

Двадцать пять лет программе ITRAP. Что дальше?

В статье сделана попытка подвести итог двадцатипятилетней реализации программы ITRAP. Анализируются некоторые положения программы и делается неутешительный вывод о том, что, за исключением России, полноценной системы пограничного (таможенного) радиационного контроля в мире не существует, и риск угрозы несанкционированного перемещения ядерных и радиоактивных материалов через границы государств практически мало изменился за этот промежуток времени.

Ключевые слова:

оборудование радиационного контроля, радиационные мониторы, пейджеры и ручные приборы, система пограничного (таможенного) радиационного контроля.

А.И.Ставров

(г. Минск, Республика Беларусь)

В конце 1997 г. в ARCS (Austrian Research Centers Seibrsdorf – Австрийский исследовательский центр в Зайберсдорфе) стартовали испытания оборудования, предназначенного для обеспечения пограничного радиационного контроля. Эти испытания проводились в рамках программы ITRAP (Illicit Traffic Assessment Program), разработанной под эгидой МАГАТЭ и направленной на предотвращение незаконного перемещения радиоактивных и ядерных материалов через границы государств [1,2,3].

Фактически программа началась в конце 1996 г., когда в МАГАТЭ состоялось совещание с приглашением большинства компаний, производящих оборудование радиационного контроля. На совещании были определены основные этапы программы, требования к оборудованию, представленному участниками для проведения испытаний, определен перечень этого оборудования. Он включал стационарные гамма-нейтронные мониторы, ручные или поисковые приборы, так называемые радиационные пейджеры и носимые приборы для идентификации радионуклидов. К моменту начала испытаний число участников программы сузилось до 14, в том числе по одной компании из России и Белоруссии, остальные из США, Франции, Германии и

Великобритании. Тесты планировалось провести в течение года. Однако выполнение программы затянулось почти на три года из-за того, что положительный результат для основного вида оборудования – радиационных мониторов – полностью прошли лишь две компании: «Полимастер» из Белоруссии совместно с американской компанией «TSA Systems» и «Аспект» из России. Это не устроило организаторов испытаний, и они решили изменить начальные условия (существенно увеличить минимально обнаруживаемую интенсивность источника нейтронов) с тем, чтобы дать возможность другим компаниям усовершенствовать свое оборудование и успешно пройти тесты. В основе такого решения лежала политика – признать, что ведущие мировые компании уступили в соревновании России и Белоруссии, организаторы посчитали неприемлемым. Однако за этим решением стояли и экономические причины. Согласно начальным условиям, компании, чье оборудование успешно проходило тесты, получали соответствующий сертификат, который был необходим при объявлении тендера на закупку оборудования радиационного контроля МАГАТЭ или странами – ее членами. И в этом случае только упомянутые две компании получали неоспоримые преимущества по отношению ко всем остальным. По этой причине программа была завершена только в 2000 г., а в начале 2001 г. ее результаты были доложены на конференции МАГАТЭ.

Автор этой статьи принимал непосредственное участие в программе с самого начала и вплоть до завершения ее второго этапа (ITRAP+10). Более того, в качестве заместителя гендиректора компании «Полимастер» он отвечал за ее проведение. Прошло 25 лет. В мире были инсталлированы тысячи порталных мониторов различных типов, произведено десятки тысяч образцов дру-

гого оборудования, и пришло время подвести некоторые итоги. В этой публикации я высказываю личное мнение о достоинствах и недостатках программы. Эти взгляды основаны на многолетнем опыте работы в области разработки оборудования, требованиях к его характеристикам и условиям тестирования, многочисленных дискуссиях с коллегами и лицами, ответственными за организацию пограничного радиационного контроля, выступлениях и участии в различных конференциях, семинарах, рабочих встречах. Следует сразу отметить, что речь пойдет об организации пограничного радиационного контроля именно в рамках программы ITRAP. Иначе говоря, без учета того, что сделано и делается в России, поскольку Россия далеко не всегда слепо следует примерам других стран и международных организаций. Ниже будет рассмотрена российская система контроля, в основном как пример для подражания. Несколько лет назад автор этой статьи принимал участие в рабочей встрече экспертов МАГАТЭ в качестве консультанта российского представителя. Обсуждался рабочий проект нового документа из серии NSS по контролю за легальной транспортировкой ядерных и радиационных материалов. В России уже существовала такая методология, положенная в основу системы пограничного радиационного контроля, которую представлял один из ее главных создателей – дважды лауреат госпремии России Н.Э. Кравченко. В один из рабочих дней во время обсуждения документа в комнату неожиданно вошел М. – начальник департамента МАГАТЭ, который был ответственен за эту форму контроля. М. присел за стол и поинтересовался как идут дела. Председатель рабочей группы представил участников и переадресовал вопрос Н.Э. Кравченко. Тот в то время уверенно разговаривал по-французски и не очень уверенно по-английски, поэтому попросил помочь

автора статьи. Переведя ответ, я от себя добавил, что рассматриваемый документ имеет особое значение для мирового сообщества, что подобная система давно и успешно работает в России, и что МАГАТЭ следовало бы не изобретать велосипед, а воспользоваться российским опытом. М. выслушал и разразился пространной речью, причем в довольно грубой форме.

– Вот, опять Россия! С какой стати мы должны пользоваться ее опытом? – почти кричал он.

Далее его высказывания приняли вообще оскорбительный характер, и я, не выдержав, довольно резко оборвал его, сказав, что только дураки учатся на собственных ошибках, а умные изучают опыт других, чтобы ошибок не делать. М. выскочил из комнаты, а руководитель группы от имени участников совещания принес извинения Н.Э. Кравченко. Эта история напомнила самое начало программы ITRAP и мои попытки убедить ее организаторов не изобретать велосипед, а обратиться к опыту России в организации пограничного радиационного контроля. Поскольку предложение использовать российский опыт было отвергнуто без каких-либо оснований (правда, в вежливой форме), я обратил внимание организаторов на другой вариант, основанный на давно существующей в мире системе физической защиты ядерных объектов СФЗ. В этом случае объектом защиты будет рассматриваться не отдельное предприятие, а территория всей страны. Принципы построения такой системы могут быть взяты за основу при создании системы пограничного (таможенного) радиационного контроля. Тем не менее, организаторы это не приняли, а решили двигаться своим путем. Рассмотрим теперь, что собой представляет СФЗ и что из нее могло бы быть использовано в рамках программы ITRAP.

СФЗ – система физической защиты ядерных объектов

Появление ядерных объектов, где производились или использовались ядерные и радиоактивные материалы, сопровождалось разработкой первых вариантов системы физической защиты этих объектов с целью предотвращения незаконного перемещения этих материалов и проникновения на указанные объекты с террористическими или иными целями. Начиная с 1954 г., содержание и требования к СФЗ менялись, и к 1999 г. окончательно сформировались в рекомендации МАГАТЭ для всех стран – членов агентства [4]. Рассмотрим основные положения этой системы с точки зрения применения их к защите государства от незаконного перемещения ядерных и радиоактивных материалов через границы. В табл.1 приведены основные этапы проектирования физической защиты. Выделим лишь пункты, применимые к пограничному контролю. Предварительно отметим, что методика реализации эффективной системы физической защиты требует от проектировщика или аналитика оценить эффективность проекта СФЗ или существующей СФЗ и затем сопоставить эту эффективность с целями СФЗ или накладываемыми на нее требованиями. Разработка без такой тщательной оценки может привести к неоправданному расходованию ценных ресурсов на средства защиты, в которых нет необходимости, или, что еще хуже, к неспособности системы обеспечить адекватную защиту тех участков объекта, которые имеют критическое значение.

Характеристика объекта

Первым пунктом в описании СФЗ является характеристика объекта. Хотя в данном случае объектом является территория всей страны, в действительности это совокупность всех пограничных пунктов пропуска.

Табл.1. Выборочный перечень основных этапов проектирования системы физической защиты.

Этапы проектирования	Содержание
I. Определение требований к системе физической защиты	1. Процесс проектирования и оценки системы физической защиты 2. Характеристика объекта 3. Определение цели 4. Определение угрозы
II. Проектирование системы физической защиты	5. Проектирование системы физической защиты 6. Датчики обнаружения проникновения 7. Оценка сигналов тревоги 8. Передача и отображение сигналов тревоги 9. Пропускной контроль 10. Обнаружение контрабанды
III. Проведение оценки проекта системы физической защиты	11. Оценка систем физической защиты 12. Анализ сценария и маршрута 11. Анализ определенного маршрута 12. Компьютерная модель, анализирующая определенный маршрут 13. Анализ множества маршрутов

И применительно к пограничному радиационному контролю важно составить полный их перечень на внешней государственной границе страны, включая как железнодорожные, автомобильные и морские портовые пункты пропуска, так и расположенные внутри территории – в аэропортах и речных портах. Эти пункты значительно отличаются друг от друга по многим характеристикам. Например, по уже имеющейся защите. Так, радиационный контроль в аэропортах строится на основе существующего оборудования: металлодетекторы, рентгеновские установки контроля багажа и ручной клади. Во многих случаях такое оборудование способно обнаруживать радиоактивные источники по их защитным контейнерам. По этой причине для обеспечения полного радиационного контроля требуется лишь дополнительное оборудование со специфическими характеристиками, существенно отличающимися от характеристик оборудования для железнодорожных и автомобильных переходов, где оно будет единственным средством обнаружения опасных материалов. Из-за наличия в транспортируемых материалах таких источников радиоактивного излучения, как естественные радионуклиды (ЕРН), искусственные изотопы, используемые в радиотерапии, а также

в легальной транспортировке ядерных и радиоактивных материалов, система пограничного радиационного контроля (СПРК) отличается от стандартной СФЗ. Это должно быть в обязательном порядке принято во внимание при описании характеристик каждого объекта и проектировании СПРК в целом. Если принять факт того, что цели и задачи СПРК и СФЗ совпадают, то при организации программы ITRAP этому не было уделено должного внимания, и испытания оборудования проводились в отрыве от характеристики объекта и, что более важно, без учета проектной угрозы (ПУ). А это, в конце концов, практически свело на нет большинство достижений и достоинств программы.

Проектная угроза (ПУ)

Слегка перефразируя определение МАГАТЭ проектной угрозы применительно к СПРК, получим следующее:

Свойства и характеристики потенциальных внутренних и/или внешних нарушителей, которые могли бы предпринять попытку несанкционированного перемещения радиоактивного и ядерного материала через границы государства с целью проведения террористических актов, нанесения экономического ущерба или диверсий. Для противодействия

этим целям проектируется и оценивается система пограничного радиационного контроля.

В отличие от СФЗ, в раздел ПУ для СПРК входят характеристики и свойства неумышленных нарушителей, действия которых могут также представлять угрозу безопасности страны. Совершенно очевидно, что для СПРК внешние нарушители представляют наибольшую угрозу с точки зрения использования указанных материалов для совершения террористических и диверсионных актов, а внутренне – с точки зрения нанесения экономического ущерба стране за счет нелегального вывоза дорогостоящих ядерных и радиоактивных материалов. Здесь необходимо сделать важное замечание. Строительство СПРК напоминает сооружение забора вокруг дачи. Если в заборе есть хотя бы одна дыра, то это означает практическое отсутствие забора, выброшенные деньги на ветер и полное отсутствие защиты. Иначе говоря, при проектировании СПРК необходимо предусмотреть отсутствие такого рода дыр. Иллюстрацией к этому может служить опыт создания СПРК в Белоруссии. После установки первых мониторов на ее границе с Польшей в первые месяцы регистрировались десятки их срабатываний. В то время основным источником срабатываний было радиоактивное загрязнение различных материалов как результат катастрофы на ЧАЭС. По прошествии относительно небольшого промежутка времени количество срабатываний постепенно снижалось. Но как только новые мониторы устанавливались на другом пункте пропуска, там наблюдалась аналогичная картина – резкий всплеск числа срабатываний и постепенное их уменьшение в течение нескольких недель.

Причина проста. Как только водителям транспортных средств становилось известно об установке систем радиационного контроля на данном пропускном пункте, они тут же устремлялись туда, где оборудование не было

инсталлировано. Такая история продолжалась до тех пор, пока большая часть границы не была закрыта.

Совершенно очевидно, что строительство «забора» без единой дыры является весьма дорогим удовольствием для любой страны, и по этой причине при обсуждении ПУ встает вопрос об оптимизации затрат на создание СПРК с учетом ПУ, с одной стороны, и риском ее недооценки – с другой.

Что означает риск недостаточной оценки ПУ? Прежде всего, это затраты на преодоление последствий реализации ПУ злоумышленниками. Понятно, что свести риск реализации ПУ злоумышленниками до нуля практически невозможно. По этой причине необходим компромисс между затратами на предотвращение ПУ и затратами на преодоление последствий ее реализации. Для поиска такого компромисса может быть использован принцип ALARA (As Low As Reasonably Achievable) – один из основных критериев, сформулированный в 1954 г. Международной Комиссией по радиационной защите с целью минимизации вредного воздействия ионизирующей радиации.

На рис.1 приведена иллюстрация принципа ALARA. Из него видно, что реализация первых и самых простых вариантов защиты приводит к резкому снижению величины риска. Но меры по дальнейшему усилению защиты, созданию дополнительных барьеров и другие усилия по снижению риска дают все меньший и меньший эффект. А затраты растут практически в зеркальном отражении. Что, как отмечено выше, требует принятия определенного компромисса.

В качестве примера можно привести систему радиационного контроля на предприятиях по переработке металлолома. Установка систем радиационного контроля на таких предприятиях была связана с вероятным попаданием вместе с металлоломом радиоактивных источников, что могло привести к серьезному

загрязнению готового продукта. Это, в свою очередь, могло создать угрозу безопасности персонала и значительному экономическому ущербу. Следовательно, в этом случае можно довольно точно оценить суммарный ущерб от такого происшествия и сравнить с затратами на предотвращение попадания источника излучения в технологический процесс. На основе такого анализа можно определить требования к оборудованию радиационного контроля, методам этого контроля и условиям эксплуатации оборудования в соответствии с характеристиками объекта. Иначе говоря, точно так же, как при создании СФЗ для предприятий ядерного цикла.

Для СПРК задача существенно усложняется. Прежде всего, с точки зрения определения ПУ. Различия в последствиях от реализации ПУ могут быть огромными. Если предположить, что максимальной ПУ является угроза ввоза на территорию ядерной бомбы даже относительно небольшой мощности, то последствия от реализации такой ПУ становятся неприемлемыми, и в этом случае затраты на создание СПРК могут быть просто неподъемными для многих стран. С другой стороны, в таком случае требования к СПРК могут быть чрезвычайно жесткими, и затраты на ее создание оправданы. Естественно, если предположить, что ввоз на территорию страны ядерного взрывного устройства маловероятен, то, соответственно, последствия от другой ПУ могут быть значительно меньше, что позволяет снизить затраты на создание СПРК и ослабить требования к оборудованию. Очевидно, что оценка ПУ является результатом работы многочисленных государственных

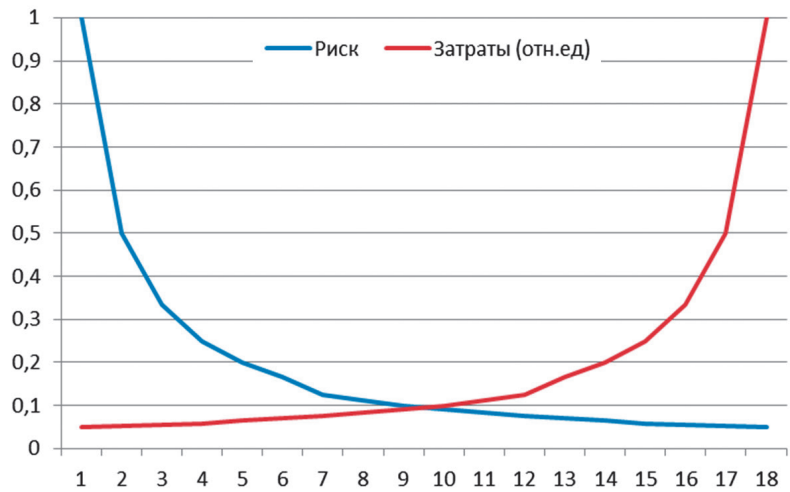


Рис. 1. Иллюстрация принципа ALARA. По оси Y – значения риска реализации ПУ, по X – затраты на его снижение в относительных единицах.

структур, и эта оценка становится основой для создания и развития СПРК.

И, наконец, настало время вернуться к началу статьи, а именно к программе ITRAP. С чего же она началась? С определения перечня приборов для СПРК и требований к их характеристикам. Иначе говоря, по мнению автора, телегу попытались поставить впереди лошади. И здесь снова вспоминается российский опыт. К тому моменту в России были разработаны первые требования к самой системе СПРК, причем не столько к оборудованию, сколько к системе, включая подготовку кадров. В мае 1995 г., т. е. за два года до старта программы, была создана специальная служба ТКДРМ – таможенный контроль делящихся и радиоактивных материалов, а к концу программы в России уже существовали курсы по подготовке специалистов ТКДРМ. Более того, еще до начала испытаний по программе ITRAP автор в составе группы специалистов компании «Полимастер» участвовал в испытаниях оборудования в реальных условиях с реальными СЯМ (специальными ядерными материалами) на площадке в г. Снежинске и имел практический опыт – как правильно такие испытания проводить. Естественно, что

позднее, будучи ответственным за испытания оборудования «Полимастера» в Австрии, я попытался обсудить с организаторами методики испытаний и требования к оборудованию, но безуспешно. В чем же была проблема этих испытаний? Они проводились без всякого учета характеристик объектов и ПУ. Если в качестве объекта рассматривается страна, на территории которой нет ядерного оружия или производств его основных компонентов, то максимальная ПУ для таких стран – ввоз ядерного материала на их территорию. Если речь идет о странах, на территории которых есть ядерное оружие или производятся его компоненты, то теоретически именно такие страны могут быть источником угрозы, и для них СПРК должен обеспечивать предотвращение вывоза указанных материалов. При этом необходимо помнить, что, согласно международным требованиям, такие страны обязаны обеспечивать сохранность СЯМ путем создания СФЗ на соответствующих предприятиях, а также при их транспортировке. В связи с этим возникает вопрос – насколько вероятна такая угроза? Не станем углубляться в дебри рассуждений о вероятности, отметим лишь следующее: за все двадцать пять лет с момента начала программы не было зафиксировано ни одного случая попытки провоза через границы стран – членов МАГАТЭ ядерных материалов. А обнаружение такого материала, как высокообогащенный уран-235, было или случайным, или являлось результатом действий спецслужб. Это также касается плутония-239. Единственный раз его незначительное количество было обнаружено также в результате спецоперации. Кроме этого, как указано в [3], все случаи обнаружения урана-235 были связаны с хищениями на различных предприятиях, и их количество было настолько мало, что говорить о возможности создать ядерное взрывное устройство не приходится. Таким образом, в первую очередь страны должны

обеспечивать реальную физическую защиту предприятий, где могут быть хищения особо опасных материалов, что требует несравненно меньших затрат, чем если возлагать эту работу на СПРК. Автор статьи считает, что если максимальная ПУ и существует, то исходит она не от отдельных лиц или даже террористических организаций, а от тех государств, которые могут решиться на такой теракт. В таком случае никакая СПРК не поможет, и в действия должны будут вступать совершенно иные силы. Организаторы программы приняли для стационарных радиационных мониторов в качестве ПУ именно угрозу нелегального перемещения ядерного материала, что нашло отражение в требованиях к характеристикам мониторов. Первым требованием было обнаружение плутония-239 массой не менее 200 г. И тут нашла коса на камень. Этому требованию полностью удовлетворил лишь один монитор совместного производства белорусской компании «Полимастер», американской TSA Systems и частично российской компании «Аспект». Как было отмечено выше, организаторы программы такую ситуацию сочли неприемлемой и поэтому решили изменить требование по обнаружению плутония с 200 г на 300 г. В результате другие компании потратили более года на усовершенствование своего оборудования, что привело к сдвигу окончания программы на конец 2000 г. Отбросим теперь этот вид максимальной ПУ и рассмотрим, какие же угрозы могут быть вероятными, какого типа нарушителей следует принимать во внимание, каковы намерения и мотивация нарушителей, какими тактическими методами могут нарушители пользоваться, каковы возможности нарушителей.

Для начала рассмотрим неумышленное перемещение радиоактивных материалов. В первую очередь к ним относятся ЕРН – естественные радиоактивные нуклиды.

Это материалы, содержащие изотоп калия К-40, уран и торий (табл.2).

Наличие ЕРН в транспортируемых через границу материалах создает две проблемы. Первая – т. н. «невинное» срабатывание сигнала тревоги, что требует проведения дополнительной инспекции. На переходах с интенсивным движением транспорта частые невинные срабатывания существенно мешают работе таможенных и пограничных служб. Вторая – ЕРН могут быть использованы для маскировки нелегальной транспортировки искусственных радиоактивных материалов. Решение проблемы дополнительной инспекции этих срабатываний возлагалось на ручные приборы разных типов, о чем будет сказано ниже.

Второй вид неумышленных перемещений радиоактивных материалов связан с использованием их для радиотерапии, что также требует дополнительной инспекции при срабатывании монитора.

И, наконец, легальные перевозки радиоактивных и ядерных материалов. Об этом виде радиационного контроля в рамках программы даже не упоминалось, хотя, как будет показано ниже, этот тип транспортировки представляет собой наибольшую угрозу реализации ПУ любого уровня.

Характеристики радиационных мониторов, представленных для проведения испытаний в рамках программы, были определены для одного типа монитора, хотя очевидным является существенное различие между пешеходными, автомобильными, железнодорожными и специализированными мониторами. Позже МАГАТЭ расширило виды стационарных мониторов. И, естественно, выбор активности различных источников излучения был сделан довольно произвольно, без учета реальных условий эксплуатации оборудования.

Что же касается ручных или носимых приборов, то с ними сложилась иная ситуация. Снова обратимся к российскому опыту. В связи с тем, что в России требования к оборудованию определялись в рамках создания системы СПРК, характеристики всех видов используемого при радиационном контроле оборудования были взаимно согласованы и подчинялись общим требованиям радиационной безопасности. Если радиационный монитор подал сигнал тревоги, что означает наличие радиоактивного источника, то необходимо проведение т. н. дополнительной инспекции. И требование к ручному прибору таково, что он должен локализовать обнаруженный монитором источник. В качестве таких приборов в России использовался

т. н. радиационный пейджер, который должен был выполнять две функции: локализовать любой источник, обнаруженный монитором, и обеспечить радиационную безопасность персонала. Этими функциями объяснялась высокая чувствительность и быстроедействие прибора. В рамках же программы ИТРАП требования к характеристикам радиационных пейджеров никак не соот-

Табл.2. Радиоактивные изотопы, изначально присутствующие на земле.

Естественные радиоактивные изотопы			
Радионуклид	Весовое содержание в земной коре	Период полураспада, лет	Тип излучения
Уран-238	$3 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^9$	α
Торий-232	$8 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{10}$	α, γ
Калий-40	$3 \cdot 10^{-16}$	$1,3 \cdot 10^9$	β, γ
Ванадий-50	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{14}$	β, γ
Рубидий-87	$8,4 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{10}$	β
Индий-115	$1 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{14}$	β
Лантан-138	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$1,1 \cdot 10^{11}$	β, γ
Самарий-147	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{11}$	α
Лютеций-176	$3 \cdot 10^{-8}$	$2,1 \cdot 10^{10}$	β, γ

носились с требованиями к стационарным мониторам. Более того, они рассматривались лишь в качестве приборов, обеспечивающих безопасность персонала, сигнализирующих о наличии источника излучения. Поэтому для локализации обнаруженного источника была введена еще одна категория прибора – ручные поисковые приборы с чувствительностью существенно большей, чем у пейджеров. Это вызвало бурную полемику автора статьи с организаторами программы испытаний. Суть ее заключалась именно в том, что просто чувствительность того или иного прибора, предназначенного для локализации, не имеет значения. Важным и единственным требованием к его характеристикам является возможность локализации именно такого источника, который обнаружен стационарным монитором. И, наконец, еще одна категория оборудования – носимые приборы, предназначенные для идентификации радиоактивных изотопов. С самого начала автор статьи пытался доказать организаторам программы нецелесообразность такого прибора для использования в СПРК. Аргументов было несколько. Прежде всего, для его эффективного использования необходима достаточная квалификация персонала. В России такой квалификацией обладали сотрудники службы ТКДРМ, и для них использование подобных приборов не представляло особых трудностей. В тех же европейских странах, где автор был знаком непосредственно с организацией пограничного радиационного контроля, ситуация была иной. Радиационный контроль был дополнительной и далеко не главной обязанностью обычных таможенников или пограничников. Но главным был тот факт, что идентификация искусственного изотопа никак не отменяла остановку транспорта, вызова специальных служб, которые должны были установить происхождение источника и были вооружены специальной более точной аппара-

турой. Организаторы программы возражали автору статьи – как же быть с радиотерапией? Ответ очевиден – для этого должен использоваться достаточно простой пейджер. Если локализация с его помощью покажет, что источник излучения находится в организме человека, то нет смысла его идентифицировать дорогостоящим прибором. Более того, при обнаружении источника излучения в транспортном средстве главной и единственной задачей персонала является выяснение природы источника, т. е. является ли он ЕРН или имеет искусственное происхождение. Если в результате локализации источника стало ясно, что он точечный, и его местонахождение установлено, то также как и при использовании идентификатора должны быть вызваны соответствующие службы. Если же пейджер показывал равномерное распределение источника в транспорте, это говорило о наличии ЕРН в грузе. Иначе говоря, вместо того, чтобы отягощать таможенников или пограничников несвойственными обязанностями, было бы достаточно иметь мобильные группы специалистов, вооруженных соответствующей аппаратурой и правом принимать решения о судьбе обнаруженного источника. Естественно, это не касается России и стран с протяженной границей с большим числом пограничных переходов. Но в целом еще раз стоит повторить: основной задачей является обнаружение именно любого искусственного источника излучения, и в таком случае требования к оборудованию радиационного контроля должны были быть иными.

А теперь главное. Основное требование к характеристикам стационарных мониторов – это срабатывание в том случае, когда в центре монитора уровень мощности дозы при естественном фоне 0,2 мкЗв/ч будет превышен на 0,1 мкЗв/ч. Иначе говоря, при увеличении скорости счета монитора на 50% от уровня фона. Такой подход является в принципе

неверным, так как не учитывает реальных условий эксплуатации мониторов, и вследствие этого может возникнуть парадоксальная ситуация – монитор полностью соответствует требованиям по чувствительности, но не в состоянии обнаружить опасные источники излучения, активностью значительно более высокой по сравнению с используемыми при тестировании. Итак, что означает превышение фона на 0,1 мкЗв/ч в идеальных условиях тестирования? Рассмотрим это на примере известного монитора VM-250 производства компании TSA Systems (позже Rapiscan Systems). При указанной величине фона скорость счета монитора составляет приблизительно 1300–1400 имп./с. Как правило, порог срабатывания для мониторов устанавливается в единицах сигма (среднеквадратичного отклонения) и с учетом требований к максимальной частоте ложных срабатываний равен 5–6 сигма, что составляет около 200 имп./с. Таким образом, при идеальных условиях тестирования этот монитор должен обнаружить источник с активностью, которая обеспечивает прирост скорости счета не менее 200 имп./с. Если этот же монитор будет тестироваться в условиях повышенного фона, например, на площадке в штате Колорадо, где фон был практически в три раза выше, т. е. около 4000 имп./с, то порог в 5–6 сигма будет равен более 350 имп./с. Следовательно, в этих условиях монитор способен обнаружить источник с активностью в 1,75 раз большей. Далее, в реальных условиях существует т. н. подавление естественного фона при прохождении транспортного средства. Величина подавления в единицах сигма может достигать значений вплоть до 25–30 и даже более сигма. На фоне 0,2 мкЗв/ч и скорости счета 1200–1300 имп./с величина подавления составит около 900 имп./с. Следовательно, в таких условиях данный монитор сможет обнаруживать источник с активностью в четыре раза большей,

чем тот, который соответствовал требованиям при тестировании монитора. В реальности, если учесть все факторы, в том числе незначительное экранирование излучения самим транспортным средством, получим, что монитор, успешно прошедший тестирование, сможет обнаружить лишь реальный источник с активностью в 5–8 раз большей, чем указано в результатах тестирования.

В принципе такое расхождение может привести к проблемам между государствами в случае обнаружения или не обнаружения источника на пункте пропуска. Например, монитор на выходе из одного государства не обнаружил источник излучения, а на входе в другое этот же источник вызвал срабатывание монитора, который имел лучшие характеристики. При этом оба монитора обладают соответствующим сертификатом. С точки зрения правил того государства, на территории которого обнаружен источник, транспорт подлежит возврату, с точки зрения другой стороны возврат незаконен. А если оба монитора не обнаружили источник при пересечении границы, но этот источник был обнаружен позже уже на территории? Что делать в этом случае? Конечно такая ситуация возможна практически при любых характеристиках оборудования, так как всегда существует ситуация, когда достаточно опасный источник не может быть обнаружен самым совершенным монитором по физическим причинам. Тем не менее, тестирование в идеализированных условиях, по мнению автора, не вполне отвечает задачам СПРК.

Теперь вернемся к ПУ. Какие же ПУ действительно реальны? В отличие от СФЗ при анализе ПУ для СПРК следует выделить два их вида – неумышленные действия, создающие угрозу, и умышленные. К наиболее частым неумышленным действиям относится транспортировка материалов, содержащих

искусственные радионуклиды. Как показала практика, чаще всего это приборы или их детали, содержащие радиоактивные материалы, случайно попавшие в металлолом потерянные источники, источники, используемые в специальной аппаратуре типа дымоизвещателей, и прочее. Как правило, их активность невелика, за исключением утерянных источников или так называемых сиротских (orphan sources). Что касается последних, то в настоящее время практически во всех странах мира такие источники существуют и иногда попадают в среду обитания человека. Их число достигает десятков тысяч и хорошо известны случаи катастрофических последствий несанкционированного случайного обнаружения или намеренного хищения [7]. Информация по большинству таких инцидентов содержится в базах данных МАГАТЭ (ITDB), и из них следует, что эти источники представляют реальную угрозу. Следует отметить, что если перевозчик знает о том, что перевозит подобные материалы и не заявляет об этом при таможенном оформлении, то его действия становятся умышленными со всеми вытекающими последствиями.

Наиболее частые случаи срабатывания мониторов происходят из-за наличия в проводимых материалах ЕРН. С точки зрения МАГАТЭ такие срабатывания относятся к категории т. н. невинных, и оснований к недопущению их на территорию страны нет, а действия перевозчика считаются неумышленными. Тем не менее, в России существуют требования к допустимой величине удельной активности таких материалов. В случае превышения норматива груз определяется как радиационный и подлежит таможенной декларации. А при отсутствии такой декларации перемещение его считается контрабандой, действия перевозчика умышленными со всеми вытекающими последствиями. Причем ссылки на незнание таких требований во внимание

не принимаются. Коль скоро вы торгуете со страной, извольте знать правила транспортировки товаров.

Большим недостатком программы явилось отсутствие требований к характеристикам объектов, т. е. к тем местам, где предполагается установка мониторов. Насколько это важно, следует из примера использования пешеходных мониторов, установленных в аэропорту Шереметьево. По рекомендациям программы пешеходные мониторы могут быть исполнены в двух вариантах – с одной и двумя стойками, в каждой из которых смонтированы детекторы гамма и нейтронного излучения. Такие мониторы устанавливаются в зоне таможенного и паспортного контроля. Каждый пассажир обязан пройти через зону контроля между стойками или рядом с одной стойкой в зависимости от конструкции. При скорости движения пешехода 1–1,3 м/с время нахождения его в зоне контроля составляет доли секунды. По этой причине чувствительность монитора должна быть высокой. Кроме этого, помимо пешеходного монитора требуется установка еще двух – для контроля ручной клади и багажа. В аэропорту Шереметьево задача радиационного контроля решена проще и эффективнее. Монитор в виде одной стойки установлен в месте регистрации пассажира, его багажа и ручной клади. Так как время регистрации составляет минуты, этого хватает, чтобы обнаружить источник невысокой активности, как у самого пассажира, так и в его багаже и ручной клади. При этом в случае срабатывания монитора на наличие источника в его вещах владелец установлен автоматически со всеми вытекающими последствиями. Очевидно, что такой монитор не будет соответствовать рекомендациям МАГАТЭ и не пройдет тестирование, но в то же время с учетом реальных условий эксплуатации способен обнаруживать источники излучения гораздо меньшей активности, чем указанные в требованиях программы.

Таким образом, по результатам испытаний, проведенных в соответствии с требованиями программы ITRAP, компаниям, успешно их прошедшим, выдавался соответствующий сертификат, который должен был стать обязательным документом для участия в тендерах на закупку оборудования, объявляемых МАГАТЭ. Для стран – членов МАГАТЭ этот сертификат носил рекомендательный характер. В течение трех лет после завершения программы МАГАТЭ разработала ряд дополнительных документов [5-7], в которых были представлены комплексные предложения по созданию системы СПРК, а еще через несколько лет эти предложения приняли окончательный вид [3].

Подводя итог приведенным выше рассуждениям, можно сказать, что с теми недостатками, о которых шла речь, можно примириться, тем более, что в рамках развития программы (в 2010 г. она получила название ITRAP+10) многое было изменено с учетом десятилетнего опыта работы пограничного радиационного контроля в странах [9]. Появились новые типы оборудования: спектрометрические радиационные пейджеры и стационарные мониторы, мобильные системы радиационного контроля, приборы, выполненные в виде рюкзака и обладающие повышенной чувствительностью к нейтронному и гамма-излучению и в ряде вариантов снабженные функцией идентификации изотопов и т. д. Были изменены требования к процедурам тестирования оборудования. Критерий, основанный на превышении мощности дозы на поверхности детектора, заменили на критерий обнаружения реальных источников. К сожалению процедуры тестирования так и остались далеки от реальных условий. Лишь совсем недавно отменили электронный тест на ложные срабатывания стационарных мониторов как первое условие для участия в программе тестирования

с источниками. По-прежнему актуальны две проблемы, одна из которых, возможно, будет решена в ближайшее время, а о другой до сих пор нет даже упоминания. Начнем с первой. Как было отмечено выше, одной из важнейших составляющих ПУ является контрабанда радиоактивных и особенно ядерных материалов. Очевидно, что осуществить незаконный их вывоз/ввоз в количествах, представляющих реальный коммерческий интерес или пригодных для осуществления диверсии и терактов, можно лишь при легальной транспортировке таких материалов путем подмены одних источников, допущенных к транспортировке, на другие. Радиационный контроль их легального перемещения требует совершенно другого оборудования, включая специальное программное обеспечение, данных по конструкции контейнеров, а также специализированных приборов. Такая система давно существует и эффективно используется до сих пор лишь в одной стране – в России. И лишь многолетние усилия ее представителей, в частности, упомянутого ранее Н.Э. Кравченко, наконец сдвинули проблему с мертвой точки, и в ближайшее время ожидается публикация документа NSS-44Т, в котором излагается последняя редакция требований к СПРК, а в приложении будут, наконец, опубликованы рекомендации по организации контроля за легальными перевозками радиоактивных и делящихся материалов. Готовится также соответствующий учебный курс на основе методик, разработанных в России.

Вторую проблему можно условно назвать «дырки в заборе». Если вернуться к СПРК в России, то следует отметить, что она практически закрывает все возможные пути незаконного перемещения радиоактивных и ядерных материалов. Приборами радиационного контроля оборудованы все пограничные пункты как на внешней границе страны, так и внутри территории. Создана единая систе-

ма реагирования на возникающие инциденты, осуществляется контроль за легальными перемещениями указанных материалов, организована подготовка высококвалифицированных специалистов для ТКДРМ. К этому следует добавить эффективную СФЗ на предприятиях, производящих эти материалы, организуется радиационный контроль не только на границах государства, но и в метро и на транспорте, полиция вооружается приборами контроля, организован поиск и утилизация сиротских источников специализированным предприятием и многое другое, что говорит о комплексном подходе в обеспечении радиационной безопасности страны и ее населения. Кстати, проблема обращения со случайно обнаруживаемыми сиротскими источниками во многих странах стоит очень остро. Автор статьи был однажды приглашен на предприятие по переработке металлолома в одной европейской стране. Речь шла о выборе типа оборудования для контроля поступающего на предприятие металла и поиске оптимального места его установки. На взгляд автора, наилучшим местом было расположение монитора под или над ленточным транспортером, по которому металлолом поступал на сортировку. В этом случае использовался бы простейший монитор невысокой чувствительности, т. к. сравнительно тонкий слой металла на ленте транспортера не мог экранировать источники даже небольшой активности. Следовательно и затраты для предприятия были также сравнительно невелики. Однако этот вариант расположения оборудования был безоговорочно отклонен. Как объяснил автору владелец предприятия, в случае обнаружения источника на территории предприятия все затраты на его утилизацию ложились бы на него, а в случае обнаружения источника за пределами предприятия эти затраты (очень немаленькие!) ложились бы, соответственно, на перевозчика металлолома. По этой причине мониторы высокой чувствительности и, значит,

дорогостоящие, решили устанавливать непосредственно перед въездом на предприятие.

В настоящее время можно сказать, что российский «забор» сооружен и дыр в нем практически нет, чего не скажешь, например, о Европе. Приведем лишь один пример. В настоящее время большинство европейских морских портов оборудованы приборами системы радиационного контроля. Контейнеры с кораблей перегружаются на автомобильный транспорт, который проходит через стационарные радиационные мониторы перед тем, как покинуть территорию порта. В то же время, благодаря развитой сети речного транспорта в Европе по таким рекам как Дунай, Рейн, Эльба и др., перевозятся самые различные грузы. Часть из них, включая контейнеры, перегружаются с морских судов на речные в морских портах без радиационного контроля. Были предложения оборудовать специальными приборами порталные краны, но в более поздних вариантах программы ITRAP [10] эта идея поддержки не получила.

Вернемся теперь к проектной угрозе в Европе. Как известно внутри стран, входящих в ЕС, таможенных границ практически не существует. Соответственно, при пересечении внутренних границ ЕС не проводится и радиационный контроль, за исключением тех стран, где оборудование было установлено до их вхождения в ЕС (Чехия, Словакия, Польша и др.). Как отмечено выше, вероятность использования ядерных материалов для создания настоящей бомбы или ее импорта из-за пределов ЕС чрезвычайно мала. По этой причине в качестве ПУ можно рассмотреть вариант так называемой «грязной» бомбы. Для ее создания необходимо иметь любое взрывчатое вещество и достаточно мощный источник излучения типа цезия-137 или кобальта-60. Такие источники широко используются в промышленности и медицине, реальная СФЗ для

них слаба или вообще отсутствует. При этом следует отметить, что взрыв «грязной» бомбы необязательно приводит к серьезному радиационному загрязнению большой территории. Такой взрыв будет иметь куда большие психологические и экономические последствия, и по этой причине вовсе нет необходимости использовать особо мощные источники излучения пятой категории. Следовательно, в качестве реальной ПУ в рамках ЕС может быть хищение источников излучения на территории одной из стран с тем, чтобы организовать взрыв «грязной» бомбы на территории другой. А т. к. пограничный (таможенный) радиационный контроль на границах стран, входящих в ЕС, отсутствует, то транспортировка похищенных источников не представит проблемы. К этому также следует добавить и полное отсутствие радиационного контроля на речном транспорте.

Заключение

Главным положительным результатом реализации программы является разработка системы пограничного радиационного контроля, включающей в себя:

- меры по предотвращению непреднамеренного перемещения или незаконного оборота радиоактивных и ядерных материалов через границы государств;
- определение роли различных служб в реализации пограничного радиационного контроля;
- перечень оборудования и требования к его характеристикам;
- методику тестирования оборудования;
- правила и требования к реагированию на возникновение инцидента с незаконным перемещением радиоактивных и ядерных материалов через границу;
- расследование инцидентов, включающих все процедуры, применяемые на месте инцидента;

- публикацию документов, которые рекомендованы странам – членам МАГАТЭ в качестве основы для создания национальных систем пограничного радиационного контроля.

Однако возникает резонный вопрос – позволила ли реализация программы снизить риск угрозы несанкционированного перемещения ядерных и радиоактивных материалов через границы государств? И второй вопрос – какими из рассмотренных выше недостатков можно пренебречь, а какие носят принципиальный характер и не дают возможности существенно снизить риск угрозы? Очевидно, что к первым относятся перечень оборудования для пограничного радиационного контроля, требования к его характеристикам, методика его тестирования и ряд других. А все принципиальные недостатки в сумме приводят к отсутствию полноценного «забора», который служил бы реальным препятствием на пути нелегального перемещения ядерных и радиоактивных материалов через границы. Несмотря на то, что морские порты и аэропорты практически везде оборудованы системами радиационного контроля, а в некоторых странах (Польша, Словакия, Чехия и др.) такие системы установлены по крайней мере на внешней границе ЕС, «забор» как был дырявым до середины девяностых годов, так и остался таковым через четверть века после начала программы ITRAP. Устранить указанные недостатки практически невозможно, т. к. изначально при разработке основных положений программы организаторы пошли по неверному с точки зрения автора пути. Вместо того, чтобы определить характеристики объектов, а также наиболее вероятные угрозы, организаторы сконцентрировались на частных случаях радиационного контроля. Главное отличие программы ITRAP от СПРК в России заключается в том, что строительство «забора» в России является государственной программой, и с самого начала ее реализация

осуществлялась комплексно по всем направлениям – от разработки отдельных приборов до контроля легальных перевозок ядерных и радиоактивных материалов. В других странах, несмотря на наличие рекомендации МАГАТЭ, СПРК осуществлялся выборочно. Например, в Польше выбор – ставить или не ставить монитор на границе воеводства с сопредельными странами – вообще зависит от решения воеводы...

И, наконец, что же дальше? Здесь следует отметить, что два события, происшедшие в течение пятнадцати лет, с 1986 по 2001 гг. стали основными причинами возникновения программы и, как следствие, бурного развития приборостроения в области радиационного контроля и обеспечения радиационной безопасности стран. Это катастрофа на ЧАЭС и теракт 11 сентября 2001 г. Можно к этим событиям добавить и аварию на АЭС Фукусима. Другими словами, не будь их, весьма

вероятно, что ни программы, ни бурного развития оборудования пограничного (таможенного контроля) мы бы не наблюдали. В связи с этим, как ни печально отметить, если ничего подобного этим катастрофам не произойдет, то вскоре все забудут о программе, и лишь компании-производители продолжают стричь купоны, поддерживая, модернизируя и модифицируя свое оборудование. А страны, закупившие его на волне указанных выше событий, будут продолжать закупки этого оборудования, хотя и в значительно меньших объемах, что наиболее заметно на примере стационарных радиационных мониторов, спрос на которые упал в разы по сравнению с первым десятилетием 21 века. Единственным же реальным путем обеспечения ядерной и радиационной безопасности стран по-прежнему остается развитие эффективной СФЗ и организация контроля за легальными перевозками ядерных и радиоактивных материалов.

Литература

1. P. Beck, C. Schmitzer, K.E. Duftschmid, R. Arlt. ITRAP – International Laboratory and field test site exercise for radiation detection instruments and monitoring systems at border crossings. IAEA-TECDOC-1045, Vienna, 1998.
2. K.E. Duftschmid, P. Beck, J. Cunningham, R. Arlt, J.P. Gayral, N. Kravchenko, D. Smith, R. York. Technical considerations for detection of and response to illicit trafficking in radioactive materials. Measures to prevent, intercept and respond to the illicit uses of nuclear material and radioactive sources. IAEA, Vienna, 2002.
3. Combating illicit trafficking in nuclear and other radioactive materials. IAEA, Vienna, 2007.
4. Физическая защита ядерного материала и ядерных установок. INFCIRC/225/Rev.4. МАГАТЭ, Вена, 1999.
5. Предотвращение непреднамеренного перемещения и незаконного оборота радиоактивных материалов. IAEA-TECDOC-1311. МАГАТЭ, 2003.
6. Обнаружения радиоактивных материалов на границе. IAEA-TECDOC-1312. МАГАТЭ, 2003.
7. Реагирование на события, связанные с непреднамеренным перемещением или незаконным оборотом радиоактивных материалов. IAEA-TECDOC-1313. МАГАТЭ, 2003.
8. Strengthening control over radioactive sources in authorized use and regaining control over orphan sources. IAEA-TECDOC-1388. IAEA, 2004.
9. Technical and functional specifications for border monitoring equipment. IAEA, NSS-1, 2006 10. Illicit trafficking radiation assessment program (ITRAP+10). Test campaign summary report. DHS, European commission, 2016.

25 Years Since the Beginning of the Program ITRAP. What's Next?

Stavrov Andrei (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The article attempts to summarize the twenty-five-year implementation of the ITRAP program. Some provisions of the program are analyzed, and a disappointing conclusion is made that, with the exception of Russia, there is no real border (customs) radiation control system in the world and the risk of unauthorized movement of nuclear and radioactive materials across the borders of states has changed slightly over this period of time.

Key words: *radiation monitoring equipment, radiation monitors, pagers and hand-held instruments, border (customs) radiation control system.*

А.И.Ставров (к.т.н., науч.конс.) – г. Минск, Республика Беларусь

Контакты: тел.+375 (29) 653-78-40; e-mail: aistavrov@mail.ru.