

ВЫЗОВЫ СТОЛЕТИЯ

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ В США

ДЖОЭЛЬ О. ЛЮБЕНАУ

Неспособность обеспечить надлежащие контроль, учет и удаление радиоактивных источников и устройств может привести к их попаданию в общедоступные места в неконтролируемом виде. Оказавшись там, утерянные и ненужные источники могут породить проблемы в области безопасности, такие как радиационное облучение населения и радиоактивное загрязнение. Предупреждение попадания радиоактивных источников в общедоступные места в неконтролируемом виде становится международной задачей органов, отвечающих за регулирование безопасного использования и удаления радиоактивных источников. Однако у этой проблемы была предыстория с тех далеких дней, когда в XX столетии началось использование радия.

НАЧАЛО ПРИМЕНЕНИЯ РАДИЯ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ

Радий стал использоваться в Соединенных Штатах до принятия Закона (с поправками) об использовании атомной энергии в США. Кроме того, радиевые источники не охвачены данным Законом и поэтому не подлежат контролю Комиссии по ядерному регулированию (КЯР). Потенциальная полезность радия для медицины была признана вскоре после его открытия в 1898 г. и породила спрос на радиевые источники. Информации о масштабах использования радия в США в начальный период немного, но та, что имеется, свидетельствует о медленном росте его применения вплоть до

Второй мировой войны, когда оно резко увеличилось, а затем начался постепенный спад (см. график на стр. 50). В 1921 г. в США применялось от 35 до 40 г радия, а число пользователей колебалось от 400 до 500. По оценке Горного управления США, в 1932 г. было 710 потребителей радия в медицинских целях, использовавших 124,7 г радия. Использование радия увеличилось во время Второй мировой войны главным образом за счет его применения в промышленной радиографии, где в этих целях использовалось 200 г радия. Еще 190 г были использованы во время войны в производстве люминесцентных красок.

В 1964 г. Министерство здравоохранения США сделало вывод, что использование радия достигло своего пика, по всей видимости, в первые же годы после Второй мировой войны, когда число потребителей, по его оценке, достигло 4500, а объемы радия в выявленных источниках составили от 300 до 700 г. Большинство из них (3500) использовали его в медицинских целях. После этого в применении радия наступил спад, обусловлен-

ный главным образом появлением других доступных радиоактивных материалов и ужесточением регулирующего надзора за радием в штатах, что заставило многих потребителей отказаться от его использования.

В 1975 г. в США насчитывалось 3600 потребителей радия. В настоящее время число безусловно меньше. Даже во время вероятного пика после Второй мировой войны, насчитывавшего 5—6 тыс. потребителей, их число намного меньше числа обладателей лицензий в США, использующих ныне побочные продукты, источники и специальные ядерные материалы, которое, по имеющимся оценкам, составляет в настоящее время 22 тыс. обладателей специальных лицензий и 135 тыс. — общих лицензий.

Извлечение радия из руд было в начале столетия делом трудным и дорогостоящим. Цена радия в 1923 г. составляла 120 тыс. долл. за грамм. Таким образом, в случае утери или хищения радиевого источника стремление избежать расходов по его замене служило действенным стимулом для поиска и возврата утраченного радия.

Г-н Любенау — старший помощник председателя Комиссии по ядерному регулированию США и дипломат Американской академии радиационной гигиены. Все материалы, на которые имеются ссылки в статье, можно получить у автора. Статья отражает только личную точку зрения автора и не представляет позиций КЯР, которая не рассматривала ее технические аспекты. В основе статьи лежит обзор, представленный автором в качестве докладчика на Международной конференции по безопасности источников излучения и сохранности радиоактивных материалов МАГАТЭ в 1998 г. Отдельные части обзора были включены в его статью, опубликованную в приложении к февральскому выпуску журнала "Health Physics" (Радиационная гигиена).

ИНЦИДЕНТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИЯ

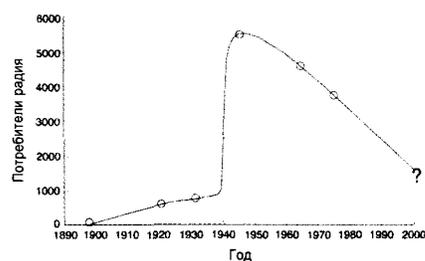
В 1968 г. Министерство здравоохранения опубликовало сводный отчет об известных инцидентах, связанных с использованием радия в США, в основу которого был положен обзор литературы и материалов газеты “Нью-Йорк таймс” за период с 1913 по 1964 г. Было учтено в целом 396 инцидентов, включая 261 случай утери и 25 случаев хищения. Остальные инциденты были связаны с загрязнением, переоблучением и различными другими событиями. Подавляющее большинство из 396 инцидентов (331, или 84%) касалось медицинских источников. Показатель возврата составил 71% (170 из 240 случаев) по утерянным медицинским источникам, 53% (9 из 17 случаев) — по утерянным немедицинским источникам, 60% (15 из 25 случаев) — по похищенным источникам и 50% (2 из 4 случаев) — по утере источников при их перевозке. Самые ранние инциденты, даты которых известны, имели место в период 1911—1920 гг. и составили в общей сложности девять потерь. Число потерь и хищений постоянно возрастало и достигло своего пика в период 1961—1967 гг. По оценкам Министерства здравоохранения, данный факт отражал растущие масштабы применения радия до 50-х гг., а также увеличение числа отчетов по инцидентам в самые последние годы, охваченные обзором. Увеличение числа отчетов об инцидентах явилось, по всей видимости, отражением соблюдения новых требований в штатах по отчетности о потерях и хищениях радиоактивных материалов, не охваченных Законом (с поправками) об использовании атомной энергии в США.

Однако многие события, связанные с использованием радия, вероятно, не попали в поле зре-

ния государства. Например, консультанты, занимающиеся частной практикой в области поиска утерянных или похищенных радиевых источников, зачастую не публиковали результаты своей работы и не делали их достоянием гласности. Что касается программ радиационного контроля в штатах, то соответствующие органы принимали меры в случае потери или хищения радиевых источников и когда их просили оказать помощь в удалении ненужного радия. Их письменные отчеты нередко сразу уходили в архив. К счастью, некоторые лица, занимавшиеся поиском утерянных радиевых источников, оставили открытые отчеты об опыте своей работы.

В 1914 г. Артур Л. Миллер после окончания Университета Пердью принял предложение поступить на работу в “Стандард кемикл компани” в Питтсбурге, Пенсильвания, являвшейся в то время крупнейшим производителем радия. В этой компании он специализировался в области калибровки радиевых источников с помощью электроскопа. Поскольку он был знаком с эксплуатацией электроскопов, его часто приглашали для поиска утерянных радиевых источников с использованием упомянутого прибора. В 1923 г. он описал семь случаев. Самая интригующая из его историй связана с неудачным возвратом 150 мг радия, утерянного больницей. Как нередко случалось, радий попал в работавшую на угле больничную мусоросжигательную печь, в которой Миллер обнаружил признаки заражения, но не нашел золы, в которой должны были присутствовать радиевые источники. В ходе расследования он узнал, что зола из

ТЕНДЕНЦИИ В ПРИМЕНЕНИИ РАДИЯ



Применение радия в США росло медленно до начала Второй мировой войны, когда был отмечен резкий рост его использования. После войны начался спад, который, видимо, продолжается и сейчас.

мусоросжигательной печи была продана соседнему подрядчику, который использовал ее в качестве заполнителя бетона для тротуара. Миллер нашел этот тротуар и убедился в наличии в нем радия. Поскольку извлечь из него радий было почти невозможно, тротуар сохранили, и поиск был на этом прекращен. Миллер, к сожалению, не указал местонахождение этого тротуара. В то время радиационные риски от замурованного радия не принимались во внимание. Данный случай был позже исследован другим специалистом в области поиска радия — Робертом Б. Тафтом, который установил контакт со страховой компанией, компенсировавшей больнице утерю источника, но обнаружил, что документация компании с того времени была уничтожена. Следовательно, где, возможно в восточной части Соединенных Штатов, был или есть тротуар, в котором замурованы 150 мг радия.

Тафт был врачом, которого часто привлекали к поиску утерянного радия. Впервые он сообщил о своем опыте в этой области, в отчете, представленном в Американское общество рентгеновских лучей в 1935 г. Впоследствии он рассказал о своей работе в книге Radium — Lost and Found (“Потерянный и возвращенный радий”). При по-

иске радия Тафт использовал виллемитовую руду, которая под действием радия начинала светиться, электроскопы и первые счетчики Гейгера—Мюллера. Тафт сообщил о 187 инцидентах, в ряде которых он лично принимал участие, а также о ряде других известных ему случаев. В большинстве из них речь шла об утерянных и похищенных радиевых источниках, хотя некоторые имели отношение к заражению.

В ряде случаев утерянные медицинские радиевые источники смешивались с больничными отходами, которые вывозились на наземные мусорные свалки. На таких свалках в то время нередко выращивали свиней. Тафт сообщил об одном случае, когда искатели посетили подобную свалку в поисках утерянного радиевого источника и с помощью своего электроскопа установили, что радий где-то рядом, но не могли определить, где именно. Они заметили поблизости стадо свиней. Свиней поймали, и одна из них оказалась радиоактивной; ее закололи и обнаружили в ней радиевый источник.

В Филадельфии представитель компании по торговле радием Фрэнк Хартман оставил в форме личных записок письменные свидетельства своего участия в поисках утерянных или похищенных источников. В записках Хартмана упоминаются 120 случаев, охватывающих 1930—1958 гг. Как и Тафт, он пользовался виллемитовой рудой, ZnS, электроскопами и счетчиками Гейгера—Мюллера. Всего в этих 120 случаях фигурировало 4,259 г утерянного или похищенного радия. Из этого количества Хартману удалось вернуть 3,806 г, или 89%, — поразительный результат, если учесть примитивность его приборов, делающий честь его добросовестности и настойчивости. Достойны удивления и его “повторные клиенты”, один из которых ухитрил-

ся при различных обстоятельствах терять радий восемь раз (!).

Другая категория инцидентов связана с перевозкой. “Стандарт кемикл компани” занималась перевозкой частично очищенного радия со своего завода в Канонсбурге, южнее Питтсбурга, в свою лабораторию в Питтсбурге для окончательной очистки. Радий перевозили на пассажирском трамвае, курсировавшем между этими городами. В 1959 г. Миллер сообщил подробности того, как это делалось. Радий упаковывался в закупоренные пробками стеклянные бутылки, которые помещались в снабженные дужками оцинкованные стальные контейнеры. Два курьера везли эти контейнеры трамваем до лаборатории в Питтсбурге. Из записок Миллера следует, что один из них совершал такие перевозки регулярно. Это был некто “Томми” Томпсон, который также возглавлял отделение в Канонсбурге, осуществлявшее фракционную кристаллизацию радия из хлористых растворов. В записках ничего не сообщалось о защитном экранировании, да его, по-видимому, и не было. За один рейс перевозилось до “двух сотен мг”. С учетом времени поездки можно предположить, что годовая доза Томпсона только за счет этой деятельности могла достичь около 1 Зв в год наивысшего объема производства на “Стандарт кемикл компани” (1920 г.), когда было произведено 18,5 г радия. Находившиеся рядом пассажиры и обслуживавшие трамвай бригады, конечно, также подвергались облучению.

О другом инциденте, связанном с Министерством почт США, сообщало агентство Ассошиэтед Пресс в 1921 г. В данном случае больной, проходивший амбулаторный курс лечения радием, не понял данных ему указаний и вернулся домой с находившимся на нем радием. Дома он снял радий и спрятал

его. Позднее врач поместил в газете объявление об источнике стоимостью 3500 долл., и этот больной, прочитав его, вложил источник в конверт и отправил врачу по почте. При тогдашней цене в 120 тыс. долл. за грамм количество радия, отправленного по почте, составило таким образом около 29 мг.

ЗАРАЖЕННЫЕ ЗОЛОТЫЕ ЮВЕЛИРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Предприятия по переплавке металла стоят сейчас перед проблемой предупреждения попадания утерянных, похищенных или не должным образом удаленных радиоактивных источников в металлический лом или, в противном случае, перед проблемой обнаружения таких источников до начала переработки или плавки металлического лома при изготовлении новых изделий. Интересно отметить, что случаи такого рода отмечались еще в 1910 г.

Как альтернатива применению радиевых источников в качестве медицинских имплантатов были разработаны микрокапсулы, содержащие радон. К числу наиболее распространенных методов относится закачка радона, полученного из солевых растворов радия, в тонкую золотую трубку, которая затем разрезается на короткие сегменты (капсулы), а те герметически запечатываются. После калибровки капсулы направляются в больницы и клиники для имплантации.

По сравнению с радием технология радоновых капсул более универсальна, к тому же благодаря радиационным характеристикам дочерних продуктов радона капсулы могли имплантироваться перманентно.

В отсутствие современных технологий получения изображений тканей врачи-физиотерапевты были вынуждены сами как могли точно оценивать размер опухоли и, соответственно, необходимое количество капсул. Поскольку размеры опухоли

обычно завывались, часть зака-
занных капсул нередко остава-
лась неиспользованной. Лишние
капсулы могли возвращаться
поставщику для учета, но некото-
рые врачи оставляли их у себя, а
затем продавали переработчи-
кам золота. В процессе плавки
побочные металлические продук-
ты радона — свинец-210, вис-
мут-210 и полоний-210 (или Ra
DEF по номенклатуре цепочки
распада радия) — смешивались
с золотом. Изготовленные из
такого золота ювелирные изде-
лия становились источниками
радиоактивного излучения, осо-
бенно когда их носили вплотную
к коже. В 60-х гг. в печати по-
явились сообщения об ущербе,
причиняемом такими изделия-
ми. В 1981 г. Департамент здра-
воохранения штата Нью-Йорк
организовал специальную кампа-
нию поиска таких ювелирных
изделий и изъятия их из оборо-
та. Было проверено около
160 тыс. изделий, в результате
удалось собрать 133 радиоактив-
ных изделия и выявить еще
22 изделия, владельцы которых
отказались их сдать. Большая
часть этих изделий была изго-
товлена или приобретена в
30-е или 40-е гг., а одно золотое
кольцо было сделано в 1910 г.

Последняя установка по про-
изводству радона в США при-
надлежала компании “Рейдиум
кемикл компани”; она располагалась
на ее площадке в Куинсе,
Нью-Йорк, и использовала аппа-
ратуру, сконструированную Джо-
аккино Файллой. В 1981 г. рабо-
ты были прекращены, и в связи
с этим исчезла возможность по-
ступления новых радоновых кап-
сул в сферу переработки золо-
та. Однако в 1982 г., когда “Рей-
диум кемикл компани” было
отдано распоряжение о проведе-
нии инвентаризации отработав-
ших капсул, компания не смогла
отчитаться за них; однако не
было и каких-либо свидетельств
их появления в других местах.
Тем не менее не исключено, что

они были отправлены на рынок
переработки золота.

Все вышесказанное подтверж-
дает, что все известные данные о
потерях, хищениях или о выбро-
шенных за ненадобностью или
не должным образом удаленных
радиевых источниках представ-
ляют собой лишь, как говорится,
вершину айсберга. Реальная кар-
тина никогда уже не прояснится.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАДЗОР В США

Хотя информация об утере, хище-
ниях и других проблемах безо-
пасности, связанных с радием,
была отрывочной, в печати по-
явилось достаточно сообщений,
вызвавших обеспокоенность на-
селения и законодательных орга-
нов, что привело к установлению
надзора за потребителями радия
со стороны государственных
структур. К 60-м гг. многие шта-
ты разработали или разрабаты-
вали программы регулирующего
контроля за радием. Министер-
ство здравоохранения оказывало
непосредственную помощь шта-
там в виде финансовых субси-
дий и командирования специали-
стов для разработки их про-
грамм радиационного контроля.

К этому времени многие ради-
евые источники стали ненужны-
ми, а их владельцы не могли или
не желали платить за их удале-
ние. Было обнаружено, что такие
радиевые источники хранятся в
самых неожиданных местах, на-
пример в банковских сейфах. В
ответ на это в 1965 г. Мини-
стерство здравоохранения нача-
ло осуществлять проект по уда-
лению радия, в соответствии с
которым владельцы ненужного
радия могли передавать источни-
ки непосредственно в Мини-
стерство. В большинстве случа-
ев инспекторы программ радиа-
ционного контроля штатов дей-
ствовали в качестве агентов по
передаче источников, отправляя
их в Юго-Восточную региональ-
ную лабораторию радиационной
гигиены в Монтгомери, Алабама,

где они и хранились. Данная
лаборатория, находившаяся ра-
нее в ведении Бюро радиацион-
ной гигиены Администрации по
контролю за продуктами пита-
ния и лекарствами, является в
настоящее время учреждением
Агентства по охране окружаю-
щей среды Соединенных Шта-
тов. В 1983 г. собранное инвен-
тарное количество в 140 г радия
было отправлено в Хэнфорд, Ва-
шингтон, и обработано на уста-
новке по удалению радиоактив-
ных отходов низкой активности.

В дальнейшем новые очеред-
ные крупные партии радия обра-
батывались в других местах. В
1989 г. 120 г радия были изъяты
на бывшей территории установ-
ки компании “Рейдиум кемикл
компани” в Куинсе, Нью-Йорк, и
обработаны на установке по
удалению радиоактивных отхо-
дов низкой активности в Битти,
Невада.

В 90-е гг. в нескольких шта-
тах была развернута кампания
по обнаружению, возврату и уда-
лению радиевых источников.
Было собрано и удалено в це-
лом 4,2 г радия в штатах Окла-
хома и Огайо. По оценке Конфе-
ренции директоров программ
радиационного контроля, ежегод-
ные объемы удаления радия со-
ставили 12 г в 70-е гг. 10 г —
в 80-е гг. и 8 г — в 90-е гг.

ПРОГРАММЫ ОБЩЕГО ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ КАЭ США

В 1958 г. примерно в то же вре-
мя, когда Министерство здраво-
охранения приступило к оказа-
нию помощи штатами в разра-
ботке мер регулирования в це-
лях совершенствования контро-
ля, учета и удаления радиевых
источников, сотрудники другого
федерального органа — Комис-
сии по атомной энергии Соеди-
ненных Штатов (КАЭ) — вне-
сли предложение о распростра-
нении концепции общей лицен-
зии на “измерительные, конт-
рольно-измерительные и



контрольные устройства”, содержащие охватываемые Законом об использовании атомной энергии 1954 г. (с поправками) радиоактивные материалы. Сотрудники КАЭ отметили, что под действие данной концепции “подпадут около 1 тыс. потребителей”.

Это предложение было одобрено Комиссией в 1959 г. По иронии судьбы данное изменение правил породило со временем проблемы в области контроля, учета и удаления радиоактивных источников данной категории, которые в ретроспективе аналогичны проблемам с радиевыми источниками.

Концепция общей лицензии позволяет лицам с минимальной подготовкой в области радиаци-

Фото: Утерянные или оставленные без присмотра источники излучения обнаружены в партиях металлического лома, т. е. они оказываются в общедоступных местах без регулирующего контроля. Промышленностью и правительством США принимаются меры по предотвращению связанных с этим проблем. (NRC)

онной безопасности иметь и использовать лицензированные устройства с минимальным риском для потребителей и населения. Жесткие критерии в отношении робастности конструкций и изготовления таких устройств позволяют успешно применять этот уникальный подход.

Лицам, применяющим такие устройства, не нужно подавать заявки на получение специальной лицензии, они владеют устройствами и используют их на основе общей лицензии и условий, содержащихся в правилах. Данная концепция базировалась на том, что обладатели общих лицензий обеспечат соответствующий контроль и учет этих устройств во время владения ими и надлежащее удаление после того, как необходимость в них отпадет.

Ввиду того что требования по робастности конструкции устройств, лицензированных по общим лицензиям, обеспечивают безопасность их использования, программа обычных инспекций или какой-либо иной регулирующей механизм для периодических контактов с обладателями

общих лицензий не предусмотрены. Основная масса обладателей таких лицензий освобождается от уплаты сборов с потребителя. В результате большинство членов этой группы лицензиатов, насчитывающей в настоящее время около 135 тыс. человек и использующей 1,8 млн. устройств, редко вступают в контакт с регулирующими органами.

В отсутствие таких контактов некоторые программы обладателей общих лицензий по контролю, учету и надлежащему удалению устройств приходят в упадок. С течением времени предупредительные знаки и надписи на устройствах, используемых по общей лицензии, зачастую стираются в результате неблагоприятного воздействия на них окружающей среды, а также неправильного технического обслуживания и эксплуатации. Кроме того, персонал, обладающий знаниями об устройствах, уходит на пенсию, увольняется или иным образом прекращает работу на лицензиатов.

Вследствие этого есть основания полагать, что источники, используемые по общей лицензии, оказываются в общедоступных местах в неконтролируемом виде, чаще всего их выбрасывают в металлолом. Специально лицензированные устройства также нередко по ошибке выбрасываются вместе с металлоломом. Однако устройств, используемых по специальным лицензиям, меньше, и их обладатели должны периодически вступать в контакт с регулирующими органами в связи с уплатой сборов и проведением обычных инспекций.

Сходство этих обладателей общих лицензий с потребителями радия до 60-х гг. заключается в том, что ни та, ни другая группа в целом не подпадала под требования о периодических контактах с регулирующими органами, что напоминало бы им о необходимости постоянно-

го контроля и учета своих источников, их безопасной эксплуатации и удаления надлежащим образом, когда надобность в них отпадает.

Существенная разница, однако, состоит в численном составе этих двух категорий. Как уже отмечалось, число потребителей радия достигло своего пика где-то в 50-х гг. на уровне примерно 5—6 тыс. Это — лишь часть обладателей общих лицензий в США, использовавших радиоактивные приборы, которая выросла с 1 тыс. в 1958 г. до 135 тыс. сорок лет спустя.

Еще в 1981 г. представители штатов выразили Комиссии по ядерному регулированию (КЯР) озабоченность по поводу программы общего лицензирования. В 1986 г. группа внешних экспертов, которая провела анализ программы КЯР по лицензированию и инспекциям установок топливного цикла и по обращению с радиоактивными материалами, рекомендовала ей повысить приоритетность постоянного рассмотрения политики и процедур в области общего лицензирования ввиду наличия проблем, связанных с брошенными или удаленными несанкционированным путем устройствами, их неисправной работой и отсутствием надлежащего учета.

В 90-х гг. и предприятия, занимающиеся переплавкой металлического лома, на основе собственного опыта также выразили озабоченность в связи с тем, что лицензированные радиоактивные источники и устройства попадают в предназначенный для переплавки металлолом, и разработали свои информационные и руководящие документы. В 1996 г. в докладе совместной Рабочей группы КЯР и штатов, с которой она заключила соглашения, также была выражена озабоченность по этому поводу и рекомендованы изменения для внесения в программу КЯР по общему лицензированию.

Рабочая группа обсудила и еще одну проблему — “бесхозных источников”. К ним относятся источники или радиоактивные устройства, обнаруживаемые в общедоступных местах, чаще всего на площадках подготовки металлолома. При сообщении о таких находках обнаруживших их лиц часто просят взять под свой контроль и временно хранить найденный источник или устройство, с тем чтобы устранить потенциальную опасность для населения. Это делается потому, что регулирующие органы обычно не располагают полномочиями для принятия или организации передачи лицензированных радиоактивных материалов, за исключением случаев непосредственной угрозы здоровью и безопасности населения.

В случае нахождения владельца источника или его изготовителя обычно достигается договоренность о возврате источника или оплате расходов на его удаление. С другой стороны, если владелец или изготовитель не могут быть установлены или их уже нет, источник считается “бесхозным”, а на неудачника, его нашедшего, может быть возложена ответственность за долгосрочную сохранность и окончательное удаление бесхозного источника. Это явно несправедливо и, вероятно, служит причиной того, что некоторые люди не склонны сообщать о своих находках радиоактивных материалов. Рабочая группа рекомендовала решить эту проблему.

В 1998 г., сорок лет спустя после расширения программы общего лицензирования КАЭ, Комиссия поручила сотрудникам КЯР внести изменения в программу общего лицензирования в целях совершенствования контроля и учета устройств, используемых по общей лицензии, и принятия мер для обеспечения надлежащего удаления ненужных лицензированных источников.

Кроме того, штаты — в рамках Конференции директоров программ радиационного контроля при содействии Агентства по охране окружающей среды и Комиссии по ядерному регулированию — создали комитет по ненужным радиоактивным материалам, который попытается решить проблему бесхозных источников.

ИЗВЛЧЕННЫЕ УРОКИ

Итак, важный урок из опыта отношений с потребителями радия состоит в том, что периодические контакты регулирующих органов с пользователями радиоактивных источников не дают последним забыть о необходимости обеспечения контроля и учета источников, надлежащего их удаления, когда потребность в них отпадает, и принятия других мер по их безопасному использованию.

Данный урок подкрепляется опытом, полученным после внесения КАЭ изменения в правила, согласно которому программа общего лицензирования была расширена с целью включения в нее пользователей радиоактивных устройств. Опять-таки отсутствие периодических контактов с регулирующими органами привело к возникновению проблемы в отношении контроля, учета и удаления устройств для этой группы пользователей. Периодические контакты регулирующих органов с пользователями радиоактивных материалов являются важным элементом регулирующей программы.

С учетом данной исторической перспективы еще один урок в этой области, возможно, заключается в том, что при рассмотрении вопросов радиационной защиты мы не должны игнорировать знания, полученные на основе прошлого опыта. В противном случае, как писал Джордж Сантаяна, “те, кто не помнит прошлое, обречены на его повторение”. □