

IAEA-TECDOC-1312/R

Обнаружение радиоактивных материалов на границе

Подготовлено совместно МАГАТЭ, ВТО, Европол и Интерпол



МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

МАГАТЭ

Август 2003

Данная публикация была подготовлена подразделением МАГАТЭ:

Секция радиационной безопасности
Международное агентство по атомной энергии
Wagramer Strasse 5
P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria

ОБНАРУЖЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ГРАНИЦАХ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2003
IAEA-TECDOC-1312/R
ISBN 92-0-407603-8
ISSN 1011-4289

© МАГАТЭ, 2003

Издано МАГАТЭ в Австрии
Август 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с международными соглашениями в отношении перемещения всех радиоактивных материалов в пределах государств и между ними должны применяться строгие регулирующие, административные, связанные с безопасностью и инженерно-технические меры контроля, цель которых заключается в обеспечении надежности и безопасности таких перемещений. В случае ядерных материалов предъявляются дополнительные требования относительно физической защиты и учета, обеспечивающие гарантии от угроз ядерного распространения и любых попыток переключения.

Террористические нападения, совершенные в сентябре 2001 года, подчеркнули необходимость усиления контроля и обеспечения сохранности ядерных и радиоактивных материалов. В этой связи принимаются меры в целях повышения физической защиты и сохранности ядерных материалов на глобальном уровне. Подобным же образом предпринимаются усилия, направленные на повышение безопасности и сохранности радиоактивных источников, широко используемых во многих отраслях промышленности и в лечебных учреждениях. Из этого следует, что обнаружение радиоактивных материалов (ядерного материала и радиоактивных источников) на границе является важнейшим компонентом общей стратегии, ставящей целью не допустить, чтобы такие материалы попали в руки террористических групп и тех преступных организаций, которые могут снабжать этими материалами. В целях обеспечения законности и предотвращения переключения и незаконного оборота грузы радиоактивных материалов требуют внимания со стороны правоохранительных и регулирующих учреждений.

События во многих районах мира по-прежнему свидетельствуют о продолжающихся перемещениях радиоактивных материалов вне регулирующих и законных структур. Такие перемещения могут быть либо преднамеренными, либо непреднамеренными. Преднамеренные, незаконные перемещения радиоактивных материалов, включая ядерный материал, в террористических, политических целях или в целях получения незаконной прибыли в целом рассматриваются как незаконный оборот. Чаще всего перемещения вне рамок регулирующего контроля оказываются по своему характеру непреднамеренными. Примером непреднамеренного перемещения может быть перевозка стали, загрязненной расплавленным радиоактивным источником, за которым был утрачен надлежащий контроль. Такой груз может представлять угрозу здоровью и безопасности соответствующего персонала, а также населения в целом.

Государства обязаны вести борьбу с незаконным оборотом и непреднамеренными перемещениями радиоактивных материалов. МАГАТЭ сотрудничает с государствами-членами и другими международными организациями в совместных усилиях, направленных на предотвращение случаев незаконного оборота и непреднамеренного перемещения и на согласование политики и мер посредством предоставления соответствующих рекомендаций в рамках технической помощи и документов. Например, МАГАТЭ и Всемирная таможенная организация (ВТО) руководствуются Меморандумом о взаимопонимании (МОВ) (1998 год), касающимся содействия сотрудничеству на международном уровне в целях улучшения контроля за радиоактивными материалами. Во время подготовки настоящего документа ожидалось заключение аналогичного МОВ между МАГАТЭ и Международной организацией уголовной полиции (Интерпол).

В целях борьбы с незаконным оборотом и непреднамеренным перемещением радиоактивных материалов государства должны принимать комплекс мер. В целом эти меры осуществляются регулирующими и правоохранительными учреждениями в рамках национальной государственной структуры. Одна из этих мер является темой настоящего технического документа (ТЕСДОС), а именно обнаружение радиоактивных материалов на границе. Эффективное обнаружение включает в себя многие компоненты регулирующих и правоприменительных стратегий, однако основное внимание в данной публикации уделяется обнаружению излучения и, в частности, необходимым для этих целей контрольно-измерительным приборам. Она предназначена для того, чтобы оказать организациям государств-членов помощь в эффективном обнаружении радиоактивных материалов, пересекающих их границы, будь то импортные поставки, экспортные поставки или грузы, следующие транзитом.

Настоящий документ является вторым в группе из трех документов серии ТЕСДОС, посвященных непреднамеренному перемещению и незаконному обороту радиоактивных материалов, подготовка которых осуществлена совместно с ВТО, Европол и Интерпол. Первый из них носит название “Предотвращение непреднамеренного перемещения и незаконного оборота радиоактивных материалов” (IAEA-ТЕСДОС-1311), а третий - “Реагирование на события, связанные с непреднамеренным перемещением или незаконным оборотом радиоактивных материалов” (IAEA-ТЕСДОС-1313). Сотрудником МАГАТЭ, ответственным за эти публикации, был г-н Б. Додд (B. Dodd) из Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов.

РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Использование тех или иных названий стран или территорий не выражает какого-либо суждения со стороны издателя - МАГАТЭ - относительно правового статуса таких стран или территорий, их компетентных органов и учреждений либо относительно определения их границ.

Упоминание названий конкретных компаний или продуктов (независимо от того, были они зарегистрированы или нет) не подразумевает какого-либо намерения нарушить права собственности, и его не следует рассматривать как одобрение или рекомендацию со стороны МАГАТЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	1
1.1. Незаконный оборот	1
1.2. История вопроса	2
1.3. Случаи незаконного оборота и непреднамеренного перемещения радиоактивных материалов	3
1.4. Сфера применения.....	4
1.5. Цель.....	5
2. ПРОЦЕСС ОБНАРУЖЕНИЯ	5
3. СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ В РАДИАЦИОННОМ КОНТРОЛЕ НА ГРАНИЦАХ	5
4. ВЫБОР ПРИБОРОВ.....	6
4.1. Введение.....	6
4.2. Типы приборов	7
4.3. Назначение приборов.....	8
4.3.1. Обнаружение	8
4.3.2. Проверка.....	9
4.3.3. Оценка и локализация.....	9
4.3.4. Идентификация.....	9
4.3.5. Руководящие материалы по приборам	10
4.4. Карманные приборы.....	10
4.4.1. Применение.....	10
4.4.2. Общие характеристики	10
4.4.3. Эксплуатация, калибровка и испытания	11
4.4.4. Рекомендуемые минимальные характеристики	11
4.5. Ручные приборы	12
4.5.1. Применение.....	12
4.5.2. Эксплуатация, калибровка и испытания	13
4.5.3. Рекомендуемые минимальные характеристики	14
4.6. Стационарно смонтированные приборы.....	15
4.6.1. Применение.....	15
4.6.2. Монтаж и эксплуатация, калибровка и испытания.....	15
4.6.3. Рекомендуемые минимальные характеристики	17
5. УРОВНИ РАССЛЕДОВАНИЯ И УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ ТРЕВОЖНЫХ СИГНАЛОВ ПРИБОРОВ.....	18
5.1. Номинальный уровень расследования и уставка срабатывания тревожного сигнала прибора.....	18
5.2. Определение порога срабатывания тревожного сигнала прибора	19
6. ПРОВЕРКА ТРЕВОЖНЫХ СИГНАЛОВ	21
6.1. Типы тревожных сигналов	21
6.1.1. Ложные тревожные сигналы	21
6.1.2. Не связанные с нарушением тревожные сигналы	22
6.1.3. Реальные тревожные сигналы	23

6.2. Проверка тревожных сигналов посредством радиационного контроля	23
6.2.1. Карманные и переносные приборы	23
6.2.2. Радиационный контроль пешеходов и их багажа	23
6.2.3. Радиационный контроль транспортных средств	23
7. РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И УРОВНИ РЕАГИРОВАНИЯ.....	24
8. ЛОКАЛИЗАЦИЯ РАДИОАКТИВНОГО МАТЕРИАЛА	25
8.1. Общая подготовка к досмотру	25
8.2. Досмотр пешеходов.....	26
8.3. Досмотр упаковок и грузов.....	26
8.4. Досмотр автомобилей	27
8.4.1. Досмотр пассажиров и их личных вещей	27
8.4.2. Досмотр зоны капота двигателя.....	28
8.4.3. Досмотр багажника и салона	28
8.4.4. Наружный досмотр	28
8.4.5. Платформы грузовых автомобилей.....	28
8.4.6. Большие грузовые автомобили	28
9. ОЦЕНКА НАЙДЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	29
9.1. Общие положения	29
9.2. Устройства для идентификации радионуклидов	29
9.3. Рабочие характеристики для идентификации радионуклидов	30
9.3.1. Радионуклиды, представляющие интерес.....	30
9.3.2. Испытания	30
9.4. Практические соображения при выборе приборов	31
ПРИЛОЖЕНИЕ I: РАДИОАКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И РАДИОНУКЛИДЫ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ИНТЕРЕС	33
ПРИЛОЖЕНИЕ II: СТРУКТУРНАЯ СХЕМА, ИЛЛЮСТРИРУЮЩАЯ ПРОЦЕСС, ВЕДУЩИЙ К ОБНАРУЖЕНИЮ НЕПРЕДНАМЕРЕННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЛИ НЕЗАКОННОГО ОБОРОТА	37
ЛИТЕРАТУРА.....	39
ГЛОССАРИЙ.....	41
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	43

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Незаконный оборот

Имеющееся в настоящее время в глоссарии МАГАТЭ определение гласит: “Незаконным оборотом является получение, обладание, использование, передача или удаление радиоактивного материала без разрешения”. Это определение намного шире, чем то, как обычно понимают этот термин полицейские, таможенные и другие правоохранительные органы. С учетом этого, а также различных профессиональных интересов трех организаций, организовавших подготовку настоящего TECDOC, представляется важным дать определенное разъяснение термина "незаконный оборот", с тем чтобы обеспечить его правильное применение.

В контексте настоящего TECDOC данный термин не следует толковать как охватывающий все несанкционированные события, связанные с радиоактивными материалами, независимо от их типа и причин, поскольку большинство из них могут представлять из себя всего лишь административные нарушения и вопросы для национального ядерного или радиологического регулирующего органа, а не для правоохранительных органов.

Все вопросы, представляющие интерес для организаций-спонсоров, связаны с преступной деятельностью (такой, как нарушения национального и международного права), и именно это измерение актуально для цели данного определения, настоящего TECDOC и двух других документов по данной теме [1, 2].

Рассматриваемая преступная деятельность включает:

- подрывную деятельность, такую, как нарушения мер по контролю за нераспространением (поскольку они подрывают соответствующие международные усилия);
- прочие реальные или потенциальные злонамеренные действия, имеющие целью нанести ущерб людям или окружающей среде;
- извлечение незаконной прибыли, такой, как прибыль от продажи радиоактивного материала;
- уклонение от предписанных затрат на захоронение или от соответствующих налогов;
- нарушение транспортных регулирующих положений.

Опыт некоторых государств-членов показал, что многие случаи незаконного перемещения радиоактивных материалов через международные границы были связаны с непреднамеренными перемещениями, а не с перемещениями, имеющими истинно преступные намерения. Примером такого случая является ситуация, когда радиоактивные материалы перемещаются через международные границы в составе металлолома [3, 4]. По этой причине в обсуждение можно с пользой включить случаи, в ходе которых утрата контроля произошла непреднамеренно и материал затем был обнаружен в другой стране. В действительности же такие случаи можно отличить от случаев с явно преступным намерением лишь после того, как они были обнаружены и было произведено расследование. Проблемы радиационной безопасности и ущерба для людей, имущества и окружающей среды идентичны для обеих категорий инцидентов.

Таким образом, в настоящем TECDOC термин “незаконный оборот” используется для обозначения любого преднамеренного несанкционированного перемещения или торговли (особенно международной) радиоактивными материалами (включая ядерные материалы) с преступными намерениями. Это использование данного термина соответствует его использованию полицейскими, таможенными и другими правоохранительными органами, занимающимися борьбой с незаконным оборотом огнестрельного оружия, транспортных средств, наркотиков и ввозом/вывозом людей.

1.2. История вопроса

Следует отметить, что, поскольку ядерные материалы являются также радиоактивными, в данной публикации термин “радиоактивные материалы” включает ядерные материалы. Термин “радиоактивные материалы” используется просто для того, чтобы избежать частого использования выражения “ядерные и другие радиоактивные материалы”. Признается, что ядерные материалы представляют основной интерес с точки зрения незаконного оборота.

Радиоактивные материалы находят во всем мире самое разнообразное и полезное применение в промышленности, медицине, научных исследованиях, обороне и образовании. Связанные с таким использованием радиологические риски необходимо ограничивать и обеспечивать защиту от них посредством применения надлежащих норм радиационной безопасности. Подобным же образом необходимо обеспечивать контроль и управление рисками распространения, связанными с использованием ядерных материалов, применяя для этого нормы, соглашения и конвенции.

Следует ожидать, что национальные регулирующие системы, соответствующие нормам и руководящим материалам МАГАТЭ [5–8], обеспечат поддержание эффективного контроля за радиоактивными материалами. Это особенно верно в отношении всех государств, осуществивших Кодекс поведения [9] и заключивших соглашения о гарантиях. Тем не менее контроль может быть утрачен по разнообразным причинам. Например, пользователь радиоактивных материалов может не выполнять процедуры, требуемые регулирующими положениями. Утрата контроля может также стать следствием недостатков в самой инфраструктуре или следствием недостаточной физической ядерной безопасности. Помимо небрежности, может также иметь место преднамеренное переключение радиоактивных материалов. Это может быть сделано с целью избежать затрат, связанных с захоронением отходов, или в связи с представлением о том, что материалы имеют определенную ценность как коммерческий или военный товар. Террористы могут также пытаться приобрести радиоактивные материалы. Ввиду проблем, связанных с распространением ядерного оружия и терроризмом, в этом отношении возникает особая озабоченность в связи с материалами, которые используются в ядерно-энергетических программах и программах создания ядерного оружия.

Некоторые государства-члены решили установить на некоторых своих пограничных пунктах пропуска детекторы излучения с целью обнаружения незаконно ввозимых в страну радиоактивных материалов, а также обнаружения любых бесхозных¹

¹ Бесхозный источник: источник, который представляет достаточную радиационную опасность, оправдывающую применение мер регулирующего контроля в отношении него, но который не находился под регулирующим контролем, потому что он либо никогда не находился под регулирующим контролем, либо был оставлен без присмотра, утерян, не положен на место, похищен или иным образом передан кому-либо без надлежащего разрешения.

источников, которые могут подвергаться непреднамеренной транспортировке. Темой настоящего TECDOC являются операционные вопросы, связанные с использованием в таких целях радиологических контрольно-измерительных приборов. Обсуждение вопросов предотвращения и ответных мер в связи с непреднамеренным перемещением и незаконным оборотом радиоактивных материалов можно найти в других TECDOC по данной теме [1, 2].

МАГАТЭ и австрийским правительством совместно организовано опытное исследование практических вопросов, связанных с использованием дозиметрических приборов на границах. Оно носит название "Программа оценки радиационного обнаружения незаконного оборота" (ИТРАП) [10], и результаты этого исследования были учтены при подготовке настоящего TECDOC. В частности, это исследование оказалось полезным для разработки рабочих характеристик приборов радиационного контроля. Данные, приведенные в настоящем TECDOC, основываются на докладе ИТРАП, однако были внесены определенные корректировки с учетом сведений, предоставленных другими экспертами. Рабочие характеристики следует рассматривать в качестве лишь руководящих материалов и *их не следует рассматривать в качестве требований или норм МАГАТЭ.*

1.3. Случаи незаконного оборота и непреднамеренного перемещения радиоактивных материалов

В 1995 году МАГАТЭ начало осуществление программы по борьбе с незаконным оборотом ядерных и других радиоактивных материалов, которая включала разработку и ведение международной базы данных по случаям незаконного оборота [11]. В связи с первоначальным широким определением незаконного оборота она называется Базой данных по случаям незаконного оборота (БДНО), хотя данные о многих включенных в нее инцидентах связаны скорее с непреднамеренным перемещением, чем с незаконным оборотом. Во время последнего полного доклада (декабрь 2001 года) база данных содержала сведения о 399 подтвержденных инцидентах, поступившие после 1993 года. В программе базы данных по случаям незаконного оборота принимают участие 69 государств-членов. Около 90% зафиксированных в базе данных случаев связаны с радиоактивными источниками или с низкообогащенным, природным или обедненным ураном. Остальные случаи связаны с плутонием и высокообогащенным ураном, и они обычно подразумевают определенного рода преступное намерение обойти гарантии нераспространения, а также широкие требования по радиационной защите. Около 19 из числа этих случаев связано с важными количествами материала. Возможно, что во всем мире происходит большее количество случаев, чем то, которое зафиксировано в базе данных МАГАТЭ.

Аналогичная проблема растущей важности связана с трансграничным перемещением металлургического скрапа. Сегодня металлический скрап для повторной переработки транспортируют по всему миру, зачастую без четкого указания его происхождения. Время от времени оказывалось, что грузы такого металлического скрапа содержали радиоактивные материалы и закрытые радиоактивные источники. В одном исследовании этой проблемы в США [12] было выявлено свыше 2300 случаев, когда в грузах металлов для повторной переработки обнаруживались аномальные уровни излучения. Около 11% этих случаев было связано с закрытыми источниками излучения или радиационными устройствами. Хотя большинство случаев обнаружения аномальной радиоактивности было связано с поверхностным загрязнением

природными радиоактивными материалами (ПРМ), другие радиоактивные материалы, бесхозные источники и устройства также создают риск радиационного облучения работников и населения. Приблизительно в 50 случаях на предприятиях по переработке вторсырья произошло непреднамеренное расплавление радиоактивных материалов. В результате таких случаев радиоактивный материал может оказаться рассеянным на значительной территории, что приведет к серьезным социально-экономическим последствиям. Примеры включают весьма значительные затраты на очистку и захоронение, потери продукции-времени и судебные процессы.

В некоторых странах с целью предотвращения переработки загрязненных материалов на предприятиях по переработке скрапа и металлоплавильных установках были установлены системы обнаружения радиации. Хотя используемое оборудование в определенной степени аналогично, условия измерения на пограничных пунктах пропуска совершенно отличны от условий на площадках подготовки металлолома и металлургических заводах. Интенсивное движение транспорта на границах означает, что время, имеющееся для обнаружения и принятия первоначальных ответных мер, ограничено несколькими секундами и что повторные проверки одного и того же транспортного средства обычно практически нецелесообразны. Кроме того, радиационный контроль на границах должен охватывать транспортировку не только грузовыми автомобилями и в железнодорожных вагонах, но также и в легковых автомобилях и пешеходами. Кроме того, в тех случаях, когда на границах необходимо обнаруживать незаконный оборот ядерных материалов, требуются также нейтронные измерения, которые обычно не считаются необходимыми на площадках подготовки металлолома и металлургических заводах.

1.4. Сфера применения

Для таможенных, полицейских и других правоохранительных органов термин "обнаружение" имеет намного более широкое содержание, чем для тех, кто занимается вопросами радиационной безопасности. Для первых "обнаружение" включает такую деятельность, как сбор данных с применением специальных методов, оценка риска, конфискация и расследование, в то время как для последних он обычно означает просто использование прибора или устройства для обнаружения присутствия и уровня излучения. В настоящем докладе рассматриваются только аспекты обнаружения излучения. Он охватывает вопросы обнаружения радиоактивных материалов, которые, возможно, являются предметом незаконного оборота или непреднамеренного перемещения. В целом в нем рассматриваются в общих терминах возможности обнаружения и излагаются методы такого обнаружения. Кроме того, хотя в данной публикации неоднократно используется термин "границы", имеется в виду, что он применяется не только к международным наземным границам, но также и к морским портам, аэропортам и аналогичным местам, где товары или люди могут пересекать границы государства или покидать его.

В настоящей публикации не рассматривается вопрос обнаружения радиоактивных материалов на установках по переработке, хотя признается, что имеет место трансграничное перемещение металлов с целью их переработки и что радиационный контроль металлов для переработки может проводиться на границах государства или на заводе по переработке.

В настоящей публикации не рассматриваются разрешенные трансграничные отгрузки радиоактивных материалов. Эта деятельность регулируется правилами и

регулирующими положениями, а также другими уже имеющимися руководящими материалами по вопросам безопасной перевозки радиоактивных материалов [13].

В настоящей публикации не рассматриваются меры, которые регулирующим органам и юридическим лицам, которых они наделяют полномочиями обладать источниками излучения и использовать их, следует предпринимать в целях обеспечения безопасности и сохранности радиоактивных или ядерных материалов. Они излагаются в других документах (см. [5–8]).

1.5. Цель

Цель настоящей публикации состоит в предоставлении государствам-членам руководящих материалов для использования таможенными, полицейскими или другими правоохранительными органами при радиационном контроле транспортных средств, людей и товаров на пограничных пунктах пропуска в качестве меры противодействия незаконному обороту, а также для обнаружения непреднамеренного перемещения радиоактивных материалов. Такой радиационный контроль может быть одним компонентом усилий по поиску радиоактивных материалов, за которыми был утрачен контроль и которые могут поступать в государство-член.

2. ПРОЦЕСС ОБНАРУЖЕНИЯ

Процесс, ведущий к принятию решений относительно создания систем для обнаружения непреднамеренного перемещения или незаконного оборота радиоактивных материалов на границах и использования такого оборудования, включает следующие основные этапы:

- 1) стратегическую оценку необходимости в радиационном контроле на границах;
- 2) выбор приборов;
- 3) монтаж, приемочные испытания и калибровку, разработку плана технического обслуживания и подготовку пользователей и технического вспомогательного состава;
- 4) определение уровней расследования и уставок тревожных сигналов приборов;
- 5) оценку тревожных сигналов и принятие соответствующих ответных мер посредством проверки и локализации радиоактивного материала; и
- 6) оценку любых найденных радиоактивных материалов.

По существу эти этапы определяют структуру настоящей публикации. Действия или меры, которые должны приниматься в случаях, когда в результате радиационного контроля обнаруживается событие, связанное с непреднамеренным перемещением или незаконным оборотом радиоактивных материалов, рассматриваются в третьем ТЕСДОС данной серии [2].

3. СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ В РАДИАЦИОННОМ КОНТРОЛЕ НА ГРАНИЦАХ

В настоящем ТЕСДОС в основном рассматриваются вопросы обнаружения излучения на границах с технической и оперативной точек зрения. Решение государства-члена в

отношении возможности, времени или места организации обнаружения излучения на своих границах должно быть результатом разработки всесторонней национальной стратегии восстановления контроля над радиоактивными материалами. Руководящие материалы по разработке и осуществлению такой национальной стратегии подготавливаются в качестве части Плана действий МАГАТЭ по безопасности и сохранности радиоактивных материалов.

Одним из ключевых факторов при разработке национальной стратегии является анализ угрозы. Оценивая исторические, политические, социальные, экономические и географические факторы, государство может прийти к разумной оценке потенциальной возможности или угрозы незаконного оборота или непреднамеренного перемещения радиоактивных материалов через свои границы. Для некоторых стран в определенных местах границы радиационный контроль может рассматриваться в качестве целесообразного компонента их общей стратегии. Для других - потенциальная проблема настолько незначительна, что с точки зрения результатов и затрат осуществление радиационного контроля на границах не будет считаться целесообразным. В число других соображений, обосновывающих целесообразность монтажа радиационных мониторов на границе, входят вопросы сдерживания и общественной безопасности.

В случае, если определено, что радиационный контроль на границах необходим, результаты стратегического анализа помогут также при определении типов приборов, которые должны использоваться, и мест их размещения. Это связано с тем, что такой анализ поможет определить цель поиска. Процесс радиационного контроля окажется наиболее эффективным, если он будет осуществляться в тех местах, где наиболее велика потенциальная возможность выявления и пресечения незаконного оборота или непреднамеренного перемещения радиоактивного материала. Вообще говоря, такими местами являются точки контроля или узловые точки, где сходятся потоки людей, перемещений или грузов. Эти места уже могут представлять собой контрольные точки для других целей, таких, как установка весов-платформ, или для таможенных целей.

4. ВЫБОР ПРИБОРОВ

4.1. Введение

В настоящем разделе содержатся руководящие материалы по выбору контрольно-измерительных приборов для установки на границах², а также руководящие материалы по их использованию в полевых условиях, когда существуют операционные ограничения. Следует отметить, что эти рекомендации относятся к радиологическому обнаружению радиоактивных материалов и в них подробно не освещаются вопросы радиологической защиты, которые необходимо принимать во внимание в случае обнаружения радиоактивных материалов. Основным соображением является защита людей; однако, как показал опыт, количество событий, связанных с опасными уровнями излучения, невелико.

Вначале необходимо подчеркнуть некоторые важные моменты. Во-первых, для того чтобы можно было обнаружить радиоактивный материал, испускаемое им излучение

² Как указано ранее, "границы" означают все места, где товары или люди могут пересекать границы государства.

должно вначале проникнуть через контейнер, упаковку, транспортное средство или лицо, в котором он находится. Практически это означает, что если радиоактивный материал испускает лишь альфа-излучение, бета-излучение низкой энергии и/или гамма-излучение низкой энергии, то это излучение может оказаться необнаруженным. Далее, лица, обладающие техническими знаниями, возможно, специально заэкранируют радиоактивный материал таким образом, чтобы уровни излучения вне контейнера оказались ниже тех уровней, которые могут быть обнаружены. В этих условиях может возникнуть необходимость в дополнительной информации, такой, как другие методы сканирования, информация, получаемая с использованием специальных средств, или наблюдение.

Во-вторых, не все приборы обеспечивают обнаружение излучения всех видов и энергий, и поэтому необходимо принять решение в отношении того, какие радиоактивные материалы могут ожидаться и какие материалы желательно обнаруживать. Например, важные источники нейтронов не существуют в виде природных радиоактивных материалов, и они не используются в радиофармацевтических препаратах. Поэтому обнаружение нейтронного излучения может быть использовано в качестве свидетельства наличия ядерных материалов (хотя нейтронные источники используются в некоторых ядерных измерительных системах). По этой причине использование нейтронных детекторов рекомендуется в тех случаях, когда необходимо обнаружить незаконный оборот ядерного материала.

Пользователям приборов следует знать о следующих технических и практических причинах, по которым радиоактивные материалы могут не быть обнаружены.

- Уровень излучения возле прибора слишком низок для обнаружения ввиду того, что радиоактивность источника слишком мала, он заэкранирован или слишком удален.
- Характеристики быстродействия прибора могут оказаться недостаточными при высокой скорости взаимного перемещения прибора и источника.
- Может потребоваться повторная калибровка прибора для обеспечения его правильных характеристик.
- В данный момент времени прибор может оказаться нефункционирующим.

Включенные в настоящий доклад рекомендации охватывают большинство этих вопросов; поэтому их выполнение максимально повысит возможность обнаружения радиоактивных материалов на границах.

4.2. Типы приборов

Приборы для обнаружения радиоактивных материалов на границах могут быть разделены на три категории.

- 1) *Карманные приборы* – это небольшие легкие приборы, используемые для обнаружения наличия радиоактивных материалов и информирования пользователя об уровнях излучения.
- 2) *Переносные приборы* обычно обладают более высокой чувствительностью и могут использоваться для обнаружения, локализации или (в случае некоторых типов приборов) идентификации радиоактивных материалов. Такие приборы могут

также оказаться полезными для проведения более точных измерений мощности дозы в целях определения требований радиационной безопасности.

- 3) *Стационарно смонтированные автоматические приборы* предназначены для использования на контрольно-пропускных пунктах, таких, как пограничные пункты пропуска на шоссейных и железных дорогах, в аэропортах или морских портах. Такие приборы могут обеспечивать высокочувствительный радиационный контроль непрерывного потока людей, транспортных средств, багажа, упаковок и грузов, создавая в то же время минимальные помехи движению потока.

Каждая из этих категорий будет обсуждена подробно.

4.3. Назначение приборов

Существует несколько видов использования приборов для обнаружения излучений, которые имеют отношение к настоящей публикации. Каждый из них будет играть определенную роль при выборе соответствующего прибора. Цели могут быть кратко изложены как:

- 1) *Обнаружение*: необходимо только, чтобы прибор давал тревожный сигнал при превышении определенного уровня излучения.
- 2) *Проверка*: после подачи тревожного сигнала необходимо проверить, был ли он истинным или нет. Одним из способов сделать это является использование другого, отличающегося от него прибора.
- 3) *Оценка и локализация*: реальный тревожный сигнал вызывает необходимость поиска и локализации источника излучения. После того, как это сделано, важно провести радиологическую оценку для целей радиационной безопасности, а также определить соответствующий уровень ответных действий.
- 4) *Идентификация*: определение вида и энергии излучения зачастую позволяет идентифицировать радионуклид. Это позволит классифицировать характер события и определить дальнейшие ответные действия.

4.3.1. Обнаружение

После того, как принято решение о проведении пограничного радиационного контроля, а также о том, где и как его проводить, следующим этапом является выбор соответствующего прибора.

В тех случаях, когда потоки товаров, транспортных средств или людей могут пропускаться через узкие зоны, известные как узловые точки, предпочтительным вариантом являются стационарно смонтированные автоматические приборы.

Карманные и переносные приборы особенно полезны в тех случаях, когда работа проводится в широких рассеянных зонах, таких, как аэропорты или морские порты. Например, карманные приборы могут выдаваться для ношения каждому сотруднику правоохранительных органов в период исполнения им служебных обязанностей.

Переносные приборы обеспечивают большую чувствительность обнаружения по сравнению с карманными приборами, но они имеют больший вес и обычно более дороги. Переносные приборы используются главным образом для обнаружения в ситуациях целевого досмотра конкретных грузов. Например, они могут быть выбраны:

а) в тех случаях, когда уже существует подозрение в незаконном обороте, основанное на данных, полученных с использованием спецметодов; б) для локализации источника; с) для измерения мощности дозы; или d) для идентификации радионуклида.

4.3.2. Проверка

Каждый случай обнаружения необходимо подвергать проверке, с тем чтобы исключить ложные тревоги. Проверка включает повторение процесса измерения с целью подтверждения первоначальных данных о поле излучения. В случае карманных и переносных приборов это обычно связано с повторным осмотром транспортного средства или лица. В случае стационарно смонтированных приборов это может означать, что транспортное средство должно быть вновь пропущено через установку для проведения повторного измерения. Если повторное пропускание через установку практически нецелесообразно, то, возможно, потребуется использовать прибор другого типа.

4.3.3. Оценка и локализация

После проверки обнаружения радиоактивного материала необходимо определить место, откуда поступает сигнал излучения. Для этой цели необходимы карманные или переносные приборы. На этом этапе потребуется оценка радиологической безопасности, для того чтобы обеспечить безопасность служащих и населения. Кроме того, результаты радиологической оценки позволят принять решение о том, должны ли быть ответные действия оперативными, тактическими или стратегическими [2]. Для этого необходимы приборы, показывающие мощность дозы.

4.3.4. Идентификация

После того, как установлено местонахождение источника сигнала, необходимо определить конкретный вид радионуклида. Это связано с соображениями безопасности, а также с масштабами ответных действий после обнаружения радиоактивного материала. Идентификация радионуклида помогает классифицировать характер события, отнеся его к категории непреднамеренного перемещения, незаконного оборота или тревожного сигнала, не связанного с нарушением. Она может также дать определенную информацию относительно прошлого использования и прошлого владельца материала, хотя анализ такого типа лучше всего проводить позднее в лаборатории, где анализируется конфискованный материал. Эти данные могут быть использованы впоследствии для целей применения санкций национальным регулирующим органом.

Для первоначальной идентификации на пограничных пунктах пропуска, как правило, требуются специальные переносные приборы для измерения энергии гамма-излучения с целью идентификации радионуклида. Этот метод известен как гамма-спектрометрия. Если такого оборудования не имеется, может потребоваться дополнительная экспертная помощь.

В настоящее время отмечается формируемая потребностями пользователей тенденция к комбинированию средств решения вышеупомянутых задач (локализация, измерение мощности дозы и идентификация радионуклида) в едином переносном приборе, использующем несколько детекторов излучения.

4.3.5. Руководящие материалы по приборам

Далее в настоящем разделе приводятся руководящие материалы по выбору каждого из трех типов обсужденных выше контрольно-измерительных приборов. Приведены также руководящие материалы по их использованию в полевых условиях, когда могут иметь место эксплуатационные ограничения.

Как обсуждено во Введении, рабочие характеристики приборов каждого типа следует рассматривать лишь в качестве рекомендуемых и *их не следует рассматривать в качестве требований или норм МАГАТЭ*. Кроме того, следует признать, что такие параметры всегда представляют собой компромисс между идеалом и тем, что практически достижимо. По мере совершенствования технологии рабочие характеристики могут также изменяться, отражая достигнутые улучшения.

4.4. Карманные приборы

4.4.1. Применение

В последние годы технология обнаружения радиоактивных материалов развивается быстрыми темпами. Успехи в области миниатюризации слаботочных электронных устройств сделали возможной разработку нового класса компактных гамма- и нейтронных детекторов. Эти детекторы, аналогичные по размеру телефонному пейджеру, можно носить на ремне или в кармане, что обеспечивает свободу действий. Некоторые такие детекторы могут использоваться в "тихом режиме", предупреждая оператора о присутствии радиоактивных материалов, но не выдавая какой-либо информации другим находящимся поблизости лицам. Карманные приборы ввиду их небольших размеров идеально подходят для использования отдельными служащими и лицами, осуществляющими первичную реакцию на радиационный тревожный сигнал. Кроме того, для работы с ними не требуется обширная подготовка.

Поскольку эти приборы относительно недороги и малогабаритны и их можно носить на униформе, появляется возможность стандартного оснащения такими приборами всех сотрудников в период выполнения ими своих обязанностей. Эти приборы экономичны и могут работать в непрерывном режиме. Еще одним присущим им преимуществом является мобильность, которая позволяет ближе подойти к подозреваемому источнику излучения в тех случаях, когда можно безопасным образом сделать это.

Использование карманных детекторов излучения, носимых многочисленными сотрудниками в ходе выполнения ими своих обычных обязанностей, может представлять собой своего рода "подвижный занавес", который может обладать весьма большой гибкостью по сравнению со стационарно смонтированными приборами и тем самым обеспечивать охват самых разнообразных маршрутов транспортировки.

4.4.2. Общие характеристики

Хотя карманные приборы могут снабжаться детекторами излучения различных типов, лишь те приборы, в которых используется сцинтилляционные детекторы, обладают достаточной чувствительностью для этого вида применения. Индикатор прибора должен давать простые показания с использованием люминесцентных устройств, пропорциональные регистрируемой мощности дозы. Это позволяет пользователю четко

определять любые изменения уровней радиации, и такой прибор может использоваться при досмотре для локализации источников излучения.

Лучшие приборы такого типа не требуют технического обслуживания, имеют надежную конструкцию, устойчивы к воздействию погодных условий и работают на батареях, обеспечивающих достаточную продолжительность работы. Рекомендуется перед раздачей приборов сотрудникам, работающим на местах, установить порог срабатывания тревожного сигнала, с тем чтобы надлежащим образом учесть местный естественный радиационный фон. Однако некоторые современные приборы позволяют автоматически замерять фоновый уровень при включении и далее хранить его в памяти в качестве контрольного уровня.

Конструктивные особенности могут быть различными, однако карманные приборы могут обладать также разнообразными дополнительными функциями. Некоторые типы способны давать тревожные сигналы трех типов: визуальный (свет), звуковой (тон) и вибрационный (тихий для скрытных действий). В некоторых приборах звуковой тон меняется в зависимости от мощности дозы.

4.4.3. Эксплуатация, калибровка и испытания

Карманные приборы обычно носят с собой – в кармане или на ремне. Полезные функции самоконтроля позволяют проверить правильность работы электронных схем прибора (включая состояние батарей) перед каждым использованием. Карманный прибор следует также проверять, если возможно, ежедневно, с тем чтобы убедиться, что он по-прежнему позволяет регистрировать излучение. Это можно сделать, поместив прибор вблизи небольшого контрольного радиоактивного источника и наблюдая за тем, как он регистрирует излучение.

В связи с флуктуациями фонового излучения время от времени неизбежно появление ложных тревожных сигналов, т.е. тревожных сигналов, не связанных с присутствием радиоактивных материалов. При правильной установке порога тревожного сигнала, обычно в три раза превышающего уровень естественного фонового излучения, можно добиться частоты появления ложных тревожных сигналов, не превышающей одного или двух случаев в течение рабочей смены.

Карманные приборы время от времени могут срабатывать от источников излучения, не связанных с нарушениями. Причиной этого является то, что многие обычные предметы и материалы содержат небольшие количества природных радиоактивных материалов, таких, как торий или уран (см. Приложение I).

Рекомендуется, чтобы карманные приборы так же, как и большинство детекторов излучения, подвергались калибровке раз в год (или с частотой, определяемой национальным регулирующим органом), причем эти операции должны проводиться квалифицированными специалистами или на установках по техническому обслуживанию.

4.4.4. Рекомендуемые минимальные характеристики

Как упоминалось выше, рабочие характеристики приборов каждого типа следует рассматривать лишь в качестве рекомендуемых и *их не следует рассматривать в качестве требований или норм МАГАТЭ*. Кроме того, следует отметить, что

изложенные в этом разделе условия являются не эксплуатационными установками, а критериями, с использованием которых могут проводиться эксплуатационные испытания.

4.4.4.1. Чувствительность к гамма-излучению

При средних показаниях 0,2 мкЗв/час тревожный сигнал должен срабатывать в случае, если мощность дозы повышается на 0,1 мкЗв/час в течение одной секунды. Вероятность обнаружения этого состояния подачи тревожного сигнала должна составлять 99%, т.е. должно быть не более 100 отказов на 10 000 облучений. Прибор должен обеспечивать эти рабочие характеристики в непрерывном диапазоне энергий падающего гамма-излучения от 60 кэВ до 1,33 МэВ (испытание с использованием ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{60}Co).

4.4.4.2. Установка тревожного сигнала

Система должна обеспечивать регулирование порогового уровня тревожного сигнала.

4.4.4.3. Индикация мощности дозы

Если прибор обеспечивает индикацию мощности дозы, то погрешность должна быть в пределах $\pm 50\%$ при калибровке с использованием ^{137}Cs .

4.4.4.4. Частота ложных срабатываний

Частота ложных срабатываний не должна превышать одного срабатывания за 12-часовой период эксплуатации при фоновых мощностях дозы 0,2 мкЗв/час.

4.4.4.5. Условия окружающей среды

Прибор должен сохранять вышеуказанные рабочие характеристики в диапазоне температур от -15°C до $+45^{\circ}\text{C}$ и при относительной влажности не менее 95% в условиях отсутствия конденсации.

4.4.4.6. Срок службы батарей

Срок службы батарей должен быть не менее 800 часов в режиме отсутствия тревожных сигналов для приборов с непerezаряжаемыми батареями и не менее 12 часов для приборов с перезаряжаемыми батареями. В режиме подачи тревожного сигнала срок службы батарей должен быть не менее 3 часов.

4.4.4.7. Испытание на падение

Приборы должны сохранять рабочие характеристики после испытания на падение любой стороной с высоты 0,7 метра на бетонную поверхность.

4.5. Переносные приборы

4.5.1. Применение

Переносные приборы радиационного контроля могут быть различных конструкций и в них могут использоваться различные детекторы излучения и электроника. Новейшие разработки представляют собой малогабаритные батарейные приборы на базе микропроцессоров. По мере развития технологии функциональные возможности этих приборов будут все более совершенствоваться.

Переносные приборы радиационного контроля могут использоваться для эффективного досмотра пешеходов, упаковок, грузов и транспортных средств, обеспечивая значительную гибкость. Чрезвычайно важно обучение правильному пользованию и интерпретации показаний, и такая подготовка должна периодически повторяться.

Имеются переносные приборы для обнаружения всех видов излучения, включая нейтронное. Некоторые приборы могут обнаруживать более одного вида излучения (например, гамма- и нейтронное). Обычно переносные приборы позволяют измерять мощность дозы и поэтому могут использоваться для целей радиационной безопасности.

Некоторые более усовершенствованные переносные приборы могут также использоваться для идентификации радионуклидов.

4.5.2. Эксплуатация, калибровка и испытания

Переносные радиационные мониторы могут использоваться либо в качестве приборов первичного радиационного контроля (обнаружение), либо в качестве приборов дополнительного радиационного контроля (для подтверждения информации) с использованием стационарно смонтированных приборов. Чрезвычайно важно, чтобы прибор был оборудован звуковым индикатором мощности дозы или тревожным сигналом, позволяющим пользователю проводить досмотр, не наблюдая за показаниями прибора.

Переносные приборы, предназначенные для применения при досмотре, должны весить менее 2 кг и иметь удобную рукоятку для переноски. Вероятность обнаружения повышается, если пользователь перемещает прибор ближе к любому контролируемому радиоактивному материалу. Кроме того, вероятность обнаружения прибором излучения повышается, если он перемещается над сканируемой областью достаточно медленно. Однако слишком медленное перемещение ведет к возрастанию продолжительности досмотра, и поэтому существует компромисс между скоростью и чувствительностью. Имеются приборы, обладающие малым временем измерения (менее 1 секунды), и их можно использовать для быстрого сканирования поверхностей упаковок, пешеходов, транспортных средств и грузов. Для того чтобы иметь возможность определить местонахождение источника излучения, тревожный сигнал должен либо автоматически сбрасываться, либо частота тревожного сигнала должна возрастать при повышении мощности дозы.

Переносные приборы рекомендуются контролировать, если это возможно, ежедневно с целью проверки их функциональной способности обнаруживать излучение. Это можно делать, помещая прибор рядом с небольшим радиоактивным контрольным источником и наблюдая за его показаниями. Рекомендуется, чтобы такие приборы, как и большинство приборов для обнаружения излучения, раз в год калибровались квалифицированным специалистом или на пункте технического обслуживания. Для стабилизации энергетической шкалы большинства комбинированных переносных идентификаторов радионуклидов используется источник гамма-излучения низкой активности. Это необходимо для обеспечения хороших характеристик при идентификации радионуклидов.

4.5.3. Рекомендуемые минимальные характеристики

Как отмечено выше, рабочие характеристики приборов каждого типа следует рассматривать лишь в качестве рекомендуемых и *их не следует рассматривать в качестве требований или норм МАГАТЭ*. Кроме того, следует иметь в виду, что изложенные в настоящем разделе условия - это не эксплуатационные установки, а критерии, с использованием которых могут проводиться эксплуатационные испытания.

4.5.3.1. Чувствительность к гамма-излучению

При средних показаниях 0,2 мкЗв/час тревожный сигнал должен срабатывать, когда мощность дозы повышается на 0,05 мкЗв/час на период в 1 секунду. Вероятность обнаружения этого состояния, вызывающего тревожный сигнал, должна составлять 99%, т.е. число отказов не должно превышать 100 на 10 000 облучений. Такие рабочие характеристики должны обеспечиваться в непрерывном энергетическом спектре падающего гамма-излучения в диапазоне от 60 кэВ до 1,33 МэВ (испытания с использованием ^{241}Am , ^{137}Cs and ^{60}Co).

4.5.3.2. Частота подачи звуковых сигналов при регистрации гамма-излучения

Частота звуковой индикации (частота подачи коротких звуковых сигналов высокого тона) при заданных условиях фонового излучения не должна превышать 1 короткий сигнал в минуту при 12-часовой работе, т.е. не более 100 коротких звуковых сигналов за период не менее 100 минут.

4.5.3.3. Чувствительность к нейтронному излучению

В приборах, обеспечивающих регистрацию нейтронного излучения, детектор должен подавать тревожный сигнал при облучении нейтронным потоком, испускаемым источником 0,01 мкг ^{252}Cf (приблизительно 20 000 нейтронов/секунду) в течение 10 секунд на расстоянии 0,25 м в условиях экранирования гамма-излучения менее 1%. Вероятность обнаружения этого состояния, вызывающего тревожный сигнал, должна составлять 99%, т.е. число отказов не должно превышать 100 на 10 000 облучений. Мощность дозы нейтронного излучения, соответствующего этим условиям облучения, составляет около 2 мкЗв/час.

4.5.3.4. Частота ложных срабатываний при регистрации нейтронного излучения

Частота ложных срабатываний не должна превышать 6 срабатываний в течение 1 часа.

4.5.3.5. Индикация мощности дозы

Если прибор обеспечивает индикацию мощности дозы, то он должен быть способен измерять мощности дозы по крайней мере до 10 мЗв/час с погрешностью $\pm 30\%$ при калибровке с использованием ^{137}Cs .

4.5.3.6. Индикация зашкаливания

Прибор должен обеспечивать индикацию зашкаливания или подачу непрерывного тревожного сигнала при мощностях дозы, выходящих за пределы рабочего диапазона.

4.5.3.7. Условия окружающей среды

Прибор должен сохранять вышеуказанные рабочие характеристики в диапазоне температур от -15°C до $+45^{\circ}\text{C}$ и при относительной влажности не менее 95% в условиях отсутствия конденсации.

4.5.3.8. Срок службы батарей

Рекомендуется, чтобы срок службы батарей превышал 40 часов в условиях отсутствия тревожного сигнала для приборов с непerezаряжаемыми батареями и превышал 12 часов для приборов с перезаряжаемыми батареями. В режиме подачи тревожного сигнала срок службы батарей должен превышать 3 часа. Желательно наличие индикатора состояния батарей.

4.6. Стационарно смонтированные приборы

4.6.1. Применение

Современные стационарно смонтированные радиационные мониторы предназначены для автоматического обнаружения наличия радиоактивного материала, переносимого пешеходами или перевозимого в транспортных средствах. Системы радиационного контроля обеспечивают это посредством измерения уровня излучения (гамма- или нейтронного), производимого в то время, когда человек или транспортное средство находится в зоне обнаружения, и сравнения этого уровня с фоновым уровнем излучения, измеряемым и корректируемым в периоды времени, когда зона обнаружения свободна. Непрерывное измерение фонового уровня излучения и корректировка порога срабатывания тревожного сигнала позволяют поддерживать неизменный статистический уровень ложных тревожных сигналов. В связи с этим необходимы соответствующие датчики присутствия, с тем чтобы прибор получал информацию о том, когда необходимо проводить радиационный контроль перемещающихся пешеходов и транспортных средств, а когда контролировать уровни фонового излучения.

4.6.2. Монтаж и эксплуатация, калибровка и испытания

Стационарно смонтированные радиационные мониторы часто называют порталными мониторами, и, как правило, они состоят из системы детекторов, смонтированных в одной или двух вертикальных стойках, и соответствующей электроники. Поскольку чувствительность прибора сильно зависит от расстояния, важно, чтобы контролируемое лицо или транспортное средство располагалось как можно ближе к системе детекторов. Поэтому наивысшая эффективность достигается, если мониторы смонтированы таким образом, что все пешеходы, транспортные средства и перемещаемые грузы вынуждены перемещаться в непосредственной близости от них или между ними. Таким образом, в целях обеспечения наибольшей эффективности стационарных радиационных порталных мониторов выбору их оптимального расположения при монтаже следует уделять тщательное внимание.

Эффективность стационарно смонтированного прибора также сильно зависит от его способности измерять интенсивность излучения в представляющей интерес зоне досмотра. Поэтому при монтаже радиационного монитора важно, чтобы детектор располагался таким образом, чтобы обеспечивался беспрепятственный обзор зоны

досмотра. Однако должна быть также обеспечена защита прибора от механических повреждений.

Подаваемые тревожные сигналы должны быть четко видны сотрудникам, работающим на пункте контроля, а сотрудники, реагирующие на тревожные сигналы, должны пройти подготовку по соответствующим процедурам ответных действий [2].

Для обеспечения оптимальных характеристик порталных мониторов необходимо периодически проводить их калибровку и испытания. В целях проверки способности автоматических порталных мониторов обнаруживать повышенную интенсивность излучения их следует ежедневно контролировать с помощью небольших радиоактивных источников.

4.6.2.1. Мониторы для пешеходов

Мониторы для пешеходов могут выполняться в виде одностоечных или двухстоечных мониторов. Следует установить барьеры, направляющие движение пешеходов таким образом, чтобы расстояние до монитора при прохождении рядом с ним составляло до 1,0 метра. В тех случаях, когда коридоры для прохода пешеходов имеют ширину более 1,5 метра, следует устанавливать две стойки. Важно, чтобы детектор был удален от тяжелых дверей, которые могут вызвать повышенный уровень ложных срабатываний. Это связано с тем, что экранирующий эффект дверей может привести к повышенным флуктуациям фонового уровня излучения. Кроме того, важно, чтобы датчик присутствия был расположен таким образом, чтобы он срабатывал только в тех случаях, когда рабочая зона прибора занята, и не происходило срабатывания при прохождении вблизи монитора других лиц.

Возможное присутствие защитных экранов в багаже или упаковках может означать, что мониторы оказываются наиболее эффективными при использовании в сочетании с системами, обеспечивающими обнаружение металлов (такими, как рентгеновские аппараты), которые могут использоваться для определения присутствия экранирующего материала.

4.6.2.2. Радиационные мониторы транспортных средств

Использование стационарно смонтированных радиационных мониторов для обнаружения источников излучения в транспортных средствах затрудняется в силу естественного экранирования, обеспечиваемого конструкцией транспортного средства и его компонентами. Хотя стандартные мониторы кузовов грузовых автомобилей могут эффективно обнаруживать аномальные уровни излучения в грузах металлов для переработки, они оказываются намного менее эффективными при обнаружении радиоактивных материалов в тех случаях, когда предпринимается преднамеренное сокрытие материала. Мониторы, специально сконструированные для обнаружения радиоактивных источников, которые могут явиться предметом незаконного оборота, более эффективны, чем мониторы кузовов грузовых автомобилей, поскольку они, как правило, снабжены детекторами для наблюдения всех зон над транспортными средствами и под ними, а также по бокам.

Как указывалось выше, чувствительность детекторов зависит от степени близости детектора к источнику, а также от скорости их взаимного перемещения. Для легковых автомобилей одностоечные мониторы приемлемы, если максимальная ширина зоны проезда не превышает 3 метров. Для больших грузовых автомобилей и автобусов

требуются две стойки, и максимальное рекомендуемое расстояние между стойками составляет 6 метров и зависит от максимальной ширины сканируемого транспортного средства. Важно установить барьеры, которые не заслоняют поле зрения монитора и в то же время защищают его от повреждения проезжающими транспортными средствами.

Поскольку чувствительность монитора также сильно зависит от времени контроля излучения, прибор следует устанавливать в тех местах, где скорость транспортного средства контролируется и снижается. Функциональные возможности приборов различны, однако рекомендуется, чтобы скорость транспортного средства не превышала 8 км/час и чтобы транспортному средству не разрешалось останавливаться при прохождении через монитор. Рекомендуется размещать датчик присутствия таким образом, чтобы он срабатывал только в тех случаях, когда зона действия системы мониторинга занята, а не от другого проходящего поблизости транспорта.

4.6.3. Рекомендуемые минимальные характеристики

Как упоминалось выше, рабочие характеристики приборов каждого типа следует рассматривать лишь в качестве рекомендуемых и *их не следует рассматривать в качестве требований или норм МАГАТЭ*. Кроме того, следует отметить, что изложенные в этом разделе условия являются не рабочими уставками, а критериями, с использованием которых могут проводиться эксплуатационные испытания.

4.6.3.1. Чувствительность к гамма-излучению

Рекомендуется, чтобы при средних показаниях 0,2 мкЗв/час срабатывание тревожного сигнала происходило при повышении мощности дозы на 0,1 мкЗв/час в течение периода 1 секунды. Вероятность обнаружения этого состояния, вызывающего срабатывание тревожного сигнала, должна составлять 99,9%, что соответствует не более чем 10 отказам на 10 000 облучений. Это требование должно выполняться в стационарном радиационном поле в диапазоне энергий падающего гамма-излучения от 60 кэВ до 1,33 МэВ (испытания с использованием ^{241}Am , ^{137}Cs and ^{60}Co).

4.6.3.2. Чувствительность к нейтронному излучению

В случае приборов, обеспечивающих регистрацию нейтронного излучения, детектор должен срабатывать при облучении нейтронным потоком от источника 0,01 мкг ^{252}Cf (приблизительно 20 000 нейтронов/сек) в течение 5 секунд на расстоянии 2 м в условиях экранирования гамма-излучения менее 1%. Вероятность обнаружения этого состояния, вызывающего тревожный сигнал, должна составлять 99,9 %, т.е. количество отказов должно не превышать 10 на 10 000 облучений. Мощность дозы нейтронного облучения, соответствующая этим условиям облучения, составляет около 0,05 мкЗв/час.

4.6.3.3. Зона досмотра

Объем, в котором обеспечивается эффективность обнаружения, оказывается различным в зависимости от прибора. Ниже приводится описание геометрической области, в которой должны сохраняться рабочие характеристики для заданных уровней тревожного сигнала.

- a) Радиационный монитор пешеходов:
 - i) вертикально: 0-1,8 м;
 - ii) горизонтально, параллельно направлению движения: 0-1,5 м;
 - iii) нормальная скорость пешеходов 1,2 м/с.
- b) Радиационный монитор автомобилей (одностоечный):
 - i) вертикально: 0-2 м;
 - ii) горизонтально, параллельно направлению движения: до 4 м;
 - iii) скорость до 8 км/час.
- c) Радиационный монитор грузовиков и автобусов (двухстоечный):
 - i) вертикально: 0,7-4 м;
 - ii) горизонтально, параллельно направлению движения: до 3 м (6 м между двумя стойками);
 - iii) скорость до 8 км/час.

4.6.3.4. Частота ложных срабатываний

Частота ложных срабатываний при эксплуатации должна быть менее 1 срабатывания в день для мощностей дозы фонового излучения до 0,2 мкЗв/час. Если ожидается высокая рабочая нагрузка, скажем, 10 000 измерений в день, то это может означать не более 1 ложного срабатывания за 10 000 измерений, что соответствует рекомендуемому требованию для испытаний – не более 4 ложных срабатываний за 40 000 измерений.

4.6.3.5. Эксплуатационная готовность

Смонтированное оборудование должно быть готово к работе по крайней мере 99% времени, что составляет менее 4 дней простоя в течение года.

4.6.3.6. Условия окружающей среды

Система должна быть устойчива к воздействию погодных условий и предусматривать эксплуатацию вне помещений. Желательный рабочий диапазон температур составляет от -15°C до $+45^{\circ}\text{C}$. Однако реальный диапазон будет зависеть от условий на месте эксплуатации, и может оказаться необходимым расширение нижней границы диапазона до -35°C .

5. УРОВНИ РАССЛЕДОВАНИЯ И УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ ТРЕВОЖНЫХ СИГНАЛОВ ПРИБОРОВ

5.1. Номинальный уровень расследования и уставка срабатывания тревожного сигнала прибора

Номинальный уровень расследования определен здесь как уровень излучения, выбираемый в качестве уровня, при достижении которого предпринимается дальнейшее расследование. Его необходимо отличать от порога срабатывания тревожного сигнала прибора. Например, предположим, что принято решение проводить расследование всякий раз, когда мощность дозы превышает 0,2 мкЗв/час (пусть это соответствует точке А на рис. 1). Установка реального уровня срабатывания

тревожного сигнала прибора в этой точке (А) означала бы, что в половине случаев, когда возникает такая мощность дозы, срабатывания тревожного сигнала не произойдет (т.е. интенсивность отказов составит 50%) ввиду статистического характера радиоактивного распада. Поэтому, для того чтобы снизить интенсивность отказов до некоего более приемлемого уровня, пороговое значение для срабатывания тревожного сигнала необходимо устанавливать на некотором более низком уровне (скажем, в точке С на рис. 1).

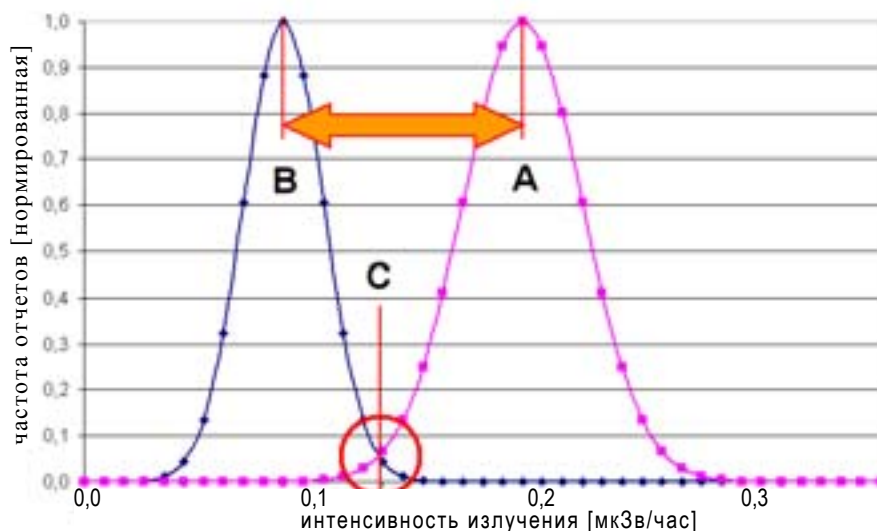


Рис. 1. Перекрывающиеся сигналы фонового излучения и источника излучения; частота отсчетов прибора, соответствующих фоновому излучению (левый пик) и режиму облучения (правый пик).

Однако мощность дозы фонового излучения также влияет как помеха, поскольку, если желаемый уровень расследования (А) слишком близок к мощности дозы фонового излучения (В на рис. 1), возникнет неприемлемое количество ложных срабатываний тревожного сигнала, связанных с фоновым излучением. Из сказанного следует, что определение номинального уровня расследования и установка порога срабатывания тревожного сигнала прибора представляют собой нетривиальные задачи. Ниже для тех, кто хотел бы получить дополнительную информацию, следует краткое обсуждение данного вопроса.

5.2. Определение порога срабатывания тревожного сигнала прибора

Выбор определенного уровня расследования означает, что необходимо соответствующим образом установить порог срабатывания тревожного сигнала контролирующего прибора. Порог срабатывания тревожного сигнала можно выразить в виде величины, кратной фоновому уровню, или в виде величины, кратной стандартному отклонению скорости счета, соответствующей фоновому уровню. Поскольку связь между мощностью дозы фонового излучения и ее стандартным отклонением зависит от чувствительности детектирования прибора и от реального уровня фонового излучения, общеприменимый уровень расследования вывести не удастся.

Подобным же образом, в связи с тем, что не известны такие факторы, как степень экранирования и энергия излучения, невозможно установить уровень расследования

для обнаружения определенного количества радиоактивности. Поэтому представляется разумным устанавливать такое значение этого уровня, которое обеспечивало бы максимальную чувствительность и в то же время не вызывало слишком большого количества ложных срабатываний. На этой основе можно вывести рекомендации для оптимального уровня расследования, используя результаты, полученные в рамках крупномасштабного опытного исследования систем пограничного радиационного контроля, проведенного Австрийскими исследовательскими центрами и МАГАТЭ [10].

При установлении практического уровня порога срабатывания тревожного сигнала необходимо стремиться к достижению компромисса, с тем чтобы можно было обнаруживать радиоактивные материалы, являющиеся предметом непреднамеренного перемещения или незаконного оборота, и в то же время обеспечивалась приемлемо низкая частота ложных срабатываний. Радиоактивные материалы, транспортируемые в законном порядке, также вызовут срабатывание тревожных сигналов, однако последующее расследование должно прояснить ситуацию и позволить дальнейшее перемещение человека или товаров.

Как указано выше, для того чтобы учесть статистические отклонения, порог срабатывания тревожного сигнала прибора должен быть установлен значительно более низким, чем номинальный выбранный уровень расследования. Для достижения вероятности обнаружения 99,9%, исходя из идеализированного случая Гауссова распределения, пороговый уровень прибора должен быть установлен по крайней мере на 3σ ниже, чем желаемый уровень, для того чтобы охватить все события, которые статистически попадают на "нижний хвост кривой". С другой стороны, уставки прибора должны оставаться на безопасном удалении от значений, слишком близких к фоновому уровню. Для того чтобы частота ложных срабатываний составляла 1 к 10 000, порог срабатывания тревожного сигнала прибора должен быть установлен по крайней мере на 4σ выше, чем средний фоновый уровень для систем, которые распространяются на Гауссовы допущения (3σ для частоты ложных срабатываний 1 к 1000).

Результаты полевых испытаний ИТРАП [10] для радиационного контроля грузовиков показывают, что, для того чтобы обеспечить рабочие характеристики в отношении ложных срабатываний, приведенные выше, необходимо установить уровень расследования, равный по крайней мере 1,2 уровня естественного фонового излучения (при нормальном фоновом уровне, составляющем приблизительно 0,070 мкЗв/час).

Если уровень расследования поднять до значения, равного 1,4 фонового уровня, то, помимо выполнения требований в отношении частоты ложных срабатываний, можно приблизительно в 10 раз уменьшить частоту появления тревожных сигналов, не связанных с нарушением. Например, на линии для грузовых автомобилей, на которой производится обработка около 1000 грузовых автомобилей в день, количество тревожных сигналов, не связанных с нарушением, уменьшится с 10 в день до 1 в день, что будет соответствовать снижению частоты появления тревожных сигналов, не связанных с нарушением, от 1% на грузовой автомобиль до 0,1% на грузовой автомобиль. При таком повышении уровня расследования все еще обеспечивается чувствительность обнаружения, требуемая для реальных случаев незаконного оборота. Например, незранированный источник излучения ^{137}Cs активностью 3,7 МБк должен вызывать срабатывание тревожного сигнала в самых неблагоприятных условиях при

использовании любых надлежащим образом смонтированных и калиброванных стационарных радиационных мониторов.

При радиационном контроле пешеходов или автомобилей, когда, как ожидается, тревожные сигналы, не связанные с нарушением, могут вызываться лишь медицинскими радионуклидами, можно использовать более низкий уровень расследования, равный 1,2 уровня фонового излучения, поскольку, как ожидается, тревожные сигналы, не связанные с нарушением, будут менее частыми.

При определенных допущениях оказывается возможным преобразовать рекомендуемые уровни расследования из величин, кратных уровню фонового излучения, в величины, кратные стандартному отклонению. Для типичной детекторной системы со скоростью счета 1000 имп/сек при фоновых условиях обеспечение вышеуказанных рабочих характеристик означает, что номинальное значение уровня расследования, в 1,2 раза превышающее фоновый уровень, будет соответствовать приблизительно 7 стандартным отклонениям. Значение, составляющее 1,4 фонового уровня, соответствует в этих условиях приблизительно 14 стандартным отклонениям.

Специализированному персоналу, занимающемуся выбором и монтажом оборудования такого типа, рекомендуется рассмотреть эти вопросы в контексте местных условий и при этом удостовериться, что выбраны надлежащие уставки срабатывания тревожного сигнала прибора, обеспечивающие такой уровень расследования, который практически целесообразен в местных условиях. Неизбежно, что после определенного периода эксплуатации прибора, исходя из эксплуатационного опыта, необходимо будет внести в уставки срабатывания тревожного сигнала определенные корректировки.

Как указывалось выше, после того как произошло срабатывание тревожного сигнала, необходимо выполнить следующие действия:

- убедиться, что тревожный сигнал вызван реальным повышением уровня излучения;
- локализовать источник излучения, если он присутствует;
- провести идентификацию активного материала и дать оценку ситуации.

Каждый из этих этапов более подробно обсуждается в следующих ниже разделах.

6. ПРОВЕРКА ТРЕВОЖНЫХ СИГНАЛОВ

6.1. Типы тревожных сигналов

Основной интерес представляют три главных типа тревожных сигналов:

- ложные тревожные сигналы;
- тревожные сигналы, не связанные с нарушением;
- реальные тревожные сигналы.

6.1.1. Ложные тревожные сигналы

Нормальные статистические флуктуации интенсивности фонового излучения могут вызвать появление ложных тревожных сигналов. Их причиной могут также быть радиочастотные помехи от близлежащих источников, однако для современных высококачественно сконструированных приборов эта проблема неактуальна.

6.1.2. Не связанные с нарушением тревожные сигналы

Для целей настоящего ТЕСДОС не связанные с нарушением тревожные сигналы - это такие сигналы, которые являются следствием реального повышения уровня излучения, но которые вызваны причинами, *не* связанными с непреднамеренным перемещением или незаконным оборотом радиоактивных материалов. Существует ряд потенциальных причин возникновения не связанных с нарушением тревожных сигналов, и в Приложении I приводится подробный перечень по нескольким категориям. Как ожидается, большинство реальных тревожных сигналов на границах будут представлять собой не связанные с нарушением тревожные сигналы, являющиеся следствием наличия медицинских радионуклидов, введенных пациентам, природных радиоактивных материалов (ПРМ) и законных грузов радиоактивных материалов.

Например, в условиях пограничных пунктов пропуска авиапассажиры или пешеходов наиболее часто встречающимися радиоактивными источниками являются люди, которые недавно получали радионуклиды в целях медицинской диагностики или лечения. Хотя используемые радиоактивные агенты (например, йод для лечения щитовидной железы или таллий при тестах сердечной деятельности) обычно являются короткоживущими, остаточные радиоактивные материалы могут обнаруживаться через несколько дней или недель после проведения медицинской процедуры. Существует значительная вероятность появления таких пациентов в числе людей, совершающих путешествия.

Условия измерения на границах существенно отличаются от условий на ядерных установках или на установках для переработки или захоронения. Высокая интенсивность движения на крупных пунктах пересечения границ ограничивает время, имеющееся для обнаружения, и многократные проверки обычно практически нецелесообразны. Даже высокоактивные источники излучения в экранирующих контейнерах могут быть не обнаружены на пунктах пересечения границ без разгрузки транспортного средства, и регулярное применение такой процедуры практически нецелесообразно. Высокочувствительные системы радиационного контроля неизбежно характеризуются более частыми ложными тревожными сигналами или не связанными с нарушением тревожными сигналами, вызываемыми такими источниками, как природная радиоактивность в удобрениях или в отложениях, накапливающихся в трубах, используемых в нефтяной промышленности. В исследовании ИТРАП [10] выявлено четыре категории транспортируемых товаров, которые вызывают не связанные с нарушением тревожные сигналы, причем наибольшая частота тревожных сигналов, составляющая 10 срабатываний в день, связана с промышленными продуктами и сырьевыми материалами.

Соответствующие компетентные органы государств определяют пределы допустимых концентраций активности для природных веществ. Частые не связанные с нарушением или ложные тревожные сигналы на границе или в другом пункте радиационного контроля с высокой интенсивностью движения приведут к тому, что система радиационного контроля станет практически бесполезной. Поэтому приходится добиваться компромисса между чрезмерно высокой частотой появления ложных тревожных сигналов и недопустимо низкой чувствительностью.

6.1.3. Реальные тревожные сигналы

Последняя категория тревожных сигналов – реальные тревожные сигналы – определяется как такие сигналы, которые: а) вызываются реальным повышением интенсивности излучения; и б) связаны с непреднамеренным перемещением или незаконным оборотом радиоактивных материалов. Если делается вывод о последнем, то это обычно связано с дальнейшей оценкой ситуации.

6.2. Проверка тревожных сигналов посредством радиационного контроля

Проверка первоначального тревожного сигнала обычно связана с повторением измерения в идентичных условиях и/или использованием другого прибора. Полученный аналогичный результат является достоверным свидетельством реального повышения уровней радиации.

6.2.1. Карманные и переносные приборы

После того как обнаружен радиоактивный излучатель, для проверки можно использовать такой же или другой прибор. Если происходит повторное срабатывание тревожного сигнала, то результат проверки очевиден и требуется дальнейшее расследование.

6.2.2. Радиационный контроль пешеходов и их багажа

Если при прохождении пешехода через порталный радиационный монитор срабатывает тревожный сигнал, то можно повторить прохождение через этот радиационный монитор, с тем чтобы убедиться в повторном срабатывании тревожного сигнала. Если тревожный сигнал срабатывает вновь, рекомендуется отделить человека от любых переносимых им предметов и провести дальнейшее расследование.

Следует провести определение мощности дозы излучения человека и принадлежащих ему вещей, используя для этого карманный или переносной прибор. Рекомендации по значению уровней излучения и по методам досмотра приводятся в следующих разделах.

Если определено, что источник излучения находится в одном из переносимых предметов, то следует рассмотреть возможность изучения этого предмета с помощью рентгеновского аппарата с целью определения того, имеется ли значительное экранирование гамма-излучения или нет. Однако если, согласно местной оценке, делается предположение о том, что существует значительная вероятность незаконного оборота, связанного с террористической деятельностью, то следует учитывать также и другие потенциальные опасности. В частности, может существовать возможность детонации взрывных устройств при воздействии рентгеновского излучения.

После того, как источник излучения локализован, полезно определить его энергию и тем самым определить соответствующий(ие) радионуклид(ы).

6.2.3. Радиационный контроль транспортных средств

Если при движении транспортного средства через стационарно смонтированный радиационный монитор срабатывает тревожный сигнал, то, как правило, необходимо вывести это транспортное средство из потока движения для проведения дальнейшего расследования.

Помня о возможности того, что тревожный сигнал может быть вызван остаточными медицинскими радионуклидами, следует предложить водителю и пассажирам выйти из

транспортного средства и провести их раздельное сканирование. При этом можно провести определение мощности дозы излучения для людей и транспортного средства, однако важно также определить изотоп(ы). Рекомендации относительно значимости уровней излучения и по методам досмотра приводятся в следующих разделах.

Как уже упоминалось, в случае движения грузовых автомобилей и грузовых контейнеров наиболее частыми тревожными сигналами будут тревожные сигналы, не связанные с нарушением и вызванные большими количествами природного радиоактивного материала. Например, известно, что подачу тревожных сигналов вызывают большие грузы удобрений, сельскохозяйственной продукции, табачной продукции, некоторых руд, фарфора и древесины. Однако следует иметь в виду, что такие радиационные признаки распределены равномерно по всему грузу и поэтому отличаются от обычно более локализованных радиационных признаков отдельных источников или радиоактивного материала, являющегося предметом незаконного оборота.

7. РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И УРОВНИ РЕАГИРОВАНИЯ

Вообще говоря, необходимый уровень реагирования на реальный тревожный сигнал зависит от обнаруженных радиологических условий [2]. Большинство возникающих ситуаций будут характеризоваться незначительной опасностью или отсутствием опасности и могут быть урегулированы лицами, не являющимися специалистами в области радиационной безопасности. Это называют реагированием на оперативном уровне.

Реагирование на более высоком тактическом уровне с участием специалистов в области радиационной безопасности рекомендуется осуществлять в том случае, если обнаружена одна из следующих ситуаций:

- уровень излучения превышает 0,1 мЗв/час на расстоянии 1 м от поверхности или объекта;
- подтвержденное обнаружение нейтронного излучения;
- обнаружение ядерного материала с помощью переносного идентификатора изотопов; или
- неконтролируемое загрязнение вследствие рассыпания, разлива или протечки радиоактивных материалов.

Значение 0,1 мЗв/час на расстоянии 1 м было выбрано ввиду того, что оно представляет собой предел для разрешенной перевозки радиоактивных материалов, как подробно указано в "Правилах безопасной перевозки радиоактивного материала" МАГАТЭ, Требованиях безопасности МАГАТЭ No ST-1 [13].

Дальнейший переход к редко осуществляемому реагированию на стратегическом уровне может зависеть от масштабов и тяжести радиационной обстановки. При этом вероятно приведение в действие национального или регионального плана аварийного реагирования.

Рекомендуемые ответные меры для применения в случае обнаружения радиоактивных материалов более подробно изложены в другом ТЕСДОС по данной теме "Реагирование на события, связанные с непреднамеренным перемещением или незаконным оборотом радиоактивных материалов" [2].

8. ЛОКАЛИЗАЦИЯ РАДИОАКТИВНОГО МАТЕРИАЛА

8.1. Общая подготовка к досмотру

Обычные операции проверки тревожного сигнала, досмотра с целью поиска радиоактивного материала и выполнения предварительной радиологической оценки представляют собой единый непрерывный процесс, даже несмотря на то, что в данной публикации они обсуждаются отдельно. Каждая из них связана с проведением обследования с использованием портативного прибора. Следует отметить, что излагаются лишь общие принципы поиска, поскольку конкретные приборы могут иметь различные конструктивные особенности.

Поскольку человек с помощью своих органов чувств не может обнаружить наличие излучения, важно проконтролировать работоспособность прибора перед его использованием. Следует придерживаться методик, рекомендованных изготовителем. Как правило, проводятся проверка батареи и проверка работоспособности с использованием небольшого радиоактивного источника. Кроме того, необходимо учесть средний уровень фонового излучения. Все указанные операции подготовки лучше всего проводить на удалении от предполагаемой зоны досмотра. Первоначальные функциональные проверки и измерения фонового уровня оказываются надежными только в том случае, если они выполнены в условиях представительного нормального фонового уровня. Это особенно важно в отношении некоторых современных приборов, которые измеряют фоновый уровень окружающей среды и автоматически корректируют пороги срабатывания тревожного сигнала. В обычных условиях такие проверки занимают от 10 до 30 секунд, после чего можно приступить к досмотру.

Независимо от того, какой конкретно переносной прибор используется при досмотре, включая приборы карманного типа, эффективность процедуры зависит от качества метода досмотра. Ниже рекомендованы различные методы досмотра пешеходов, упаковок, транспортных средств или грузов.

При проведении досмотра автоматизированные приборы могут время от времени регистрировать весьма короткие сигналы, уровень которых превышает пороговый уровень тревожного сигнала. Это связано с тем, что приборы данного типа непрерывно измеряют радиационное поле в серии весьма коротких интервалов времени счета. Большинство измеренных значений весьма близко к фоновому уровню, однако некоторые из них могут превышать пороговый уровень срабатывания тревожного сигнала в связи со статистическими эффектами счета. Поэтому одиночные тревожные сигналы, выдаваемые в ходе процесса сканирования, не имеют значения. Значимыми тревожными сигналами являются многократные и воспроизводимые сигналы.

При проведении тщательного эффективного досмотра необходимо сканировать радиационным монитором поверхность контролируемого лица, упаковки или транспортного средства. При обнаружении прибором уровня излучения, значительно превышающего фоновый, произойдет срабатывание прибора, характер которого будет зависеть от его конструктивных особенностей. Многие современные приборы выдают тревожный сигнал в виде серий коротких звуковых сигналов высокого тона. Это позволяет пользователю сконцентрироваться на процедуре досмотра, не отвлекаясь для наблюдения за измерительным прибором.

Важно, чтобы в ходе операции сканирования прибор располагался на небольшом удалении от поверхности (приблизительно от 5 до 10 см), не касаясь ее. Кроме того, чувствительность приборов, как правило, повышается в случае их медленного перемещения над контролируемой зоной. Однако существует компромисс с учетом допустимой продолжительности досмотра. Разумные рекомендации заключаются в том, чтобы перемещать детектор или его головку со скоростью около 20 см/сек.

Чем ближе радиационный монитор к радиоактивному источнику, тем выше интенсивность излучения и тем легче обнаружить радиоактивный материал. Для локализации радиоактивного материала пользователю следует перемещать детектор в направлении растущей интенсивности (в направлении повышения частоты звуковых импульсов) до тех пор, пока не будет найден максимальный уровень. Быстрое изменение мощности дозы при перемещении прибора может свидетельствовать об индивидуальном источнике излучения или о частично экранированном излучении. С другой стороны, слабо изменяющиеся повышенные показания могут свидетельствовать о большом объеме материала, таком, как насыпной груз природно радиоактивной руды.

8.2. Досмотр пешеходов

В тех случаях, когда пешеход переносит сумки или упаковки, рекомендуется отделить его от этих предметов перед досмотром, с тем чтобы их досмотр можно было провести независимо.

Выполнение операции радиационного досмотра человека обычно занимает от 20 до 30 секунд. Этого времени достаточно, для того чтобы провести сканирование спереди, сзади и по бокам с использованием изложенных выше рекомендаций относительно скорости сканирования и расстояния.

Рекомендуется следующая схема систематического досмотра. Начиная сканирование возле одной ноги, продолжить его вверх по одной стороне тела до головы и затем сканировать вниз по другой стороне. Затем попросить сканируемое лицо повернуться на четверть оборота и повторить процедуру для передней и задней сторон. Сканирование от головы до ног займет около 4–5 секунд. Таким образом, последовательное сканирование вверх и затем вниз займет около 8–10 секунд. Еще несколько секунд будет затрачено на четверть поворота, в результате чего вся операция займет около 20 секунд. Указанная продолжительность сканирования считается минимальной, однако она обеспечивает достаточно качественный досмотр в тех случаях, когда необходимо просканировать большое количество людей.

8.3. Досмотр упаковок и грузов

Важно, чтобы предметы, которые люди обычно несут с собой, такие, как портфели, женские сумки, упаковки и багаж, досматривались отдельно от досмотра самих людей. Это позволит обеспечить проведение систематического и полного досмотра. Досмотр каждого предмета лучше всего выполнять, проводя монитором над поверхностью с такой же скоростью, как и в случае досмотра людей.

В тех случаях, когда юридические полномочия позволяют сотрудникам правоохранительных органов делать это, целесообразно предложить лицу, проходящему досмотр, открыть крупные предметы для проведения визуального досмотра. Рекомендуется, чтобы тяжелые предметы большого объема подвергались

оценке и досмотру в том случае, если считается, что они могут экранировать радиоактивный материал.

Если упаковка запечатана и не может быть вскрыта для визуального досмотра, то проведение более медленного внешнего досмотра всех доступных сторон с помощью прибора повысит вероятность обнаружения любого радиоактивного материала, который может находиться внутри.

При проведении досмотра с целью обнаружения ядерного или другого радиоактивного материала сотрудники правоохранительных органов должны мыслить более широко, помня о всех возможных рисках. Например, упаковка может содержать взрывчатые или другие опасные вещества, с которыми необходимо обращаться с надлежащей осторожностью.

8.4. Досмотр автомобилей

Досмотр автомобилей представляет собой более трудную задачу, чем досмотр людей или упаковок. Сама процедура досмотра более продолжительна ввиду материалов и сложности конструкции автомобиля, а также ввиду необходимости досмотра находящихся в автомобиле людей и любых перевозимых предметов в рамках отдельных операций досмотра.

Хотя при проведении таких операций досмотра важнейшую роль играет приборное оснащение, важно помнить о том, что визуальный досмотр также является ключевой частью этого процесса. Большие тяжелые контейнеры требуют весьма тщательного сканирования с использованием монитора, поскольку они могут экранировать находящийся внутри них радиоактивный материал. Более тщательное сканирование обычно означает более медленное перемещение чувствительной головки прибора и уменьшенное расстояние от нее до представляющего интерес объекта.

Кроме того, крупные тяжелые конструкции могут экранировать гамма-излучение и блокировать его прохождение точно так же, как препятствие на пути света создает тень. Из этого следует, что важно обращать внимание на экраны, которые находятся на пути любого излучения, источник которого может находиться за предметом, а не внутри него. Материалами, обеспечивающими эффективное экранирование гамма-излучения, являются толстые слои металла, кирпича и бетона, в то время как нейтронное излучение может экранироваться значительными количествами полиэтилена, пластмасс, топлива или воды.

8.4.1. Досмотр пассажиров и их личных вещей

Рекомендуется проводить досмотр не только транспортного средства, но также и его пассажиров. Систематический и полный досмотр пассажиров можно обеспечить только в том случае, если они покинут транспортное средство и встанут на определенном удалении от него, после чего можно выполнить изложенную выше процедуру. Подобным же образом необходимо проводить сканирование личных вещей, таких, как портфели, дамские сумки или упаковки.

8.4.2. Досмотр зоны капота двигателя

Досмотр под капотом двигателя транспортного средства можно выполнять, подводя прибор радиационного контроля ко всем контролируемым поверхностям, включая сам капот двигателя.

8.4.3. Досмотр багажника и салона

Досмотр багажника и салона транспортного средства можно выполнять с использованием систематического подхода. Следует открывать каждую дверь салона и проводить сканирование в салоне любого доступного объекта и поверхности. Следует также проводить сканирование маловероятных зон, таких, как приборная панель, противосолнечные козырьки, зоны указателя маршрута в автобусе, пол и пространство под сиденьями. Следует провести сканирование за задним сиденьем. Досматривают также зоны размещения грузов в грузовых автомобилях. Зоны, не доступные изнутри, могут быть подвергнуты досмотру с наружной стороны транспортного средства.

Следует отметить, что для излучения малой энергии стекло является менее эффективным экранирующим материалом, чем металл, и поэтому более целесообразно проводить сканирование в зоне окон, а не в зоне металлической части конструкции. Следует постоянно помнить о том, что радиационный монитор должен находиться на расстоянии до 10 см от сканируемой поверхности. Дополнительное время, затраченное на досмотр транспортного средства, повышает вероятность обнаружения находящегося в нем радиоактивного материала.

8.4.4. Наружный досмотр

Рекомендуется включить в наружный досмотр транспортного средства проверку под лонжеронами рамы и бамперами, а также провести сканирование в колесных нишах перед колесами и за ними.

8.4.5. Платформы грузовых автомобилей

Рекомендуется проводить досмотр платформ грузовых автомобилей, даже если кузов не заполнен. Причиной этого является то, что контейнер с радиоактивным материалом может быть прикреплен к нижней поверхности платформы.

8.4.6. Большие грузовые автомобили

Досмотр таких больших грузовых автомобилей, как седельные тягачи с фургонами, грузовые автомобили с безбортовой платформой, самосвалы, мусоровозы и различные другие большегрузные автомобили, представляет особенно сложную задачу. Например, в результате исследования ИТРАП был даже сделан вывод о том, что детальный досмотр больших грузовых автомобилей с использованием переносных приборов практически нецелесообразен. В таких случаях для досмотра рекомендуется применять более сложные стационарно смонтированные системы. И все же можно проводить досмотр некоторых зон транспортных средств с использованием переносного прибора. Можно также удлинить кабель детектора и закрепить детектор на конце длинного шеста. Досмотр всех пространств, к которым возможен доступ, можно дополнить наружным досмотром всех недоступных мест.

9. ОЦЕНКА НАЙДЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

9.1. Общие положения

Следующим этапом в оценке характера тревожного сигнала является идентификация конкретных обнаруженных радионуклидов. Идентификация гамма-излучающего радионуклида с использованием комбинированного переносного устройства обычно производится после подтверждения тревожного сигнала, локализации источника и измерения мощности дозы. Идентификация радионуклида поможет в оценке того, является ли данный тревожный сигнал сигналом, не связанным с нарушением. Например, если радиоактивный материал идентифицируется как материал, который зачастую используется в медицинских целях, то вероятность того, что данное событие относится к незаконному обороту, снижается.

Идентификация радионуклида – это только лишь часть оценки характера радиоактивных материалов и определения того, имеет ли место случай непреднамеренного перемещения или незаконного оборота. Собеседования с соответствующим персоналом и изучение документации – это дополнительные виды деятельности, которые составляют часть расследования в связи с возможностью преступного намерения. Эти темы дополнительно обсуждаться не будут, поскольку они являются нормальной частью деятельности таможенных и правоохранительных органов и выходят за рамки сферы охвата настоящего доклада.

Однако целесообразно не забывать о возможности перевозки незаконного материала наряду с легальным грузом радиоактивного материала или в его составе. Если груз вызывает подачу тревожного сигнала и о нем известно, что он относится к таким грузам, которые могут быть обогащены природными радионуклидами, такими, как ^{40}K или ^{232}Th , может оказаться полезным оценить другую связанную с данным грузом информацию. Например, при подаче тревожного сигнала в связи с транспортным средством, перевозящим бананы или табак (характеризуемые повышенным содержанием ^{40}K), может оказаться целесообразным оценить возможность перевозки в нем, помимо законно указанного груза, радиоактивных материалов с целью незаконного их оборота.

9.2. Устройства для идентификации радионуклидов

Современные устройства для идентификации радионуклидов, как правило, производят измерение спектра гамма-излучения и на основе полученной информации идентифицируют радионуклид. Они представляют собой переносные приборы с батарейным питанием, которые могут использоваться в полевых условиях неспециалистами. Если такое устройство не может быть предоставлено для регулярного использования в полевых условиях, то может быть сочтено целесообразным получить экспертно-техническую поддержку с применением более всестороннего, но менее портативного оборудования.

Технология, связанная с идентификацией радионуклидов, постоянно совершенствуется, и нет возможности дать прогноз того, какие улучшения могут появиться в ближайшем будущем. Однако независимо от того, какое устройство используется для идентификации радионуклидов, весьма вероятно, что анализ займет значительно большее время, чем типичные сроки проведения процесса досмотра. Анализ с использованием современных переносных приборов может занимать часы, а не

минуты. Однако если таких приборов не имеется, получение специализированной поддержки может быть связано с монтажом более крупных приборов, которые обычно представляют собой лабораторные приборы и соответственно требуют для монтажа нескольких часов. Это связано с необходимостью продолжительной наладки приборов лабораторного типа, которые, возможно, потребуется использовать в полевых условиях (например, с калибровкой), а также со временем, требуемым для сбора и анализа данных. В качестве альтернативного варианта представляющий интерес радиоактивный материал может быть перевезен в лабораторию после того, как будут рассмотрены любые вопросы, связанные с радиологической безопасностью, включая соблюдение соответствующих регулирующих положений по перевозке.

9.3. Рабочие характеристики для идентификации радионуклидов

9.3.1. Радионуклиды, представляющие интерес

Большинство радионуклидов, с которыми, возможно, приходится иметь дело на границах, могут быть идентифицированы с помощью приборов, способных идентифицировать спектры гамма-излучения с энергетическими пиками в диапазоне от 60 кэВ до как минимум 1,33 МэВ. Ниже перечислены в порядке возрастания изотопного числа радионуклиды, представляющие наибольший интерес, и наиболее часто встречающиеся радионуклиды:

- 1) ядерные материалы: ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu ;
- 2) медицинские радионуклиды: ^{18}F , ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{123}I , ^{125}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{192}Ir , ^{201}Tl ;
- 3) природные радиоактивные материалы (ПРМ): ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U ;
- 4) промышленные радионуклиды: ^{57}Co , ^{60}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{226}Ra , ^{241}Am .

Устройства для идентификации радионуклидов должны обеспечивать идентификацию всех перечисленных выше радионуклидов.

Поскольку вероятность обнаружения конкретных радионуклидов на различных типах пограничных пунктов пропуска, таких, как расположенные на наземных границах, в аэропортах и в морских портах, неодинакова, полезно знать о том, что:

- На пограничных пунктах пропуска пешеходов и в аэропортах наиболее вероятно обнаружение медицинских радионуклидов в организмах пациентов, недавно прошедших лечение. Эти радиоактивные материалы могут быть либо локализованными, либо распределенными по всему организму человека.
- Природные радионуклиды, такие, как ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{238}U , с наибольшей вероятностью могут быть обнаружены при транспортировке больших количеств материалов, т.е., например, в морских портах, железнодорожных поездах и в грузовых автомобилях на наземных границах.

9.3.2. Испытания

После калибровки должна обеспечиваться идентификация следующих радионуклидов, создающих мощность дозы гамма-излучения на детекторе около 0,5 мкЗв/час выше фоновой с экранированием и без него:

- без экранирования, в течение менее 3 мин: ^{111}In , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{201}Tl , ^{67}Ga , ^{133}Xe , ^{125}I , ^{123}I , ^{131}I , ^{192}Ir , ^{18}F ;

- с экранированием 3 мм слоем стали, в течение менее 20 мин: ^{235}U , ^{238}U , ^{57}Co , ^{241}Am , ^{237}Np ;
- с экранированием 5 мм слоем стали, в течение менее 20 мин: ^{239}Pu , ^{233}U , ^{133}Ba , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{192}Ir .

Желательно иметь возможность идентификации сочетаний радионуклидов, таких, как $^{137}\text{Cs} + ^{239}\text{Pu}$, $^{131}\text{I} + ^{235}\text{U}$, $^{57}\text{Co} + ^{235}\text{U}$, $^{133}\text{Ba} + ^{239}\text{Pu}$, каждое из которых обеспечивает мощность дозы гамма-излучения на детекторе порядка 0,5 мкЗв/час выше фоновой.

9.4. Практические соображения при выборе прибора

Полезность прибора зависит от нескольких факторов:

- Средства информирования пользователя (шкала, световые индикаторы, экран) должны быть большими и легко читаемыми в различных условиях освещения.
- Для практического использования в полевых условиях лучше всего подходят приборы с небольшим числом кнопок, рукояток и клавиш (для работы с программным обеспечением).
- Хорошей структурой меню любого программного обеспечения является структура, характеризующаяся простотой и легкостью интуитивного восприятия.
- Обычно не требуется индикация детального гамма-спектра, хотя такая функция может оказаться полезной на более глубоком уровне меню для целей диагностики, выполняемой пользователем-экспертом.
- Сообщения, которые прибор дает на выходе, наиболее полезны в том случае, если они весьма определены, о чем свидетельствует неизменность воспроизводимой информации. Индикация нескольких альтернативных вариантов для одного радионуклида не дает полезных результатов в полевых условиях.
- Если радионуклид не удается идентифицировать однозначно, то такие четкие сообщения, как “не идентифицируется” или сообщения, требующие расширенного измерения, более полезны, чем неправильная идентификация.
- Чем выше скорость обработки данных, обеспечиваемая используемым в приборе программным обеспечением, тем скорее результаты анализа поступят для оперативного использования в полевых условиях. При измерении гамма-спектра в целях идентификации радионуклидов представляют интерес два различных временных параметра. Одним является время измерения, необходимое для сбора данных о гамма-спектре. Это время зависит от активности источника, энергии линий гамма-излучения, присутствия экранирования и расстояния от источника. Это время может изменяться в диапазоне от десятых долей секунды до приблизительно 10 минут. По завершении измерения происходит обработка гамма-спектра для определения присутствующих радионуклидов. Необходимое для этого время обычно не превышает 30 секунд.
- Может оказаться полезной возможность записи спектров в постоянную память и передача информации на компьютер или по линии дальней передачи данных для дальнейшей экспертизы. Это особенно актуально в тех случаях, когда проблемы не могут быть решены на месте.
- Во многих отношениях контрольно-измерительная аппаратура для радиационного контроля на границах все еще находится на начальной стадии развития, и необходимы дальнейшие усилия по разработке в целях совершенствования легкости ее использования и надежности.

Приложение I РАДИОАКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И РАДИОНУКЛИДЫ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ИНТЕРЕС

В настоящем Приложении приведены в табличной форме некоторые полезные сведения о радиоактивных материалах и радионуклидах, представляющих интерес для лиц, занимающихся вопросами радиационного контроля на границах.

A.I.1. Причины тревожных сигналов, не связанных с нарушением

Как обсуждено в основном тексте и проиллюстрировано на рис. 1, основными причинами возникновения тревожных сигналов, не связанных с нарушением, в системах радиационного контроля на границах являются радиоактивные материалы медицинского применения, а также законные грузы радиоактивных материалов, такие, как природные радиоактивные материалы (ПРМ), потребительские продукты и меченые радионуклиды.

A.I.1.1. Радионуклиды медицинского применения

В таблице I перечислены наиболее часто обнаруживаемые медицинские радионуклиды.

Таблица I. Наиболее широко распространенные
медицинские радионуклиды

Галлий-67	Иод-129
Технеций-99m	Иод-131
Индий-111	Ксенон-133
Иод-123	Таллий-201
Иод-125	

A.I.1.2. Природные радиоактивные материалы (ПРМ)

Наиболее часто встречающимися природными радионуклидами являются ^{40}K , природный U (^{238}U , ^{226}Ra) и природный Th (^{232}Th). Два последних могут также находиться в состоянии равновесия со своими дочерними продуктами.

Таблица II. Часто встречающиеся материалы, содержащие природные радионуклиды

Вещество	Приблизительная концентрация активности в Бк/кг		
	K-40	Ra-226	Th-232
Удобрения	40–8000	20–1000	20–30
Гранит	600–4000	30–500	40–70
Саман	300–2000	20–90	32–200
Сланец	500–1000	30–70	40–70
Песчаник	40–1000	20–70	20–70
Мрамор	40–200	20–30	20
Полевой шпат	2000–4000	40–100	70–200
Монацитный песок	40–70	30–1000	50–3000
Бетон	150–500	40	40

Другими веществами, содержащими природные радиоактивные материалы, являются:

- Легированные торием вольфрамовые сварочные электроды.
- Зубопротезная керамика.
- Облученные драгоценные камни (природный базовый материал, содержащий искусственные радионуклиды).
- Объективы камер.
- Шлифовальный порошок.
- Стекла с добавкой тория.
- Цветная керамическая глазурь.
- Калильные сетки газовых фонарей.
- Бананы, марихуана (содержат К-40).

Следует отметить, что уран, обедненный по ^{235}U и содержащий поэтому главным образом ^{238}U , зачастую используется в качестве радиационного экрана для контейнеров с источниками ввиду своей высокой плотности.

А.1.1.3. Радионуклиды, часто используемые в промышленности и научных исследованиях

Таблица III. Радионуклиды, часто используемые в промышленности и научных исследованиях

Натрий-22	Иттрий-90	Барий-133
Фосфор-32	Технеций-99	*Цезий-137
Кальций-47	Технеций-99m	Прометий-147
Кобальт-58	Рутений-106	Гадолиний-153
*Кобальт-60	Палладий-103	*Иридий-192
Галлий-67	Индий-111	Ртуть-197
Селен-75	Иод-123	Таллий-201
Криптон-81m	Иод-125	Радон-222
Иттрий-88	Иод-129	*Радий-226
Стронций-89	Иод-131	Плутоний-238
*Стронций-90	Ксенон-133	*Калифорний-252

* Хотя эти радиоактивные материалы используются также и в медицине, они используются главным образом для радиационной *терапии* и не должны обнаруживаться при радиационном контроле людей. Однако, если эти радиоактивные материалы обнаруживаются и подтверждаются проверкой в организмах людей, такие случаи рекомендуется немедленно расследовать.

А.1.2. Радиоактивные материалы, связанные с инцидентами, сообщения о которых поступили в базу данных МАГАТЭ

Эти данные получены из базы данных МАГАТЭ по случаям незаконного оборота (из последнего полного доклада 31 декабря 2000 года).

Таблица IV. Ядерные материалы в базе данных по незаконному обороту

Элемент	Описание материала	
	Тип материала	Диапазон масс*
Уран	природный	0,1 г–82 кг
	обедненный	0,1 г–100 кг
	низкообогащенный	4,11 г–149,8 кг
	высокообогащенный	0,17 г–2,972 кг
Плутоний	весь	0,05 мг–363 г
Торий	Различные химические формы	0,3 кг–1400 кг

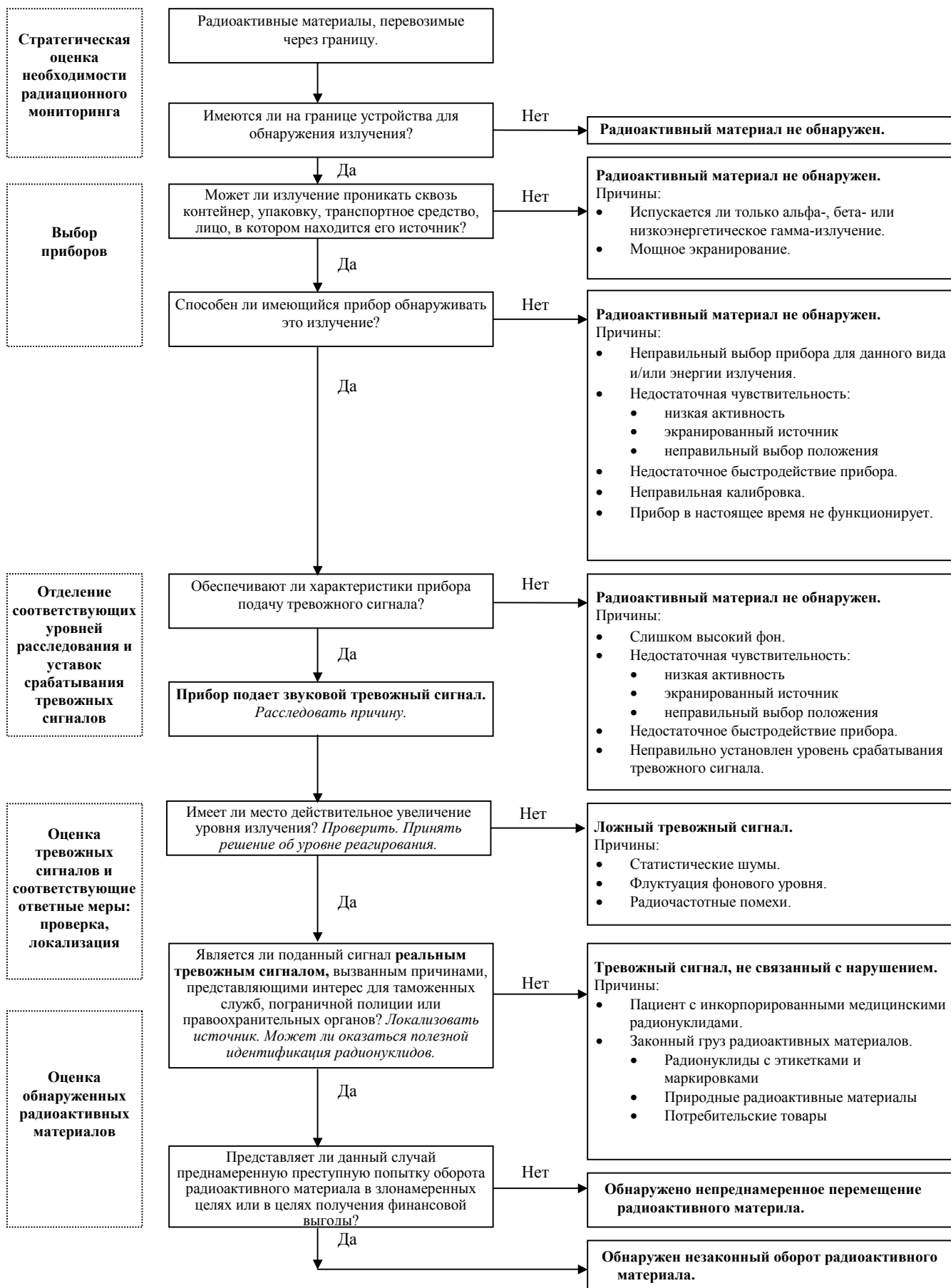
* Минимальное и максимальное значение массы всех конфискованных материалов.

Таблица V. Прочие радионуклиды, представляющие интерес, информация из базы данных по незаконному обороту

Радионуклид	Вид излучения	Диапазон активности / нейтронного потока *
Америций-241	a, g	$3,7 \times 10^4$ Бк – $2,0 \times 10^{10}$ Бк
Кадмий-109	g	$1,85 \times 10^5$ Бк – $3,7 \times 10^8$ Бк
Цезий-137	b, g	$1,85 \times 10^5$ Бк – $3,1 \times 10^{12}$ Бк
Калифорний-252	a, g, n	$3,3 \times 10^6$ н/с – $1,3 \times 10^7$ н/с
Кобальт-60	b, g	$3,34 \times 10^2$ Бк – $3,26 \times 10^{13}$ Бк
Иридий-192	G	$9,25 \times 10^4$ Бк – $2,94 \times 10^{12}$ Бк
Криптон-85	b, g	$1,85 \times 10^5$ Бк – $1,85 \times 10^7$ Бк
Свинец-210	a, b, g	$1,0 \times 10^4$ Бк
Стронций-90	B	$1,8 \times 10^3$ Бк – $2,6 \times 10^{11}$ Бк
Радий-226	a, b	$7,1 \times 10^3$ Бк – $5,0 \times 10^8$ Бк
Технеций-99m	b, g	$5,9 \times 10^9$ Бк – $1,4 \times 10^{11}$ Бк

* Минимальная и максимальная активность всех конфискованных источников.

Приложение II
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА, ИЛЛЮСТРИРУЮЩАЯ ПРОЦЕСС, ВЕДУЩИЙ
К ОБНАРУЖЕНИЮ НЕПРЕДНАМЕРЕННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
ИЛИ НЕЗАКОННОГО ОБОРОТА



ЛИТЕРАТУРА

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Предотвращение непреднамеренного перемещения и незаконного оборота радиоактивных материалов, IAEA-TECDOC-1311, Вена (2003).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Реагирование на события, связанные с непреднамеренным перемещением и незаконным оборотом радиоактивных материалов, IAEA-TECDOC-1313, Вена (2003).
- [3] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Lost Iridium-192 Source Resulting in the Death of Eight Persons in Morocco, Information Notice No. 85-57, USNRC, Washington (1985).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, The Radiological Accident in Goiânia, IAEA, Vienna (1988).
- [5] 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 No. 115, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [6] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, NUCLEAR ENERGY AGENCY OF THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 120, IAEA, Vienna (1996).
- [7] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, "Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки", Серия норм безопасности No. GS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2000).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Organization and Implementation of a National Regulatory Infrastructure Governing Protection Against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1067, Vienna (1999).
- [9] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, IAEA/CODEC/2001, МАГАТЭ, Вена (2001).
- [10] AUSTRIAN RESEARCH CENTERS SEIBERSDORF, Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program, Final Report, OEFZS-G-0002, Seibersdorf (2000).
- [11] 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).
- [12] LUBENAU, J.O., YUSKO, J.G., Radioactive materials in recycled metals: an update, Health Phys. 74 3 (1998).

[13] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивного материала, Серия норм безопасности No. ST-1, МАГАТЭ, Вена (1996).

ГЛОССАРИЙ

Следующие ниже определения применимы для целей настоящей публикации:

Бесхозный источник (Orphan source)

Источник, который представляет достаточную радиационную опасность, оправдывающую применение мер регулирующего контроля в отношении него, но который не находится под регулирующим контролем, потому что он либо никогда не находился под регулирующим контролем, либо был оставлен без присмотра, утерян, не положен на место, похищен или передан кому-либо без надлежащего разрешения.

Гарантии (Safeguards)

Система проверки в рамках международной политики нераспространения, применяемая к мирному использованию ядерной энергии и имеющая целью сохранение строго контроля за ядерным материалом.

Контроль за радиоактивными материалами (Control of radioactive materials)

Меры по поддержанию целенаправленного надзора со стороны надлежащих компетентных органов за производством, использованием, хранением, перевозкой и захоронением радиоактивных материалов.

Незаконный оборот (Illicit trafficking)

Любое намеренное и несанкционированное перемещение или торговля (особенно международная) радиоактивными материалами (включая ядерные материалы) с преступными намерениями.

Непреднамеренное перемещение (Inadvertent movement)

Любое не связанное с намерением несанкционированное получение, обладание, использование или передача радиоактивных, включая ядерные, материалов.

Нераспространение (Non-proliferation)

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

Радиоактивные материалы (Radioactive materials)

Материал, указанный в национальном законе или национальным регулирующим органом в качестве подлежащего регулирующему контролю ввиду его радиоактивности.

Радиоактивные отходы (Radioactive waste)

Материал в любой физической форме, остающийся в результате осуществления практической деятельности или вмешательств и для которого не предусматривается никакого дальнейшего использования, i) содержащий радиоактивные вещества или загрязненный радиоактивными веществами и имеющий активность или удельную активность выше уровня освобождения от регулирующего контроля и ii) облучение от которого не исключено из сферы действия Норм.

Физическая защита (Physical protection)

Меры по защите ядерного материала или санкционированных установок, имеющие целью предотвратить несанкционированный доступ к делящемуся материалу или его изъятие или диверсию в отношении гарантий, как, например, предусмотренные в Конвенции о физической защите ядерного материала.

Ядерный материал (Nuclear material)

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 более из вышеназванных элементов.

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Andrasi, A.	KFKI Atomic Energy Research Institute, Hungary
Aygün, A.	Customs Administration, Turkey
Beck, P.	Research Centre Seibersdorf, Austria
Becker, D.	Bundesamt für Strahlenschutz, Germany
Betko, I.	Customs Administration, Slovak Republic
Ciani, V.	European Commission, Belgium
Cunningham, J.	Pennant Security Consultants Ltd, United Kingdom
Dodd, B.	International Atomic Energy Agency
Dufts Schmid, K.E.	International Atomic Energy Agency
Englefield, C.	Environment Agency, United Kingdom
Gayral, J.P.	Commissariat à l'Energie Atomique, France
Geysels, F.	Programme Environnement, Service Général d'Appui Policier, Belgium
Golder, F.	KFKI Atomic Energy Research Institute, Hungary
Hagberg, N.	Swedish Radiation Protection Institute, Sweden
Hohenberg, J.K.	Federal Ministry for Agriculture, Austria
Hort, M	RC Plzen, Czech Republic
Jurina, V.	Ministry of Health Protection, Slovak Republic
Karakaya, M.	General Directorate of Security, Turkey
Klastersky, K.	NCB Interpol Prague, Czech Republic
Колобов, И	Министерство топлива и энергии, Украина
Кравченко, Н.	Государственный таможенный комитет Российской Федерации
Kümbül, A.	Customs Administration, Turkey
Maher, L.	Exploranium, Ltd, Canada
Maiorano, N.	National Europol Unit, Italy
Maroto, R.	ICPO (INTERPOL), France
Meehan, W.	International Atomic Energy Agency
Mellwig, R.	World Customs Organization, Belgium
Menga, A.	Service Opérationnel pour l'Ecologie de L'Arme des Carabiniers, Italy
Miklush, D.I.	International Atomic Energy Agency
Molnár, k.	Atomic Energy Authority, Hungary
Montmayeul, J.P.	Commissariat à l'Energie Atomique, France

Nilsson, A.	International Atomic Energy Agency
Okyar, B.	Atomic Energy Authority, Turkey
Ortiz López, P.	International Atomic Energy Agency
Osborne, R.V.	Private consultant, Canada
Paaladino, N.	Triestes's Anti Fraud Team, Italy
Raggetti, N.	Colonel Des Carabinieri, Italy
Rakshit, S.	Customs Administration, Finland
Rostek, H.J.	Zollkriminalamt, Germany
Saka, E.	World Customs Organization, Belgium
Samiei, M.	International Atomic Energy Agency
Schmitzer, C.	Research Centre Seibersdorf, Austria
Sedláček, J.	State Office for Nuclear Safety, Czech Republic
Sloover, J. de	Customs Administration, Belgium
Smagala, G.	Central Laboratory for Radiological Protection, Poland
Smith, D.	US Customs Service, United States of America
Соломин, А.	Национальное центральное бюро (Интерпол), Российская Федерация
Ставров. А.	Полимастер, Беларусь
Stefulova, A.	Nuclear Regulatory Authority, Slovak Republic
Strand, J.	Customs Administration, Norway
Судаков, И.	Комитет по регулированию ядерной и радиационной безопасности, Беларусь
Thomson, J.	Pennant Security Consultants Ltd, United Kingdom
Tikkinen, J.	Radiation & Nuclear Safety Authority, Finland
Todorova, B.Z.	Bulgarian Customs Service, Bulgaria
Vadala, G.	Corps Forestier de l'Etat, Italy
Valle, A.D.	Departamento de Aduanas e Impuestos, Spain
Weil, L.	International Atomic Energy Agency
Weiss, B.	International Atomic Energy Agency
Willuhn, K.	Bundesamt für Strahlenschutz, Germany
Wrixon, A.D.	International Atomic Energy Agency
Wynne, B.	Permanent Mission of the United Kingdom to the IAEA
York, R.L.	Los Alamos National Laboratory, United States of America
Yusko, J.	International Atomic Energy Agency