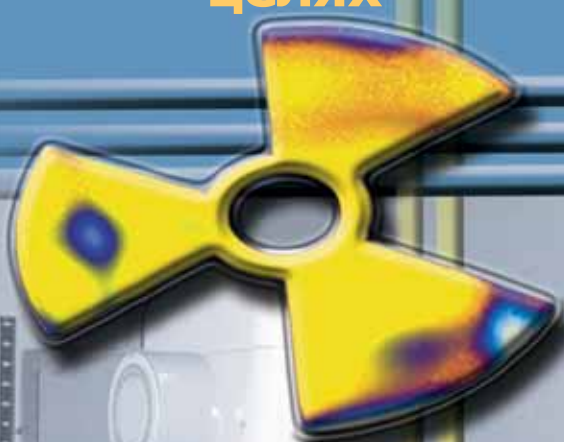




# IAEA

Международное агентство по атомной энергии

## Сокращение рисков при использовании источников в медицинских целях



## Закрытые радиоактивные источники

## Введение

В ноябре 2000 года один из работников АЭС во Франции по дороге на работу случайно выключил свой радиационный дозиметр. Исходя из опасений, что этот работник, возможно, каким-либо образом оказался загрязненным на станции, была проведена соответствующая тщательная проверка. Результаты проверки стали поводом для возникновения озабоченности не только во Франции, но и во всем мире. Выяснилось, что сам работник не был загрязнен, но части металлического браслета его часов оказались радиоактивными. Дальнейший анализ показал, что стальные шпильки браслета были загрязнены следами кобальта-60 – радиоактивной формы кобальта.

Часы были импортированы из Гонконга, где они собирались. Впоследствии был установлен источник загрязнения – небольшой завод в Китае, который поставлял сталь для шпилек браслета. Предполагается, что головка телетерапевтического аппарата - устройства, которое используется для лучевого лечения пациентов больных раком, - была непреднамеренно расплавлена в качестве металлолома на этом заводе. Во Франции часы реализовывались через большой интернациональный универмаг, что вызвало опасения, что эти часы могут продаваться также в Европе, Азии и Южной Америке. К счастью, в ходе расследования, проведенного ядерными регулирующими органами в глобальных масштабах, никаких подобных часов в продаже обнаружено не было. Но если бы на французской АЭС не обнаружили одни загрязненные часы, то многие люди, возможно, оказались бы подверженными воздействию малых доз излучения. Сто килограммов стали, найденные на заводе в Китае, возможно, никогда бы не были обнаружены и могли бы быть использованы для изготовления других потребительских продуктов.

Закрытые радиоактивные источники широко используются в медицине, промышленности и сельском хозяйстве. Использование этих источников по назначению приносит большие выгоды. В случае их потери или попадания к лицам, не имеющим специальной подготовки, последствия в равной степени могут быть весьма серьезными и, к сожалению, даже смертельными. Как предотвратить потерю, хищение или аварию? Как обнаружить загрязненные материалы прежде, чем они попадут в потребительские или другие продукты?

В большинстве стран радиоактивные материалы и виды деятельности, связанные с использованием излучений, находятся под регулирующим контролем. Лица, работающие с закрытыми радиоактивными источниками, должны не только иметь надлежащее разрешение, но и необходимую подготовку и поддержку для принятия мер в неожиданных ситуациях, которые могут возникнуть при использовании источника. Несмотря на эти меры, аварии продолжают происходить. В Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) поступают сообщения о серьезных или опасных для жизни поражениях в результате радиационного переоблучения.

Среди многих видов деятельности по повышению безопасности закрытых источников МАГАТЭ проводит расследования коренных причин тяжелых аварий, произошедших после 1980 года, и публикует результаты, с тем чтобы с ними могли ознакомиться другие. В настоящее время возрастают опасения по поводу возможности хищения источников, сохранность которых не обеспечена должным образом, и их использования в качестве радиоактивного рассеивающего устройства. Для повышения как безопасности, так и сохранности источников, информацией должны владеть лица, действия и решения которых могут предотвратить прежде всего потерю источника.

Хочется надеяться, что информация, содержащаяся в настоящем буклете, поможет лицам, использующим источники в медицинских целях, и таким образом уменьшит вероятность аварий и поражений, связанных с закрытыми радиоактивными источниками, и повысит их сохранность.

## Уроки, которые следует усвоить

Ниже приводится описание лишь нескольких аварий, которые произошли за последние 20 лет, где отклонения от требований эффективной практики, человеческие ошибки или недостаток знаний привели к серьезным поражениям и смертельным исходам. Рассмотрение коренных причин этих аварий указывает на тревожные сходства.

## Тяжелая радиационная авария в Турции.

В 1993 году в Анкаре, Турция, три изъятых из употребления телетерапевтических источника на кобальте-60 были упакованы для реэкспорта в Соединенные Штаты Америки. Эти источники не были экспортированы сразу, а остались на хранении в помещении компании без разрешения регулирующего органа. Через некоторое время две из этих упаковок были перевезены в Стамбул и в конечном итоге оказались в пустом помещении, которое не представлялось надежным. В ноябре 1998 года это помещение было продано, и новые владельцы реализовали упаковки в качестве металлолома двум братьям. К декабрю 1998 года братья забрали упаковки домой, где проживали вместе с семьями, и стали в течение нескольких дней демонтировать защитные контейнеры до тех пор, пока у них и других членов их семей не проявились симптомы заболевания в виде тошноты и рвоты. В какой-то момент части демонтированных контейнеров и по крайней мере один незранированный источник были, очевидно, покинуты в жилом районе прежде, чем они были доставлены на местную ломоразделочную площадку. К этому времени врачи уже подозревали, что причиной заболевания является радиационное облучение, а не пищевое отравление, и в общей сложности были госпитализированы 18 человек. У десяти из этих пострадавших имелись признаки острого лучевого синдрома. Пять из них должны были оставаться в больнице в течение 45 дней. Компетентные органы обнаружили один источник на ломоразделочной площадке и изъяли его прежде, чем он был расплавлен. Второй источник, который по сообщениям находился в одной из упаковок, не найден до сих пор.

Не обеспеченная должным образом сохранность источников и отсутствие надлежащих периодических

*Поврежденные головки телетерапевтического аппарата (МАГАТЭ).*



проверок инвентарного количества упаковок с отходами явились главными способствующими факторами, позволившими осуществить несанкционированную продажу. Неспособность распознать символ трилистника на источнике лицами, которые пытались его демонтировать, также явилась важным фактором, обусловившим значительное число пострадавших в результате этой аварии. Коренной причиной этой проблемы стало ненадлежащее обращение с отходами в виде источников после того, как они были изъяты из употребления.

## **Многочисленные смертельные случаи в Таиланде.**

В феврале 2000 года в местечке Самут Пракарн, Таиланд, произошла серьезная авария, результатом которой стали смерть, поражения и широкая озабоченность. Изъятый из употребления телетерапевтический источник на кобальте-60 хранился, очевидно без ведома или разрешения регулирующего органа, в ненадежном наружном помещении, обычно используемом в качестве склада для новых автомобилей. Два местных сборщика металлолома – предположительно - купили некоторые отходы, включая этот источник, и отвезли их домой для демонтажа и перепродажи. Позднее они принесли частично демонтированную головку телетерапевтического аппарата на свалку, где служащий вскрыл защитный экран с помощью автогенной сварки. Тех, кто находился поблизости при вскрытии защитного экрана, стало тошнить и рвать. Те, кто прикоснулся к некоторым частям оголившегося металла, получили поражения наподобие ожогов. Симптомы ухудшались в течение нескольких дней. Лишь около 10 дней спустя некоторые пострадавшие обратились за медицинской помощью. К тому времени, когда медики сообщили о своих подозрениях насчет радиационной аварии, прошло приблизительно 17 дней. Результатом этой аварии стали лучевые поражения 10 человек, из которых трое, несмотря на лечение, умерли в течение первых двух месяцев. Приблизительно 1870 лиц, проживавших в радиусе 100 метров от свалки, подверглись облучению, и многие из них обратились за медицинской помощью. С целью определения долгосрочных последствий этой аварии для здоровья Министерство здравоохранения осуществляет наблюдение приблизительно за 258 лицами из числа пострадавших, проживающих на расстоянии 50 метров от свалки.

В ходе расследования выяснилось, что коренной причиной аварии явилась неспособность стороны, ответственной за изъятый из употребления источник, обеспечить его надежное хранение. Однако, как и в предыдущих случаях, если бы те, кто приобрел телетерапевтическую головку, распознали символ излучений (трилистник), они, возможно, не пытались бы его демонтировать и не подверглись радиационному облучению.

## Обычное использование закрытых радиоактивных источников в медицинских целях



Закрытые источники, используемые в медицинских целях, обычно являются весьма мощными. Следовательно, они обладают потенциалом причинить серьезные и опасные для жизни поражения.

Закрытые радиоактивные источники используются в нескольких медицинских целях для диагностики и лечения заболеваний. Одним из наиболее распространенных видов использования является телетерапия, при которой точным дозам облучения подвергаются четко определенные участки тела. В телетерапии обычно используются источники излучения на кобальте-60, хотя в некотором оборудовании

*Телетерапевтический аппарат на основе кобальта-60 с активностью 500 ТБк (МАГАТЭ).*



старшего поколения может использоваться цезий-137. Телетерапевтическое оборудование может безопасно и эффективно применяться для уничтожения опухолей, но для этого оно должно быть надлежащим образом установлено, откалибровано, технически обслуживаться и использоваться только квалифицированным персоналом под наблюдением лучевого онколога. Может также возникнуть необходимость регулярной замены источников. Замена источника может проводиться только лицензированным поставщиком источников. Предпочтительным вариантом дальнейшего обращения с изъятыми из употребления источниками является их возвращение поставщику. Если это не представляется возможным, то изъятые из употребления источники должны передаваться уполномоченной организации по обращению с отходами для хранения и захоронения.

Еще одним видом обычного медицинского использования закрытых радиоактивных источников является брахитерапия. В отличие от телетерапии в брахитерапии радиоактивный источник находится в прямом контакте с пациентом, будучи вставленным в опухоль либо непосредственно хирургической бригадой, либо с помощью специального дистанционного оборудования. С целью уменьшения риска облучения как пациентов, так и медицинского персонала гораздо чаще используется дистанционная загрузка. Помимо обычных мер по уменьшению риска облучения как пациентов, так и работников здравоохранения при имплантации брахитерапевтических источников, следует уделять



*Примером брахитерапии является радиевый аппликатор, который был введен в носовые проходы пациента для сжатия лимфоидных тканей. Небольшая капсула из медно-никелевого сплава на правом конце аппликатора содержит радий-226 с активностью приблизительно 1,8 ГБк (50 милликюри).*

*Фото и авторское право, 1999 год:  
Ассоциация университетов Окриджа*

особое внимание тому, чтобы после лечения ни один источник не остался имплантированным. В зависимости от технических спецификаций изготовителей некоторые брахитерапевтические источники следует заменять каждые 10-15 лет. Это требует применения не только соответствующих процедур радиационной защиты во время замены и передачи источника, но и соответствующих процедур и установок для постоянного захоронения всех изъятых из употребления брахитерапевтических источников.

## Предотвращение потери и хищения источников

Хотя обеспечение надлежащей подготовки кадров и приобретение опыта уменьшают риск радиационного облучения при использовании закрытых радиоактивных источников, значительное большинство серьезных аварий происходит в результате потери или хищения источника. Применение эффективных практических методов и процедур эксплуатации может сократить число таких аварий путем предотвращения прежде всего потери или хищения источника.

- Ведите надлежащий учет всех источников излучения, в том числе данных об изотопном составе, активности, изготовителе и фамилии ответственного лица.
- Создайте эффективную систему учета всех источников, включая: периодическую физическую инвентаризацию источников с целью подтверждения их местонахождения, регулярную проверку всех источников, хранящихся в контейнерах, и ведение журнала регистрации перемещения источников для отслеживания их выдачи из места хранения, использования или возвращения.
- Регулярно проводите техническое обслуживание и ремонт оборудования в соответствии с рекомендациями изготовителя.
- Обеспечьте сохранность всех источников с целью предотвращения их хищения.

## Брахитерапия

- При использовании источника обеспечьте наличие в зоне лечения экранированного контейнера, в который источник мог бы быть безопасно помещен в случае его аварийного извлечения из пациента.
- Проявляйте осторожность при использовании источника в аппликаторе с целью обеспечения его надежного закрытия или покрытия.
- Надежно фиксируйте радиоактивные иглы в пациенте с целью предотвращения их выпадения.
- Убедитесь в том, что число источников, извлеченных из пациента, соответствует числу введенных источников.
- После завершения терапевтического лечения проконтролируйте радиационную обстановку с помощью дозиметра, с тем чтобы убедиться в том, что в пациенте, лечебной зоне или палате не осталось никаких источников излучения.
- В случае недостачи источников перед утилизацией проверьте одежду и экскременты пациента на предмет наличия там радиоактивных источников.
- Если какого-либо источника по-прежнему не хватает, то проверьте на радиоактивность все контейнеры (мусорные баки, корзины для белья и т.д.), поступающие из лечебной палаты. При необходимости проверьте на признаки радиоактивности возможные маршруты из лечебной палаты в прачечную или мусоросборник или другие вероятные места.
- После применения как можно скорее возвратите источники на склад, используя для перевозки экранированный контейнер.

## Планирование на случай аварийных ситуаций

Все пользователи закрытых радиоактивных источников должны иметь готовый план чрезвычайных мер на случай аварийных ситуаций, связанных, например, с повреждением, потерей или хищением источника. В этом плане должно быть подробно указано, кто несет ответственность, с кем нужно связаться и как получить внешнюю помощь для ликвидации аварийной ситуации.

## Обращение с отходами

Если хранение, кондиционирование или захоронение изъятого из употребления закрытого радиоактивного источника не осуществляется надлежащим образом, то это создает предпосылки для возникновения аварийной ситуации. Когда источник более не имеет полезного применения, следует осуществить его захоронение, по возможности постоянное. Хранение старых источников на всякий случай (например, для дублирования источника, используемого в данный момент, и т.д.) не является эффективной практикой. О них часто забывают, они не проверяются надлежащим образом на возможность утечки и в конечном итоге могут быть потеряны или похищены. Изъятые из употребления источники должны быть переданы на национальную установку по переработке радиоактивных отходов (оператору отходов).

Временное хранение может быть приемлемым, если: на установке обеспечена сохранность источника с целью предотвращения его потери или хищения; источник должным образом кондиционирован с целью повышения его защиты и стабильности; а также ведутся надлежащие учетные документы и проводятся периодические физические проверки источников, находящихся на временном хранении. Однако временное хранение в больнице или другом медицинском учреждении может оказаться практически невозможным. С учетом вероятности хищения такого источника должна быть обеспечена хорошая сохранность.

Когда источник более никак не используется, следует уведомить об этом регулирующий орган и принять меры для его утилизации либо:

- путемвозвращенияизготовителюдлязахоронения, если это представляется возможным; либо
- путем захоронения источника на лицензированной установке для захоронения отходов.

В том случае, если ни один из этих вариантов не возможен:

Источник следует кондиционировать и надежно хранить на временной установке, имеющей лицензию от регулирующего органа.

Даже с учетом того, что изъятый из употребления источник размещен в телетерапевтической головке, его потребуется кондиционировать с целью безопасного обращения. Изъятые из употребления телетерапевтические источники рекомендуется возвращать изготовителю или отсылать на лицензированную установку для переработки отходов.

В учетных документах всех изъятых из употребления источников должно содержаться описание методов обращения с ними. Ведение этих учетных документов должно осуществляться в соответствии с требованиями ответственного регулирующего органа и техническими процедурами оператора отходов.

## Заключение

Наиболее эффективным средством предотвращения аварий с закрытыми радиоактивными источниками является внедрение такой рабочей практики, которая уменьшает вероятность потери или хищения источника. Специалисты, использующие радиоактивные источники, каждый раз работая с ними, несут ответственность за принятие необходимых мер для защиты населения, окружающей среды и самих себя от серьезных последствий аварии. Источники, которые более не используются, следует как можно скорее передать оператору отходов.



*Фото на обложке: Использование телетерапевтического аппарата для лечения пациента/ В.Фридрих, Секция радиационной безопасности и безопасности перевозки (МАГАТЭ).*

*За дополнительной информацией о закрытых радиоактивных источниках или излучениях вообще следует обращаться в ваш местный регулирующий орган. Информацию можно также получить на веб-сайте Международного агентства по атомной энергии <http://www.iaea.org>*

*Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ  
К. Мак Кензи (Редактор)*

*Отдел общественной информации МАГАТЭ  
А. Дизнер-Кюпфер (Проект и компоновка)*



**IAEA**

**Отдел общественной информации**

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

**Тел.: (+43 1) 2600 21270/21275**

**Факс: (+43 1) 2600 29610**

**Эл. почта: [info@iaea.org](mailto:info@iaea.org)**

**[www.iaea.org](http://www.iaea.org)**

**Напечатано МАГАТЭ в Австрии, сентябрь 2005 года  
IAEA/PI/A.81 / 05-09484**