $^{210}\text{Po}$ . Размеры их могут быть различными: от переносных устройств величиной несколько сантиметров до стационарных установок длиной несколько метров и шириной несколько сантиметров. Поскольку в нейтрализаторах статического электричества используются испускаемые альфа-частицы, конструкция источника имеет невысокую прочность и не выдерживает воздействия физических нагрузок или пожара, которые могут приводить к распространению загрязнения.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* В этом случае также не имеется обширного опыта в отношении превращения нейтрализаторов статического электричества в бесхозные. Однако имел место один инцидент, когда несколько источников были, по-видимому, специально собраны вместе и захоронены в земле.

## **3.5. Источники категории 5**

*Обсуждение конкретного применения:* Имеется много разнообразных источников категории 5, используемых в: рентгеновской флюоресценции, устройствах с электроннозахватными детекторами, мессбауэровской спектроскопии, контроле методом эмиссионной позитронной томографии, тритиевых мишенях и детекторах дыма. Кроме того, с использованием источников  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  можно осуществлять поверхностные операции на коже и глазные операции. Носоглоточные аппликаторы ( $^{90}\text{Sr}$ ) в 1970-х годах заменили радиевый зонд “Crowe”. Постоянные имплантаты также были первоначально разработаны на основе зерен, содержащих  $^{222}\text{Rn}$  и  $^{198}\text{Au}$ . Сегодня в постоянных имплантатах применяют  $^{125}\text{I}$ ,  $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$  и  $^{103}\text{Pd}$ .

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Источники категории 5 представляют настолько низкую опасность, что, как правило, их не следует учитывать в национальной стратегии. Утрата контроля над такими источниками - это скорее вопрос регулирования и административного управления, чем проблема радиационной безопасности и сохранности радиоактивных источников.

## **3.6. Особые ситуации**

### **3.6.1. Исторические источники**

*Обсуждение конкретного применения:* Источники, доставшиеся в наследство – это те источники, которые относятся к периоду, предшествующему появлению эффективных регулирующих требований, и которые, возможно, не были захоронены либо вообще, либо надлежащим образом. Тип доставшихся в наследство источников будет зависеть от того, когда в стране было начато осуществление мер регулирующего контроля. Большинство, но не все (вставка 17) доставшиеся в наследство источники, вероятнее всего, представляют собой радиевые источники (вставка 18). Ниже перечислены типы радиевых источников и виды их использования из числа применявшихся в первой

половине 20-го века, причем в некоторых из них использовался открытый радиоактивный материал.

- Медицинские применения, включая радиационную брахитерапию;
- светящиеся устройства с радием и средства подсветки;
- промышленная радиография с использованием радия;
- патентованные медицинские "целебные" устройства;
- нейтрализаторы статического электричества;
- промышленные детекторы дыма;
- молниеотводы.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Если индустриализация страны и связанное с ней использование радиоактивных источников начались до установления эффективной регулирующей инфраструктуры, то может иметься значительное количество источников, ставших бесхозными. В этом случае возникает задача создания первоначального национального реестра источников, и этот вопрос обсужден в части II и особенно в главе 7. Первоначальный реестр доставшихся в наследство источников может быть составлен посредством сбора информации в публикациях или учетных записях, относящихся к прошлому, но рекомендуется также воспользоваться помощью специалистов, имеющих большой опыт применения излучений в стране. Потребуются тщательные усилия, с тем чтобы в достаточной степени охватить различные секторы, например использование в медицине, промышленности и образовании (включая научные исследования).

**Вставка 17: Нерадиевый бесхозный источник, доставшийся в наследство: Индия**

Когда в государстве впервые устанавливается регулирующий контроль, не все достающиеся в наследство источники оказываются радиевыми. Служащий корпорации обратился в регулирующий орган за консультацией в отношении источника  $^{137}\text{Cs}$  активностью 185 ГБк, который был обнаружен сотрудником корпорации и который принадлежит этой корпорации. После проведенного расследования было выяснено, что этот источник был импортирован службой этой корпорации в начале 50-х годов прошлого столетия, когда регулирующий контроль в Индии находился на начальных этапах развития. Поэтому этот источник не был поставлен под регулирующий надзор. Впоследствии в отношении этого источника были приняты надлежащие меры.

Некоторые врачи в индивидуальном порядке закупали радиевые источники для брахитерапии и хранили их у себя дома. Эти источники могли достаться в наследство их потомкам и могли быть обнаружены лишь случайно. Эти и другие радиевые источники ввиду их высокой стоимости в то время (100 000 долл. США за грамм в 1920-е годы) хранились в банковских сейфах. Поскольку первоначально радиевые источники в виде зерен изготавливались из тонкой золотой трубки, в которую вводили раствор соли радия, некоторые из них попадали на рынок вторичного использования золота. В США в 1980-х годах в рамках специальной кампании [52] было изъято несколько сотен золотых изделий, загрязненных радием.

В некоторых странах с период с 1930-х годов по 1960-е и 1970-е годы были широко распространены средства подсветки, использующие радий. Многие из них использовались военными. Не следует упускать из внимания склады, на которых хранились большие запасы светящихся предметов, например некоторые военные склады или склады компаний, производивших первые коммерческие самолеты или часы.

**Вставка 18: Обнаружение приборов с радиевой подсветкой: Соединенное Королевство, 1984 год**

В Соединенном Королевстве в 1984 году компания, специализирующаяся на поставках запасных частей для устаревших самолетов и военных транспортных средств, привлекла внимание компетентных органов. На складе этой компании хранилось свыше 7 000 ящиков с запасными частями, и приблизительно в 2000 из них был обнаружен радиий, главным образом в устройствах со светящимися элементами. Во многих случаях лак, покрывающий светящийся состав, растрескался и появилось радиевое загрязнение.

МАГАТЭ предпринимало в некоторых регионах целенаправленные усилия по выявлению, изъятию и кондиционированию доставшихся в наследство радиевых источников.

### **3.6.2. Использование в научных и учебных целях**

*Обсуждение конкретного применения:* Поскольку применения радиоактивных источников в научных и учебных целях весьма разнообразны, они требуют по крайней мере краткого отдельного обсуждения. В научных исследованиях могут применяться практически любые радионуклиды любой активности, и поэтому такие источники могут принадлежать почти к любой категории.

Многие из описанных выше медицинских и промышленных применений осуществляются также в университетах и научно-исследовательских институтах. Некоторые из них модифицируются, с тем чтобы обеспечить расширенный диапазон рабочих условий для исследовательских целей. Зачастую это может означать, что большее внимание уделяется эксплуатационным процедурам, а не инженерно-техническим решениям в области безопасности, и в связи с этим возникают дополнительные задачи поддержания безопасности и сохранности источников.

Однако обычно в таких исследованиях используются источники низкой активности и/или с коротким периодом полураспада. Часто используются тритий ( $^3\text{H}$ ) и  $^{14}\text{C}$ , но они имеют более слабое бета-излучение и создают менее серьезные радиологические проблемы по окончании срока службы. Многие такие источники используются в электроннозахватных устройствах и устройствах для газовой хроматографии и массбауэровской спектроскопии.

Заметными исключениями являются использование мощных (до 1 ПБк) источников  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  для облучения или стерилизации материалов и растений и использование источников  $^{241}\text{Am/Be}$  или  $^{137}\text{Cs}$  активностью в диапазоне МБк или ГБк для измерения влажности и плотности в ходе сельскохозяйственных исследований. Хотя лишь немногие облучательные установки могут по масштабам сравниться с промышленными установками, большинство из них – это стационарные, самоэкранированные установки, конструкция которых обеспечивает ввод образцов в облучательную камеру, физический доступ в которую невозможен.

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Исследовательская работа часто проводится как часть задания, выполняемого студентом, или в рамках специально финансируемого контракта. Оборудование, включая источники излучения, может быть получено специально под конкретный проект. По завершении работы или после прекращения финансирования для источников может не найтись непосредственное или дальнейшее применение, а отвечающее за источники лицо может уволиться. Во многих случаях источники помещают на хранение, но в организации может не оказаться четкого "владельца", который мог бы взять на себя соответствующую ответственность. Поэтому главная проблема с источниками, используемыми в исследовательских или учебных целях, возникает, когда прекращается использование оборудования и увольняется персонал, обладающий необходимыми знаниями.



**Вставка 19: Авария со смертельным исходом, вызванная источником, который, возможно, использовался на исследовательской установке: Эстония, 1994 год**

Радиационная авария со смертельным исходом с 1994 году в Таммику, Эстония [7], была связана с источником, первоначально обнаруженным в металлоломе, доставленном на завод по вторичной переработке металлов в Таллине. Источник оцененной активности около 7 ТБк  $^{137}\text{Cs}$  находился в узле, который, вероятно, был частью облучателя, возможно, на исследовательской установке.

### **3.6.3. Использование в военных целях**

*Обсуждение конкретного применения:* В большинстве стран использование радиоактивных источников в военных целях находится вне рамок гражданского регулирующего контроля. По этой и другим причинам использование радиоактивных источников в военных целях требует отдельного рассмотрения. Оно также может охватывать широкий диапазон категорий. Хотя многие из применений аналогичны применениям в медицине, промышленности и образовании, есть ряд применений радиоактивных материалов, являющихся специфическими для военной области или связанных с активностями, значительно большими, чем используемые в сравнимых устройствах невоенного назначения. Примерами использования в военных целях являются:

- радиоизотопные термоэлектрические генераторы (РТГ);
- источники для учебных занятий по имитации нападения с использованием ядерного оружия; и
- тритий в светящихся устройствах (более высокие активности, чем в гражданском использовании).

*Соображения, связанные с утратой контроля:* Возможно, что у военных имеется, по соображениям безопасности, свой реестр источников, отличающийся от обычного национального реестра источников. Поэтому для оценки ситуации необходимо будет непосредственно проконсультироваться с военными компетентными органами.

Помимо нормальной ситуации в военной области в мирное время, некоторым странам, возможно, приходится рассматривать аномальные ситуации. Примерами являются ситуации, возникающие вследствие:

- вывода из страны иностранных войск;
- серьезных политических изменений в стране, где в течение определенного времени, возможно, не функционировали военные командные структуры; и
- того, что страны или регионы являлись ареной военных конфликтов.

Опыт показывает, что все эти ситуации могут приводить к тому, что источники становятся бесхозными и начинают представлять серьезную угрозу населению. Новым национальным компетентным органам или силам, обеспечивающим поддержание порядка, необходимо осознавать это и разработать стратегию решения конкретных проблем, связанных с ситуацией. Однако необходимо признать, что бесхозные источники, если ими не заниматься своевременно и надлежащим образом, могут находиться в окружающей среде продолжительное время, и в некоторых случаях могут все еще сохраняться источники, ставшие бесхозными в результате старых конфликтов. Во вставке 20 приведена в качестве примера информация о ситуации в Грузии после вывода вооруженных сил.

**Вставка 20: Авария с источниками для военных целей: Лило, Грузия, 1997 год [8]**

В 1992 году, после распада бывшего СССР советская армия покинула бывшие места своего расположения в Грузии. Одним из них был учебный лагерь в Лило, который перешел в распоряжение грузинской армии. В октябре 1997 года у одиннадцати солдат возникли радиационные поражения кожи. В ходе поиска и радиационного мониторинга на территории было обнаружено 12 брошенных источников  $^{137}\text{Cs}$  активностью от нескольких МБк до 164 Гбк. Они использовались ранее в ходе учений по гражданской обороне, когда источники прятали на территории, а участники учений должны были обнаруживать их. Многие из них остались там, где их спрятали. Кроме того, на территории были также найдены один источник  $^{60}\text{Co}$  и 200 небольших источников  $^{226}\text{Ra}$ , использовавшихся в орудийных прицелах. Шесть лет спустя все еще проводилось лечение солдат, пострадавших от облучения.

Следует отметить, что, хотя существует тенденция к значительной обеспокоенности общественности и политиков по поводу боеприпасов или частей боеприпасов, в состав которых входит отработавший обедненный уран, исследования показали, что связанная с ними радиологическая опасность в действительности весьма невелика [53].

Еще одно соображение из области военных конфликтов заключается в том, что сопутствующий ущерб, наносимый артиллерийскими снарядами, бомбами и другими боеприпасами, может включать повреждение самих источников излучения или зданий, в которых они находятся. Это может приводить к тому, что установки или источники будут оставлены без присмотра и станут доступны грабителям или людям, занимающимся поисками ценных предметов.

**Вставка 21: Источники в районах боевых действий: Хорватия, 1991-1995 годы**

В период с июля 1991 года по сентябрь 1995 года почти на половине территории Хорватии происходили военные действия. Сопутствующий ущерб был значительным, и, как показано ниже в таблице, пострадал также ряд источников. Большинство из них относилось к категории 5 и ниже.

Применение	Первоначальное число источников	Бесхозные источники	
		Возвращено	Сгорели или утеряны
Детекторы дыма	8 298	1 710	1 180
Молниеотводы	151	60	0
Медицинские	17	0	0
Промышленные	103	18	24

Молниеотводам, которые были наименее защищены, был нанесен наибольший ущерб. Мощности доз, которые удалось замерить, достигали 3 мЗв/час на расстоянии 1 м.

# **ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ**

## **Часть II**



## ГЛАВА 4. ОБЩИЙ ОБЗОР

Стратегии улучшения контроля над радиоактивными источниками необходимо разрабатывать с учетом конкретной национальной ситуации. Например, в случае страны с весьма неразвитой регулирующей основой первоначальная национальная стратегия может предусматривать создание национального реестра и последующее выявление и поиски доставшихся в наследство бесхозных источников, относящихся к категории высокого риска. В случае государств с установившейся регулирующей основой первоначальная национальная стратегия может быть более широкой, чем просто анализ доставшихся в наследство бесхозных источников, и может включать:

- всесторонний анализ возможных недостатков в области мер регулирующего контроля;
- сбор и утилизацию изъятых из употребления или уязвимых источников, относящихся к категории высокого риска;
- создание и поддержание возможностей поиска и возвращения бесхозных источников; и
- развитие дополнительных возможностей пассивного поиска, сосредоточенного на областях наибольшего риска в рамках национального использования источников.

Однако ни одна страна не изолирована полностью от перемещения радиоактивного материала. Поэтому необходимо также рассмотреть потоки радиоактивного материала в страну и из нее, а также состояние регулирующего контроля источников в соседних и являющихся торговыми партнерами странах.

В Дополнении V приведен перечень общих вопросов, которые стали частью конкретных национальных планов действий. В каждом случае разработка национальной стратегии должна приносить пользу, обеспечивая понимание потенциальных улучшений национальной регулирующей основы.

Диаграмма на рис. 4.1. дает общее представление о процессе разработки национальной стратегии и осуществления программы улучшения контроля над радиоактивными источниками. По существу этот процесс состоит из трех стадий:

- 1) *Оценка*: принятие решения о сфере охвата стратегии, сбор необходимой информации и определение характера и масштабов проблемы;
- 2) *Разработка*: выявление и определение приоритетов действий по решению проблем и разработка соответствующего плана; и
- 3) *Осуществление*: получение необходимой поддержки и ресурсов, осуществление решений и оценка результативности плана.

В идеальном случае целью является восстановление контроля над всеми бесхозными источниками и повышение степени контроля над уязвимыми источниками. Желательной целью в этом отношении могло бы быть полное соблюдение Международных основных норм безопасности [24], Требований к юридической и государственной инфраструктуре ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки [25] и осуществление в полном объеме Кодекса поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников [20]. Однако сразу же добиться этого, возможно, не удастся. Поэтому при определении общей стратегии государству необходимо будет оценить положительные и отрицательные стороны различных вариантов и внести корректировки в отношении приоритетов. Поскольку наиболее важно обеспечить надлежащий контроль над опасными радиоактивными источниками, приоритет следует отдать источникам категорий 1, 2 и 3 Категоризации радиоактивных источников МАГАТЭ [18]. Несомненно, что уровень и темпы осуществления любой национальной стратегии будут определяться соображениями, связанными с бюджетными и кадровыми ресурсами.

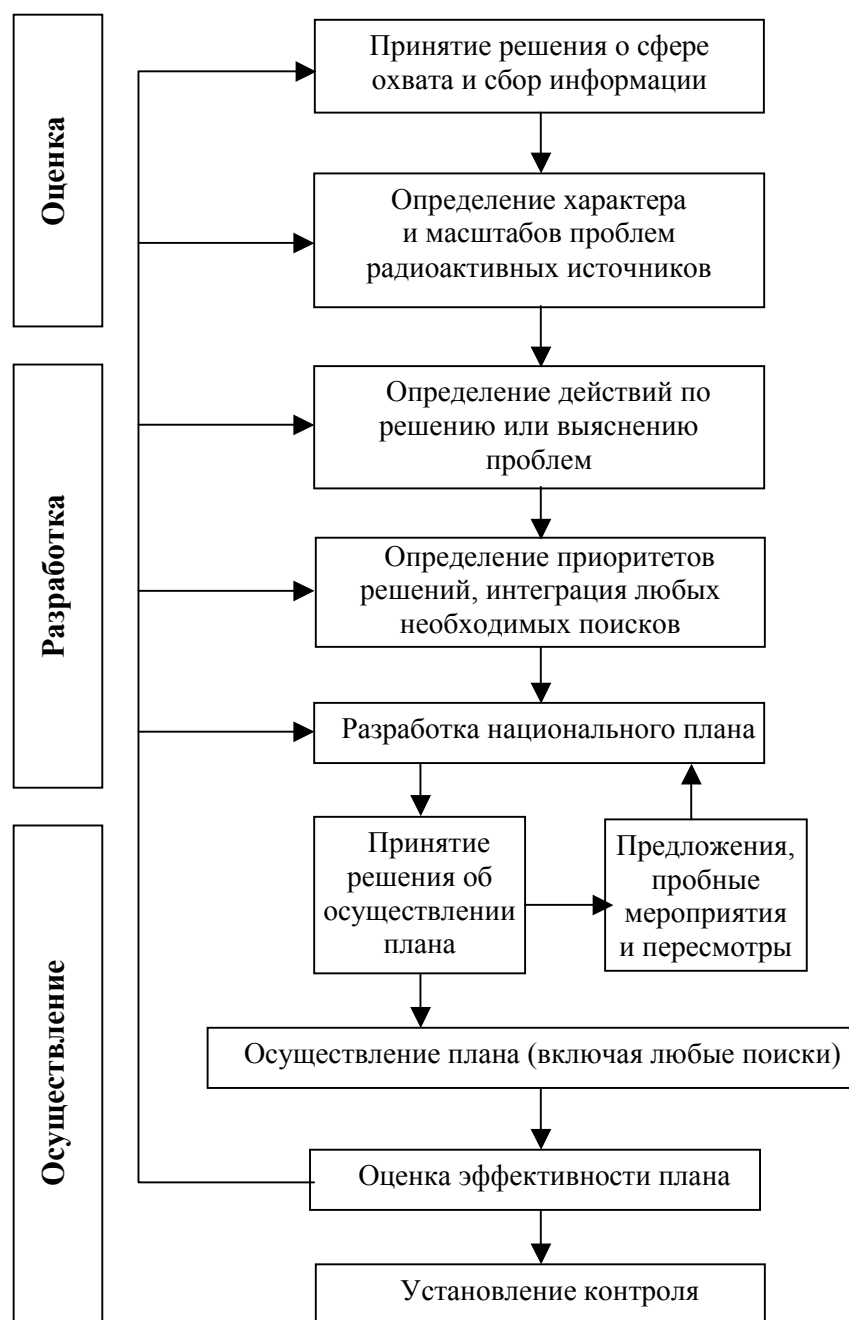


Рис. 4.1. Общая схема методологии национальной стратегии

## ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОБЛЕМЫ

### 5.1. Обзор оценки

Стадия оценки при разработке национальной стратегии улучшения контроля над радиоактивными источниками включает принятие решения о сфере охвата стратегии, сбор и последующую оценку информации, необходимой для формирования выводов относительно характера и масштабов проблемы.

Поэтому стадия оценки может быть разделена на следующие элементы:

- определение реалистических ожиданий на основе национальной ситуации (сфера охвата);
- сбор данных о всех аспектах уровня контроля за радиоактивными источниками в прошлом и в настоящее время с целью выявления потенциальных бесхозных и уязвимых источников; и
- проведение оценки (анализ недостатков) и формирование выводов в отношении необходимости национальной стратегии.

Каждый из этих аспектов разъясняется в следующих разделах. Затем приводятся рекомендации относительно сбора и оценки информации в каждой из нескольких ключевых областей.

Стадия оценки будет повторяться при изменении ситуации в государстве. Разумно ожидать, что оценка будет в определенной степени происходить постоянно. Не предполагается, что стадия оценки в рамках данного процесса будет лишь единственной точкой, в которой принимается решение; скорее она станет точкой, в которой принимаются решения относительно необходимости, направления и содержания национальной стратегии.

#### 5.1.1. *Принятие решения о сфере охвата*

В наиболее упрощенном представлении определение сферы охвата на стадии оценки заключается в определении вопросов, которым будет уделяться наибольшее внимание на последующей стадии сбора данных. В большинстве случаев наибольшее внимание следует уделять источникам, которые могут потенциально вызывать последствия, превышающие установленный порог. Многие государства примут решение об определении приоритетов усилий в отношении источников, способных вызывать серьезные детерминированные эффекты для здоровья человека, если эти источники не находятся под контролем. Таковыми являются источники категорий 1, 2 и 3 Категоризации радиоактивных источников МАГАТЭ [18]. Однако это не единственная возможность. Основой для уделения внимания в рамках первоначальной национальной стратегии могут быть:

- категории источников (например, категории 1, 2 и 3);
- тип источников (например, промышленные радиографические источники);
- сектор промышленности, в котором выявлены проблемы (например, вторичная переработка металлов);
- географический регион или область (например, столица);

— источники, использовавшиеся в период до создания национального регулирующего органа.

Сфера охвата оценки может изменяться с каждой итерацией в ходе разработки национальной стратегии. В некоторых случаях вопросы, которым будет уделяться основное внимание, оказываются очевидными. В других случаях будет необходимо провести тщательный анализ, возможно, с определенным предварительным сбором данных, для того чтобы правильно определить вопросы, которым будет уделяться основное внимание.

Невозможно переоценить важность принятия решения о сфере охвата. Честная оценка ресурсов, имеющихся как на стадии разработки, так и на стадии осуществления национальной стратегии, чрезвычайно важна для обеспечения успеха этих усилий. Некоторые государства могут иметь возможность направить значительные усилия на разработку всесторонней национальной стратегии, предугадывающей будущие условия и предусматривающей соответствующие действия. Однако более вероятно, что большинство государств сможет направить достаточные ресурсы на разработку лишь первоначальной национальной стратегии, сосредоточенной на конкретных вопросах и предусматривающей приоритизированные действия, основанные на условиях в прошлом и настоящем. Эти страны будут выполнять стадии итеративной оценки в течение длительного периода в связи с изменением необходимости обновления национальной стратегии в результате завершения тех или иных существующих действий и изменения условий. Каждая оценка должна быть основана на работе, выполненной в ходе предшествующих оценок.

Если имеется твердый бюджет для усилий в связи с национальной стратегией, то на стадии разработки должно быть предусмотрено разумное сбережение ресурсов, с тем чтобы обеспечить наличие ресурсов для стадии осуществления стратегии. Как первоначальное наличие ресурсов, так и потенциальное наличие дополнительных ресурсов для стадии осуществления могут зависеть от влияния таких факторов, как национальное отношение к радиационной безопасности и современные национальные приоритеты. Однако даже в стране со многими высокоприоритетными социальными вопросами, требующими решения (такими, как базовое здравоохранение), необходимо, чтобы в сферу охвата стадии оценки были включены по крайней мере источники категорий 1, 2 и 3. Государство, располагающее более значительными ресурсами или рассматривающее контроль над бесхозными источниками в качестве вопроса национальной безопасности, может счесть целесообразным рассмотрение более широкого круга источников.

Здесь следует отметить два вопроса, с которыми связаны особые соображения. Во-первых, значительные экономические последствия событий с расплавлением источников, не вызывающих беспокойства в плане радиологического риска, могут повлиять на решение относительно сферы охвата оценки. В промышленно развитых странах на многих или большинстве установок по вторичной переработке смонтированы детекторные системы, но даже лучшая система не абсолютно надежна. Некоторые государства могут полагать, что социальная выгода, будучи сопоставленной с затратами и разрушениями, связанными с операциями по очистке после событий с расплавлением источников, оправдывает более широкую сферу охвата оценки, чем та, которая могла бы быть необходима в случае учета только лишь последствий для здоровья людей. Определенная информация о частоте случаев расплавления источников содержится в перечне в Дополнении IV.



Второе особое соображение связано с накоплением источников, которые по отдельности представляют незначительный радиологический риск. Такое накопление источников, как правило, связано с производством, обслуживанием или распределением источников или происходит в секторе, занимающемся сбором отходов. Например, в США было обнаружено, что на одном складе хранилось весьма большое число детекторов дыма.

#### **Краткие итоги – Сфера охвата**

При определении сферы охвата национальной стратегии необходимо учитывать многочисленные факторы. Ниже перечислены некоторые из них.

- 1) Принять решение о том, какие типы источников будут входить в сферу охвата национальной стратегии. В качестве первоприоритетных рекомендуется включить все опасные источники; т.е. категории 1, 2 и 3.
- 2) Принять решение о том, следует ли сфокусировать стратегию на одном конкретном секторе использования, таком, как использование в нефтяной промышленности или медицине, или же она должна иметь широкую основу.
- 3) Если национальная стратегия будет охватывать широкий диапазон радиоактивных источников, то следует определить приоритеты усилий, начиная с источников категории 1 и переходя к другим категориям по мере того, как это позволяют ресурсы.
- 4) Принять решение о том, будет ли внимание уделяться лишь прошлым проблемам или же будут также охвачены современные и возможные будущие проблемы.
- 5) Правильно распределить имеющиеся ресурсы между областями разработки и осуществления национальной стратегии.
- 6) Определить относительную сбалансированность и приоритеты вопросов безопасности, сохранности, а также социальных, политических, экономических и экологических вопросов.

#### **5.1.2. Сбор конкретной национальной информации**

Основным моментом стадии оценки является сбор данных об источниках как известных, так и неизвестных. Риски, связанные с бесхозными или уязвимыми радиоактивными источниками, не могут быть охарактеризованы, если нет информации о том, какого типа источники вероятно находятся в стране. Определение риска, создаваемого бесхозным источником, включает оценку как потенциальной возможности существования бесхозных источников, так и потенциальных последствий, которые могут вызывать такие источники. Следует ясно понимать, что бесхозные источники категорий 1, 2 и 3 представляют наибольшую проблему ввиду того, что они могут потенциально вызывать серьезные детерминированные эффекты. В процессе оценки будет также рассмотрен вопрос о том, могут ли уязвимые источники, находящиеся в настоящее время под контролем, стать бесхозными в будущем и могут ли бесхозные источники поступать в страну из-за рубежа.

Существует три основных аспекта сбора информации, которые необходимо учитывать. В их число входят следующие:

- Какая информация необходима?
- Откуда может быть получена эта информация?
- Как она может быть собрана?

В главе 7 рассматриваются возможные источники информации ("откуда") и методы ("как") в расширенном контексте поиска источников. Основная цель настоящей главы – рассмотреть вопрос "какая", хотя по мере надобности и целесообразности упоминаются и другие аспекты.

Хотя следует воспользоваться всеми соответствующими информационными источниками и методами, хорошим началом является проведение личных собеседований с информированными сотрудниками регулирующих органов, и последующее обсуждение в определенной степени основано именно на этом предположении.

На рисунке 5.1. представлена схема, иллюстрирующая важные виды входных данных на стадии сбора и оценки информации. Каждый из них впоследствии рассмотрен в тексте.

**Краткие итоги - Сбор конкретной национальной информации**

Используя все имеющиеся источники информации и прежде всего личные собеседования, провести сбор данных по каждой из приведенных ниже тем, обсужденных в последующих разделах:

- 1) Степень регулирующего контроля в настоящее время и в прошлом.
- 2) Качество инвентарного перечня источников.
- 3) Типы использования в стране.
- 4) Виды использования в военных целях и проблемные площадки.
- 5) Сведения о наследии.
- 6) Сведения о незаконном обороте.
- 7) Торговые партнеры.
- 8) Вторичная переработка металлов.
- 9) Изъятые из употребления источники.
- 10) Известные утерянные и найденные источники.



Рис. 5.1. Оценка потенциальной проблемы

\* Природные радиоактивные материалы

### 5.1.3. Оценка собранной информации

Хотя стадия оценки обсуждается отдельно, в значительной степени оценка будет происходить одновременно со сбором данных. По мере возникновения вопросов и получения на них ответов станет ясно, где имеются пробелы в информации или где существуют проблемы.

Проведение оценки характера и масштабов проблемы контроля над радиоактивными источниками включает знание того, каким должно быть положение дел в идеальном случае, и сравнение реальной ситуации с этим идеалом. Идеальная ситуация может быть охарактеризована как полное и тщательное соблюдение соответствующих национальных законов и регулирующих положений, а также международных норм и руководящих материалов [24], [25], [29], [44]. Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников [20] особенно полезен в качестве образцовой цели.

Высококачественная оценка также включает возможность отличить значительные различия от тривиальных. Критерием для определения того, является ли данный вопрос важным или тривиальным, станут прежде всего потенциальные последствия проблемы. Это в свою очередь будет зависеть от категории соответствующего источника. Например, ставшая известной потеря конкретного источника категории 1, 2 или 3 в городе стала бы проблемой, требующей немедленных действий. С другой стороны, невключение в национальный реестр всех стационарных средств измерений, имеющихся на конкретном промышленном предприятии, – это обстоятельство, которое необходимо исправить. Однако ввиду того, что оно вряд ли приведет к непосредственно опасной ситуации, его приоритет оказывается гораздо более низким.

Из этого обсуждения становится ясно, что те, кто проводит оценку национальной стратегии, должны знать, как в идеальном случае следует осуществлять контроль над радиоактивными источниками в стране, и должны обладать достаточным опытом для того, чтобы классифицировать и ранжировать обнаруженные несоответствия и проблемы. Хотя этим могут заниматься специалисты, участвующие в программе по контролю за радиоактивными источниками в стране, опыт показал, что весьма полезным оказывается также участие внешних специалистов по оценке. Тем самым обеспечивается более объективная точка зрения и лучше выявляются слабые места.

#### **Краткие итоги - Оценка**

Для эффективной оценки собранных данных представляется важным следующее:

- 1) Принять решение о том, могут ли сбор и оценка данных быть выполнены собственными силами или с привлечением внешних специалистов по оценке.
- 2) Специалисты по оценке должны быть знакомы с Кодексом поведения и должны полностью понимать требования и руководящие материалы, содержащиеся в Международных основных нормах безопасности, а также в других соответствующих нормах МАГАТЭ.
- 3) Реальную ситуацию следует сравнить с этими нормами и руководящими материалами.
- 4) Важные различия необходимо отличать от тривиальных различий.

## **5.2. Степень регулирующего контроля в настоящее время и в прошлом**

Любая оценка безопасности и сохранности радиоактивных источников в стране должна начинаться с рассмотрения степени регулирующего контроля над такими источниками в настоящее время и в прошлом. Ввиду совершенствования радиационных технологий и постоянного повышения сложности радиационной безопасности возникла необходимость в эффективной инфраструктуре радиационной безопасности. По определению [24] эта инфраструктура включает: законодательство и систему регулирования; регулирующий орган, уполномоченный разрешать и инспектировать регулируемую деятельность и обеспечивать действие законодательства и регулирующих положений; достаточные ресурсы и достаточную численность подготовленного персонала. Существенно важной является эффективная система инспекций и контроля за соблюдением требований наряду с культурой безопасности и сохранности, совместно поддерживаемой всеми, кто несет ответственность за источники, в том числе как руководством, так и работниками. Инфраструктура требует четкого распределения полномочий и ответственности, а также надлежащих ресурсов, позволяющих обеспечивать функционирование системы на всех уровнях. В Основных нормах безопасности [24], Требованиях к инфраструктуре [25] и Кодексе поведения [20] содержатся дальнейшие всесторонние руководящие материалы относительно того, что требуется в данной области.

Во многих странах использование радиоактивных источников началось ранее разработки имеющихся в настоящее время регулирующих инфраструктур. Кроме того, инфраструктуры время от времени изменяются, подвергаются пересмотру или приводятся в соответствие с новыми технологическими, юридическими и политическими реалиями. Поэтому во всех странах происходит постоянная эволюция регулирующих инфраструктур, и вероятность утраты контроля над источниками зависит не только от характера использования источников в прошлом, но также и от изменения со временем состояния соответствующей регулирующей инфраструктуры.

В качестве примера важности степени регулирующего контроля рассмотрим типичную проблему, когда промышленный измерительный датчик непреднамеренно отправлен на завод по вторичной переработке металлолома. Эта проблема становится все более серьезной, и в прошлом были случаи гибели людей и нанесения серьезного ущерба здоровью, а также требовалось проведение дорогостоящей дезактивации. Имеются многочисленные причины возникновения этой проблемы, но в основном она связана с двумя коренными недостатками в области регулирования:

- 1) отсутствием эффективного регулирующего контроля, осуществляемого посредством оповещения или выдачи разрешений и инспектирования; и
- 2) отсутствием регулирующих требований в отношении сохранности и подотчетности источников или мер по обеспечению такой сохранности и подотчетности.

Данная конкретная проблема, по-видимому, является наиболее острой в тех странах, где регулирующая инфраструктура слаба или по существу отсутствует.

Когда рассмотрение регулирующей инфраструктуры проводится [25], [28] в качестве части разработки национальной стратегии, важно рассмотреть не только регулирующие требования, но также и то, как регулирующие органы осуществляют свои обязанности, как они объединены и как осуществляет сотрудничество каждый компетентный орган.

Анализируя степень регулирующего контроля в прошлом, необходимо изучить действовавшие мероприятия по обеспечению качества в отношении таких позиций, как разрешения, инспекции и инвентарные перечни, поскольку это покажет степень доверия, с которым можно относиться к функционированию регулирующей инфраструктуры в то время.

При определении и анализе регулирующей инфраструктуры основное внимание целесообразно уделять тем элементам, которые оказывают непосредственное влияние на вероятность утраты контроля над источниками и особенно теми источниками, которые относятся к категориям повышенного риска. Эти элементы будут включать такие темы, как: лицензирование, импорт, владение, использование и захоронение радиоактивных источников. Информация будет иметься преимущественно в регулирующих положениях, у регулирующих органов или других организаций, осуществляющих конкретный радиационный надзор или надзор за радиоактивными материалами. Однако за дополнительной соответствующей информацией, такой, как информация о проверках компетентности и законности тех, кто хотел бы владеть источниками и использовать их, возможно, будет необходимо обратиться к другим законодательным и другим регуливающим или разведывательным органам.

По своему характеру рассмотрения "исторических" и "современных" регулирующих инфраструктур охватывают по существу одну и ту же область. Однако проведение рассматриваемых, относящихся к прошлому, может быть затруднено ввиду отсутствия

современной документации и трудностей поиска специалистов, которые могли бы оказать помощь при описании процедур и приоритетов в прошлом. Рассмотрение современной ситуации окажется более легким, поскольку можно использовать существующую документацию и результаты собеседований с сотрудниками, занимающими соответствующие должности. Историческое рассмотрение необходимо будет увязать с тем, что известно об инвентарных перечнях и использовании источников в то время, и получение этой информации может представлять трудности. Например, в прошлом могло происходить загрязнение территории и зданий вследствие рассеяния светящегося соединения, содержащего радий. Однако возможность утраты контроля над дискретными источниками оказывается гораздо меньшей, и тем, кто проводит рассмотрения, необходимо учитывать эти факторы. Основное внимание в историческом рассмотрении будет уделено вероятности утраты контроля над источниками и возможными механизмами; но в некоторых областях может быть выявлена реальная потеря конкретных источников. В ходе современного рассмотрения будет сформирована некоторая степень уверенности в отношении безопасности и сохранности существующих источников и могут быть определены области, где требуются дальнейшие изменения и внимание.

Существенной частью обеспечения безопасности и сохранности радиоактивных источников является система регулирующего контроля. Регулирующая инфраструктура в целом является также темой нескольких программ МАГАТЭ, включая Модельный проект по укреплению инфраструктуры радиационной безопасности. Ниже просто перечислены типичные связанные с источниками проблемы, которые были выявлены в рамках этих усилий и работы в области национальных стратегий.

- Отсутствие соответствующих законов и регулирующих положений, регламентирующих контроль над радиоактивными источниками.
- Отсутствие независимости регулирующего органа.
- Отсутствие или несоответствие требованиям процесса выдачи разрешений, лицензирования или регистрации радиоактивных источников.
- Отсутствие конкретного санкционирования или лицензирования для принадлежащих правительству радиоактивных источников.
- Отсутствие или недостаточность инспектирования, контроля за соблюдением требований и последующих мероприятий.
- Структура лицензионных сборов, поощряющая нежелательное поведение пользователей.
- Отсутствие приоритизации усилий в области регулирования, когда всем источникам уделяется одинаковое внимание независимо от их потенциальной опасности.
- Приоритизация усилий на основе географических регионов, политических регионов или видов использования, а не на основе категоризации радиоактивных источников.

#### Краткие итоги - Степень регулирующего контроля в настоящее время и в прошлом

- 1) Определить, когда были первоначально сформированы законы, регулирующие положения и регулирующие органы.
- 2) Выяснить, какие типы источников первоначально использовались в стране и в каких видах практической деятельности они применялись, а также как они появились - были закуплены или импортированы в страну.
- 3) Определить, как было начато первоначальное лицензирование или как образовался начальный инвентарный парк радиоактивных источников.
- 4) Определить современную систему мер регулирующего контроля для полного жизненного цикла радиоактивных источников, уделив основное внимание лицензированию и инспектированию, мерам импортного контроля, владению, использованию и хранению или захоронению источников.
- 5) Проверить возможность существования указанных ниже общих проблем:
  - a) Отсутствие соответствующих законов и регулирующих положений, регламентирующих контроль над радиоактивными источниками.
  - b) Отсутствие независимости регулирующего органа.
  - c) Наличие различных регулирующих органов для разных применений источников, например у медицинских и промышленных пользователей.
  - d) Регулирующие органы с перекрывающимися обязанностями или наоборот - один из аспектов источников не регулируется вообще никаким органом.
  - e) Радиоактивные источники были импортированы и использовались до того, как начали действовать законы, регулирующие положения и регулирующие органы.
  - f) Передача ролей в области регулирования или учетной документации при изменении правительственной системы или смене режима. Сюда входит утрата учетной документации или период потери регулирующего контроля.
  - g) Процессы выдачи разрешений, лицензирования или регистрации не соответствуют требованиям.
  - h) Отсутствие конкретного санкционирования или лицензирования *принадлежащих правительству* радиоактивных источников.
  - i) Отсутствие или недостаточность инспектирования, контроля за соблюдением требований и последующих мероприятий.
  - j) Структура лицензионных сборов, поощряющая нежелательное поведение пользователей.
  - k) Отсутствие приоритизации усилий в области регулирования для радиоактивных источников, то есть на источники категории 5 и на источники категории 1 затрачивается одинаковый объем усилий (лицензирование, инспектирование и т.д.).
  - l) Приоритизация работ на основе географических регионов, политических границ или видов использования, а не на основе категорий.

### 5.3. Качество инвентарного перечня источников

Существование и качество национального реестра радиоактивных источников будет главным индикатором вероятности существования в стране проблем бесхозных или уязвимых источников. Следует отметить, что в настоящем докладе термины "реестр" и "инвентарный перечень" используются как синонимы; однако некоторые полагают, что инвентарный перечень содержит более детальные сведения (такие, как данные о нынешней активности и конкретное место использования в настоящее время), чем реестр. Если реестра не существует, то его создание становится высокоприоритетной задачей в рамках национальной стратегии. Существующая информация, которая может быть доступна при создании перечня источников, может включать:

- инвентарные перечни источников, имеющиеся у пользователей (в некоторых регулирующих структурах);
- учетные документы изготовителей источников;
- учетные документы агентов по продаже источников;
- учетные документы компаний, обслуживающих устройства, содержащие источники;
- учетные документы транспортных или перевозящих грузы компаний, включая таможенные декларации;
- информация, содержащаяся в отчетах и оповещениях о событиях;
- информация, содержащаяся в лицензионных учетных документах пользователей.

Возможно, что информация о радиоактивных источниках, собранная подобным образом, будет неполной. Например, в учетных документах могут содержаться сведения только о существовании устройства, но не отдельного источника или источников в устройстве. На протяжении жизненного цикла устройства в нем могут использоваться несколько дискретных источников. Еще одна проблема с информацией заключается в том, что она не обязательно будет отражать вероятность превращения выявленных источников в бесхозные. В некоторых случаях предоставляются лицензии на владение конкретным радионуклидом, активность которого не превышает определенный уровень, и такая ситуация может создавать некоторые проблемы в отношении инвентарного перечня. Обладатель лицензии может не иметь источников или же иметь один или несколько источников с суммарной активностью, не превышающей разрешенную. В силу всех этих причин может возникнуть необходимость в некоторого рода последующих мероприятиях.

Помимо поиска информации, содержащейся в существующих учетных документах, есть несколько других методов сбора данных для инвентарного перечня. Они детально обсуждаются в главе 7.

Даже если национальный реестр существует, весьма вероятно, что он неполон. Если он неполон, то это означает, что существуют бесхозные источники. Поэтому имеющийся инвентарный перечень необходимо подвергнуть критическому изучению с целью проверки его качества, обоснованности, внутренней согласованности и возможной полноты. В ходе такой оценки могут быть рассмотрены следующие вопросы:

- Включены ли в инвентарный перечень все вероятные или известные применения? Например, было бы необычно обнаружить какую-либо в достаточной степени промышленно развитую страну, в которой не проводятся работы по гамма-радиографии. В большинстве онкологических центров имеется по крайней мере одно устройство для телетерапии и/или устройство для брахитерапии, а в любой стране, добывающей нефть, проводятся операции по каротажу скважин.
- Соответствуют ли радионуклиды и активности, указанные в инвентарном перечне, их применениям? Например, типичные активности источника нейтронов  $\text{AmBe}$  и источника  $\text{Cs}$  в портативном влагомере/плотномере составляют соответственно около 2 ГБк и 0,4 ГБк. Если в инвентарном перечне указаны значения, существенно отличающиеся от этих, то, вероятно, что-то не так. При проведении этой проверки окажутся полезными Дополнение II к настоящему докладу или IAEA-TECDOC-1344, поскольку в них приведены как типичные значения активности, так и диапазоны используемых активностей.
- Включены ли все возможные компании или пользователи конкретного применения? Например, если в стране имеется три крупных фирмы, занимающиеся строительством дорог, а по имеющимся данным только две из них располагают влагомерами/плотномерами, следует проверить, почему у третьей фирмы не имеется лицензированных средств измерений.

При подготовке национального реестра или оценке полноты или точности инвентарного перечня приоритетное внимание необходимо уделять источникам, относящимся к более высоким категориям. Например, следует обеспечивать высокую степень уверенности в том, что в реестр включены все источники категорий 1 и 2. И действительно, в Кодексе поведения [20] указано, что "Каждому государству следует создать национальный реестр радиоактивных источников. В этот реестр, как минимум, следует включать радиоактивные источники категорий 1 и 2". Проверку того, что в реестр включены источники категорий 3 и 4, можно провести в более отдаленные сроки со значительно более низким приоритетом.



Еще один аспект в отношении качества инвентарного перечня касается типа, точности и полноты информации, зарегистрированной для каждого из радиоактивных источников. Основные цели инвентарного перечня или реестра источников в связи с задачами национальной стратегии заключаются в следующем:

- обеспечить, чтобы было известно местонахождение каждого источника;
- в кратчайшие разумные сроки установить, не пропал ли источник;
- иметь возможность описать источник, если окажется, что он пропал (см. вставку 22);
- оценить возможную опасность источника в неконтролируемой обстановке.

Хотя число позиций данных может быть значительно расширено в соответствии с другими целями в области регулирования, для этих целей следует, чтобы учетные записи по каждому источнику, как минимум, включали:

- достаточную информацию, позволяющую единственным образом идентифицировать источник. Следует, чтобы идентификационная информация включала дескриптор, а также однозначно определяемый идентификационный номер;
- радионуклид;
- активность источника и дату ее измерения;
- категорию источника;
- форму материала источника (физическую и химическую);
- нынешнее или нормальное местонахождение источника;
- сведения о лице, отвечающем за источник, и контактную информацию для этого лица.

В большинстве случаев наилучшим методом создания и ведения инвентарного перечня радиоактивных источников является использование компьютерных баз данных, а не использование программ для создания таблиц или работы с текстами, как это иногда имело место. После создания базы данных по источникам в ней можно легко проводить операции поиска, сортировки и подготовки отчетов. Существует ряд коммерчески доступных программ по ведению инвентарных перечней радиоактивных материалов, а также разработанная МАГАТЭ Информационная система для регулирующих органов (РАИС) [54], в которой имеется модуль инвентарного перечня источников.

**Вставка 22: Полезность локального фотографического инвентарного перечня: Селлафилд, Соединенное Королевство**

На установке ядерного топливного цикла важное внимание уделяется сохранности ядерного материала и продуктов деления. После незначительного инцидента на заводе фирмы "British Nuclear Fuel" в Селлафилде, связанного с сохранностью обычного радиоактивного источника, эта компания провела рассмотрение мероприятий по обеспечению сохранности таких источников. Оказалось, что для более чем 2000 источников, имеющихся на площадке, эти мероприятия нуждаются в улучшении, особенно в том, что касается обновления локальных инвентарных перечней. Хотя все источники были охвачены учетом, многие из них находились не там, где должны были быть согласно учетным записям, поскольку по причинам, связанным с эксплуатацией, они были перемещены с одного места в другое. В процессе определения местонахождения всех источников было обнаружено, что важную роль играет визуальное изображение каждого источника или устройства. В результате сейчас внедрена практика хранения электронных изображений всех имеющихся источников в дополнение к учетным записям инвентарного перечня, что облегчает поиск потерявшихся источников.

Точная информация о радиоактивных источниках в стране и особенно об источниках, относящихся к высоким категориям, жизненно важна для обеспечения хорошего контроля. Подготовка национального реестра является частью национального плана работ, требуемого Модельным проектом по укреплению инфраструктуры радиационной безопасности, и ее проведение требуется пересмотренным Кодексом поведения [20] по крайней мере для источников категорий 1 и 2. Типичные проблемы, возникающие в этой области, перечислены ниже.

- Отсутствие национального инвентарного перечня радиоактивных источников.
- Инвентарный перечень источников является лишь частичным:
  - Лишь некоторые лицензиаты имеют собственные инвентарные перечни.
  - Имеется лишь локальный или региональный инвентарный перечень.
  - В него включены только источники, за которые отвечает одно правительственное министерство или департамент (например, департамент здравоохранения).
  - Включены только источники некоторого типа или используемые в определенной отрасли промышленности.
  - Включены только источники, приобретенные или добавленные после некоторой даты.
  - Источники для военных целей не включены.
- Имеется достаточно полный инвентарный перечень, но это перечень низкого качества:
  - Отсутствуют важные поля данных.
  - Отсутствуют существенные данные.
  - Явно неправильные данные.
  - Устаревшая информация.
  - Используется не компьютерная база данных, а программное обеспечение для обработки таблиц или текстов.
- Несколькими по отдельности неполными инвентарными перечнями управляют несколько групп или министерств.

#### **Краткие итоги - Качество инвентарного перечня источников**

Всеобъемлющий высококачественный реестр радиоактивных источников существенно важен для обеспечения эффективного контроля над ними. Уровень усилий по составлению и ведению такого инвентарного перечня должен зависеть от категории источников. Следует вести национальный реестр по крайней мере для источников категорий 1 и 2, тогда как санкционированным пользователям следует вести инвентарный перечень всех своих источников.

- 1) Проверить, имеется ли национальный реестр или инвентарный перечень радиоактивных источников? Если нет, то с помощью соответствующих методологий административного и физического поиска составить первоначальный инвентарный перечень (глава 7).
- 2) Провести оценку качества любого нового или существующего инвентарного перечня, контролируя:
  - a) полноту перечисления видов практической деятельности или применений;
  - b) соответствие радионуклидов и работ видам практической деятельности;
  - c) полноту охвата лицензиатов в рамках конкретных применений;
  - d) ясность данных о пределах владения и о реальных источниках;
  - e) наличие минимально необходимых полей данных;
  - f) полноту введенных данных.
- 3) Определить/принять решение, как следует вести инвентарный перечень. Наиболее подходит специально разработанное программное обеспечение для баз данных по инвентарным перечням радиоактивных источников.

#### 5.4. Типы использования в стране

Базовый процесс сбора данных об источниках на основе их использования включает в себя:

- знание того, какие типы применений источников существуют (см. часть I);
- понимание, какие из этих применений или отраслей промышленности, по-видимому, существуют в стране;
- определение, какие из них попадают в сферу охвата оценки (согласно решению, принятому в соответствии с разделом 5.1); и
- последующий сбор легкодоступных данных (проведение простого административного поиска, как в главе 7).

Такой поиск поможет установить, существуют ли бесхозные источники и имеется ли некоторая вероятность их существования. Он может выявить необходимость проведения более интенсивного административного поиска.

Административный поиск с целью сбора данных может быть проведен с помощью таблицы в Дополнении III. В этой таблице основные применения или виды практической деятельности представлены по категориям, начиная с категории 1. Указаны также представляющие интерес отрасли промышленности, на которых следует сосредоточить усилия по сбору данных. Например, с целью определения того, существуют ли в стране какие-либо источники для облучательных установок, специалисты, выполняющие оценку, могут провести собеседования с поставщиками медицинских материалов, для того чтобы выяснить, как и где стерилизуются выпускаемые ими медицинские материалы. Если они стерилизуются с использованием отечественных радиоактивных источников, то следует изучить места, где это делается, и установить, используется ли при этом излучение, генерируемое машинами или радиоактивными источниками. Аналогичное изучение можно провести в отношении поставщиков или экспортеров продовольственного сырья и полимеризованных пластиковых продуктов.

Для развития мышления подобного рода в Дополнении III под заголовком "Соображения" приводится ряд вопросов. Эти вопросы никоим образом не являются исчерпывающими, а лишь напоминают о проблемах. Заключительным компонентом таблицы в Дополнении III является перечень некоторых факторов, которые, как считается, тесно связаны с вероятностью того, что источники в рамках каждого вида практической деятельности станут бесхозными, и отражают вопросы, обсужденные в главе 3.

После выяснения того, какие источники существуют или могут существовать ввиду наличия определенной отрасли промышленности, сотрудники, выполняющие оценку, смогут получить дополнительную важную информацию без затраты значительных усилий, определяя, действуют ли какие-либо факторы риска. Например, учетные данные по лицензированию могут показывать, что в больнице имеется устройство для телетерапии с источником  $^{137}\text{Cs}$ , находящее в эксплуатации 15 лет. Можно позвонить в эту больницу и узнать, как была организована замена источника. Если замену источника полностью осуществлял хорошо известный изготовитель устройств, то можно быть достаточно уверенным в том, что изготовитель надлежащим образом транспортировал и захоронил изъятый из употребления источник. И наоборот, если новый источник был получен от изготовителя, но его монтаж проводился мелким местным подрядчиком, то может возникнуть определенная обеспокоенность по поводу судьбы старого источника.

В некоторых случаях, например на облучательных установках, сотрудники, выполняющие оценку, с высокой степенью уверенности придут к заключению о существовании или об отсутствии бесхозных источников. Во многих других случаях эти сотрудники обнаружат, что источники, возможно, используются или использовались, но не смогут прийти к определенным выводам без детального поиска. В весьма редких случаях потенциальный риск будет оправдывать организацию деятельности по поиску конкретных источников. Однако в целом предусматривается, что этап сбора данных в рамках стадии оценки будет детальным лишь настолько, насколько это необходимо для определения того, существует ли потенциальная возможность появления бесхозных источников заданного типа. Если дело обстоит именно так, то может быть предусмотрено еще одно более детальное исследование в качестве части национального плана действий. Например, сотрудники, собирающие данные о радиографических источниках, могут обнаружить, что строительство трубопровода было завершено на год раньше срока благодаря использованию услуг местных компаний при проведении неразрушающих испытаний, но что в данном районе не имеется учетных документов лицензированной местной компании, занимающейся радиографией. Обычно дальнейшее изучение этого вопроса на стадии оценки не представляется целесообразным. Вместо этого, его можно добавить в перечень, указывающий на потенциальную возможность существования бесхозного источника. Решение относительно последующих мероприятий в связи с каким-либо конкретным событием следует принимать во время разработки национального плана действий (глава 7).

#### **Краткие итоги - Типы использования в стране**

- 1) В рамках заранее определенной сферы охвата национальной стратегии:
  - a) сопоставить известные отрасли промышленности в стране с известными радиоактивными источниками;
  - b) провести поиск аномалий, информационных пробелов или ситуаций, в ходе которых источники могли стать бесхозными или уязвимыми;
  - c) провести проверку с участием всех соответствующих правительственных министерств, включая связанные с энергетикой, рудниками, медициной, промышленностью и сельским хозяйством.
- 2) Используя Дополнение III, углубленно изучить вопрос о том, были ли выявлены все возможные отрасли промышленности и источники.
- 3) Использовать соответствующие источники информации и методы административного поиска, указанные в главе 7.

### **5.5. Виды использования в военных целях и районы конфликтов**

Базовая информация относительно присутствия в стране национальных и иностранных вооруженных сил или о местонахождении проблемных площадок зачастую общеизвестна. Получение конкретной информации относительно реального или возможного использования ими радиоактивных источников является гораздо более трудной задачей. Однако опыт показал, что военные операции могут приводить к появлению бесхозных и уязвимых источников. Даже в мирное время учения, работа складов и передача другому владельцу стационарных военных объектов или площадок – это ситуации, которые могут приводить к появлению бесхозных источников.

В случае вооруженного конфликта существует несколько других факторов, которые также необходимо подвергнуть оценке. Таковыми являются:

- случаи, когда появление бесхозных источников является результатом сопутствующего ущерба; например, повреждение установки для телетерапии в покинутой больнице;

- случаи, когда повреждение зданий может открыть неконтролируемый доступ в зоны, доступ в которые был ранее ограничен, что приводит к мародерству или растаскиванию материалов.

В сборе соответствующих данных необходимо будет определить, используют ли национальные или иностранные силы радиоактивные источники и имеют ли они к ним доступ, как эти источники хранятся и используются и существуют ли инвентарные перечни, которые позволили бы выявить потери, приводящие к появлению бесхозных источников. Следует также стремиться получить подробную информацию о любых местах вооруженных столкновений в стране.

Если получение информации от военных относительно использования ими радиоактивных источников оказывается невозможным, то, как минимум, следует, действуя через соответствующие правительственные министерства или департаменты, предпринять усилия, направленные на получение гарантий того, что контроль над радиоактивными источниками является столь же строгим, как тот, которого гражданский регулирующий орган требует от обладателей лицензий. Кроме того, следует стремиться получить гарантии того, что военные выполняют собственную оценку потенциальной возможности появления бесхозных источников в своих областях ответственности.

Еще один вопрос возникает в отношении обедненного урана (ОУ). Целесообразно установить, применялись ли в ходе конфликта боеприпасы, содержащие ОУ. Это делается для того, чтобы быть готовыми к любым проблемам в области реакции общественности, а не в связи с какой-либо опасностью, создаваемой ОУ [53].

Поскольку использование радиоактивных источников в военных целях обычно не подлежит гражданскому контролю, можно ожидать, что вероятные проблемы, связанные с их источниками, неизвестны.

Еще одной крупной проблемой в географических регионах, характеризующихся нестабильностью и активностью сепаратистов, повстанцев или террористов, является неудовлетворительный регулирующий контроль ввиду небезопасной ситуации для государственных служащих, включая инспекторов.

#### **Краткие итоги - Виды использования в военных целях и районы конфликтов**

- 1) Использовать правительственные междепартаментские или министерские каналы связи в попытке получить информацию относительно владения и использования радиоактивных источников в военных целях в мирное время. Если это не удастся, попытаться получить гарантии того, что уровень контроля над радиоактивными источниками, используемыми в военных целях, является по крайней мере эквивалентным уровню гражданского контроля.
- 2) Рассмотреть вопрос о проведении физического дозиметрического обследования бывших или покинутых стационарных военных объектов и площадок.
- 3) Как только проведение такой операции станет безопасным после военного конфликта, рассмотреть вопрос о проведении физического обследования невоенных объектов, о которых известно, что там находились или могли находиться радиоактивные источники. Проблемы для контроля:
  - а) мощные радиоактивные источники в поврежденных зданиях;
  - б) источники с различных объектов, собранные в одном месте.
- 4) Если известно, что использовались боеприпасы, содержащие ОУ, рассмотреть вопрос об оповещении населения об опасности сбора обломков. Если районы боевых действий не слишком велики, рассмотреть вопрос о проведении физического обследования с целью сбора фрагментов, содержащих ОУ.

## 5.6. Сведения о наследии

Сведения о наследии могут означать сведения о доставшихся в наследство источниках, но не только это. В любой стране важно собирать сведения о "ранней стадии" использования радиоактивных источников как можно скорее и до того, как уйдут из жизни те, кто жил в то время. То, что считается "ранней стадией", может значительно различаться в разных странах и может начинаться с периода до 1920-х годов и вплоть до 1970-х годов. Хотя память людей весьма подвержена ошибкам, все же от специалистов, первыми начинавших работы в стране в данной области, можно получить полезную информацию относительно исторической ситуации и потенциала ранних источников в смысле появления бесхозных источников.

Наиболее ранний опыт использования радиоактивного материала в более развитых странах, как правило, связан с радиумом, особенно в медицинских и исследовательских применениях. В странах с более поздним развитием первоначальное использование, вероятнее всего, происходило в медицинской области и особенно в области терапии рака с помощью  $^{60}\text{Co}$  или  $^{137}\text{Cs}$ . В каждом случае в числе первых пользователей радиоактивных источников были, по-видимому, университеты и другие исследовательские центры и институты. Поэтому подобные выяснения лучше всего начинать с них. Обычно специалистов, начинавших работать в любой стране с источниками излучения, довольно мало, и они хорошо известны. Однако если это не так, то соответствующих специалистов можно выявить путем относительно простого исследования. После того, как они установлены, можно провести с ними персональные собеседования по таким вопросам, как:

- какие источники они использовали;
- как они были получены;
- что они делали с ними;
- где хранились источники;
- как они утилизировали их;
- кто были их коллеги и ученики;
- какие законодательство, регулирующие положения и правила действовали и когда;
- происходили ли какие-либо "инциденты" с источниками.

Данный перечень не является исчерпывающим, но он дает представление о типах вопросов, которые могут быть полезны при оценке потенциальной возможности появления бесхозных источников в прошлом. Полученную информацию следует, когда это можно, проверять с помощью других источников, но свидетельства возможного существования бесхозных источников более высоких категорий следует дополнительно изучать в качестве части разработки национальной стратегии.

#### Краткая информация о действиях – Сведения о наследии

Определить, какие должности занимали в прошлом специалисты, которые одними из первых использовали радиоактивные источники, и провести с ними собеседования по всем аспектам использования источников в то время. Рассматриваемые здесь вопросы могут касаться следующего:

- 1) Какие источники использовались.
- 2) Как они были получены.
- 3) Что они делали с ними.
- 4) Где хранились источники.
- 5) Как они утилизировали их.
- 6) Фамилии и контактная информация по другим лицам, которые, возможно, еще живы.
- 7) Какие законодательство, регулирующие положения и правила действовали и когда.
- 8) Происходили ли какие-либо инциденты с источниками.

Проверить информацию, насколько возможно, и провести последующие мероприятия в связи с любыми источниками, которые могли стать бесхозными.

## 5.7. Импорт и экспорт источников

Большинство стран импортирует разнообразные радиоактивные источники или устройства, содержащие их, но гораздо меньшее число стран экспортирует новые радиоактивные источники или устройства. Наибольший объем импорта, вероятно, связан с использованием в ядерной медицине, например для генераторов  $^{99m}\text{Tc}$ , в которых могут применяться источники категории 4. В этом случае также наибольшую обеспокоенность могут вызывать источники, способные создавать серьезные детерминированные эффекты в неконтролируемой обстановке (источники категорий 1, 2 и 3).

Как показал опыт, отсутствие эффективного контроля за импортом и экспортом радиоактивных источников может быть основным фактором, способствующим превращению источников в бесхозные. Примеры незаконного импорта в Хуаресе (см. вставку 4) и неудачный экспорт источников для телетерапии в Стамбул (см. вставку 6) являются яркими свидетельствами последствий. Опыт такого рода явился важным фактором, способствовавшим укреплению мер импортного и экспортного контроля радиоактивных источников категорий 1 и 2 в пересмотренном Кодексе МАГАТЭ по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников.

#### Вставка 23: Кодекс поведения: импорт и экспорт радиоактивных источников [20]

23. Каждому государству, участвующему в импорте радиоактивных источников, следует обеспечивать, чтобы передачи выполнялись в соответствии с положениями Кодекса и чтобы передачи радиоактивных источников, относящиеся к категориям 1 и 2 Приложения к настоящему Кодексу, осуществлялись только с предварительным уведомлением со стороны экспортирующего государства и - в надлежащих случаях - с согласия импортирующего государства в соответствии с их соответствующими законами и регулирующими правилами.
24. Каждому государству, намеревающемуся дать разрешение на импорт радиоактивных источников, относящихся к категориям 1 и 2 Приложения к настоящему Кодексу, следует соглашаться на его импорт только в том случае, если получателю разрешено получать источник и обладать им в соответствии с его национальным законодательством и государство располагает техническими и административными возможностями и ресурсами и регулирующей структурой, необходимыми для обеспечения обращения с источником в соответствии с положениями настоящего Кодекса.
25. Каждому государству, намеревающемуся дать разрешение на экспорт радиоактивных источников, относящихся к категориям 1 и 2 Приложения к настоящему Кодексу, следует соглашаться на его экспорт только в том случае, если оно может удостовериться, насколько это представляется практически возможным, в том, что государство-получатель разрешило получателю принять источник и обладать им и располагает соответствующими техническими и административными возможностями и ресурсами и регулирующей структурой, необходимыми для обеспечения обращения с источником в соответствии с положениями настоящего Кодекса.
26. Если условия, оговоренные в пунктах 24 и 25, не могут быть выполнены в отношении конкретного импорта или экспорта, этот импорт или экспорт может быть разрешен в исключительных обстоятельствах с согласия импортирующего государства, если будут приняты альтернативные меры для обеспечения надежного и безопасного обращения с источником.
27. Каждому государству следует разрешать возврат на свою территорию изъятых из употребления радиоактивных источников в том случае, если в соответствии со своим национальным законодательством оно дало согласие на их возврат изготовителю, имеющему разрешение на обращение с изъятими из употребления источниками.
28. Каждому государству, которое дает разрешение на импорт или экспорт радиоактивного источника, следует принимать надлежащие меры для обеспечения соответствия такого импорта или экспорта соответствующим существующим международным нормам, касающимся перевозки радиоактивных материалов.
29. Перевозку радиоактивных источников через территорию государства транзита или перегрузки, хотя на эту перевозку и не распространяются процедуры официального разрешения, изложенные в пунктах 24 и 25 выше, следует осуществлять согласно соответствующим существующим международным нормам, касающимся перевозки радиоактивных материалов, в частности, уделяя тщательное внимание поддержанию непрерывности контроля во время международной перевозки.

Сбор информации о национальной ситуации в отношении экспорта *новых* радиоактивных источников или устройств должен быть сравнительно простым мероприятием. Во всем мире насчитывается всего лишь около полдюжины крупных экспортирующих стран. Если отсутствуют собственные возможности производства радиоактивных материалов посредством обработки делящихся материалов, на реакторе по производству радиоизотопов, исследовательском реакторе или на ускорительной установке, то единственной возможностью экспорта, вероятнее всего, является реэкспорт источников, временно использовавшихся в стране, или изъятых из употребления источников поставщику или в страну происхождения.

Определение ситуации в отношении импорта будет прежде всего включать сбор данных в национальных таможенных организациях и у известных пользователей радиоактивных источников. У изготовителей и поставщиков также может иметься информация о проданных ими источниках. Во многих странах действуют регулирующие требования относительно предварительного получения разрешений и лицензирования импорта, но эти требования не всегда выполняются, и контроль за их соблюдением не систематичен. Ясно, что если все страны полностью примут пересмотренный Кодекс поведения, то для национальных регулирующих органов не будет представлять трудностей получение информации по крайней мере обо всех источниках категорий 1 и 2, поступающих в страну. При сборе необходимых данных для оценки национальных стратегий не следует забывать о ситуации в области импорта и экспорта в прошлом.

Иногда более сложные ситуации возникают вокруг радиоактивных источников, временно ввезенных в страну, особенно крупными многонациональными компаниями. Многонациональные предприятия проводят неразрушающие испытания и каротаж скважин с использованием источников, зачастую импортированных в страну на короткий период или в рамках конкретного контракта. Это особенно верно в отношении развивающихся стран, в которых могут отсутствовать собственные возможности проведения промышленной радиографии или каротажа скважин. Эта практическая деятельность зачастую осуществляется в условиях стройплощадок и в удаленных районах. Если это сочетается с вынужденной сильной зависимостью от использования процедурных мер контроля, а не инженерно-технических функций безопасности, то становится понятным, почему, например, около 40% всех радиационных аварий с клиническими последствиями происходит в области промышленной радиографии [3]. Во вставке 9 приведена информация о событии, когда авария была вызвана источником, оставленным без присмотра после выполнения работ на площадке.

Ранее было установлено, что один из повышенных общих рисков связан с окончанием полезного срока службы источника. Одной из важных причин этого было то, что в прошлом не предусматривалось возвращение изъятых из употребления источников, а также то, что зачастую их утилизация оказывается дорогостоящей и трудной. Планирование мероприятий по возвращению или захоронению источников уже во время их приобретения помогает свести этот повышенный риск к минимуму. Некоторые страны при импорте источника оговаривают в качестве условия его реэкспорт по окончании полезного срока службы или по завершении выполнения задания, в котором он используется. Другие выдают разрешения только в случае, если уже определен и спланирован способ захоронения.



Необходимо тщательно изучить таможенную процедуру импорта, поскольку известно, что радиоактивные источники могут становиться бесхозными на таможенных складах. Источники могут оставаться невостребованными по разнообразным причинам, включая:

- незаконный оборот;
- невозможность установить контакт с получателем;
- оставление без присмотра ввиду прекращения деятельности или по другим причинам; и
- отсутствие желания или возможности оплатить причитающуюся импортную пошлину.

Если маркировка на упаковке четко не указывает радиоактивный характер содержимого, то возможно даже, что невостребованные источники могут попадать в общественную сферу через проводимые таможней аукционы.

**Вставка 24: Невостребованная упаковка, содержащая радиоактивный материал: Индия**

Невостребованные импортированные упаковки, содержащие радиоактивный материал, потенциально могут становиться бесхозными. В одном инциденте пожарный, тушивший пожар в запечатом сарае торговца металлоломом, натолкнулся на тяжелый контейнер, содержащий радиоактивный материал. Он доложил о находке регулирующему органу, и в ходе расследования было установлено, что невостребованная упаковка, содержащая кожух источника измерительного прибора на основе ядерной технологии с активностью 4 Гбк  $^{137}\text{Cs}$ , была продана службами аэропорта на аукционе торговцу металлоломом наряду с другим обычным металлоломом. Если бы не случился пожар и пожарный не заметил контейнер и не сообщил о нем, он мог бы попасть в небольшой цех по обработке металлолома, где были бы вскрыты защитный экран и/или источник, что привело бы к облучению и радиоактивному заражению многих людей.

Таким образом, ситуация в отношении импорта и экспорта радиоактивных источников оказывается сложной, весьма непостоянной и изменяющейся. Разрабатываются дальнейшие руководящие материалы по осуществлению мер импортного и экспортного контроля в рамках Кодекса поведения, но в настоящее время не найдено решений некоторых перечисленных ниже общих проблем:

- Регулирующий орган не располагает информацией об источниках, поступающих в страну или вывозимых из нее.
- Регулирующий орган не обладает юридическими полномочиями требовать от пользователей, изготовителей, распространителей или импортеров уведомлять его, когда источники отправляются в страну.
- Компании импортируют источники для использования при выполнении конкретного задания, а затем вновь реэкспортируют их, никого не уведомляя об этом.
- Даже если существует требование о предварительном получении разрешения на ввоз источника в страну, стимулы, побуждающие делать это, незначительны, а также неудовлетворительны санкции в отношении тех, кто, как оказалось, нарушают это требование.

#### Краткие итоги - Импорт и экспорт источников

- 1) Определить, является ли страна экспортером новых радиоактивных источников или устройств, изучив потенциальные возможности производства источников. Если новый радиоактивный материал не производится, то единственным возможным видом экспорта может быть возвращение временно импортированных или изъятых из употребления источников.
- 2) Собрать информацию об импорте у нынешних пользователей, из документов о лицензировании и выдаче разрешений и у производителей или поставщиков.
- 3) Попытаться определить, были ли периоды неудовлетворительного контроля над импортом, когда источники могли поступать в страну без ведома регулирующего органа.
- 4) Уделить особое внимание источникам, импортированным на временной основе для выполнения конкретных заданий или контрактов, и убедиться, что их импорт и экспорт были хорошо организованы.
- 5) Определить, существуют ли какие-либо практические положения по утилизации или возвращению изъятых из употребления радиоактивных источников. Если таковых не существует, то возрастает вероятность того, что имеются бесхозные источники.
- 6) Изучить таможенные процедуры в отношении невостребованных импортных товаров и оценить вероятность того, что источники могут быть оставлены на товарных складах, в пунктах получения и т.п.
- 7) Наиболее общие проблемы связаны с недостаточной информацией о поступлении или вывозе источников из страны, и к ним относятся:
  - a) отсутствие или недостаточность информированности регулирующего органа об импорте или экспорте;
  - b) регулирующий орган не обладает юридическими полномочиями требовать уведомления об импорте источников;
  - c) многонациональные и другие компании без какого-либо уведомления импортируют и экспортируют источники для выполнения конкретных работ;
  - d) неудовлетворительный контроль за соблюдением требований регулирующих положений относительно уведомления об импорте или экспорте.

## 5.8. Сведения о незаконном обороте

Как указано в главе 2, при незаконном обороте утрата регулирующего контроля происходит в результате *преднамеренных*, а не *неумышленных* действий, и обычно при этом имеются злонамеренные или финансовые мотивы. Ясно, что повышение контроля над радиоактивными источниками не может быть достигнуто, если в рамках национальной стратегии не охвачена проблема незаконного оборота. В прошлом усилия по противодействию незаконному обороту радиоактивных материалов были сосредоточены главным образом на ядерных материалах, а не на радиоактивных источниках. Однако обеспокоенность относительно возможности использования радиоактивных материалов в рассеивающих устройствах изменила ситуацию.

МАГАТЭ сотрудничает с государствами-членами и другими международными организациями с целью решения этого вопроса и согласования политики и мер. В частности, МАГАТЭ и Всемирная таможенная организация (ВТО) подписали Меморандум о взаимопонимании, а МАГАТЭ имеет договоренности о сотрудничестве с Международной организацией уголовной полиции (МОУП-Интерпол). Эти договоренности наряду с договоренностями в рамках более широкого сообщества разведывательных организаций составляют сеть, являющуюся наиболее важным аспектом любой стратегии по борьбе с любого рода преступной деятельностью, связанной с радиоактивными источниками. В сотрудничестве с этими организациями МАГАТЭ опубликовало три TECDOC по предотвращению [36], обнаружению [37] незаконного оборота и принятию ответных мер [38], а также провело по данной теме крупную конференцию [55].

Сбор информации относительно незаконных операций ставит целью выявить реальные источники, ставшие бесхозными, а также определить вероятность, пути и методы осуществления такой деятельности. Эта информация касается оборота как внутри страны, так и в рамках трансграничных операций. Определенное представление об

объеме незаконного оборота в государстве можно получить путем изучения общих всемирных данных, а также данных по конкретным странам.

Один общий индикатор более широкой проблемы незаконного оборота можно найти в Базе данных МАГАТЭ о незаконном обороте (ITDB) [56]. По состоянию на середину июня 2002 года ITDB содержит перечень из 440 подтвержденных инцидентов за период с 1 января 1993 года. Сообщения еще о нескольких сотнях инцидентов, появившиеся в открытых источниках, но не подтвержденные, также отслеживаются, но не включены в эти статистические данные. Большинство подтвержденных инцидентов были связаны с сознательным намерением приобрести, провезти контрабандой или продать ядерный или другой радиоактивный материал. Однако в базу данных включены также инциденты, действия в ходе которых могли быть непреднамеренными, такие, как случайное захоронение или обнаружение радиоактивно загрязненных продуктов.

Из 440 подтвержденных инцидентов в базе данных 284 были связаны с радиоактивным материалом, не являющимся ядерным материалом. В большинстве этих случаев радиоактивный материал был в форме закрытых радиоактивных источников, но также имелись сообщения и были включены данные о некоторых инцидентах с открытыми образцами или загрязненными материалами, такими, как металлолом. Чаще всего в сообщениях об инцидентах с радионуклидами упоминался  $^{137}\text{Cs}$ , реже -  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , с приблизительно одинаковым числом случаев.

Следует отметить, что набор данных не является исчерпывающим, поскольку в ITDB участвуют лишь около 70 стран и сообщения о многих инцидентах в МАГАТЭ не поступили. Некоторые государства более тщательно, чем другие, сообщают об инцидентах, и информация из открытых источников позволяет сделать вывод, что реальное число случаев значительно больше, чем число случаев, о которых поступили подтверждения в МАГАТЭ. Тем не менее эти данные являются ценным вкладом в разработку национальных стратегий и окажутся весьма полезными для некоторых стран.

Важным фактором, вытекающим из более детальных данных, имеющихся по каждому случаю, является то, что большинство значительных случаев нахождения ядерного материала было результатом наличия информации, получаемой с использованием специальных средств. Это показывает важность участия в усилиях, связанных с радиоактивными источниками, сообщества правоохранительных, таможенных и разведывательных органов так же, как и сообщества в области радиационной безопасности и сохранности. Международные и национальные организации этих органов могут иметь возможность определять текущую ситуацию на основе своих источников разведывательных данных в стране и в рамках своих более широких сетей.

Национальная информация, которую следует учитывать или собирать в качестве части подготовки национальных стратегий, будет включать следующие данные:

- число и характер пограничных стран, а также отношения с ними;
- качество контроля над радиоактивными источниками в пограничных странах;
- характер границ; т.е. являются ли они открытыми или же доступ к ним ограничен из-за влияния природных или связанных с людьми факторов?
- число и типы различных пунктов въезда/выезда наземным, воздушным или водным транспортом;
- существующие пункты пограничного мониторинга и их типы;
- легкость установки радиационных мониторов на границе;

- национальный опыт в отношении числа и типов событий незаконного оборота, обнаруженных благодаря: информации, полученной с использованием специальных средств, тайным операциям или проведенному пограничному мониторингу.

Уровень знаний и изощренность правонарушителей, занимающихся незаконным оборотом радиоактивных источников, могут быть самыми разными. Когда уровень знаний и изощренность правонарушителей невысоки, ситуация в отношении пограничного мониторинга радикально не отличается от той, которая имеет место в случае бесхозных источников. Однако при более высоком уровне знаний правонарушители могут прибегать к экранированию радиоактивного материала или к использованию маршрутов, на которых отсутствует открытый радиационный мониторинг. В первом случае экранирование самого источника может быть тем индикатором, который может побудить национальные компетентные органы более тщательно изучить реальное содержимое груза, внешне выглядящего безобидно. Однако общий объем грузов и перемещений транспортных средств между странами может сделать решение этой задачи похожим на "поиски иголки в стоге сена". Именно здесь обмен полученной с использованием специальных средств информацией между странами и между различными учреждениями одной страны может существенно повлиять на процесс концентрации ресурсов для обнаружения и локализации. Во вставке 25 приведен пример внутренних мероприятий в Соединенном Королевстве и связей с международным сообществом.

**Вставка 25: Мероприятия по обмену информацией: Соединенное Королевство**

В рамках договоренностей с Интерполом в отношении проблемы экологических правонарушений Соединенным Королевством была учреждена Группа по экологическим правонарушениям в Соединенном Королевстве, которая должна стать центром при осуществлении действий в этой области. В ее состав входят три подгруппы, занимающиеся вопросами химических веществ и отходов, биологических видов, подвергающихся опасности, и радиоактивных веществ. Именно последняя подгруппа является форумом, действующим в качестве национального центра и органа, способствующего обмену информацией. В состав комитета подгруппы входят все заинтересованные стороны из областей, связанных с бесхозными источниками и незаконным оборотом. Членами группы являются:

- Агентство по окружающей среде (EA) (Председатель и Секретариат)
- Шотландское агентство по защите окружающей среды (SEPA)
- Служба Северной Ирландии по окружающей среде и наследию (IPRI)
- Национальный совет по радиологической защите (NRPB)
- Исполнительный орган по вопросам здравоохранения и безопасности (HSE)
- Управление таможенных пошлин и акцизных сборов
- Национальная служба уголовных расследований (NCIS)
- Специальное отделение Лондонской полиции
- Ассоциация старших офицеров полиции (АСРО) Шотландии
- Бюро гражданской физической ядерной безопасности (OCNSy)
- Министерство по окружающей среде, транспорту и регионам
- Министерство торговли и промышленности (DTI)
- Управление по атомной энергии Соединенного Королевства (UKAEA)
- компания «British Steel»
- ассоциация переработчиков металлолома Великобритании
- Федерация металлургов Великобритании

Таким образом, представлен весьма широкий диапазон интересов, что оказалось весьма полезным при проработке вопросов. На группу возложена ответственность за Национальный план ответных действий в связи с найденными бесхозными источниками и незаконным оборотом.

Для борьбы с незаконным оборотом радиоактивных источников требуется координация действий регулирующего органа и правоохранительных, разведывательных, таможенных, пограничных и других компетентных органов в пунктах въезда. Необходима эффективная связь и взаимная поддержка в каждой из соответствующих областей технических знаний, с тем чтобы обеспечивалась оценка характера незаконного оборота в их стране.

Типичные проблемы, возникающие в этой области, перечислены ниже.

- Между различными учреждениями отсутствует связь по вопросам незаконного оборота в стране.
- Не была проведена оценка того, существует ли национальная проблема в данной области.
- Имеются свидетельства значительного объема незаконного оборота.
- Сотрудники учреждений, которые могут сталкиваться с вовлеченными в незаконный оборот радиоактивными материалами, могут не иметь какой-либо подготовки в области радиационной безопасности и/или не иметь никаких детекторов излучения.
- Когда обнаружен источник, регулирующий орган не может обеспечить или не обеспечивает никакой технической поддержки персоналу таможенных, пограничных или правоохранительных органов.
- Отсутствует мониторинг на границах даже в тех ситуациях, где он явно обоснован.
- Имеющийся мониторинг на границах не функционирует, неэффективен или недостаточен.

**Краткие итоги - Сведения о незаконном обороте**

- 1) Собрать как можно больше данных о незаконном обороте, используя общедоступные всемирные и национальные источники.
- 2) Способствовать накоплению данных, принимая участие в работе Базе данных о незаконном обороте [56].
- 3) Получить конкретную информацию, необходимую для разработки национальной стратегии, включая следующие данные:
  - a) число и характер граничащих стран;
  - b) качество контроля над радиоактивными источниками в пограничных странах;
  - c) характер границ и особенно их "проницаемость";
  - d) число и типы пунктов въезда/выезда;
  - e) существующие пункты пограничного мониторинга и их типы;
  - f) легкость установки радиационных мониторов на границе;
  - g) опыт в отношении числа и типов событий незаконного оборота, обнаруженных благодаря: информации, полученной с использованием специальных средств, "точечным" операциям или проводимому пограничному мониторингу.
- 4) Если страна еще не является членом ВТО, Интерпола и аналогичных региональных организаций, рассмотреть возможность участия в их работе с целью обмена информацией и данными о незаконном обороте.
- 5) Некоторые выявленные общие проблемы:
  - a) отсутствие связи между правоохранительными/разведывательными учреждениями и регулирующими органами, занимающимися радиоактивными источниками;
  - b) отсутствие всесторонней оценки характера и масштабов проблемы незаконного оборота;
  - c) отсутствие перекрестной подготовки между правоохранительными/разведывательными учреждениями и учреждениями, занимающимися вопросами радиационной безопасности;
  - d) отсутствие технической поддержки персонала таможенных, пограничных или правоохранительных органов;
  - e) отсутствие пограничного мониторинга даже в ситуациях, где он явно обоснован;
  - f) оборудование для пограничного и радиационного мониторинга не работает.

## 5.9. Торговые партнеры

После того как радиоактивные источники становятся бесхозными, возникает потенциальная возможность того, что сами источники или вызываемое ими загрязнение попадут в предметы торгового импорта. Радиоактивно загрязненные предметы потребления обычно представляют гораздо меньший риск для здоровья, чем бесхозные источники. Однако они могут явиться важными индикаторами отсутствия контроля, а также индикаторами повреждения герметической оболочки закрытых источников.

Лишь весьма немногие страны могут располагать ресурсами, позволяющими осуществлять эффективный отбор проб или мониторинг всего, что поступает в страну или покидает ее пределы. В конечном итоге при разработке национальной стратегии необходимо будет принимать решения, с тем чтобы сосредоточить ресурсы на наиболее вероятных потоках предметов потребления и проводить мониторинг тех предметов, которые создают наиболее серьезную проблему. Для этого необходимо знать:

- объем импорта;
- характер импортируемых продуктов и их происхождение;
- пункты ввоза наземным, воздушным и водным транспортом;
- физический характер материала – большие количества в балк-форме или отдельные готовые продукты;
- исходная точка импорта и сведения об уровнях контроля в соответствующей стране или регионе;
- любая авария/испытания, с которыми могли быть связаны выбросы радиоактивного материала и последующее потенциальное загрязнение территории или продуктов.

Целесообразно также проводить четкое различие между нормальной ситуацией и такой ситуацией, когда полученные с использованием специальных средств информация или свидетельства незаконного оборота указывают на более серьезную проблему в конкретном географическом регионе или коммерческом секторе.

Среди всех разнообразных предметов потребления, импортированных в страну, небольшая процентная часть может содержать радиоактивный материал природного происхождения (РМПП) или быть загрязненной им. Примеры можно найти в горноперерабатывающей промышленности, использующей такие материалы, как: бастнезит, баузит, флюорспар, ильменит, монацит, фосфат, пироклор, циркониевые пески, нефть и природный газ. Концентрации могут быть самыми различными, в зависимости от происхождения и степени переработки. Использование РМПП может создавать хроническую опасность, которую следует учитывать в рамках регулирующей основы, но оно не создает острой опасности, как это бывает в случае бесхозных источников. И все же при разработке национальной стратегии необходимо учитывать возможное наличие РМПП в предметах импорта, поскольку именно эти радиоактивные материалы чаще всего вызывают срабатывание систем дозиметрического мониторинга в пунктах контроля.

Наиболее серьезным обнаруженным недостатком является то, что органы, отвечающие за контроль за радиоактивными материалами, не провели какого-либо детального изучения связей национальных торговых партнеров. Поэтому регулирующие органы практически не имеют информации о характере торговли своей страны с другими

странами и о вероятности загрязнения предметов потребления или наличия в них дискретных источников.

Определение масштабов проблемы или ее классификация требует профессиональной экспертной оценки, но вместе с тем можно сделать определенные общие выводы. Вероятность того, что сельскохозяйственные продукты, поступающие из большинства регионов мира, могут содержать бесхозные источники или радиоактивное загрязнение, невелика. Однако гораздо более вероятно, что металлолом из стран, где имеется металлообрабатывающая промышленность, может содержать радиоактивные источники.

#### **Краткие итоги – Торговые партнеры**

- 1) Провести сбор следующих данных:
  - a) объем импорта;
  - b) характер импортируемых продуктов и их происхождение;
  - c) пункты ввоза наземным, воздушным и водным транспортом;
  - d) физический характер материала – большие количества в балк-форме или отдельные готовые продукты;
  - e) исходная точка импорта и сведения об уровнях контроля в соответствующей стране или регионе;
  - f) любая авария/испытания, с которыми могли быть связаны выбросы радиоактивного материала и последующее потенциальное загрязнение территории или продуктов.
- 2) Следует помнить о том, что радиоактивный материал природного происхождения (РМПП) может вызывать срабатывание любых детекторов, осуществляющих дозиметрический контроль предметов потребления, и соответствующим образом планировать действия.
- 3) Следует уделять особое внимание торговле металлоломом.

### **5.10. Вторичная переработка металлов**

В прошлом бесхозные источники были столь часто связаны с переработкой металлолома, что эту сферу следует рассматривать особо и провести целенаправленный сбор информации о характере и масштабах этой отрасли промышленности в стране [51], [57], [58].

Существует возможность того, что при снятии с эксплуатации, демонтаже или сносе промышленного предприятия, на котором использовались источники излучения, эти источники не были заранее вывезены с предприятия. Например, измерительные устройства могут оставаться смонтированными на трубопроводах, которые разбираются и утилизируются как металлолом. Кроме того, может случиться, что при утилизации кожуха биологической защиты в нем все еще может находиться источник излучения. Поскольку существует всемирная сеть вторичной переработки металлов, источники могут транспортироваться и импортироваться вместе с металлоломом. На начальных стадиях вторичной переработки металлов имели место случаи, когда возникали весьма серьезные последствия для здоровья людей.

#### **Вставка 26: Данные о радиоактивном материале, найденном в металлоломе: Нидерланды, 1996-2000 годы**

Данные по Нидерландам [58] за период с 1996 по 2000 год показывают, что ежегодно регистрировалось в среднем 45 инцидентов с металлоломом, содержащим радиоактивный материал зарубежного происхождения, и такое же число инцидентов с металлоломом, содержащим радиоактивные материалы голландского происхождения. В каждом случае число событий обнаружения значительно возросло после 1999 года. Однако это может быть связано с ростом числа детекторов.

Если радиоактивный источник не был обнаружен до выполнения операций рубки или переплавки с металлоломом, то его радиоактивность может привести к загрязнению окружающей среды, значительному загрязнению установки и громадным расходам, связанным с дезактивацией и простоями [Приложение 1 к [51]]. В Дополнении IV приведены краткие сведения о некоторых сообщенных инцидентах с расплавлением источников, подтверждающие, что такие события нередки.

Если источник не обнаружен до или во время его расплавления, он растворится в расплавленном металле и радиоактивный материал попадет в слитки или шлак. Если он останется не обнаруженным, он станет частью готового продукта или отходов. И вновь возникает возможность транспортировки и импорта загрязненного металла или изделий из него. Мощности дозы от изделий из загрязненного металла обычно относительно невелики и не представляют значительной проблемы в краткосрочном плане. Однако, когда загрязненная сталь попадает в предметы, находящиеся в длительном контакте с людьми, например в стулья, столы или стальную арматуру строительных конструкций [59], [60], [61], накопленные дозы могут оказаться значительными.

**Вставка 27: Использование загрязненной стали в зданиях: Тайвань [59], [60], [61]**

С конца 1992 года на Тайване было выявлено более 100 комплексов зданий, в том числе общественные и частные школы и почти 1000 квартир, в которых были зарегистрированы повышенные уровни гамма-излучения от конструкционной стали, загрязненной  $^{60}\text{Co}$ . Вследствие неправильного обращения в конце 1982 года и в 1983 году со стальным металлоломом, загрязненным  $^{60}\text{Co}$ , в стране появилось много конструкционных материалов с радиоактивным загрязнением. Эти загрязненные конструкционные материалы приводили к повышенному уровню облучения населения на Тайване. По состоянию на начало 1996 года было зарегистрировано, что свыше 4000 человек, в том числе учащиеся, получали в возрасте до 12 лет мощности дозы, превышающие локальные фоновые более чем на 1 мЗв/год.

В таблице во вставке 28 [62] перечислены некоторые примеры загрязненных продуктов, импортированных в США с начала 1980-х годов. Событие в Хуаресе (вставка 4) было не единичным инцидентом.

**Вставка 28: Импорт радиоактивно загрязненных продуктов: Соединенные Штаты Америки [62]**

Порядковый номер	Продукт	Загрязнитель	Обнаружен	Страна происхождения
1	Сталь, чугун	$^{60}\text{Co}$	1984 год	Мексика
2	Сталь	$^{60}\text{Co}$	1984 год	Тайвань
3	Сталь	$^{60}\text{Co}$	1985 год	Бразилия
4	Сталь	$^{60}\text{Co}$	1988 год	Италия
5	Сталь	$^{60}\text{Co}$	1991 год	Индия
6	Феррофосфор	$^{60}\text{Co}$	1993 год	Казахстан
7	Сталь	$^{60}\text{Co}$	1994 год	Болгария
8	Печная пыль	$^{137}\text{Cs}$	1995 год	Канада
9	Свинец	$^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Bi}$ , $^{210}\text{Po}$	1996 год	Бразилия
10	Сталь	$^{60}\text{Co}$	1998 год	Бразилия

Как следует из приведенного выше обсуждения, информация, которую необходимо собирать в отношении вторичной переработки металлов, включает:

- названия и места нахождения компаний по переплавке металлов и их поставщиков, с максимально возможным отслеживанием по цепочке связей;
- данные о том, имеются ли у них какие-либо детекторы излучения, стационарные или портативные;



- уровень информированности о потенциальной опасности, знаке радиационной опасности и внешнем виде типичных источников и их защитных контейнеров; и
- данные о тех, кто (если таковые имеются) импортирует или экспортирует металлолом.

В этой области использование детекторов излучения в различных точках процесса вторичной переработки почти всегда оправдано. Необходима также подготовка с целью обеспечения информированности работников данной отрасли промышленности о том, как выглядят знак радиационной опасности или типичные источники и их защитные контейнеры, с которыми они могут иметь дело.

#### **Краткие итоги – вторичная переработка металлов**

- 1) Это особый случай. Соответствующие проблемы могут затрагивать вопросы импорта/экспорта и торговых партнеров, но могут быть целиком внутренним вопросом.
- 2) Местом происхождения источников, как правило, является демонтированная установка или защитный экран из тяжелого металла, внутри которого все еще находится источник.
- 3) Опасности возникают на различных стадиях цикла:
  - a) начальная стадия – высокий риск для здоровья людей, создаваемый незранированными источниками
  - b) установка для разделки или расплавления – высокие затраты на дезактивацию установки или экологические последствия от выпускаемого материала
  - c) конечная стадия – незначительные острые последствия для здоровья, но возможное хроническое облучение, создаваемое загрязненными слитками или изготовленными из них продуктами.
- 4) Поэтому следует собирать информацию, начиная с верхнего уровня цепочки вторичной переработки – компаний по переплавке, переходя затем по цепочке к их крупным поставщикам металлолома и далее к мелким сборщикам металлолома.
- 5) Определить, у кого имеется стационарное оборудование для мониторинга, а кто использует переносное оборудование.
- 6) Определить уровень информированности работников этих компаний в следующих областях:
  - a) знание потенциальной проблемы
  - b) знак радиационной опасности
  - c) типы источников и защитных контейнеров, которые могут оказаться в металлоломе.
- 7) Добиться того, чтобы были известны все импортеры и экспортеры металлолома.

### **5.11. Изъятые из употребления источники**

Изъятые из употребления источники наиболее часто становятся уязвимыми и потенциально бесхозными источниками. Опыт показывает, что многие аварии с бесхозными источниками происходят из-за того, что об источниках, которые более не используются, в конце концов забывают, и впоследствии контроль над ними утрачивается. Поэтому с точки зрения безопасности и сохранности целесообразно выявлять все изъятые из употребления источники и надлежащим образом утилизировать их.

Одна из трудностей связана с тем, что обычно источники не изымаются из употребления внезапно, а происходит снижение частоты их использования в течение определенного периода времени. Кроме того, лицензиатов могут побуждать отказываться от правильного захоронения изъятых из употребления источников связанные с этим высокие затраты, бюрократическая волокита или отсутствие готового варианта захоронения. Региональные и национальные кампании оказались полезным средством, позволяющим значительно сократить число имеющихся изъятых из употребления источников [63], [64].

Из вышеприведенного обсуждения ясно, что тем, кто занимается разработкой национальной стратегии, необходимо проводить сбор информации о статусе по крайней мере всех источников категорий 1, 2 и 3, включенных в инвентарный перечень лицензиата или национальный реестр, с тем чтобы можно было принять относительно них правильные решения. Обычно это будет связано с направлением лицензиату или владельцу источника информационного запроса о частоте его использования. Изучение данных о хранении источника также даст информацию о том, используется ли источник в действительности и обеспечивается ли его надежное хранение. Сбор информации об изъятых из употребления источниках, не включенных в инвентарный перечень, требует тех же действий, что были обсуждены под этим заголовком.

**Вставка 29: Неправильное захоронение или долгосрочное хранение изъятого из употребления источника: Индия**

Пользователь ядерной управляющей системы не обеспечил надлежащее захоронение источников. Вместо этого, он зарыл в землю защитные контейнеры с источниками с целью долгосрочного хранения. Когда в ходе рассмотрения его инвентарного перечня регулирующим органом был задан соответствующий вопрос, пользователь не мог вспомнить о месте погребения источников и определить их местонахождение. После проведения сложной операции поиска с использованием весьма чувствительных приборов поиска источники были обнаружены и извлечены из могильника.

Многие изъятые из употребления источники уязвимы - в соответствии с полным определением этого термина - в том отношении, что они являются предшественниками бесхозных источников, и, как правило, с ними связаны наибольшие проблемы. В частности, зачастую оказывается, что изъятые из употребления источники:

- неправильно хранятся. Это может относиться не только к источникам, находящимся во владении бывшего пользователя, но также и к источникам, находящимся под правительственным ведомственным контролем. Возвращенные бесхозные источники или источники, конфискованные как предметы незаконного оборота, также могут храниться с нарушениями требований;
- не обеспечены надлежащей защитой, что делает относительно легким их хищение;
- не охвачены достаточно часто проводимым учетом, в результате чего их пропажа долгое время остается незамеченной;
- не заявлены в качестве изъятых из употребления, даже несмотря на то, что в течение ряда лет они не используются. Это означает, что они не являются предметом определенных мер по контролю изъятых из употребления источников и не рассматриваются как объект для утилизации;
- находятся в таких условиях, когда они легко могут быть забыты, особенно в случае увольнения определенного персонала.
- не могут быть утилизированы, поскольку нет способа, метода, механизма или побудительных мотивов для этого.

#### **Краткая информация о действиях – Изъятые из употребления источники**

Изъятые из употребления источники являются высокоприоритетной областью сосредоточения внимания в рамках национальных стратегий:

- 1) Принять меры с целью определения частоты использования каждого источника категорий 1–3.
- 2) Посетить хранилища источников у пользователей и узнать, какие источники все еще регулярно используются.
- 3) Рекомендовать пользователям заявить источники, которые они используют весьма редко, в качестве изъятых из употребления.
- 4) Оценить физическую безопасность хранения изъятых из употребления источников. Это касается как местных хранилищ у пользователей, так и национальных установок.
- 5) Некоторые выявленные общие проблемы:
  - a) не соответствующее требованиям хранение изъятых из употребления источников;
  - b) не соответствующая требованиям сохранность изъятых из употребления источников;
  - c) недостаточно частый переучет источников, что приводит к тому, что их исчезновение не фиксируется достаточно быстро;
  - d) источники не заявлены в качестве изъятых из употребления, даже несмотря на то, что в течение ряд лет они не используются;
  - e) об источниках забывают после увольнения соответствующих сотрудников;
  - f) отсутствует способ утилизации изъятых из употребления источников.

### **5.12. Известные утерянные и найденные источники**

Одним из способов количественного определения масштабов проблемы бесхозных источников является сбор информации о том, как часто источники терялись или находились в прошлом. Относящиеся к прошлому учетные документы могут быть несистематическими, но, как минимум, следует создать систему, обеспечивающую сбор и сохранение таких данных в будущем.

Хотя в некоторых странах могут иметься ограниченные наборы данных (например, NMED [65] в НКДАР ООН и IRID [66] в Соединенном Королевстве), лишь немногие могут заявить, что у них имеются полные наборы данных. Альтернативными источниками данных могут быть международные базы данных, такие, как RADEV [2] и ITDB [56] в МАГАТЭ, и другие доклады, такие, как доклад НКДАР ООН [67]. Однако эти данные также ограничены, и соответствующее информирование было весьма неполным; поэтому маловероятно, что можно сделать своевременные количественные оценки. Однако в сочетании с Категоризацией радиоактивных источников, разработанной МАГАТЭ, можно провести национальную качественную оценку высокого, среднего и низкого риска, как обсуждено в следующей главе.

Отсутствие данных о потерянных и найденных источниках может иметь положительный или отрицательный смысл. В положительном смысле оно может означать, что контроль над радиоактивными источниками настолько хорош, что источники в государстве не теряются и не находятся. В отрицательном смысле оно может свидетельствовать об отсутствии механизма или побудительных мотивов для того, чтобы сообщать об этом, или о том, что никто не занимается данной проблемой.

Наибольшая обеспокоенность в данной области должна быть связана с любыми потерянными или найденными опасными источниками (категорий 1, 2 и 3). Типичные проблемы, выявленные в этой области, перечислены в кратких итогах, изложенных во вставке ниже.

**Краткие итоги – Данные о потерянных и найденных источниках**

- 1) Провести сбор любых данных о потерянных и найденных источниках, имеющихся у лицензиатов, в регулирующих органах или национальных базах данных, охватывающих страну или регион.
- 2) Изучить вопрос о разработке системы, обеспечивающей в будущем сбор, сохранение и регулярную оценку информации обо всех потерянных и найденных источниках.
- 3) Типичные проблемы:
  - a) отсутствие данных о потерянных и найденных источниках;
  - b) не делается попыток найти потерянные источники или владельцев найденных источников;
  - c) найдено несколько источников, что указывает на существование других;
  - d) имеются данные о ввозе источников в страну, но нет данных об их местонахождении;
  - e) отсутствие регулярно осуществляемых профилактических усилий по поиску неизвестных источников.

### 5.13. Сохранность источников

Рассмотрению вопросов обеспечения сохранности радиоактивных источников ввиду угрозы их целенаправленного приобретения со злоумышленными намерениями стало уделяться внимание лишь недавно. В связи с этим оценка аспектов сохранности при обращении с источниками проводилась только немногими. Поэтому проблемы в данной области заключаются в следующем:

- Отсутствие национальных руководящих материалов или регулирующих положений по вопросам сохранности источников.
- Мощные источники на всех этапах их жизненного цикла уязвимы в том отношении, что они недостаточно защищены от преднамеренных попыток хищения или саботажа.

В качестве исходной точки в этом отношении могут быть использованы временные руководящие материалы МАГАТЭ "Сохранность радиоактивных источников" [21].

**Краткие итоги - Сохранность источников**

Дополнительные потребности в обеспечении сохранности источников, относящихся к высоким категориям, рассмотрены лишь немногими. Помимо TECDOC-1355 МАГАТЭ, по существу не имеется руководящих материалов или регулирующих положений по вопросам необходимости повышенной сохранности. Основные выявленные проблемы заключаются в следующем:

- 1) Отсутствие срочности, информированности или понимания того, что необходимо в этом отношении.
- 2) Многие радиоактивные источники уязвимы в отношении хищений или саботажа.

## ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ

### 6.1. Разработка плана действий

Этапами разработки плана действий являются:

- 1) Составление перечня проблем или потенциальных вопросов, выявленных в ходе стадии анализа и оценки.
- 2) Выработка действий по решению каждой проблемы или, если это сложная ситуация, мер, представляющих собой первые шаги в направлении решения проблемы.
- 3) Определение приоритетов этих действий и представление их в формате, удобном для лиц, принимающих решения.

### 6.2. Разработка мероприятий по решению проблем

После того как завершена оценка имеющейся ситуации в соответствии с главой 5, относительно просто составить перечень мероприятий по решению выявленных проблем. Например, если отсутствовал инвентарный перечень источников, то решение может заключаться в том, чтобы начать составление инвентарного перечня. Если изъятый из употребления источник находится в уязвимом состоянии, то необходимо повысить его сохранность. Это может означать либо повышение безопасности его нынешнего хранения, либо транспортировку его в более безопасное место.

В Дополнении V перечислен ряд общих проблем и возможных решений, которые были найдены и предложены в качестве части планов действий в рамках национальной стратегии. Этот перечень должен помочь при разработке простого плана действий или национальной стратегии. Однако он приводится только в качестве общего руководящего материала, и его не следует рассматривать как контрольный перечень. В частности, он не должен препятствовать появлению других творческих идей или усилий при выработке решений, наиболее соответствующих местным условиям.

### 6.3. Определение приоритетности мероприятий по решению проблем

Гораздо более трудной задачей является *определение приоритетности* действий. Обычно имеется достаточно длинный перечень проблем и возможных решений, которые не могут быть осуществлены все сразу. Существует ряд факторов, учитываемых в процессе определения приоритетности.

#### 6.3.1. Степень непосредственной опасности

Одним из наиболее важных факторов, определяющих приоритеты в плане действий в рамках национальной стратегии, является фактор, связанный со степенью непосредственной опасности. Если выявлена проблема, последствиями которой могут быть гибель или нанесение ущерба людям в результате воздействия радиоактивного источника, то этой проблемой следует заниматься безотлагательно, и ей присваивается наивысший приоритет. Примером такой ситуации может быть обнаружение пропажи промышленного радиографического источника (категория 2).

### **6.3.2. Степень потенциальной опасности**

Следующим соображением является степень потенциальной опасности. Это те ситуации, которые, если не предпринимать быстрых действий, могут приводить к непосредственной опасности. Это "аварии, которые вот-вот произойдут". Примером такой проблемы может быть головка телетерапевтической установки (категория 1), оставленная без присмотра в зоне, где не обеспечивается сохранность. Такая ситуация в целом предшествовала ряду инцидентов, приведших к смертельным исходам или нанесению серьезного ущерба здоровью.

### **6.3.3. Затраты на осуществление решения**

Следующим фактором, который может быть рассмотрен, является относительная стоимость или легкость осуществления решения выявленной проблемы. Действия, которые могут быть легко выполнены без необходимости дополнительных ресурсов, следует осуществлять незамедлительно. Например, если источники инспектируются или разрешаются к применению на основе географических границ, таких, как границы административных районов, работа может быть реструктурирована вместо того, чтобы делать ее на основе категорий источников, когда вначале рассматриваются источники категории 1, затем – источники категории 2 и т.д.

При рассмотрении вопроса о затратах на осуществление решений возможная относительная классификация при определении приоритетов на основе затрат может быть такой, как приведенная ниже:

- 1) процедурные изменения с участием имеющегося персонала, которые могут быть осуществлены немедленно;
- 2) процедурные изменения, для разработки и осуществления которых требуется большой объем работы имеющегося персонала;
- 3) решения, требующие закупки нового оборудования;
- 4) мероприятия, для осуществления которых требуется наем дополнительного персонала;
- 5) решения, требующие новых установок, такие, как решения, связанные с долгосрочным хранением и захоронением.

### **6.3.4. Долгосрочные или краткосрочные**

После того, как приняты во внимание предшествующие факторы, более высокий приоритет следует отдавать действиям, которые могут быть завершены скорее, а не позднее. Всегда важно демонстрировать результаты и как можно ранее начинать заниматься решением вопросов. Например, действие по изменению бланка заявления о выдаче лицензии таким образом, чтобы предоставлялась необходимая информация, может быть осуществлено гораздо быстрее, чем действие по изменению закона или регулирующего положения, и ему может быть присвоен более высокий приоритет, несмотря на то, что ни для одного из них не требуются дополнительные ресурсы.

### **6.3.5. Решения, требующие дальнейшей проработки**

Если решение требует дальнейшего анализа, дополнительного сбора данных или разработки предложения о финансировании, то при прочих равных условиях его приоритетность следует сделать более низкой. Это не свидетельствует о том, что оно не является важным, а лишь отражает тот факт, что нельзя сделать все сразу. По мере рассмотрения более безотлагательных проблем приоритетность этих задач повысится.

В качестве альтернативы часть работы, необходимой для проведения анализа или сбора данных, может выполняться в качестве фоновой задачи в периоды меньшей занятости.

#### **6.4. Формат плана действий в рамках национальной стратегии**

Даже несмотря на то, что содержание национальной стратегии специфично для каждой страны, можно дать некоторые рекомендации относительно общего формата.

##### **6.4.1. Целевая аудитория**

В то время как план действий представляет собой план работы с указанием приоритетов и поэтому является публикацией для осуществления, при его подготовке следует также помнить о том, что он предназначен главным образом для лиц, принимающих решения. Это связано с тем, что для его осуществления потребуются высокий уровень поддержки и, вероятно, дополнительные национальные ресурсы или, возможно, попытка получить ресурсы от стран-доноров или международных учреждений. По этой причине целесообразно включить некоторое краткое разъяснение типов и видов использования различных радиоактивных источников в стране, а также информацию о том, как аналогичные источники стали бесхозными или могут стать привлекательными для тех, кто имеет злоумышленные намерения.

##### **6.4.2. Содержание**

###### **6.4.2.1. Введение**

Во введении в план действий необходимо изложить историю вопроса, цели, сферу охвата, структуру и определения, используемые в докладе.

###### **6.4.2.2. Регулирующая инфраструктура для контроля за радиоактивными источниками**

В этой главе кратко излагаются события в области регулирования в прошлом, относящиеся к контролю за источниками, и современные регулирующие положения. В ней следует обсудить, что охвачено существующими регулируемыми положениями, а что нет, а также их сильные и слабые стороны, в том числе полномочия и обязанности национального регулирующего органа. Если регулированием радиоактивных источников занимается не одно министерство или учреждение, то следует четко указать линии размежевания. Следует обсудить последствия для контроля за источниками различных аспектов изменений регулирующих положений.

###### **6.4.2.3. Национальные данные**

В этом разделе разъясняется конкретная национальная ситуация в отношении каждой из тем, обсужденных в главе 5. Как было обсуждено, по каждой теме полезно дать определенную справочную информацию для тех, кто не знаком с применениями радиоактивных источников. Это даст возможность читающему доклад лицу, принимающему решения, например, понять, для чего используются радиографические источники, насколько опасными они могут стать в случае утраты контроля и почему важно обеспечивать их правильный учет.

###### **6.4.2.4. Оценка потенциальных проблем, связанных с радиоактивными источниками, и предлагаемых решений**

Здесь кратко излагаются каждая выявленная основная проблема и ее составные части наряду с действиями, позволяющими решить проблему или двинуться в направлении ее решения. Обсуждение каждого вопроса должно быть достаточно детальным и

конкретным, с тем чтобы оно было полезным. В идеальном случае следует также, чтобы решения были достижимы в пределах разумного периода.

#### *6.4.2.5. План действий*

Помня о целевой аудитории, целесообразно кратко подытожить текст главы, касающейся предыдущей проблемы и ее решения, представив его в форме таблицы, содержащей краткий обзор действий, их приоритетности и необходимых ресурсов. Этот формат может быть аналогичен использованному в Дополнении V.

#### *6.4.2.6. Заключение*

В заключении следует привести заявление относительно степени контроля над радиоактивными источниками наряду с оценкой потенциальной возможности существования бесхозных источников. Тот, кто прочтет заключение, должен быстро понять положение дел в области контроля над радиоактивными источниками в стране.



## ГЛАВА 7. ПОИСК ИСТОЧНИКОВ

Любая национальная стратегия, вероятно, включает поиск радиоактивных источников, и поэтому данная тема представляется достаточно важной для того, чтобы она была рассмотрена в отдельной главе. Поиски источников в основном могут быть подразделены на нефизические (или административные) и физические поиски. Существенное различие между ними заключается в том, что физические поиски связаны с использованием детекторов излучения для определения присутствия источников.

Решения относительно того, начинать ли поиск и его приоритета, будут зависеть от причины поиска, а также от таких факторов, как:

- потенциальная возможность существования неизвестных неконтролируемых источников и создаваемая ими опасность;
- категория известного пропавшего источника;
- время, прошедшее с тех пор, как известный источник был потерян или похищен;
- объем имеющейся информации, которая может быть полезна при поиске;
- затраты на поиск и имеющиеся финансовые ресурсы;
- наличие квалифицированного персонала для осуществления поиска;
- контрольно-измерительная аппаратура, имеющаяся для проведения физических поисков;
- "толерантность к риску" регулирующих органов и населения в данной местности.

### 7.1. Причины проведения поисков

Существует несколько причин проведения поисков в качестве части плана действий, в том числе:

- создание первоначального инвентарного перечня;
- регулярная проверка всех известных источников;
- поиски пропавших источников;
- изучение причин лучевого поражения; и
- отслеживание найденных источников.

#### 7.1.1. Создание инвентарного перечня

Обычно необходимость проведения поисков впервые возникает при разработке первоначального национального реестра или инвентарного перечня радиоактивных источников. Во многих случаях источники уже будут находиться в стране, поскольку они использовались до появления регулирующей инфраструктуры, требующей получения разрешений. Эти источники необходимо будет разыскать, идентифицировать и внести в инвентарный перечень.

Такой первоначальный поиск, вероятно, будет наиболее всеобъемлющим когда-либо произведенным национальным поиском. Вначале в нем будут применяться главным образом методы административного поиска, но впоследствии следует также включить физические поиски. Сфера охвата этого поиска весьма широка, и, для того чтобы составить всеобъемлющий первый перечень радиоактивных источников, необходимо будет использовать все обсуждаемые ниже источники информации и средства административного и физического поиска.

### **7.1.2. Регулярный контрольный поиск неизвестных источников**

После составления реестра сохраняется необходимость проведения определенных регулярных нефизических и физических поисков с целью определения возможных пропавших источников, а также каких-либо источников, которые могли попасть в страну без ведома регулирующего органа.

Даже государству, хорошо осуществляющему регулирующий контроль над радиоактивными источниками, необходимо проводить эти регулярные административные и физические поиски. Вместо того, чтобы исходить из наивного предположения о том, что регулирующему органу известно обо всех источниках в стране, лучше придерживаться скептической точки зрения, признающей, что могут существовать источники, о которых ему ничего не известно.

Регулярный контрольный поиск может проводиться в качестве части другой работы, такой, как нормальная инспекция соблюдения требований, или же он может представлять собой специально запланированный вид деятельности. Ниже приведены наглядные примеры того, как такие административные и физические поиски могут быть включены в повседневную работу. Более точное планирование регулярного поиска может быть осуществлено в конкретном секторе, если в этом секторе произошел ряд инцидентов и у регулирующего органа имеются основания предполагать, что, возможно, источники стали бесхозными или что необходимо ужесточить регулирующий контроль.

Сфера охвата таких регулярных поисков обычно весьма широка, поскольку их цель по существу является той же, что и цель поисков при сборе данных для первоначального инвентарного перечня.

### **7.1.3. Конкретные поиски известных пропавших источников**

В случае, если известный источник или источники оказываются в ненадлежащем месте, утеряны или похищены, вероятно, будет необходимо организовать поиски в попытке найти их. Обычно начинают с нефизических поисков, но вскоре после того, как определены зона, сектор или место поиска, приступают к физическим поискам.

Факт пропажи источника может быть установлен различным образом. В том числе:

- в ходе административного поиска;
- после поступления сообщения пользователя о том, что источник был утерян во время использования на площадке;
- путем обнаружения, что получена только часть груза;
- путем установления факта вторжения в помещение для хранения источника;
- в результате получения некоторых аномальных результатов мониторинга;
- путем обнаружения пустого маркированного контейнера источника;
- путем выявления радиационно-индуцированных последствий для здоровья.

Поиск такого типа является наиболее целенаправленным и четко определенным по сфере охвата, поскольку он обычно направлен на обнаружение конкретного источника, имеющего определенную радиоактивность, радионуклидный состав и физическую конструкцию. Это означает, что риск, связанный с неконтролируемым источником, может быть оценен более точно [18]. Если оцененный риск ущерба здоровью персонала

оказывается высоким (категории 1, 2 или 3), ситуация становится аварийной, и к ней следует относиться как к таковой [30], [31], [32], [33], [34], [68]. Документ МАГАТЭ, содержащий требования в отношении готовности к аварийным ситуациям (§4.38, Ref. [29]), гласит, что "Должны приниматься меры для начала осуществления оперативного поиска и для распространения предупреждения населения в случае утери или незаконного изъятия опасного источника и его возможного нахождения в сфере общественного достояния".

#### **7.1.4. Поиск причин лучевого поражения**

Зачастую первым свидетельством того, что источник мог оказаться вне контроля, является появление у одного или нескольких человек симптомов, аналогичных симптомам лучевого поражения. После того, как врачи подтвердят это, проводится в высокоприоритетном порядке расследование, включающее как административные, так и физические поиски.

Сфера охвата такого поиска, по-видимому, более широка, чем в случае, когда известно о пропаже конкретного источника, но она более узка, чем при поисках первых двух типов. Ясно, что тип радионуклида и активность неизвестного источника должны быть такими, чтобы они могли вызывать наблюдаемые поражения.

#### **7.1.5. Поиски в целях отслеживания**

И в заключение, если источники найдены либо в целостности, либо в виде частей, либо инкорпорированными в предметы потребления, такие, как загрязненная сталь, необходимо провести по крайней мере нефизический поиск в попытке отследить путь источника, выяснить, нет ли других, и определить возможный пробел в мерах по контролю, который необходимо устранить.

Задачи поиска в целях отслеживания заключаются в том, чтобы попытаться определить:

- характеристики найденного источника;
- соответствуют ли его данные данным известного потерянного источника;
- его происхождение;
- как он оказался вне контроля (бесхозным);
- есть ли другие аналогичные бесхозные источники, которые еще не обнаружены; и
- как предотвратить возникновение аналогичных проблем в будущем.

Некоторые из этих задач могут приводить к физическим поискам, и со всеми ними будет связана дальнейшая последующая деятельность. Во вставке 30 приведен пример национальных положений, регламентирующих в Соединенном Королевстве действия в случае таких событий, как найденный источник [69].

**Вставка 30: Национальные положения на случай инцидентов, связанных с радиоактивностью (NAIR): Соединенное Королевство**

В Соединенном Королевстве у всех пользователей радиоактивных источников должен иметься собственный план чрезвычайных мер на случай достаточно предсказуемых радиационных инцидентов. Однако могут возникать ситуации, когда общепринятые мероприятия не дают удовлетворительных результатов. Могут также возникать непредсказуемые инциденты. Механизм NAIR обеспечивает оперативное реагирование на такие события. Он был разработан с целью предоставления полиции консультаций и помощи при инцидентах, связанных с радиоактивностью, когда лицам из числа населения может потребоваться защита. Полиция как таковая может обращаться к NAIR, если она считает, что ей требуется радиологическая помощь в ходе инцидента. Мероприятия разработаны в духе помощи полиции, поскольку именно полицию первой информируют о любом инциденте в общественном месте. Полиция также в первую очередь отвечает за защиту населения. Однако инциденты, связанные с радиоактивностью, могут также затрагивать и другие организации, такие, как пожарные и спасательные службы, Британскую транспортную полицию и полицию в аэропортах и морских портах. Эти организации, если они полагают, что население подвергается риску, могут также запросить помощь NAIR через полицию.

**Реагирование в рамках стадии 1**

Обычно оно обеспечивается силами эксперта в радиационной области, располагающего относительно простым оборудованием для мониторинга и защиты. Зачастую таким экспертом является врач из местного радиотерапевтического центра или из другой больницы, где используются радиоактивные источники. Лицо, обеспечивающее реагирование на стадии 1, может быстро оценить, существует ли радиологическая опасность, и рекомендовать любые необходимые действия. Однако, поскольку эксперты располагают лишь ограниченными ресурсами, у них нет инструментария для действий в случае более крупномасштабных инцидентов, когда возможно распространение загрязнения. В таком случае лица, обеспечивающие реагирование на стадии 1, рекомендуют полиции начать осуществление мер по реагированию в рамках стадии 2.

**Реагирование в рамках стадии 2**

Оно обеспечивается главными ядерными учреждениями и обычно включает действия хорошо экипированной группы, способной действовать в условиях более крупномасштабных инцидентов. В маловероятном случае, когда инцидент не может быть урегулирован силами только одной организации, дополнительные эксперты и ресурсы NAIR могут быть также мобилизованы либо непосредственно лицами, осуществляющими реагирование, либо через полицию.

**Получение помощи**

Помощь NAIR может быть получена при обращении по единому для всей страны телефонному номеру для круглосуточного оповещения. По этому номеру можно соединиться с полицейскими силами центра коммуникаций спецподразделений Компетентного органа по атомной энергии Соединенного Королевства, где зафиксируют подробности инцидента и свяжутся с ближайшими специалистами по реагированию в рамках стадии 1. Затем специалист по реагированию в рамках стадии 1 обратится к лицу, которое будет непосредственно заниматься инцидентом. В редких случаях возникают ситуации, когда с самого начала ясно, что требуется реагирование в рамках стадии 2, и такие действия могут быть запрошены.

## **7.2. Нефизические поиски**

Нефизические поиски часто называют также административными поисками. Они представляют собой любые средства, которые не предусматривают использование детекторов излучения при сборе информации относительно источников, которые неизвестны, пропали, похищены или найдены. Двумя важнейшими аспектами административных поисков являются определение наиболее полезного источника информации или "цели" и определение наилучшего "инструментального средства" или метода сбора информации из источника.

### **7.2.1. Источники информации**

Административный поиск включает попытку получить доступ к актуальной информации. В этом контексте лицо или учреждение, которое в настоящее время может располагать требуемой информацией, называют "целью". Одной из первых задач в рамках административного поиска является составление перечня потенциально полезных целей поиска. При подготовке перечня мест, с которых следует начинать поиск данных, может оказаться полезным метод "мозгового штурма", осуществляемого группой информированных специалистов. Ниже приведены перечень и краткое обсуждение некоторых типичных целей.

#### **7.2.1.1. Правительственные компетентные органы**

К ним относятся любые подразделения или уровни в правительстве, которые наделены полномочиями осуществления функций, связанных с обеспечением безопасности и сохранности радиоактивных источников. Таковыми могут быть правительственные

министерства или департаменты, компетентные органы, регулирующие органы, региональные или местные органы. К ним могут относиться те, кто отвечает за такие области, как радиационная безопасность, ядерная энергетика, здравоохранение, экология, промышленность, горное дело, сельское хозяйство, транспорт, образование, таможня и правоохранительные органы. Особую тщательность следует проявлять, если в прошлом произошли значительные изменения полномочий органов, несущих ответственность. Передача полномочий не всегда сопровождается соответствующей передачей необходимых учетных документов, и могут возникать точки разрыва данных, как показано в примере во вставке 31. Проблема может также возникнуть в системе федерации и субъектов федерации, если отсутствует четкое разделение обязанностей, выполняемых на уровне отдельных субъектов федерации и на федеральном уровне. Процесс проведения оценки проблемы бесхозных источников и учета прошлого опыта может помочь в выявлении информационных пробелов.

**Вставка 31: Последствия изменений в регулирующем органе: Гояния, Бразилия**

Авария в Гоянии [6] кратко описана во вставке 5 и была связана с источником категории 1, а именно с установкой для телетерапии. На Национальную комиссию по ядерной энергии (CNEN) была возложена ответственность за лицензирование любых новых радиотерапевтических установок и обслуживающих их специалистов по медицинской физике. Это включало разработку планов для установки, документации по радиационной безопасности, мероприятий по индивидуальному дозиметрическому контролю и планов чрезвычайных мер. Лицензии, выдаваемые CNEN, оговорены рядом условий и прежде всего условием, что CNEN должна быть проинформирована о любых существенных изменениях, например, если предполагается переместить или утилизировать источники. Поэтому в 1971 году, когда была впервые создана клиника, действовали все необходимые меры контроля.

Последующее инспектирование таких медицинских установок было поручено Федеральному министерству здравоохранения в период до января 1976 года, когда соответствующая обязанность малоизвестным постановлением была возложена на государственных секретарей по здравоохранению. Это существенно повлияло на то, в какой степени существовали или осуществлялись программы инспекций и контроля за соблюдением требований. Ничто не освобождает лицензиатов от необходимости выполнять свои обязанности, но существование надлежащей программы инспекций для источников категории 1 помогло бы выявить проблему до того, как она привела к аварии.

После аварии был установлен режим, при котором лицензиаты обязаны регулярно предоставлять доклады с положительной информацией об источниках, находящихся под их контролем.

У правительственных органов, как правило, имеется информация относительно разрешений и лицензий, заявок на лицензии, докладов об инспекциях, передачах источников и событиях, связанных с источниками. У них также должны иметься инвентарные перечни источников, которые принадлежат им или находятся под их контролем.

Не следует игнорировать международное сотрудничество между правительствами в области информационного поиска, поскольку источники постоянно пересекают границы и правительство соседней страны может, например располагать информацией о найденном источнике. Возможное трансграничное перемещение источников также делает целесообразным обмен с соседними странами информацией относительно потерянных источников, которые рассматриваются в качестве опасных. Фактически от государств-участников *Конвенции об оперативном оповещении о ядерной аварии* и *Конвенции о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации* [68] может требоваться предоставление такой информации.

#### *7.2.1.2. Неправительственные и международные организации*

Многие неправительственные и международные организации обладают знаниями в области радиоактивных источников и занимаются ими. Это могут быть организации по видам транспорта, профессиональные организации и общества, организации по обслуживанию, технические организации и торговые или промышленные группы. У

них могут иметься данные самых различных видов и могут существовать ограничения на их предоставление или использование. Тем не менее к таким организациям следует обращаться, если они, как представляется, могут обеспечить необходимую информацию.

МАГАТЭ разрабатывает Международный каталог закрытых радиоактивных источников и устройств [70], в котором, наряду с прочим, содержится информация об источниках и конструкции устройств. Он не является инвентарным перечнем отдельных источников, а представляет собой базу данных по типам источников и устройств. В ней содержится информация, в том числе чертежи и фотографии, о физических характеристиках нескольких тысяч устройств. Включена также информация об изготовителях устройств. Эта база данных может оказаться полезной, помогая идентифицировать найденные радиоактивные источники, а также предоставляя полную информацию и, возможно, даже фотографию для конкретного типа источников в тех случаях, когда имеется лишь частичная информация.

#### *7.2.1.3. Пользователи и владельцы*

Пользователи и владельцы источников могут иметь определенную информацию об имеющихся у них в настоящее время источниках, но у них могут также иметься документы или учетные записи по источникам, которыми они, возможно, владели или использовали их ранее, которые они могли устанавливать на других установках или которые они могли отправлять или передавать другим. Кроме того, возможно, что они могут иметь во владении или в своих помещениях источники, о которых им может быть ничего не известно. Такая ситуация может возникнуть, когда лица, отвечающие за источник, увольняются из компании или переводятся на другое место.

#### *7.2.1.4. Производители и поставщики*

Производители и поставщики радиоактивных источников в силу характера своей деятельности располагают большим числом учетных документов по своей продукции. В них содержится не только подробная информация о конструкции, но также и информация о продажах.

#### *7.2.1.5. Отдельные работники*

Следует учитывать, что, помимо официальных учетных документов в каждой из обсужденных выше целевых групп, у специалистов, работавших с этими группами, имеются личные воспоминания или документы, которые могут оказаться ценными при некоторых поисках. Хотя неточность человеческой памяти общеизвестна, такие люди могут предоставить важнейшие элементы информации, ориентирующие поиск в определенном направлении, или же стать источником некоторых жизненно важных данных, которые нигде не были зафиксированы письменно. Даже молва и слухи могут оказаться ценными в контексте поиска источников.

Иногда отдельным работникам потребуются гарантии анонимности или освобождения от судебного преследования, для того чтобы они могли обсуждать аспекты контроля над источниками, которые, возможно, не соответствовали регулирующим требованиям или могли нарушать такие требования. Подобная ситуация может возникнуть, например, при попытках найти информацию об оставленных без надзора или незаконно выброшенных источниках.

#### *7.2.1.6. Первопроходцы*

Люди, первыми начинавшие работать с радиоактивными материалами в любой конкретной стране, представляют весьма особую подгруппу индивидуальных работников, с которыми следует проводить собеседования при некоторых типах поисков и особенно при поисках с целью первоначального составления инвентарного перечня. Как указано выше, особенно важно воспользоваться этим ресурсом до того, как он вообще исчезнет.

#### *7.2.1.7. Родственники, соседи и друзья*

Эта информационная целевая группа чрезвычайно важна при проведении поиска источника, вызвавшего радиационные поражения, особенно если лицо, которому нанесен ущерб, стало инвалидом или погибло. Родственники, соседи и друзья могут предоставить конкретную информацию о возможных контактах этого лица с источником или о местонахождении соответствующего источника. Они могут также предоставить информацию о привычках пострадавшего лица, а также о других лицах, которые могли подвергнуться облучению. Данным вопросом следует заниматься особенно тщательно, поскольку характер события может означать, что некоторые из тех, с кем проводятся собеседования, также могли подвергнуться облучению и нуждаются в лечении. Симптомы у них могут быть менее явно выражены, и они могут не знать об их причине.

#### *7.2.1.8. Общество*

Общество в целом является целевой группой, требующей осторожного подхода. Она может оказаться полезной, возможно, предоставляя информацию об известном пропавшем источнике, но в целом она весьма чувствительна и легко пугается, когда речь идет о радиации или радиоактивных материалах. В связи с этим количество целевых обращений к ней при поиске информации должно быть совсем небольшим и, вероятно, должно ограничиться сведениями, необходимыми для первоначального составления инвентарного перечня, и ситуациями, в которых ее можно также предупредить о возможных опасностях известного пропавшего источника.

### **7.2.2. Средства и методы**

"Средства" или методы, используемые при сборе информации в рамках административного поиска, могут быть в широком смысле объединены в три группы, а именно: широкоэшелонные СМИ, поиски учетных документов и собеседования. Целесообразность использования того или иного средства в конкретных обстоятельствах будет зависеть от причины и масштабов поиска. В настоящем разделе обсуждено каждое из этих средств и приведены замечания о его применимости. Следует понимать, что административный поиск по существу представляет собой розыскную работу. Это - расследование, и, как таковое, оно будет включать сортировку информации, добровольно предоставленной в ответ на обращения, изучение официальных документов и анализ персональных собеседований со всеми лицами, которые могут предоставить сведения.

#### *7.2.2.1. Широкоэшелонные СМИ*

Газеты, радио, телевидение и афиши – все это ценные средства, используемые в нефизических поисках нескольких типов. Прежде всего, их можно использовать при первоначальном поиске в процессе составления инвентарного перечня. Обращения по

радио с призывом ко всем, кто обладает радиоактивным материалом, уведомить регулирующий орган (с указанием соответствующей контактной информации) могут оказаться скорейшим и самым легким путем сбора большого объема базовой информации об инвентарном перечне. Первоначальное обращение с призывом предоставлять информацию будет более эффективным, если не имеется факторов, препятствующих предоставлению данных (таких, как первоначальные лицензионные сборы).

Вторым основным типом поиска, при котором весьма ценными оказываются широкоэвещательные СМИ, является случай, когда известно о пропаже опасного источника (категории 1, 2 или 3). Описание или фотографию источника и знака радиационной опасности, а также сведения о соответствующих опасностях и о том, что делать в случае обнаружения источника, можно быстро и без труда распространить среди большого числа людей. Конкретным примером этого является ситуация после кражи транспортного средства, в котором может находиться промышленный радиографический источник. В таких случаях зачастую целесообразно использовать СМИ, для того чтобы сообщить общественности и преступникам подробные сведения об украденном радиоактивном устройстве и предоставить им его изображение. Распространение информации через новостные СМИ зачастую приводило к тому, что похитители избавлялись от устройства, содержащего радиоактивный источник, и анонимно сообщали властям о том, где его найти.

В ходе объявлений по радио об опасных источниках можно также предупредить врачей, рекомендуя им обращать внимание на признаки и симптомы лучевой болезни и приведя при этом контактную информацию.

#### *7.2.2.2. Поиски с использованием учетных документов*

В данном контексте учетные документы означают документы как в отпечатанном виде, так и в электронной форме. К отпечатанным документам относятся: архивы, "санитарные паспорта", журналы учета, индексные карточки или карточки с данными и компьютерные распечатки. Учетные документы в электронной форме включают: текстовые, табличные или полученные из базы данных файлы в самом компьютере, на других компьютерах, доступных через Интернет, или на магнитной ленте, сменных дисках или на носителях флэш-ПЗУ. Поиск может проводиться в следующих типах учетных документов: разрешениях, регистрационных документах, лицензиях, инспекционных отчетах, транспортных учетных документах, разрешениях на импорт/экспорт, документах об оплате сборов, таможенных регистрационных журналах, инвентарных перечнях, каталогах изготовителей, заказах, сообщениях об инцидентах, медицинских учетных документах, заказах по проведению работ, учетных регистрационных журналах и учетных документах о захоронении отходов.

Ясно, что для поиска во всех этих учетных документах потребуется масса времени и усилий. Поиск информации, которая тщательно архивирована, отсортирована и систематизирована, проходит быстрее и легче, чем поиск более хаотической или неправильно сохраняемой информации. Поиск в электронных учетных документах и особенно в базах данных может проводиться гораздо быстрее, чем поиск в отпечатанных документах, но, если его не сформировать надлежащим образом, легко может быть пропущена важная информация. Поэтому широкие поиски в учетных документах проводят не на регулярной основе, а скорее в качестве части более целенаправленных и точно ориентированных поисков конкретного элемента информации. Поиск в целях отслеживания в связи с найденным источником является



хорошим примером случая, когда может быть проведен конкретный поиск в учетных документах. При целенаправленном поиске большая часть данных просматривается лишь бегло, а при приближении к интересующей области начинается детальное изучение. Интересующей областью может быть определенный период времени, конкретный тип источников или некоторая отрасль промышленности, сектор или целевая группа.

Диапазон и трудность этих поисков могут быть проиллюстрированы на примере анализа того, к каким учетным документам необходимо получить доступ, для того чтобы составить перечень юридических лиц, закупавших радиоактивные источники, но к настоящему времени ставших банкротами.

Большой объем полезной информации, начиная от каталогов изготовителей и кончая сообщениями в новостях об инцидентах с источниками, имеется в Интернете. Однако, как и всегда при работе с Интернетом, ее следует использовать осторожно. Примером творческого использования Интернета при поисках (которые могут также проводиться с помощью телефонной книги "Желтые страницы") является случай поиска компаний, предоставляющих услуги или действующих в отрасли промышленности, широко использующей радиоактивные источники (см. Часть I). Например, можно выявить все компании, разливающие в бутылки или банки пиво или безалкогольные напитки в стране, и определить их местонахождение. Поскольку во многих из них используются измерители уровня заполнения, можно посетить их и осведомиться, нет ли у них таких источников. То, в каких компаниях будет производиться поиск, зависит от типичных отраслей промышленности в данном регионе.

#### *7.2.2.3. Собеседования*

Собеседования не обязательно проводить в виде личной беседы; можно воспользоваться телефоном, можно задавать вопросы по электронной почте или даже применять стандартные вопросники. Методология собеседований оказывается полезной при всех различных типах поисков и для большинства целевых групп, особенно пользователей и владельцев, отдельных работников, первопроходцев, родственников и друзей. Как и в большинстве случаев проведения собеседований, лучше всего иметь стандартный набор задаваемых вопросов, на основе которого можно задавать побочные или вытекающие вопросы, с тем чтобы добиться лучшего понимания ситуации. Тем самым обеспечивается систематический охват всех областей требуемой темы, и, в случае если обсуждение ушло слишком далеко в сторону, проводящий собеседование имеет возможность вернуться к главной теме.

Вопросы, задаваемые при собеседовании, могут стать весьма широко диапазоным и творческим способом сбора данных. Например, при обычном контрольном поиске неизвестных источников можно попросить лицо, работающее в компании, предоставляющей, например, услуги в области промышленной радиографии, перечислить конкурентов этой компании. Каждой компании обычно известно о других, работающих в той же области в данной стране или регионе. Если имеется компания-конкурент, не указанная в перечне лицензиатов регулирующего органа, то ее следует посетить и прямо задать руководству вопрос, имеются ли в компании радиоактивные источники. Можно также проводить физические поиски.

### 7.3. Физические поиски

Физические поиски включают главным образом разработку плана поисков и развертывание возможностей радиационного мониторинга в смысле оборудования и персонала. Обычно физические поиски проводят после административных поисков, однако программа поисков – это итеративный процесс, развивающийся от одного логического этапа к другому. В некоторых случаях физический поиск может быть начат одновременно с административным поиском или даже ранее него.

Физические поиски можно охарактеризовать как пассивные или активные. Пассивными поисками являются такие, при которых детекторы по существу неподвижны. Их размещают в определенных местах и настраивают на подачу тревожного сигнала при прохождении рядом с ними источника. При активных поисках приборы перемещают, стремясь найти источники.

Детекторы излучения можно классифицировать как стационарные или подвижные. Обычно стационарные детекторы используются при пассивных поисках, а подвижные – при инициативных поисках, но не в исключительном порядке. Например, переносной детектор или карманный дозиметр с сигнализацией могут использоваться как при пассивных, так и при активных поисках.

Стационарные мониторы зачастую имеют портальную конструкцию, когда транспортные средства, люди, контейнеры или другие предметы перемещаются рядом с детекторами излучения или между ними. Они могут также монтироваться, например, на захватах на складе металлолома или под лентой конвейера или просто крепиться на стене, выполняя функцию монитора зоны.

Типы подвижных приборов:

- карманные дозиметры с сигнализацией;
- переносные детекторы;
- детекторы для монтажа на транспортных средствах при проведении обследований вдоль дорог;
- высокочувствительные детекторы, монтируемые на самолетах для аэросъемки.

Чаще всего детекторы, используемые при физических поисках, регистрируют только гамма-излучение, но в определенных обстоятельствах используется также регистрация нейтронного, бета- и альфа-излучения.

Подробные сведения о типах детекторов излучения для физических поисков и данные об их ограничениях и применениях не обсуждаются далее в настоящей публикации, поскольку эти сведения имеются в литературе [37], [51], [71].

#### 7.3.1. Пассивное обнаружение

Пассивное обнаружение радиоактивных источников, которые не находятся под контролем, по существу заключается в размещении в надлежащих местах соответствующих детекторов. Характеристики используемых детекторов, безусловно, будут зависеть от типа и мощности источников, которые необходимо обнаружить. Пассивное обнаружение чаще всего применяется при регулярных контрольных поисках неизвестных источников.

Наиболее правильными местами размещения пассивных детекторов являются узловые точки. Это - места, где концентрируются потоки товаров, транспортных средств или людей, и обычно это - пункты пересечения границ (пункты ввоза), туннели и установки по вторичной переработке металлов. Как уже отмечалось, установка пассивных систем мониторинга на установках по вторичной переработке металлов почти всегда обоснованна, тогда как случай мониторинга на границе более сложен и требует тщательной оценки.

#### *7.3.1.1. Пограничный мониторинг*

Пограничный мониторинг имеет несколько функций и в том числе пассивные поиски источников. К возможным видам использования пограничного мониторинга относятся:

- обнаружение бесхозных источников;
- обнаружение незаконного оборота;
- сдерживание незаконного оборота;
- защита пограничников и персонала таможни;
- обнаружение загрязненных предметов потребления.

Относительную национальную важность и приоритетность каждого из них необходимо учитывать при принятии решения о том, следует ли устанавливать системы пограничного мониторинга, где их следует устанавливать и какие типы оборудования использовать. Наряду с прочими необходимо рассмотреть следующие факторы:

- уровень угрозы, создаваемой бесхозными источниками, незаконным оборотом или загрязненными предметами потребления;
- число и типы пунктов ввоза (пункты пересечения границ, аэропорты и морские порты);
- имеющиеся или возможные ресурсы;
- политическое восприятие и восприятие общественностью.

В некоторых странах число пунктов пересечения границы и других пунктов ввоза может достигать нескольких сотен, и необходимо также учитывать, где разделяются маршруты пассажирских и грузовых потоков. Практическая целесообразность охвата всех возможных маршрутов может быть весьма серьезной и трудной задачей. Пункты въезда с высокой интенсивностью движения или маршруты, характеризующиеся высоким риском, безусловно, в наибольшей степени оправдывают капиталовложения в стационарное оборудование. Существуют ситуации, в которых пограничный мониторинг, очевидно, оправдан, и есть другие ситуации, когда это не так. Однако в большинстве случаев положение дел оказывается неясным и требует серьезного анализа. Если правительство считает высокоприоритетной задачей предотвращение ввоза в страну бесхозных источников и данные показывают, что большая часть металлолома поступает через один или два морских порта, то весьма целесообразно установить в этих портах достаточное число детекторов соответствующего типа.

### 7.3.2. Инициативные поиски

#### 7.3.2.1. Поиски конкретных источников

Первым элементом любого целенаправленного поиска бесхозного источника является разработка систематического плана поиска. В плане поиска следует точно указать:

- цели;
- границы поиски (географические или временные);
- радионуклид или диапазон радионуклидов, являющиеся предметом поиска;
- пределы обнаружения;
- используемые методы мониторинга (портативные приборы, с транспортных средств, воздушная съемка);
- процедуры обращения с найденными источниками (включая окончательное захоронение);
- обязанности различных участвующих сторон; и
- обеспечение кадровыми и финансовыми ресурсами.

Мероприятия по отслеживанию источника обычно начинаются с его последнего известного места нахождения путем проведения активного поиска в границах интересующей установки. Необходимо будет проводить работу по расследованию (т. е. административный поиск) с целью отслеживания последовательности событий, которые либо, как известно, привели к потере источника, либо могли способствовать ей. Важно провести сбор информации у соответствующих работников и руководства как можно скорее, прежде чем она будет утрачена в памяти, с тем чтобы определить потенциальные места нахождения или маршруты перемещения радиоактивного источника.

#### **Вставка 32: Источники для брахитерапии, потерянные в больнице**

Ввиду малых размеров они могли оказаться вдавненными в линолеум в коридорах или проходах, по которым эти источники или пациенты с имплантированными источниками могли перемещаться из больничных палат в операционную. Как правило, потерянные источники удавалось найти:

- в раковинах и туалетах при палатах и в отходящих от них канализационных трубах;
- на территории больницы;
- на коллекторных площадках для накопления твердых отходов, в баках для септических отходов, на заводах по сжиганию отходов; или
- все еще имплантированными в организме пациентов, выписанных из больницы.

Все это указывает на важность радиационного мониторинга в соответствующих местах.

Если местонахождение бесхозного источника на первоначальной площадке определено быть не может, то следует расширить поиск так, чтобы он охватывал другие возможные площадки. Кроме того, необходимо провести идентификацию и поиск по маршрутам и средствам транспортировки, соединяющим эти места, а также в возможных конечных пунктах назначения. Если вблизи проходят границы, то можно воспользоваться любыми установленными пассивными мониторами. В любом случае оповещение информированных компетентных органов соседних стран целесообразно и может требоваться в соответствии с упомянутыми выше конвенциями об оповещении и помощи [68].

На основе информации, полученной в результате первоначального поиска, необходимо дать экспертную оценку того, целесообразно ли расширение зоны поиска за пределы непосредственно указанных или предполагаемых областей. В случае положительного заключения целесообразно разбить поиск на стадии, с тем чтобы иметь возможность корректировки плана в свете опыта.

**Вставка 33: Поиск радиографического источника: Янанго, Перу.**

Причина этого инцидента и его последствия изложены во вставке 10. Сварщик и его помощник работали в трубе диаметром 2 м. Приблизительно в 11 час. 30 мин. прибыли радиографист и его помощник для проведения срочной радиографии отремонтированного сварного шва. Они оставили радиографический контейнер рядом с трубой. Ввиду неисправности ультразвукового испытательного оборудования радиографист покинул площадку, чтобы заменить оборудование. В 22 час. 00 мин. он возвратился и начал проводить радиографию. После проявления пленок оказалось, что ни одна из них не была экспонирована. Были начаты поиски источника, но поблизости он не был обнаружен. Один из возможных сценариев его исчезновения заключался в том, что он отсоединился от перемещающего его тросика, упал на землю и был подобран другим рабочим как интересная находка. Были совершены визиты ко всем сотрудникам, находившимся на площадке в тот день, начиная с тех, кто ближе всего находился к месту нахождения контейнера с источником. При приближении к дому сварщика радиационный монитор четко зарегистрировал наличие источника, и этот источник был успешно изъят.

Чем больше времени проходит между реальной потерей источника и его обнаружением, тем выше потенциальная возможность перемещения бесхозного источника. Если простой локальный поиск не приводит к обнаружению источника, то необходимо провести оценку:

- возможной сферы перемещения источника;
- масштабов поисков, которые могут потребоваться, исходя из сферы его перемещения и предыстории источника;
- ресурсов, требуемых для проведения таких поисков;
- различных сценариев достижения конечных результатов, включая критерии прекращения поисков; и
- потенциальных последствий в случае невозможности найти источник.

#### *7.3.2.2. Регулярные кампании по поиску*

Регулярные контрольные поиски неизвестных источников обычно рассматриваются в контексте пассивного обнаружения. Однако их можно творчески применять и к активным поискам. Примером того, как это может быть сделано, является ситуация, когда сотрудники регулирующих органов посещают другие части разрешенных помещений пользователя в ходе обычной инспекции. Можно затратить немного дополнительного времени, пройдя вдоль зон хранения или фундаментов с включенным детектором излучения и проверяя возможность присутствия там других неизвестных источников, о которых может не знать даже сам пользователь.

Если нет оснований полагать, что неизвестные источники могут находиться в конкретной части страны или на конкретной площадке, проведение общих инициативных физических поисков не рекомендуется. Пример случая, когда проведение общего инициативного поиска представлялось целесообразным, приведен во вставке 34.

### **7.4. Международная помощь при проведении поиска**

Иногда ситуация оправдывает проведение крупной программы по поиску, требуемые ресурсы для которой превышают возможности страны. Именно с намерением отчасти учесть такие ситуации были разработаны *Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии* и *Конвенции о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации* [68]. МАГАТЭ поручено осуществление этого, и в его Секретариате был создан центральный пункт, куда государства - члены МАГАТЭ, стороны этих двух Конвенций и соответствующие международные организации могут без задержек и эффективно направлять оповещения (в случае аварий) или доклады о событиях, запросы о чрезвычайной помощи и информационные запросы. С этой целью и для того чтобы способствовать координации действий в рамках Секретариата, в

1986 году Генеральным директором был учрежден и назначен Центр аварийного реагирования МАГАТЭ (ЦАР), призванный служить центром по управлению и контролю над ответными действиями МАГАТЭ в связи с ядерными авариями и радиационными аварийными ситуациями во всем мире. Этот центр находится в Центральных учреждениях МАГАТЭ в Вене, Австрия. В нормальных условиях работой этого центра руководит Секция аварийной готовности и аварийного реагирования Отдела радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов Департамента ядерной безопасности. В литературе [32] изложены процедуры представления отчетности и подготовки запросов о помощи.

#### **Вставка 34: Использование воздушной разведки: Грузия**

МАГАТЭ оказывало Республике Грузии помощь в отношении ее программы по радиационной безопасности в течение нескольких лет и особенно после инцидента в Лило [8], в ходе которого пограничники получили переоблучение от брошенного источника. Министерство Грузии по охране окружающей среды начало очистку территории с помощью МАГАТЭ, которое организовало учебные курсы и предоставило оборудование в рамках своей программы технического сотрудничества.

В ходе организованного грузинскими властями поиска были найдены (наряду со многими другими) четыре стронциевых источника. Активность каждого из них составляла около 1 500 ТБк (40 000 Ки). МАГАТЭ оказывало этим операциям по изъятию поддержку и предоставило консультации по вопросам обращения с четырьмя другими аналогичными источниками. Местонахождение этих источников было в целом известно, но доступ к ним ранее весны был невозможен из-за плохих погодных условий. В конечном итоге четыре контейнера для источников были обнаружены пустыми. Ввиду высокой вероятности возникновения серьезного ущерба и неопределенности местонахождения пропавших источников Республика Грузия обратилась к МАГАТЭ с просьбой оказать поддержку в поисках. МАГАТЭ в свою очередь запросило помощь государств-членов.

Совещания по подготовке к поиску были проведены в Республике Грузии и в Вене с целью изучения ситуации и выработки стратегии. Грузинские власти обозначили границы зоны, в которой они хотели бы организовать поиск. Однако имеющегося бюджета было недостаточно для проведения поиска в столь большой зоне с использованием требуемой системы обнаружения (оборудования и персонала). В качестве компромисса французскими участниками была предложена стратегия, основанная на поиске в более густонаселенных зонах заданной области поиска. С учетом чувствительности системы обнаружения, предложенной для проведения этой операции, и периода времени, в течение которого можно было пользоваться этой системой, размера населенных зон, в которых предстояло провести поиск, и уровня облучения, приемлемого для грузинских властей, был достигнут компромисс в отношении уровня активности, выше которого не предполагалось допускать переоблучения населения. МАГАТЭ и Республика Грузия согласились с этой стратегией. Французская поисковая группа использовала систему для картографической аэрогаммасъемки под названием HELINUC, установленную на вертолете, предоставленном грузинскими властями. Параметры облета вертолета были зафиксированы в соответствии с условиями компромиссной договоренности. Данные (спектр и положение) регистрировались в ходе полета и обрабатывались после посадки. Результаты полетов в течение дня поступали в тот же день в виде карты представителю МАГАТЭ, возглавлявшему эту группу. Карты, на которых были наглядно представлены результаты, позволяли принимать решения о действиях на следующий день.

В ходе операций поиска налет вертолета составил 81 час с системой обнаружения, было обследовано 1200 км<sup>2</sup>, и в населенной зоне вблизи г. Поты был обнаружен цезиевый источник активностью около 100 МБк. Группа грузинских специалистов, отвечающая за возвращение источника, изъясла его, используя имеющиеся у нее средства.

Примечание по последующим действиям: Два высокоактивных стронциевых источника были обнаружены в конце 2001 года после того, как три лесоруба получили серьезные радиационные поражения. Они были изъятые в феврале 2002 года. Впоследствии в июне 2002 года в попытке найти остальные два известных источника были проведены дальнейшие наземные (пешие, на лошадях и транспортных средствах) радиологические обследования.

## **7.5. Проверка найденных источников**

Идентификация найденных источников является важной частью процесса поиска. Если поиск был организован в связи с потерей источника, то необходимо подтвердить, что найденный источник в действительности является тем, который искали. Если же это другой источник, то это значит, что поиск еще не завершен.

Если поиск не является конкретным, то идентификацию источника необходимо проводить в качестве части расследования, как обсуждено выше.

Лучший метод идентификации – это идентификация по серийному номеру, если он имеется и может быть считан. В противном случае тип радионуклида и его

радиоактивность могут быть установлены путем спектрометрических измерений и соответствующих измерений мощности дозы. Измерение физических параметров, таких, как размеры, может также предоставить данные об источнике и его предполагаемом предназначении. При наличии такой информации можно, используя разработанный в МАГАТЭ каталог закрытых радиоактивных источников и конструкций устройств [70], идентифицировать тип источника, его первоначальное предназначение и изготовителя.

## 7.6. Критерии прекращения поисков

Одним из наиболее трудных для принятия решений является решение о том, когда следует завершить безуспешный поиск. Такое решение может основываться на многих факторах, в том числе:

- имеются ли какие-либо полезные сведения или указания, которые еще предстоит проверить;
- категория источника;
- возможные последствия того, что источник будет найден неспециалистом;
- период полураспада, активность и время, прошедшее после потери;
- вероятность того, что источник находится в месте, не доступном лицам из числа населения;
- необходимость высвобождения ресурсов, используемых при поиске, с целью выполнения другой работы;
- общественное и политическое давление и уровень обеспокоенности.

### Вставка 35: Пример решения о прекращении поиска: Индия

Распавшийся промышленный радиографический источник  $^{192}\text{Ir}$ , который был упакован и транспортировался в облучателе промышленного радиографического устройства, был помещен в неправильное место перевозчиком и не отправлен грузополучателю. После детального поиска было выяснено, что упаковка, по-видимому, в хорошем состоянии, была направлена службами грузоотправителя по неправильному адресу. Поскольку грузом никто не интересовался и никто его не забрал, он был направлен на один из складов перевозчика. В связи с этим событием предпринимались последующие меры, но через несколько месяцев проверки различных складов, принадлежащих перевозчику, было решено прекратить поиск. Ключевыми факторами при принятии этого решения были следующие:

- Прежде всего, активность источника была низкой, и она дополнительно уменьшилась за время поиска. (Период полураспада  $^{192}\text{Ir}$  составляет всего 74 дня.
- Все учетные записи, относящиеся к этой упаковке, показывали, что она не выставлялась на аукцион и не была утилизирована иным образом.
- Из имеющихся учетных записей было ясно, что упаковка находится в хорошем состоянии и что она не вскрывалась.
- Источник использовался в облучательном устройстве промышленной радиографии, с которым мог работать только подготовленный специалист.
- Поскольку у перевозчика имелось большое число складов, отслеживание упаковки потребовало бы значительных дополнительных усилий, времени и финансовых затрат. Доза, которая могла бы иметь место в случае вскрытия упаковки лицом, не имеющим разрешения, не оправдывала продолжение поиска.

Впоследствии, через несколько месяцев, упаковку удалось разыскать в первоначальной транспортной конторе. Она не подвергалась несанкционированному воздействию, и источник оставался нетронутым.

Существуют примеры, когда поиск во всех явно очевидных потенциальных местах нахождения уже завершён и в то же время имеются убедительные косвенные доказательства нахождения в конечной точке, которая вряд ли приведет к серьезным последствиям (вставки 34, 35). Однако есть и другие примеры, когда возможные конечные точки были недостаточно хорошо определены, а масштабы потенциальных последствий могли быть значительны, и поэтому поиски были продолжены (вставка 37).

**Вставка 36: Поиск, в результате которого не удалось найти источник и который был прекращен: Соединенное Королевство**

В мае 2000 года компания, занимающаяся производством полиэфирной ваты для использования в постельных принадлежностях и мебели, сообщила о потере источника  $^{241}\text{Am}$  активностью 11,1 ГБк, который использовался при измерениях толщины ваты. Локальный поиск с использованием дозиметрического оборудования подтвердил, что источник не находится в помещениях компании. Источник был смонтирован на производственном оборудовании, которое было разобрано и продано компании по вторичной переработке металлов в октябре 1999 года. Источники на двух других оставшихся машинах оставались на своих местах, но было отмечено, что на держателях источников почти полностью пропала маркировка, указывающая, что они содержат радиоактивные источники. Был сделан вывод о том, что, вероятнее всего, источник попал на завод по вторичной переработке металлов. Хотя на этом заводе установлен порталый монитор, было вполне возможно, что ввиду низкой энергии гамма-излучения  $^{241}\text{Am}$  и экранирующего эффекта стального корпуса излучение источника не было обнаружено. Свидетельств загрязнения площадки для хранения металлолома выявлено не было. Соответствующая информация была направлена другим организациям в технологической цепочке вторичной переработки металлов, но никаких сообщений о проблемах не поступило.

Был сделан вывод о том, что:

- источник, вероятно, был расплавлен в неизвестном месте;
- потенциальные последствия, связанные с результирующим загрязнением стали, оказались (ввиду самоэкранирования) весьма незначительными;
- в результате было принято решение о прекращении дальнейших поисков.

**Вставка 37: Пример решения не прекращать поиски: Индия**

Источник, используемый при каротаже скважин, был похищен из помещения, где он хранился. В результате детальных поисков, расследования и опросов было установлено, что похищенный источник был выброшен в ближайшую реку. Ввиду большого веса головки, в которой находился источник, он, вероятнее всего, увяз в донных отложениях. С целью определения местонахождения головки и источника под водой были предприняты значительные усилия, но они оказались безуспешными. Однако после проведения оценки было принято решение не прекращать поиски, поскольку:

- приблизительное местонахождение источника было известно, и к этому месту имело доступ население;
- имелась возможность восстановления контроля над источником, даже несмотря на то, что для этого требовались значительное время, усилия и денежные средства;
- период полураспада источника составлял 450 лет;
- опасность, связанная с поисками источника, была незначительна.

Поиски продолжались до тех пор, пока источник в конце концов не был возвращен.



## **ГЛАВА 8. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПЛАНА ДЕЙСТВИЙ**

### **8.1. Принятие решения о продолжении действий**

После того как разработан план действий в рамках национальной стратегии, необходимо принять на высоком уровне твердое решение о его осуществлении. Необходимо, чтобы у тех, кто несет ответственность за обеспечение сохранения и улучшения контроля над радиоактивными источниками, имелись требуемые полномочия и ресурсы для осуществления плана; в противном случае осуществить его не удастся. Если имеются долгосрочные или весьма дорогостоящие действия, требующие дополнительного обсуждения и оценки до их принятия, ими следует заниматься отдельно, а остальную часть плана утвердить. Лучше всего, если санкция на осуществление плана дается в письменном виде соответствующим высшим компетентным органом.

### **8.2. Осуществление**

Осуществление плана действий после того, как он утвержден, является относительно простой задачей. Осуществление будет зависеть от конкретного характера каждого из действий. Ясно, что вначале необходимо заниматься осуществлением наиболее высокоприоритетных действий.

Если ответственный за осуществление орган полагает, что у него не имеется ресурсов или технических знаний, необходимых для осуществления конкретных задач, следует изучить возможности получения помощи на двусторонней или международной основе. Существуют различные способы получения дополнительной помощи, в частности в отношении мощных источников, которые могут быть утеряны или уязвимы с точки зрения безопасности или сохранности. МАГАТЭ имеет несколько механизмов предоставления такой помощи.

### **8.3. Оценка эффективности плана и его обновление**

Планы действий в силу своего характера достаточно быстро устаревают в процессе осуществления, поскольку действия завершаются или претерпевают изменения по мере их выполнения. По мере выполнения работы также возникают новые ситуации, происходит сбор новой информации, появляются или иссякают ресурсы и улучшается понимание того, что необходимо в тех или иных областях. По этим и другим причинам необходимо на ежегодной основе проводить оценку, рассмотрение и пересмотр плана действий в рамках национальной стратегии. Однако процесс рассмотрения и пересмотра – это гораздо менее объемная работа, чем разработка первоначального плана. По мере завершения высокоприоритетных действий задачи, бывшие низкоприоритетными, становятся в пересмотренном плане более высокоприоритетными.



## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Уроки аварий на промышленных облучательных установках, МАГАТЭ, Вена (1997).
- [2] WHEATLEY, J., ORTIZ-LOPEZ, P., "IAEA Radiation Events Database (RADEV)", Radiological Protection of Patients in Diagnostic and Interventional Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy (Proc. Int. Conf. Malaga, 2001), IAEA-CN-85-268, IAEA, Vienna (2001).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 7, IAEA, Vienna (1998).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy, Safety Reports Series No. 17, IAEA, Vienna (2000).
- [5] COMISION NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDIAS, Accidente por contaminacion con cobalto-60, Mexico, Rep. CNSNS-IT-001, CNSNS, Mexico City (1984).
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Радиационная авария в Гоянии, МАГАТЭ, Вена (1989).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Tammiku, IAEA, Vienna (1998).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Lilo, IAEA, Vienna (2000).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Istanbul, IAEA, Vienna (2000).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Samut Prakarn, IAEA, Vienna (2002).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Radiation Sources and Security of Radioactive Materials, (Proc. Int. Conf., Dijon, 1998), IAEA, Vienna (1999).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, National Regulatory Authorities with Competencies in the Safety of Radiation Sources and the Security of Radioactive Materials, (Proc. Conf. Buenos Aires, 2000), C&S Papers Series No. 9/P, IAEA, Vienna (2001).
- [13] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Международная конференция по сохранности радиоактивных источников. Выводы Председателя Конференции.  
[http://www-rasanet.iaea.org/downloads/meetings/rdd\\_findings.pdf](http://www-rasanet.iaea.org/downloads/meetings/rdd_findings.pdf), МАГАТЭ, Вена (2003).
- [14] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. План действий по безопасности радиационных источников и обеспечению сохранности радиоактивных материалов, GOV/1999/46-GC(43)/10, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [15] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Пересмотренный план действий по безопасности и сохранности источников излучения, GOV/2001/29-GC(45)/12, Приложение, МАГАТЭ, Вена (2001).
- [16] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Проект плана действий по безопасности и сохранности радиоактивных источников, GOV/2003/47-GC/47/7, Приложение 1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Categorization of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1191, Vienna (2000).

- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Categorization of Radioactive Sources, IAEA-TECDOC-1344, Vienna (2003).
- [19] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, IAEA/CODEOC/2001, МАГАТЭ, Вена (2001).
- [20] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, GOV/2003/49-GC(47)/9, Приложение 1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Security of Radioactive Sources: Interim Guidance for Comment, IAEA-TECDOC-1355, Vienna (2003).
- [22] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Защита от ядерного терроризма: конкретные предложения, GOV/2002/10, МАГАТЭ, Вена (2002).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methods to Identify and Locate Spent Radiation Sources, IAEA-TECDOC-804, Vienna (1995).
- [24] ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).
- [25] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки, Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № GS-R-1, Вена (2003).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Organization and Implementation of a National Regulatory Infrastructure Governing Protection against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1067, Vienna (1999).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment Plans for Authorization and Inspection of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1113, Vienna (1999).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment by Peer Review of the Effectiveness of a Regulatory Programme for Radiation Safety, IAEA-TECDOC-1217, Vienna (2001).
- [29] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Готовность и реагирование в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации, Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № GS-R-2, Вена (2003).
- [30] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Общие инструкции оценки и реагирования на радиологические аварийные ситуации, IAEA-TECDOC-1162, Вена (2004).
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Accident/Radiological Emergency Assistance Plan, EPR-NAREAP, IAEA, Vienna (2000).
- [32] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Emergency Notification and Assistance: Technical Operations Manual, EPR-ENATOM, IAEA, Vienna (2002).

- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Joint Radiation Emergency Response Plan of the International Organizations, EPR-JPLAN, IAEA (2002).
- [34] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, EPR-METHOD, IAEA, Vienna (2003).
- [35] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Физическая защита ядерного материала и ядерных установок, INFCIRC/225/Rev.4 (Corrected), МАГАТЭ, Вена (1999).
- [36] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Предотвращение непреднамеренного перемещения и незаконного оборота радиоактивных материалов, IAEA-TECDOC-1311, Вена (2003).
- [37] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Обнаружение радиоактивных материалов на границах, IAEA-TECDOC-1312/R, Вена (2002).
- [38] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Реагирование на события, связанные с непреднамеренным перемещением или незаконным оборотом радиоактивных материалов, IAEA-TECDOC-1313/R, Вена (2003).
- [39] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Reference Design for a Centralized Spent Sealed Sources Facility, IAEA-TECDOC-806, Vienna (1995).
- [40] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handling, Conditioning and Storage of Spent Sealed Radioactive Sources, IAEA-TECDOC-1145, Vienna (2002).
- [41] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Spent High Activity Radioactive Sources, IAEA-TECDOC-1301, Vienna (2002).
- [42] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Disused Long Lived Sealed Radioactive Sources (LLSRS), IAEA-TECDOC-1357, Vienna (2003).
- [43] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Considerations in the Disposal of Disused Sealed Radioactive Sources in Borehole Facilities, IAEA-TECDOC-1368, Vienna (2003).
- [44] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Standards Series No. TS-R-1 (ST-1, Revised), IAEA, Vienna (2000).
- [45] MESERVE, R.A., "Effective Regulatory Control of Radioactive Sources", National Regulatory Authorities with Competence in the Safety of Radiation Sources and the Security of Radioactive Materials (Proc. Int. Conf., Buenos Aires, 2000), IAEA-CN-84/2, IAEA, Vienna (2001).
- [46] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Safety of Gamma and Electron Irradiation Facilities, Safety Series No. 107, IAEA, Vienna (1992).
- [47] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in San Salvador, IAEA, Vienna (1990).
- [48] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Soreq, IAEA, Vienna (1993).
- [49] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident at the Irradiation Facility in Nesvizh, IAEA, Vienna (1996).
- [50] US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Loss of an Iridium-192 Source and Therapy Misadministration at Indiana Regional Cancer Center, Indiana, Pennsylvania, on November 16, 1992, NUREG-1480, USNRC, Washington, DC (1993).

- [51] UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, EUROPEAN COMMISSION, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Report on the Improvement of the Management of Radiation Protection Aspects in the Recycling of Metal Scrap, UNECE/TRADE/278, UNECE, Geneva (2002).
- [52] LUBENAU, J.O., "Unwanted Radioactive Sources in the Public Domain: A Historical Perspective", Health Physics, 76 (2), S16 (1999).
- [53] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiological Conditions in Areas of Kuwait with Residues of Depleted Uranium, Radiological Assessment Reports Series, IAEA, Vienna (2003).
- [54] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Authority Information System (RAIS), (Computer software and instructions manual, Version 2.0), IAEA, Vienna, 1999.
- [55] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Measures to Prevent, Intercept and Respond to Illicit Uses of Nuclear Material and Radioactive Sources (Proc. Conf. Stockholm, 2001), C&S Papers Series No. 12, IAEA, Vienna (2002).
- [56] ANZELON, G., HAMMOND, W., NICHOLAS, M., "The IAEA's Illicit Trafficking Database Programme", Measures to Prevent, Intercept and Respond to Illicit Uses of Nuclear Material and Radioactive Sources (Proc. Conf. Stockholm, 2001), C&S Papers Series No. 12, IAEA, Vienna (2002).
- [57] LUBENAU, J.O., YUSKO, J.G., "Radioactive Materials in Recycled Metals-An Update", Health Physics, 74 (3), 293-299 (1998).
- [58] NETHERLANDS MINISTRY OF HOUSING, SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT, Incidents involving radioactive substances in 1999 and 2000, Inspectorate for the Environment – South-West, Report No. 17055/185, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Hague (2001).
- [59] CHANG, W.P., CHAN, C-C., WANG, J-D., "<sup>60</sup>Co Contamination in Recycled Steel Resulting in Elevated Civilian Radiation Doses: Causes and Challenges", Health Physics, 73 (3), 465-472 (1997).
- [60] HWANG, J.S., CHAN, C.C., WANG, J.D., CHANG, W.P. "Radiation Exposure Modeling for Apartment Living Spaces with Multiple Radioactive Sources", Health Physics, 74 (3), 379-386 (1998).
- [61] HWANG, J.S., CHANG, J.B., CHANG, W.P. "Spread of <sup>60</sup>Co Contaminated Steel and its Legal Consequences in Taiwan", Health Physics, 81 (6), 655-660 (2001).
- [62] YUSKO, J.G., Problems with Radioactive Sources in Recycled Metals, "Environmental Concepts for the Automotive Industry", SP-1542, SAE Technical Papers Series 2000-01-0667, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, Pennsylvania (2000).
- [63] US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Orphan Sources Initiative, Clean Materials Program, <http://www.epa.gov/radiation/cleanmetals/orphan.htm>
- [64] CONFERENCE OF RADIATION CONTROL PROGRAM DIRECTORS, INC., A National Orphan Radioactive Material Disposition Program, [http://www.crcpd.org/Special\\_Services.asp](http://www.crcpd.org/Special_Services.asp).
- [65] US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NMSS Licensee Newsletter, June-July 2001, NUREG/BR-0117, USNRC, Washington (2001).
- [66] NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD, HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, ENVIRONMENT AGENCY, IRID: Ionising Radiations Incident Database, First Review of Cases Reported and Operation of the Database, NRPB, Didcot (1999).
- [67] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, United Nations, New York (2000).

- [68] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Convention on Early Notification of a Nuclear Accident and Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency, Adopted on 26 September 1986, at the 8<sup>th</sup>, 1986, plenary meeting, Legal Series No. 14, IAEA, Vienna (1986).
- [69] NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD, National Arrangements for Incidents Involving Radioactivity, Users Handbook 2000 edition, NRPB, Didcot (2000).
- [70] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, International Catalogue of Sealed Radioactive Sources and Devices, IAEA, Vienna (2002).
- [71] AUSTRIAN RESEARCH CENTERS SEIBERSDORF, Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program, Final Report, OEFZS-G-0002, Seibersdorf (2000).





## ДОПОЛНЕНИЕ I. УПРОЩЕННОЕ ОПИСАНИЕ КАТЕГОРИЙ (ВОСПРОИЗВЕДЕНО ИЗ IAEA-TECDOC-1344)

Ниже для целей общественной информации приводится упрощенное описание категорий.

Радиоактивные источники находят во всем мире самое разнообразное и полезное применение в промышленности, медицине, научных исследованиях и образовании. При безопасном обращении с такими источниками и их надежной защите риски для работников и населения сводятся к минимуму, а полезные результаты перевешивают опасности, связанные с их использованием.

Однако, если радиоактивный источник выходит из-под контроля и становится неэкранированным или рассеивается в результате, например, аварии или злонамеренного действия, облучение людей может достигать опасных уровней. Радиоактивный источник считается опасным, если он может "угрожать жизни" или нанести долговременный ущерб здоровью, который вызовет снижение качества жизни облученного лица. Долговременный ущерб здоровью включает ожоги, требующие хирургического вмешательства, и, например, ослабляющие травмы рук. Облучение считается опасным, если оно приводит к повреждению ткани или органа, которое может привести к смерти в течение нескольких лет (повышенные риски заболевания раком не учитываются). Временные поражения, такие, как покраснение и раздражение кожи или временные изменения состава крови, не считаются опасными. Степень любых таких поражений будет зависеть от многих факторов, в том числе: от размера радиоактивного источника; от расстояния до источника и от времени облучения; от экранирования источника; и от того, был ли радиоактивный материал рассеян и произошло ли загрязнение кожи или поступление в организм через органы дыхания или пищеварения.

В настоящей категоризации радиоактивные источники классифицированы, исходя из их потенциальной способности вызывать прямые вредные последствия для здоровья в случае, если не обеспечивается безопасное обращение с источником или его надежная защита.

Ниже приводится упрощенное описание относительных опасностей как дискретных источников, так и рассеянного радиоактивного материала. Источники сгруппированы в пять категорий: источники категории 1 являются потенциально наиболее опасными, а источники категории 5 не опасны.

### I.1. Категория 1

#### I.1.1. *Дискретные источники*<sup>1</sup>

**Крайне опасное для жизни:** Это количество радиоактивного материала, если в отношении него не осуществляется безопасное обращение или надежная защита, может, вероятно, причинить непоправимое увечье лицу, которое совершало с ним действия или каким-либо иным образом вступало в контакт с ним в течение более чем нескольких минут. При нахождении на близком расстоянии от этого количества неэкранированного материала в течение периода от нескольких минут до одного часа возможен смертельный исход.

---

<sup>1</sup> "Дискретный источник" означает радиоактивный источник, который можно извлечь целиком или обращаться с ним как с единым целым (например, источники в виде металла, керамики, порошка в капсуле или жидкости или газа в герметичном контейнере).

### ***1.1.2. Рассеянный радиоактивный материал***

Это количество радиоактивного материала, если оно подверглось рассеиванию в результате пожара или взрыва, в принципе может нанести, но в действительности маловероятно, что нанесет долгосрочный ущерб здоровью или будет угрожать жизни находящихся в непосредственной близости людей. Риск прямых вредных последствий для здоровья лиц, находящихся на удалении более нескольких сотен метров, может быть незначительным или вообще отсутствовать, но в подвергшихся загрязнению зонах необходимо будет провести дезактивацию в соответствии с международными нормами. Размеры подлежащей дезактивации зоны будут зависеть от многих факторов (в том числе от размеров и типа источника, то того, произошло ли и как произошло его рассеивание, и от погодных условий). В случае крупных источников дезактивации подлежит зона площадью в квадратный километр или более.

Загрязнение источником категории 1 общественного водопровода до опасных уровней представляется весьма маловероятным даже в том случае, если источник хорошо растворяется в воде.

## **1.2. Категория 2**

### ***1.2.1. Дискретные источники***

**Весьма опасное для жизни:** Это количество радиоактивного материала, если в отношении него не осуществляется безопасное обращение или надежная защита, может причинять непоправимое увечье лицу, которое совершало с ним действия или каким-либо иным образом вступало в контакт с ним в течение короткого времени (от нескольких минут до часов). При нахождении на близком расстоянии от этого количества незранированного материала в течение периода от нескольких часов до нескольких дней возможен смертельный исход.

### ***1.2.2. Рассеянный радиоактивный материал***

Это количество радиоактивного материала, если оно подверглось рассеиванию в результате пожара или взрыва, в принципе может нанести, но в действительности весьма маловероятно, что нанесет долгосрочный ущерб здоровью или будет угрожать жизни находящихся в непосредственной близости людей. Риск прямых вредных последствий для здоровья лиц, находящихся на удалении порядка нескольких сотен метров, может быть незначительным или вообще отсутствовать, но в подвергшихся загрязнению зонах необходимо будет провести дезактивацию в соответствии с международными нормами. Размеры подлежащей дезактивации зоны будут зависеть от многих факторов (в том числе от размеров и типа источника, то того, произошло ли и как произошло его рассеивание, и от погодных условий), но, вероятно, не превысят квадратного километра.

Загрязнение источником категории 2 общественного водопровода до опасных уровней по существу невозможно даже в том случае, если источник хорошо растворяется в воде.

### **I.3. Категория 3**

#### ***I.3.1. Дискретные источники***

**Опасное для жизни:** Это количество радиоактивного материала, если в отношении него не осуществляется безопасное обращение или надежная защита, может причинять непоправимое увечье лицу, которое совершало с ним действия или каким-либо иным образом вступало в контакт с ним в течение нескольких часов. При нахождении на близком расстоянии от этого количества неэкранированного материала в течение периода от нескольких дней до нескольких недель возможен, но маловероятен смертельный исход.

#### ***I.3.2. Рассеянный радиоактивный материал***

Это количество радиоактивного материала, если оно подверглось рассеиванию в результате пожара или взрыва, в принципе может нанести, но в действительности крайне маловероятно, что нанесет долгосрочный ущерб здоровью или будет угрожать жизни находящихся в непосредственной близости людей. Риск прямых вредных последствий для здоровья лиц, находящихся на удалении более нескольких метров, может быть незначительным или вообще отсутствовать, но в подвергшихся загрязнению зонах необходимо будет провести дезактивацию в соответствии с международными нормами. Размеры подлежащей дезактивации зоны будут зависеть от многих факторов (в том числе от размеров и типа источника, то того, произошло ли и как произошло его рассеивание, и от погодных условий), но вероятно, не превысят небольшой части квадратного километра.

Загрязнение источником категории 3 общественного водопровода до опасных уровней по существу невозможно даже в том случае, если источник хорошо растворяется в воде.

### **I.4. Категория 4**

#### ***I.4.1. Дискретные источники***

**Вряд ли представляют опасность:** Весьма маловероятно, что это количество радиоактивного материала может причинить кому-либо непоправимое увечье. Однако это количество неэкранированного радиоактивного материала, если в отношении него не осуществляется безопасное обращение или надежная защита, может, хотя это и маловероятно, причинить временное увечье лицу, которое совершало с ним действия или каким-либо иным образом вступало в контакт с ним в течение периода многих недель.

#### ***I.4.2. Рассеянный радиоактивный материал***

Это количество радиоактивного материала, если оно подверглось рассеиванию в результате пожара или взрыва, не может нанести долгосрочного ущерба здоровью людей.

## **I.5. Категория 5**

### ***I.5.1. Дискретные источники***

**Не представляют опасности:** Это количество радиоактивного материала не может нанести никакого долгосрочного ущерба здоровью людей.

### ***I.5.2. Рассеянный радиоактивный материал***

Это количество радиоактивного материала, если оно подверглось рассеиванию в результате пожара или взрыва, не может нанести долгосрочного ущерба здоровью людей.

## ДОБАВЛЕНИЕ II. НЕКОТОРЫЕ ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ИНТЕРЕС ВИДЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И РАДИОНУКЛИДЫ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ДИАПАЗОНЫ АКТИВНОСТИ

Практическая деятельность	Радионуклид		Используемое количество	
			Ки	ТБк
Категория 1				
Радиоизотопные термоэлектрические генераторы (RTGs)	Sr-90	макс.	6,8E+05	2,5E+04
	Sr-90	мин.	9,0E+03	3,3E+02
	Sr-90	тип.	2,0E+04	7,4E+02
	Pu-238	макс.	2,8E+02	1,0E+01
	Pu-238	мин.	2,8E+01	1,0E+00
	Pu-238	тип.	2,8E+02	1,0E+01
Облучатели для стерилизации и для сохранения пищевых продуктов	Co-60	макс.	1,5E+07	5,6E+05
	Co-60	мин.	5,0E+03	1,9E+02
	Co-60	тип.	4,0E+06	1,5E+05
	Cs-137	макс.	5,0E+06	1,9E+05
	Cs-137	мин.	5,0E+03	1,9E+02
	Cs-137	тип.	3,0E+06	1,1E+05
Облучатели: самоэкранированные	Cs-137	макс.	4,2E+04	1,6E+03
	Cs-137	мин.	2,5E+03	9,3E+01
	Cs-137	тип.	1,5E+04	5,6E+02
	Co-60	макс.	5,0E+04	1,9E+03
	Co-60	мин.	1,5E+03	5,6E+01
	Co-60	тип.	2,5E+04	9,3E+02
Облучатели: крови/ткани	Cs-137	макс.	1,2E+04	4,4E+02
	Cs-137	мин.	1,0E+03	3,7E+01
	Cs-137	тип.	7,0E+03	2,6E+02
	Co-60	макс.	3,0E+03	1,1E+02
	Co-60	мин.	1,5E+03	5,6E+01
	Co-60	тип.	2,4E+03	8,9E+01
Многопучковая телетерапия (гамма-нож)	Co-60	макс.	1,0E+04	3,7E+02
	Co-60	мин.	4,0E+03	1,5E+02
	Co-60	тип.	7,0E+03	2,6E+02
Телетерапия	Co-60	макс.	1,5E+04	5,6E+02
	Co-60	мин.	1,0E+03	3,7E+01
	Co-60	тип.	4,0E+03	1,5E+02
	Cs-137	макс.	1,5E+03	5,6E+01
	Cs-137	мин.	5,0E+02	1,9E+01
	Cs-137	тип.	5,0E+02	1,9E+01

Практическая деятельность	Радионуклид		Используемое количество	
			Ки	ТБк
Категория 2				
Промышленная радиография	Co-60	макс.	2,0E+02	7,4E+00
	Co-60	мин.	1,1E+01	4,1E-01
	Co-60	тип.	6,0E+01	2,2E+00
	Ir-192	макс.	2,0E+02	7,4E+00
	Ir-192	мин.	5,0E+00	1,9E-01
	Ir-192	тип.	1,0E+02	3,7E+00
	Se-75	макс.	8,0E+01	3,0E+00
	Se-75	мин.	8,0E+01	3,0E+00
	Se-75	тип.	8,0E+01	3,0E+00
	Yb-169	макс.	1,0E+01	3,7E-01
	Yb-169	мин.	2,5E+00	9,3E-02
	Yb-169	тип.	5,0E+00	1,9E-01
	Tm-170	макс.	2,0E+02	7,4E+00
	Tm-170	мин.	2,0E+01	7,4E-01
	Tm-170	тип.	1,5E+02	5,6E+00
Брахитерапия высоких/средних мощностей дозы	Co-60	макс.	2,0E+01	7,4E-01
	Co-60	мин.	5,0E+00	1,9E-01
	Co-60	тип.	1,0E+01	3,7E-01
	Cs-137	макс.	8,0E+00	3,0E-01
	Cs-137	мин.	3,0E+00	1,1E-01
	Cs-137	тип.	3,0E+00	1,1E-01
	Ir-192	макс.	1,2E+01	4,4E-01
	Ir-192	мин.	3,0E+00	1,1E-01
	Ir-192	тип.	6,0E+00	2,2E-01
Калибровочные установки	Co-60	макс.	3,3E+01	1,2E+00
	Co-60	мин.	5,5E-01	2,0E-02
	Co-60	тип.	2,0E+01	7,4E-01
	Cs-137	макс.	3,0E+03	1,1E+02
	Cs-137	мин.	1,5E+00	5,6E-02
	Cs-137	тип.	6,0E+01	2,2E+00

Практическая деятельность	Радионуклид		Используемое количество	
			Ки	ТБк
Категория 3				
Уровнемеры	Cs-137	макс.	5,0E+00	1,9E-01
	Cs-137	мин.	1,0E+00	3,7E-02
	Cs-137	тип.	5,0E+00	1,9E-01
	Co-60	макс.	1,0E+01	3,7E-01
	Co-60	мин.	1,0E-01	3,7E-03
	Co-60	тип.	5,0E+00	1,9E-01
Калибровочные установки	Am-241	макс.	2,0E+01	7,4E-01
	Am-241	мин.	5,0E+00	1,9E-01
	Am-241	тип.	1,0E+01	3,7E-01
Конвейерные средства измерений	Cs-137	макс.	4,0E+01	1,5E+00
	Cs-137	мин.	1,0E-01	3,7E-03
	Cs-137	тип.	3,0E+00	1,1E-01
	Cf-252	макс.	3,7E-02	1,4E-03
	Cf-252	мин.	3,7E-02	1,4E-03
	Cf-252	тип.	3,7E-02	1,4E-03
Средства измерений в доменных печах	Co-60	макс.	2,0E+00	7,4E-02
	Co-60	мин.	1,0E+00	3,7E-02
	Co-60	тип.	1,0E+00	3,7E-02
Датчики землечерпалок	Co-60	макс.	2,6E+00	9,6E-02
	Co-60	мин.	2,5E-01	9,3E-03
	Co-60	тип.	7,5E-01	2,8E-02
	Cs-137	макс.	1,0E+01	3,7E-01
	Cs-137	мин.	2,0E-01	7,4E-03
	Cs-137	тип.	2,0E+00	7,4E-02
Вращающиеся измерители толщины стенок труб	Cs-137	макс.	5,0E+00	1,9E-01
	Cs-137	мин.	2,0E+00	7,4E-02
	Cs-137	тип.	2,0E+00	7,4E-02
Источники, используемые при пуске исследовательских реакторов	Am-241/Be	макс.	5,0E+00	1,9E-01
	Am-241/Be	мин.	2,0E+00	7,4E-02
	Am-241/Be	тип.	2,0E+00	7,4E-02
Каротаж скважин	Am-241/Be	макс.	2,3E+01	8,5E-01
	Am-241/Be	мин.	5,0E-01	1,9E-02
	Am-241/Be	тип.	2,0E+01	7,4E-01
	Cs-137	макс.	2,0E+00	7,4E-02
	Cs-137	мин.	1,0E+00	3,7E-02
	Cs-137	тип.	2,0E+00	7,4E-02
	Cf-252	макс.	1,1E-01	4,1E-03
	Cf-252	мин.	2,7E-02	1,0E-03
	Cf-252	тип.	3,0E-02	1,1E-03
Электронные стимуляторы сердца	Pu-238	макс.	8,0E+00	3,0E-01
	Pu-238	мин.	2,9E+00	1,1E-01
	Pu-238	тип.	3,0E+00	1,1E-01
Калибровочные источники	Pu-239/Be	макс.	1,0E+01	3,7E-01
	Pu-239/Be	мин.	2,0E+00	7,4E-02
	Pu-239/Be	тип.	3,0E+00	1,1E-01

Практическая деятельность	Радионуклид		Используемое количество	
			Ки	ТБк
Категория 4				
Брахитерапия низких мощностей дозы	Cs-137	макс.	7,0E-01	2,6E-02
	Cs-137	мин.	1,0E-02	3,7E-04
	Cs-137	тип.	5,0E-01	1,9E-02
	Ra-226	макс.	5,0E-02	1,9E-03
	Ra-226	мин.	5,0E-03	1,9E-04
	Ra-226	тип.	1,5E-02	5,6E-04
	I-125	макс.	4,0E-02	1,5E-03
	I-125	мин.	4,0E-02	1,5E-03
	I-125	тип.	4,0E-02	1,5E-03
	Ir-192	макс.	7,5E-01	2,8E-02
	Ir-192	мин.	2,0E-02	7,4E-04
	Ir-192	тип.	5,0E-01	1,9E-02
	Au-198	макс.	8,0E-02	3,0E-03
	Au-198	мин.	8,0E-02	3,0E-03
	Au-198	тип.	8,0E-02	3,0E-03
	Cf-252	макс.	8,3E-02	3,1E-03
	Cf-252	мин.	8,3E-02	3,1E-03
	Cf-252	тип.	8,3E-02	3,1E-03
Толщиномеры	Kr-85	макс.	1,0E+00	3,7E-02
	Kr-85	мин.	5,0E-02	1,9E-03
	Kr-85	тип.	1,0E+00	3,7E-02
	Sr-90	макс.	2,0E-01	7,4E-03
	Sr-90	мин.	1,0E-02	3,7E-04
	Sr-90	тип.	1,0E-01	3,7E-03
	Am-241	макс.	6,0E-01	2,2E-02
	Am-241	мин.	3,0E-01	1,1E-02
	Am-241	тип.	6,0E-01	2,2E-02
	Pm-147	макс.	5,0E-02	1,9E-03
	Pm-147	мин.	5,0E-02	1,9E-03
	Pm-147	тип.	5,0E-02	1,9E-03
	Cm-244	макс.	1,0E+00	3,7E-02
	Cm-244	мин.	2,0E-01	7,4E-03
	Cm-244	тип.	4,0E-01	1,5E-02
Измерители уровня заполнения	Am-241	макс.	1,2E-01	4,4E-03
	Am-241	мин.	1,2E-02	4,4E-04
	Am-241	тип.	6,0E-02	2,2E-03
	Cs-137	макс.	6,5E-02	2,4E-03
	Cs-137	мин.	5,0E-02	1,9E-03
	Cs-137	тип.	6,0E-02	2,2E-03
Калибровочные установки	Sr-90	макс.	2,0E+00	7,4E-02
	Sr-90	мин.	2,0E+00	7,4E-02
	Sr-90	тип.	2,0E+00	7,4E-02



Практическая деятельность	Радионуклид		Используемое количество	
			Ки	ТБк
Влагомеры	Am-241/Be	макс.	1,0E-01	3,7E-03
	Am-241/Be	мин.	5,0E-02	1,9E-03
	Am-241/Be	тип.	5,0E-02	1,9E-03
Плотномеры	Cs-137	макс.	1,0E-02	3,7E-04
	Cs-137	мин.	8,0E-03	3,0E-04
	Cs-137	тип.	1,0E-02	3,7E-04
Влагомеры/ плотномеры	Am-241/Be	макс.	1,0E-01	3,7E-03
	Am-241/Be	мин.	1,0E-02	3,7E-04
	Am-241/Be	тип.	5,0E-02	1,9E-03
	Cs-137	макс.	1,1E-02	4,1E-04
	Cs-137	мин.	8,0E-03	3,0E-04
	Cs-137	тип.	1,0E-02	3,7E-04
	Ra-226	макс.	4,0E-03	1,5E-04
	Ra-226	мин.	2,0E-03	7,4E-05
	Ra-226	тип.	2,0E-03	7,4E-05
	Cf-252	макс.	7,0E-05	2,6E-06
	Cf-252	мин.	3,0E-05	1,1E-06
	Cf-252	тип.	6,0E-05	2,2E-06
Костные денситометры	Cd-109	макс.	2,0E-02	7,4E-04
	Cd-109	мин.	2,0E-02	7,4E-04
	Cd-109	тип.	2,0E-02	7,4E-04
	Gd-153	макс.	1,5E+00	5,6E-02
	Gd-153	мин.	2,0E-02	7,4E-04
	Gd-153	тип.	1,0E+00	3,7E-02
	I-125	макс.	8,0E-01	3,0E-02
	I-125	мин.	4,0E-02	1,5E-03
	I-125	тип.	5,0E-01	1,9E-02
	Am-241	макс.	2,7E-01	1,0E-02
	Am-241	мин.	2,7E-02	1,0E-03
	Am-241	тип.	1,4E-01	5,0E-03
Нейтрализаторы статического электричества	Am-241	макс.	1,1E-01	4,1E-03
	Am-241	мин.	3,0E-02	1,1E-03
	Am-241	тип.	3,0E-02	1,1E-03
	Po-210	макс.	1,1E-01	4,1E-03
	Po-210	мин.	3,0E-02	1,1E-03
	Po-210	тип.	3,0E-02	1,1E-03

Практическая деятельность	Радионуклид		Используемое количество	
			Ки	ТБк
Категория 5				
Рентгеновские флюоресцентные анализаторы	Fe-55	макс.	1,4E-01	5,0E-03
	Fe-55	мин.	3,0E-03	1,1E-04
	Fe-55	тип.	2,0E-02	7,4E-04
	Cd-109	макс.	1,5E-01	5,6E-03
	Cd-109	мин.	3,0E-02	1,1E-03
	Cd-109	тип.	3,0E-02	1,1E-03
	Co-57	макс.	4,0E-02	1,5E-03
	Co-57	мин.	1,5E-02	5,6E-04
	Co-57	тип.	2,5E-02	9,3E-04
Электроннозахватные детекторы	Ni-63	макс.	2,0E-02	7,4E-04
	Ni-63	мин.	5,0E-03	1,9E-04
	Ni-63	тип.	1,0E-02	3,7E-04
	H-3	макс.	3,0E-01	1,1E-02
	H-3	мин.	5,0E-02	1,9E-03
	H-3	тип.	2,5E-01	9,3E-03
Молниеотводы	Am-241	макс.	1,3E-02	4,8E-04
	Am-241	мин.	1,3E-03	4,8E-05
	Am-241	тип.	1,3E-03	4,8E-05
	Ra-226	макс.	8,0E-05	3,0E-06
	Ra-226	мин.	7,0E-06	2,6E-07
	Ra-226	тип.	3,0E-05	1,1E-06
	H-3	макс.	2,0E-01	7,4E-03
	H-3	мин.	2,0E-01	7,4E-03
	H-3	тип.	2,0E-01	7,4E-03
Брахитерапия низких мощностей дозы – пластинки, прикрепляемые к глазу, и постоянные имплантаты	Sr-90	макс.	4,0E-02	1,5E-03
	Sr-90	мин.	2,0E-02	7,4E-04
	Sr-90	тип.	2,5E-02	9,3E-04
	Ru/Rh-106	макс.	6,0E-04	2,2E-05
	Ru/Rh-106	мин.	2,2E-04	8,1E-06
	Ru/Rh-106	тип.	6,0E-04	2,2E-05
	Pd-103	макс.	3,0E-02	1,1E-03
	Pd-103	мин.	3,0E-02	1,1E-03
	Pd-103	тип.	3,0E-02	1,1E-03
Тритиевые мишени	H-3	макс.	3,0E+01	1,1E+00
	H-3	мин.	3,0E+00	1,1E-01
	H-3	тип.	7,0E+00	2,6E-01

### ДОБАВЛЕНИЕ III. СООБРАЖЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ТИПОВ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ВИДОВ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Тип практической деятельности	Заинтересованные отрасли промышленности	Соображения (Вопросы сформулированы в настоящем времени, но возможно также и прошедшее время.)	Факторы, повышающие потенциальную возможность превращения источников в бесхозные или уязвимые
<b>Категория 1</b>			
Радиоизотопные термоэлектрические генераторы (РТГ)	Военная, космическая	Эксплуатируется ли военными какое-либо автоматическое оборудование для связи, навигации или мониторинга?	Заброшенные или работающие в безлюдном режиме станции.
		Участвует ли страна в каких-либо космических программах?	Заброшенное или работающее в безлюдном режиме оборудование.
		Существуют ли неблагоприятные условия среды в местах использования военными?	Конфликт в районе.
		Имеются ли в военных или государственных учреждениях удаленные зоны без электроснабжения?	Радикальные изменения в правительствах.
		Расположена ли страна вблизи бывшего "железного занавеса"?	Крайняя бедность населения, толкающая на поиски чего-либо ценного.
Облучатели: весьма высокая активность	Стерилизация медицинских или пищевых продуктов, производство пластиков	Существуют ли транспортные центры, через которые проходят грузы с новыми или отработавшими источниками для облучателей?	Банкротство.
		Имеются ли установки для стерилизации медицинских материалов или продуктов питания? Производит ли деревообрабатывающая промышленность паркет с пластиковым покрытием?	Обслуживание установок без привлечения крупных фирм.

Тип практической деятельности	Заинтересованные отрасли промышленности	Соображения (Вопросы сформулированы в настоящем времени, но возможно также и прошедшее время.)	Факторы, повышающие потенциальную возможность превращения источников в бесхозные или уязвимые
Облучатели: самоэкранированные, крови/ткани	Медицинская, ювелирная, сельскохозяйственная, научные исследования	<p>Имеются ли в стране крупные (высокоспециализированные) больницы? Производятся ли в них стерилизация крови?</p> <p>Имеются ли сельскохозяйственные центры, где производится облучение семян?</p> <p>Имеются ли центры по облучению мухи цеце или москитов в рамках метода стерильных насекомых?</p> <p>Имеются ли исследовательские реакторы? Проводятся ли на них калибровка сигнализаторов/измерителей высоких мощностей дозы?</p> <p>Имеются ли крупные научно-исследовательские учреждения?</p>	<p>Банкротство.</p> <p>Обслуживание установки без привлечения крупных фирм.</p> <p>Передача на захоронение способом, не отвечающим требованиям.</p> <p>Долговременное хранение.</p> <p>Перевозка отработавших источников.</p> <p>Изменения сферы интересов центров и институтов.</p>
Телетерапия	Медицинская	<p>Имеются ли онкологические больницы или клиники?</p> <p>Импортировали ли какие-либо больницы подержанное медицинское оборудование?</p> <p>Существуют ли транспортные центры, через которые проходят грузы с новыми или отработавшими источниками для телетерапии?</p>	<p>Банкротство.</p> <p>Обслуживание установки без привлечения крупных фирм.</p> <p>Передача на захоронение способом, не отвечающим требованиям.</p> <p>Долговременное хранение.</p> <p>Перевозка отработавших источников.</p> <p>Увольнение квалифицированного медицинского персонала.</p> <p>Крайняя бедность населения, толкающая на поиски чего-либо ценного.</p>

Тип практической деятельности	Заинтересованные отрасли промышленности	Соображения (Вопросы сформулированы в настоящем времени, но возможно также и прошедшее время.)	Факторы, повышающие потенциальную возможность превращения источников в бесхозные или уязвимые
<b>Категория 2</b>			
Промышленная гамма-радиография	Тяжелое машиностроение, строительство, магистральные трубопроводы, производство готовой продукции/литья	<p>Имеется ли тяжелая машиностроительная промышленность?</p> <p>Имеются ли в стране трубопроводы?</p> <p>Требуяют ли национальные стандарты проведения радиографических неразрушающих испытаний (НРИ)?</p>	<p>Хищение с целью получения выгоды (металлолом).</p> <p>Потеря при использовании или отказе оборудования.</p> <p>Потеря при транспортировке (камера).</p> <p>Транспортировка устройств для замены источников.</p> <p>Неправильное захоронение – банкротство или отсутствие экономических вариантов захоронения.</p> <p>Злоумышленное использование.</p>
Брахитерапия высоких/средних мощностей дозы (ВМД)	Медицинская	<p>Имеются ли онкологические больницы или клиники?</p> <p>Импортировали ли какие-либо больницы подержанное медицинское оборудование?</p>	<p>Отрасль промышленности с высокой конкуренцией.</p> <p>Банкротство.</p> <p>Обслуживание установки без привлечения крупных фирм.</p> <p>Передача на захоронение способом, не отвечающим требованиям.</p> <p>Долгосрочное хранение или транспортировка отработавших источников.</p> <p>Отказ устройства.</p> <p>Радиоактивные зерна оставлены в теле больного или умершего.</p>
Калибровочные установки	Ядерные центры, университеты	<p>Как или где калибруются в стране приборы для измерения высоких мощностей дозы?</p> <p>Имеются ли национальная лаборатория, работающая с ядерными эталонами?</p>	Те же, что и для телетерапии или брахитерапии.

Тип практической деятельности	Заинтересованные отрасли промышленности	Соображения (Вопросы сформулированы в настоящем времени, но возможно также и прошедшее время.)	Факторы, повышающие потенциальную возможность превращения источников в бесхозные или уязвимые
Категория 3			
Стационарные промышленные средства измерений (высокой активности): уровни, на конвейерах, в доменных печах, землечерпалках, вращающиеся измерители толщины стенок труб	Сталелитейная, горнорудная, энергетика, литейная, драгирование, сельскохозяйственная	<p>Имеются ли в стране заинтересованные отрасли промышленности?</p> <p>Имеются ли отрасли промышленности, где используются большие резервуары или контейнеры для хранения?</p> <p>Могли ли промышленные средства измерений быть установлены специалистом, использовавшим радиоактивные источники без ведома других?</p> <p>Какая технология используется в системе управления технологическим процессом?</p> <p>Кто является изготовителем системы управления технологическим процессом и каков номер модели?</p>	<p>Продажа установки и неполная передача информации новому владельцу.</p> <p>Захоронение, не отвечающее требованиям.</p> <p>Демонтаж устаревших установок и переработка соответствующего металлолома.</p> <p>Долгосрочное хранение или большой промежуток времени между закрытием и демонтажом установки.</p> <p>Банкротство.</p> <p>Слабые требования к процессу лицензирования.</p> <p>Ограниченная подготовка и высокая текучесть кадров.</p>
Каротаж скважин	Буровая, нефтегазовая, разведка водных ресурсов	<p>Имеются ли на оборудовании для управления технологическим процессом треугольные знаки радиационной опасности или другие предупредительные ярлыки?</p> <p>Имеются ли в стране ресурсы ископаемого топлива?</p> <p>Проводится ли бурение на нефть или воду?</p> <p>Проводятся ли геологоразведочные работы?</p>	<p>Злоумышленное использование.</p> <p>Воздействие промышленной окружающей среды приводит к неразборчивости треугольных знаков радиационной опасности.</p> <p>Банкротство.</p> <p>Передача на захоронение способом, не отвечающим требованиям.</p> <p>Долговременное хранение.</p> <p>Перевозка отработавших источников.</p> <p>Злоумышленное использование.</p> <p>Присутствуют временные многонациональные компании.</p>

Тип практической деятельности	Заинтересованные отрасли промышленности	Соображения (Вопросы сформулированы в настоящем времени, но возможно также и прошедшее время.)	Факторы, повышающие потенциальную возможность превращения источников в бесхозные или уязвимые
Электронные стимуляторы сердца	Медицинская, помещения для гражданской панихиды, крематории	Производилась ли в крупных больницах имплантация электронных стимуляторов сердца? Есть ли еще пациенты, у которых установлены имплантаты и которые возвратились в страну?	Неинформированность пациентов, имеющих имплантаты, или их родственников.
<b>Категория 4</b>			
Брахитерапия низких мощностей дозы	Медицинская	Имеются ли онкологические больницы или клиники? Импортировали ли какие-либо больницы подержанное медицинское оборудование? Проводилась ли в каких-либо учреждениях брахитерапия с использованием радия?	Те же, что и в случае брахитерапии HDR/MDR, но другие радионуклиды и более низкие активности. Неправильное обращение. Выделения пациента.
Толщиномеры/уровнемеры (низкая активность)	Табачная, прокат листового металла, бумагоделательная, заводы по разливу в бутылки или банки (пиво, безалкогольные напитки)	Имеются ли в стране заинтересованные отрасли промышленности? Могли ли промышленные средства измерений быть установлены специалистом, использовавшим радиоактивные источники без ведома других? Какая технология используется в системах регулирования толщины или уровня заполнения? Имеются ли на оборудовании для управления технологическим процессом треугольные знаки радиационной опасности или другие предупреждающие ярлыки?	Те же, что и в случае стационарных промышленных средств измерений с высокоактивными источниками, но с несколько иными радионуклидами и более низкой активностью.

Тип практической деятельности	Заинтересованные отрасли промышленности	Соображения (Вопросы сформулированы в настоящем времени, но возможно также и прошедшее время.)	Факторы, повышающие потенциальную возможность превращения источников в бесхозные или уязвимые
Портативные средства измерений	Строительная (дороги и фундаменты зданий), сельскохозяйственная	<p>Предусмотрены ли в строительных нормах требования к уплотнению или влагосохранению?</p> <p>Используются ли современные методы строительства?</p> <p>Проводится ли независимое инспектирование в рамках строительства или строительных контрактов?</p> <p>Привлекаются ли зарубежные строительные фирмы к проведению работ?</p> <p>Проводятся ли в стране сельскохозяйственные исследования?</p> <p>Проводятся ли сельскохозяйственные исследования силами зарубежных компаний/институтов?</p>	<p>Хищение или сопутствующее хищение транспортного средства, содержащего источник.</p> <p>Аварии/события при транспортировке.</p> <p>Банкротство.</p> <p>Небезопасное хранение в нерабочем состоянии.</p> <p>Ценность в качестве металлолома и промышленное соперничество (целенаправленное хищение).</p> <p>Злоумышленное использование.</p>
Костные денситометры	Медицинская, медицинские исследования	<p>Имеются ли средства медицинского ухода за престарелыми?</p> <p>Имеются ли медицинские исследовательские установки?</p>	
Нейтрализаторы статического электричества	Электронная	Имеется ли электронная промышленность?	



Тип практической деятельности	Заинтересованные отрасли промышленности	Соображения (Вопросы сформулированы в настоящем времени, но возможно также и прошедшее время.)	Факторы, повышающие потенциальную возможность превращения источников в бесхозные или уязвимые
<b>Категория 5</b>			
Рентгеновские флюоресцентные, электронно-захватные устройства	Научные исследования	Имеются ли научно-исследовательские центры и институты?	Связанные с бесхозными источниками сообщения малоприменимы к источникам категории 5 ввиду их в целом низкой опасности.
Молниеотводы	Строительство крыш.	Имеются ли старые здания с высокими башнями или антеннами?	Снос зданий.
Брахитерапия низких мощностей дозы – пластинки, прикрепляемые к глазу, и постоянные имплантаты, электронные стимуляторы сердца	Медицинская, офтальмологическая	Имеются ли пациенты, которым были вживлены имплантаты за рубежом и которые впоследствии возвратились в страну?	
Третиновые мишени	Научные исследования		



**ДОБАВЛЕНИЕ IV. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ СООБЩЕННЫХ  
ИНЦИДЕНТАХ, СВЯЗАННЫХ С РАСПЛАВЛЕНИЕМ  
ИСТОЧНИКОВ**

Пор. номер	Год	Металл	Место нахождения	Радионуклид	Активность (ГБк)
1	— <sup>a</sup>	Золото	шт. Нью-Йорк	<sup>210</sup> Pb <sup>210</sup> Bi <sup>210</sup> Po	неизвестна
2	1983 г.	Сталь	Auburn Steel, шт. Нью-Йорк	<sup>60</sup> Co	930
3	1983 г.	чугун/сталь	Мексика <sup>b</sup>	<sup>60</sup> Co	15 000
4	1983 г.	Золото	неизвестно, шт. Нью-Йорк	<sup>241</sup> Am	неизвестна
5	1983 г.	Сталь	Тайвань <sup>b</sup>	<sup>60</sup> Co	>740
6	1984 г.	Сталь	US Pipe & Foundry, шт. Алабама	<sup>137</sup> Cs	0,37—1,9
7	1985 г.	Сталь	Бразилия <sup>b</sup>	<sup>60</sup> Co	неизвестна
8	1985 г.	Сталь	Tamco, шт. Калифорния	<sup>137</sup> Cs	56
9	1987 г.	Сталь	Florida Steel, шт. Флорида	<sup>137</sup> Cs	0,93
10	1987 г.	алюминий	United Technology, шт. Индиана	<sup>226</sup> Ra	0,74
11	1988 г.	Свинец	ALCO Pacific, шт. Калифорния	<sup>137</sup> Cs	0,74—0,93
12	1988 г.	Медь	Warrington, шт. Миссури	ускоритель	неизвестна
13	1988 г.	Сталь	Италия <sup>b</sup>	<sup>60</sup> Co	неизвестна
14	1989 г.	Сталь	Bayou Steel, шт. Луизиана	<sup>137</sup> Cs	19
15	1989 г.	Сталь	Cytemp, шт. Пенсильвания	Th	неизвестна
16	1989 г.	Сталь	Италия	<sup>137</sup> Cs	1000
17	1989 г.	алюминий	Российская Федерация	неизвестен	неизвестна
18	1990 г.	Сталь	NUCOR Steel, шт. Юта	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
19	1990 г.	алюминий	Италия	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
20	1990 г.	Сталь	Ирландия	<sup>137</sup> Cs	3,7
21	1991 г.	Сталь	Индия <sup>b</sup>	<sup>60</sup> Co	7,4—20
22	1991 г.	алюминий	Alcan Recycling, шт. Теннесси	Th	неизвестна
23	1991 г.	алюминий	Италия	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
24	1991 г.	Медь	Италия	<sup>241</sup> Am	неизвестна
25	1992 г.	Сталь	Newport Steel, шт. Кентукки	<sup>137</sup> Cs	12
26	1992 г.	алюминий	Reynolds, шт. Вирджиния	<sup>226</sup> Ra	неизвестна
27	1992 г.	Сталь	Border Steel, шт. Техас	<sup>137</sup> Cs	4,6—7,4
28	1992 г.	сталь	Keystone Wire, шт. Иллинойс	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
29	1992 г.	сталь	Польша	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
30	1992 г.	медь	Эстония/Российская Федерация	<sup>60</sup> Co	неизвестна
31	1993 г.	неизвестен	Российская Федерация	<sup>226</sup> Ra	неизвестна
32	1993 г.	сталь (?)	Российская Федерация	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
33	1993 г.	сталь	Auburn Steel, шт. Нью-Йорк	<sup>137</sup> Cs	37
34	1993 г.	сталь	Newport Steel, шт. Кентукки	<sup>137</sup> Cs	7,4
35	1993 г.	сталь	Chaparral Steel, шт. Техас	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
36	1993 г.	цинк	Southern Zinc, шт. Джорджия	U (обедн.)	неизвестна
37	1993 г.	сталь	Казахстан <sup>b</sup>	<sup>60</sup> Co	0,3
38	1993 г.	сталь	Florida Steel, шт. Флорида	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
39	1993 г.	сталь	Южная Африка <sup>c</sup>	<sup>137</sup> Cs	<600 Бк/г
40	1993 г.	сталь	Италия	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
41	1994 г.	сталь	Austeel Lemont, шт. Индиана	<sup>137</sup> Cs	0,074
42	1994 г.	сталь	US Pipe & Foundry, шт. Калифорния	<sup>137</sup> Cs	неизвестна
43	1994 г.	сталь	Болгария <sup>b</sup>	<sup>60</sup> Co	3,7
44	1995 г.	сталь	Канада <sup>d</sup>	<sup>137</sup> Cs	0,2—0,7

Пор. номер	Год	Металл	Место нахождения	Радионуклид	Активность (ГБк)
45	1995 г.	сталь	Чешская Республика	$^{60}\text{Co}$	неизвестна
46	1995 г.	сталь (?)	Италия	$^{137}\text{Cs}$	неизвестна
47	1996 г.	сталь	Швеция	$^{60}\text{Co}$	87
48	1996 г.	сталь	Австрия	$^{60}\text{Co}$	неизвестна
49	1996 г.	свинец	Бразилия <sup>b</sup>	$^{210}\text{Pb}$ $^{210}\text{Bi}$	неизвестна
				$^{210}\text{Po}$	
50	1996 г.	алюминий	Bluegrass Recycling, шт. Кентукки	$^{232}\text{Th}$	неизвестна
51	1997 г.	алюминий	White Salvage Co., шт. Теннесси	$^{241}\text{Am}$	неизвестна
52	1997 г.	сталь	WCI, шт. Огайо	$^{60}\text{Co}$	0,9 (?)
53	1997 г.	сталь	Kentucky Electric, шт. Кентукки	$^{137}\text{Cs}$	1,3
54	1997 г.	сталь	Италия	$^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$	200/37
55	1997 г.	сталь	Греция	$^{137}\text{Cs}$	11 Бк/г
56	1997 г.	сталь	Birmingham Steel, шт. Алабама	$^{137}\text{Cs}/^{241}\text{Am}$	7 Бк/г
57	1997 г.	сталь	Бразилия <sup>b</sup>	$^{60}\text{Co}$	<0,2
58	1997 г.	Steel	Bethlehem Steel, шт. Индиана	$^{60}\text{Co}$	0,2
59	1998 г.	Steel	Испания	$^{137}\text{Cs}$	>37
60	1998 г.	Steel	Швеция	$^{192}\text{Ir}$	<90

а Имеются сообщения о нескольких случаях, начиная приблизительно с 1910 года.

б Загрязненный продукт, экспортированный в США.

с Загрязненный ванадиевый шлак, экспортированный в Австрию, обнаружен в Италии.

д Загрязненный побочный продукт (пыль из электропечи), экспортированный в США.

## ДОБАВЛЕНИЕ V. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

В следующих ниже таблицах приведены примеры некоторых общих проблем, выявленных в ходе стадий анализа и оценки национальной стратегии. Изложены также соображения относительно возможных действий по решению проблем, а также приоритетов и ресурсов. Таблицы должны помочь при разработке простого плана действий в рамках национальной стратегии. Однако они приводятся только в качестве общих руководящих материалов и не должны рассматриваться как контрольный перечень и препятствовать использованию других творческих идей или усилий при выработке решений, более подходящих для конкретной ситуации.

В любой индивидуальной национальной стратегии каждую проблему необходимо разбить на составные части и рассматривать применительно к ситуации в данном государстве. Тогда каждая из детальных проблем будет иметь свое собственное решение с определенным приоритетом.

Проблема	<b>Возможные бесхозные источники:</b> Отсутствие административных или физических поисков бесхозных источников. Отсутствие регулярных усилий по поиску источников, не находящихся под регулирующим контролем. Недостаточное понимание возможности существования источников, не включенных в инвентарный перечень.
Действие	Предпринять первоначальные усилия по оценке вероятности существования бесхозных источников с использованием методологии административного (а при необходимости – физического) поиска. В ходе регулярных инспекций и обследований задавать вопросы и проводить "поиски" с использованием описанных методов.
Приоритетность	Высокий приоритет для первоначальной оценки. Приоритетность физических поисков зависит от категории источника и времени, прошедшего с тех пор, как он был "утерян" из-под контроля. Регулярные "поиски" становятся частью регулярных заданий.
Ресурсы	Для первоначальных усилий требуются значительные людские ресурсы. Физические поиски обычно весьма дорогостоящи.

Проблема	<b>Отсутствие инвентарного перечня источников или его несоответствие требованиям:</b> Инвентарный перечень источников отсутствует или, если имеется, он неполон, не содержит требуемой информации или невысокого качества, или не отвечает требованиям в каком-либо другом отношении.
Действие	Используя соответствующее программное обеспечение, такое, как RAIS, разработать единую базу данных, содержащую необходимую информацию об источниках. Установить приоритеты для сбора и ввода данных по категориям. Использовать методы, обсужденные при рассмотрении административных и физических поисков, для сбора данных о существовании источников, подлежащих вводу в базу данных. Предусмотреть ОК для обеспечения правильного ввода всех важнейших полей. Включить сведения о категории каждого источника, с тем чтобы можно было правильно определить приоритеты регулирующих усилий.
Приоритетность	Зависит от текущего статуса инвентарного перечня. Разработке высококачественного перечня источников категорий 1 и 2 следует присвоить высокий приоритет. Обеспечение учета всех источников категории 5 – низкоприоритетная задача.
Ресурсы	Затраты на компьютеры и программное обеспечение относительно невелики, особенно если эти средства предоставляет МАГАТЭ. Трудозатраты велики, если работа начинается с нуля.

Проблема	<b>Известные изъяты из употребления источники:</b> Известно, что в одном или нескольких местах имеются изъяты из употребления источники. Некоторые из этих источников относятся к категориям повышенной опасности. Некоторые из этих источников уязвимы в том отношении, что степень контроля над ними недостаточна.
Действие	Разработать кампанию по восстановлению контроля над этими источниками. Начать с источников более высоких категорий и обеспечить их безопасность и сохранность. Это может означать улучшение их нынешних условий хранения, перемещение их в центральное хранилище или установку для захоронения или возвращение их поставщику. Если надлежащих установок не имеется, то необходимо будет построить региональную установку.
Приоритетность	Чем выше категория источника и его уязвимость, тем выше приоритетность.
Ресурсы	Необходимые ресурсы будут сильно зависеть от конкретной ситуации. Однако они могут оказаться значительными.

Проблема	<b>Отсутствие сведений об импорте (экспорте) источников:</b> Не существует требований о представлении отчетности об источниках, ввозимых в страну, либо эти требования не применяются, либо соблюдение их не контролируется достаточно строго.
Действие	Разработать, осуществлять и контролировать соблюдение требований относительно импорта и экспорта радиоактивных источников, по крайней мере соответствующих требованиям, изложенным в Кодексе поведения [20].
Приоритетность	Высокая.
Ресурсы	Значительные людские ресурсы на протяжении длительного периода, если еще не имеется законов или регулирующих положений. Меньшие, но все же значительные усилия по обеспечению соблюдения существующих требований об отчетности.

Проблема	<b>Проблемы с разрешениями:</b> Не имеется выданных разрешений или лицензий. Формы заявлений о выдаче разрешений не отвечают требованиям. Соответствующие сборы не стимулируют желаемое поведение.
Действие	Осуществить процесс выдачи разрешений, в котором обеспечено наличие всей информации, необходимой для обоснования разрешения. Обеспечить сбор в это время всех данных, необходимых для инвентарного перечня, а также добиться того, чтобы взимаемая оплата и процессы стимулировали достижение желаемых результатов.
Приоритетность	Высокая
Ресурсы	Людские ресурсы для разработки и осуществления высококачественного процесса получения разрешений.

Проблема	<b>Вопросы пограничного контроля:</b> Пограничный контроль отсутствует или не отвечает требованиям. Не проводится подготовка сотрудников правоохранительных, таможенных, пограничных органов или портовых властей, которые могут сталкиваться с радиоактивными источниками. При обнаружении радиоактивных материалов оказывается, что не имеется соответствующего оборудования или экспертной поддержки.
Действие	Провести анализ потребностей и возможной эффективности пограничного контроля для обнаружения бесхозных источников или незаконного оборота. На основе оценки предоставить необходимые оборудование, подготовку кадров и поддержку.
Приоритетность	Зависит от вероятности проникновения в страну бесхозных источников или незаконных источников. Подготовка кадров и экспертная поддержка для этих учреждений обычно является среднеприоритетной или высокоприоритетной задачей.
Ресурсы	Персонал для сбора данных и проведения анализа. Если они обоснованны, затраты на оборудование могут быть значительными (портальные мониторы ~100 тыс. долл., приборы для проведения обследования ~5 тыс. долл.). Необходимо также предусмотреть расходы на техническое обслуживание оборудования.

Проблема	<b>Не уделяется должное внимание вопросам сохранности источников:</b> Источники используются, хранятся и транспортируются без конкретного рассмотрения недавних проблем сохранности.
Действие	Провести оценку обеспечения сохранности всех источников с учетом положений руководящих материалов [21] и внести необходимые изменения. Рассмотреть вопрос об изменении условий выдачи разрешений на источники при их обновлении, с тем чтобы они включали положения об обеспечении сохранности.
Приоритетность	Высокий приоритет для источников категорий 1 и 2. Средний для категории 3.
Ресурсы	Инспекции по проверке сохранности могут быть включены в регулярные инспекции лицензиатов с минимальными последствиями в отношении трудозатрат. Затраты на мероприятия по повышению сохранности могут быть значительными.

Проблема	<b>Неизвестные изъяты из употребления источники:</b> Имеются свидетельства или предполагается, что существуют изъяты из употребления источники, о которых не известно регулирующему органу.
Действие	Разослать объявления и объявить амнистию в случае заявления и сдачи радиоактивных источников, которые более не нужны. Произвести сбор и обеспечить безопасность всех заявленных источников без затрат со стороны их нынешних владельцев.
Приоритетность	Средняя.
Ресурсы	Затраты, связанные с рассылкой объявлений, сбором, транспортировкой и хранением или захоронением изъятых из употребления источников, могут быть значительными.

<b>Проблема</b>	<b>Отсутствие дозиметрического контроля металлолома:</b> Дозиметрический контроль в индустрии вторичной переработки металлов недостаточен или отсутствует.
<b>Действие</b>	Рекомендовать крупным торговцам металлоломом закупать и устанавливать оборудование для дозиметрического контроля и осуществлять подготовку персонала, позволяющую распознавать знак радиационной опасности и типичные контейнеры источников.
<b>Приоритетность</b>	Средняя.
<b>Ресурсы</b>	Затраты, связанные с разработкой соответствующих учебно-информационных материалов. Затраты, связанные с изъятием, хранением или захоронением найденных источников. Обычно промышленность оплачивает стоимость монтируемых или переносных контрольно-измерительных приборов, если становятся понятными потенциальные риски, связанные с попаданием бесхозных источников в технологический цикл вторичной переработки металлов.

<b>Проблема</b>	<b>Отсутствие приоритизации усилий в области регулирования:</b> Управление всеми усилиями в отношении радиоактивных источников осуществляется на основе одинаковых приоритетов.
<b>Действие</b>	Обеспечить приоритизацию всех усилий в области регулирования, таких, как лицензирование, инспекции и обеспечение соблюдения требований, в соответствии с категоризацией источников. Например, взимаемые сборы и частота инспекций для источников более низких категорий должны быть более низкими.
<b>Приоритетность</b>	Эти усилия могут иметь более низкий приоритет, но они позволят более эффективно использовать имеющийся персонал в случаях повышения необходимости и риска.
<b>Ресурсы</b>	Минимальные кадровые ресурсы с целью реорганизации работы.

<b>Проблема</b>	<b>Отсутствие сведений об использовании источников в военных целях:</b> У регулирующего органа не имеется обязанностей или сведений в отношении радиоактивного материала в военной области.
<b>Действие</b>	Через соответствующие правительственные каналы привлечь внимание к проблемам, имевшим место в прошлом с бесхозными источниками, и стремиться получить от военных гарантии того, что их система контроля над радиоактивными источниками по крайней мере не хуже той, которая действует в отношении источников в общественной сфере.
<b>Приоритетность</b>	Низкая, если нет оснований для беспокойства.
<b>Ресурсы</b>	Минимальные, но связаны со взаимодействием персонала высокого уровня.

<b>Проблема</b>	<b>Отсутствие информированности о состоянии источников в регионах, где происходят конфликты:</b> Отсутствуют данные о существовании источников или степени контроля над ними в районах конфликтов или территориальных споров.
<b>Действие</b>	Контролировать ситуацию и разработать планы действий, когда это считается безопасным. Установить приоритеты усилий, направленных на то, чтобы в первую очередь обеспечивались идентификация и сохранность источников более высоких категорий.
<b>Приоритетность</b>	Низкая до момента, когда можно осуществлять действия; затем – высокая.
<b>Ресурсы</b>	Первоначально - минимальные кадровые ресурсы для планирования. Возможная помощь со стороны военных при поисках и изъятии источников.



## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Agerwal, S.	Регулирующий совет по атомной энергии, Индия
Al-Mughrabi, M.	Международное агентство по атомной энергии
Bannour, M.	Регулирующий орган по радиационной безопасности и радиационному контролю, Ливийская Арабская Джамахирия
Bencova, A.	Ядерный регулирующий орган, Словакия
Brown, F.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Buxo da Trindade, R.	Ядерно-технологический институт, Португалия
Charbonneau, P.	IRSN/DPRE/OAR, Франция
Croft, J.	Национальный совет по радиологической защите, Соединенное Королевство
Czarwinski, R.	Bundesamt für Strahlenschutz, Германия
Dodd, B.	Международное агентство по атомной энергии
Englefield, C.	Агентство по охране окружающей среды, Соединенное Королевство
Fawaris, B.	Исследовательский центр "Таджура", Ливийская Арабская Джамахирия
Friedrich, V.	Международное агентство по атомной энергии
Gayral, J.-P.	Комиссариат по атомной энергии, Франция
Голубев, В.	Комитет ядерного регулирования, Украина
Jurina, V.	Ядерный регулирующий орган, Словакия
Kher, R.	Центр атомных исследований им. Бхабхи, Индия
Levin, V.	Международное агентство по атомной энергии
Mannan, A.	Ядерный регулирующий орган, Пакистан
Montmayeul, J.	Комиссариат по атомной энергии, Франция
Piechowski, J.	IPSN/DPHD, Франция
Reber, E.	Международное агентство по атомной энергии
Savary, A.	IRSN/DPRE/OAR, Франция
Smagala, G.	Центральная лаборатория радиологической защиты "Полимастер", Беларусь
Ставров, А.	Компетентный орган по радиационной защите, Норвегия
Thorshaug, S.	Управление радиационной и ядерной безопасности, Финляндия
Vaisala, S.	Агентство по радиоактивным отходам и обогащенному делящемуся материалу, Бельгия
Van Humbeeck, H.	Международное агентство по атомной энергии
Wheatley, J.	Международное агентство по атомной энергии
Wrixon, A.D.	Департамент по охране окружающей среды, шт. Пенсильвания, Соединенные Штаты Америки
Yusko, J.	

### **Совещания консультантов**

Вена, Австрия: 8-12 января 2001 года, 12-16 марта 2001 года,  
21-22 ноября 2001 года

### **Техническое совещание**

Вена, Австрия: 22-26 июля 2002 года

### **Пилотные миссии по разработке национальной стратегии**

Филиппины: 4-8 ноября 2002 года

Армения: 13-16 января 2003 года

Алжир: 14-20 марта 2003 года

Объединенная Республика Танзания: 22-30 марта 2003 года