

ПОЛОЖЕНИЕ В США

БЕЗОПАСНОСТЬ И СОХРАННОСТЬ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

ГРЕТА ДЖОЙ ДАЙКУС

Самая серьезная в истории США ядерная авария на АЭС "Три Майл Айленд" в 1979 г. привела к выбросу радиоактивных материалов в окружающую среду. Однако никто из населения в результате этой аварии не подвергся радиоактивному облучению сверх предельных уровней. Фактически никогда ни одно лицо из состава населения не подвергалось облучению, превышающему предельные уровни доз, в результате эксплуатации 103 лицензированных в Соединенных Штатах АЭС или аварий на них. Однако этого нельзя сказать в отношении опыта использования в США лицензированных радиоактивных источников.

Опыт использования радиоактивных источников в США свидетельствует о случаях как незначительных неполадок, так и аварийных инцидентов, результатом которых стали лучевые поражения или радиоактивное загрязнение окружающей среды. Основные виды применения радиоактивных источников, где произошли серьезные аварии, включают облучение, промышленную рентгенографию и медицинскую терапию.

Вызывают озабоченность также радиоактивные источники, которые утеряны, похищены или заброшены и становятся общедоступными в неконтролируемом виде. В таких случаях возникает опасность радиационного облучения населения и радиоактивного загрязнения имущества. Именно этот аспект радиационной безопасности при использовании радиоактивных источников является темой данной статьи.

МАСШТАБ ПРОБЛЕМЫ

По контрасту со 103 лицензиями на эксплуатацию АЭС в Соединенных Штатах, на использование радиоактивных материалов в соответствии с Законом об использовании атомной энергии (с поправками) выдано около 157 тыс. лицензий. Из них 22 тыс. разрешают использовать лицензированные материалы по специальным лицензиям. Остальные 135 тыс. относятся к категории общих лицензий, разрешающих использовать радиоактивные материалы в таких устройствах, как ядерные контрольно-измерительные приборы или светящиеся надписи. По общим лицензиям получили распространение около 1,8 млн. устройств, содержащих радиоактивные источники. Другие виды устройств, содержащих радиоактивные материалы, такие как светящиеся часы или ионизационные индикаторы дыма, могут распространяться по лицензии лицам, освобожденным от лицензирования. Они содержат незначительные количества радиоактивного материала и не являются предметом рассмотрения в данной статье.

Закон об использовании атомной энергии (с поправками) охватывает не все радиоактивные материалы. Радиевые источники исключены из сферы действия Закона, как и радиоактивные источники, используемые Министерством энергетики США (МЭ).

Закон предусматривает заключение штатами соглашений с Комиссией по ядерному регулированию США (КЯР), в соответствии с которыми регулируется и лицензируется пользование

радиоактивными материалами. Такие соглашения заключены с 30 штатами. Они регулируют и лицензируют деятельность около двух третей лицензированных пользователей радиоактивных материалов. Информация об инцидентах и событиях, подпадающих под юрисдикцию КЯР и заключивших соглашения штатов, собирается, анализируется и сообщается персоналом КЯР.

Ежегодно КЯР получает около 200 сообщений об утерянных, похищенных или брошенных радиоактивных источниках и устройствах. Важно отметить, что КЯР получает такие сообщения только в том случае, если лицензиаты вспоминают, что у них есть источник, знают, что он утерян или похищен, осведомлены о требовании информировать об утере или хищении и направляют соответствующее сообщение.

СООБЩЕНИЯ О ПОСЛЕДСТВИЯХ

В некоторых случаях потеря контроля над радиоактивными источниками приводила к переоблучению ничего не подозревающих лиц из числа населения. Так, в 1979 г. на временной рабочей площадке в Калифорнии был случайно оставлен незкранированный источник

Г-жа Дайкус — председатель Комиссии по ядерному регулированию США (КЯР) в Вашингтоне. Выражается признательность сотрудникам КЯР за помощь в подготовке статьи. У автора можно получить все материалы, на которые имеются ссылки в статье.

иридия-192 с активностью 1 ГБк (28 Ки) для промышленной рентгенографии. Рабочий, не зная, что это такое, подобрал его и положил в задний карман брюк. Доза на ягодицу превысила 200 Зв (20 000 бэр). В 1992 г. источник иридия-192 с активностью 0,14 ГБк (3,7 Ки) для брахитерапии был случайно отсоединен от кабеля, ведущего к манипулятору дистанционного введения радиоактивного препарата, когда его вводили в организм пациента. В конце концов источник был снят с пациента вместе с хирургическими повязками. Выброшенные повязки вместе с источником были отправлены в приемник отходов, где проводится радиационный контроль поступающих материалов. В результате было установлено наличие радиоактивности и обнаружен сам источник. Пациент умер от осложнений из-за переоблучения, и 90 человек случайно подверглись облучению.

В 1996 г. были похищены и проданы в качестве металлолома устройства для промышленной рентгенографии. Во время их передачи источник кобальта-60 с активностью 1,5 ГБк (40 Ки) выпал из одного из устройств и упал на землю около здания управления предприятия по переработке металлолома. Рабочие и клиенты на территории предприятия наряду с сотрудниками правоохранительных органов, которые расследовали кражу, подверглись облучению от источника, что привело к получению ими общих доз облучения до 0,1 Зв (10 бэр). Рабочий, державший источник в руках, получил переоблучение конечности.

Были отмечены также случаи нанесения ущерба имуществу в форме радиоактивного загрязнения, и это стало предметом особой озабоченности отрасли металлургии США, работающей на вторичном сырье, когда утерян-

Случаи плавки радиоактивных материалов в США

Год	Металл	Место	Изотоп	Активность (ГБк)
за несколько лет	золото	в нескольких местах	Pb-210, Bi-210, Po-210	неизвестна
1983	сталь	"Оберн стил", Нью-Йорк	Co-60	930
1983	золото	неизвестно, Нью-Йорк	Am-241	неизвестна
1984	сталь	"ЮС пайп энд фаундри", Аляска	Cs-137	0,37—1,9
1985	сталь	Тамко, Калифорния	Cs-137	56
1987	сталь	"Флорида стил", Флорида	Cs-137	0,93
1987	алюминий	"Юнайтед технолоджи", Индиана	Ra-226	0,74
1988	свинец	"АЛКО пасифик", Калифорния	Cs-137	0,74—0,93
1988	медь	Уоррингтон, Миссури	ускоритель	неизвестна
1989	сталь	"Бейу стил", Луизиана	Cs-137	19
1989	сталь	Сайтемп, Пенсильвания	Th	неизвестна
1990	сталь	"НЮКОР стил", Юта	Cs-137	неизвестна
1991	алюминий	"Алкан ресайклинг", Теннесси	Th	неизвестна
1992	сталь	"Ньюпорт стил", Кентукки	Cs-137	12
1992	алюминий	Рейнолдс, Виргиния	Ra-226	неизвестна
1992	сталь	"Бордер стил", Техас	Cs-137	4,6—7,4
1992	сталь	"Кистон уайр", Иллинойс	Cs-137	неизвестна
1993	сталь	"Оберн стил", Нью-Йорк	Cs-137	37
1993	сталь	"Ньюпорт стил", Кентукки	Cs-137	7,4
1993	сталь	"Чаппарел стил", Техас	Cs-137	неизвестна
1993	цинк	"Садерн зинк", Джорджия	обедненный U	неизвестна
1993	сталь	"Флорида стил", Флорида	Cs-137	неизвестна
1994	сталь	"Остил Лемонт", Иллинойс	Cs-137	0,074
1994	сталь	"ЮС пайп энд фаундри", Калифорния	Cs-137	неизвестна
1996	алюминий	"Блюграсс ресайклинг", Кентукки	Th-232	неизвестна
1997	алюминий	"Уайт салвидж Ко.", Теннесси	Am-241	неизвестна
1997	сталь	WCI, Огайо	Co-60	0,9(?)
1997	сталь	"Кентукки электрик", Кентукки	Cs-137	1,3
1997	сталь	"Бирмингам стил", Аляска	Cs-137/Am-241	7 Бк/г
1997	сталь	"Бетлехем стил", Индиана	Co-60	0,2
1998	алюминий	"Садерн алюминум", Аляска	Th	неизвестна

Примечание: Таблица составлена на основе базы данных Джеймса Юско, СНР, Департамент охраны окружающей среды штата Пенсильвания, 400 Waterfront Drive, Pittsburg, PA, 15222-4745, USA.

ные, похищенные или брошенные радиоактивные источники оказывались смешанными с предназначенным для переплавки металлоломом. С 1983 г. на сталелитейных заводах США радиоактивные источники 20 раз случайно попадали в плавку. Еще 11 раз радиоактивные источники случайно переплавлялись на предприятиях вместе с ломом алюминия, меди, золота, цинка или свинца (см. таблицу *вверху*). Хотя уровни облучения рабочих на предприятиях и населения до сих пор были незначительными и ниже установленных предельных доз, финансовые последствия оказались серьезными из-за расходов на дезактивацию, удаление отходов и в связи с потерей доходов по причине временной остановки производства. В результате этих событий расходы сталелитейных заводов в США в среднем составляли от 8 до 10 млн. долл. и в одном случае достигли 23 млн. долл.

ИНИЦИАТИВЫ И ТРЕВОГИ

Работающая на вторичном сырье отрасль металлургии США приняла разнообразные ответные меры. С помощью сотрудников КЯР отраслевые профессиональные организации разработали и затем опубликовали учебные материалы в виде информационных брошюр и рекомендованных процедур для своих членов. Многие предприятия по переплавке металлолома и металлоплавильные заводы развесили изданные КЯР настенные плакаты-предупреждения для информирования своих работников по этой проблеме.

Самой распространенной защитной мерой в отрасли стало создание систем радиационного надзора на сталелитейных заводах и предприятиях по переплавке металлолома для обнаружения радиоактивных источников в поступающих партиях лома. Эти системы отличаются сложностью конструкции, высо-

**Неэранированные радиоактивные источники,
обнаруженные на общедоступных площадках
в Соединенных Штатах**

Год	Место	Изотоп	Активность (ГБк)
1992	Место захоронения отходов, Огайо	Ir-192	150
1994	Площадка подготовки лома, Кентукки	Cs-137	7,4
1994	Площадка подготовки лома, Иллинойс	Cs-137	14
1996	Площадка подготовки лома, Калифорния	Cs-137	0,37
1996	Площадка подготовки лома, Техас	Ir-192	1500
1996	Мусоросжигатель, Нью-Йорк	Cs-137	2,8
1996	Литейный завод, Алабама	не определен	
1996	Площадка подготовки лома, Зап. Виргиния	не определен	
1997	Сталелитейный завод, Огайо	Cs-137	19
1997	Строительная площадка, Пенсильвания	Cs-137	0,22
1997	Площадка подготовки лома, Пенсильвания	Am-241	3,7
1998	Площадка подготовки лома, Флорида	Am-241/Cs-137	1,5/0,3
1999	Шоссе, Теннесси	Cs-137	0,3



Неэранированная пластинка цезия-137, найденная под слоем гравия на площадке подготовки лома в Иллинойсе. Масштаб в дюймах.

кой чувствительностью и, соответственно, высокой ценой. С их помощью за период с 1983 г. в США удалось выявить свыше 400 попавших в металлолом радиоактивных источников или устройств, содержащих радиоактивные источники, причем более половины случаев имели место за последние пять лет.

В распоряжении работающей на вторсырье металлургии находится самый разнообразный ассортимент коммерческого оборудования для обнаружения радиации. В 1996 г. Ассоциация производителей стали — профессиональная организация, представляющая интересы многих изготовителей стали в США, — организовала полевые испытания для коммерчески доступного оборудования.

Контроль радиоактивности широко применяется также операторами установок по обращению с нерадиоактивными отходами или их удалению, поскольку такие установки не имеют разрешения на обработку лицензированных радиоактивных материалов. С помощью программ надзора им иногда удавалось обнаружить радиоактивные источники в поступающих партиях отходов.

С 1992 г. сообщалось о 13 случаях обнаружения в США неэранированных радиоактивных источников (см. таблицу и

фото сверху). Неэранированные источники представляют более серьезную опасность радиоактивного облучения. Кроме того, поскольку они больше не имеют внешней защиты, их легче повредить, что может привести к нарушению защитной оболочки и высвобождению радиоактивного материала. В некоторых случаях невозможно реконструировать дозу из-за незнания истории источника и его местонахождения до обнаружения.

Другой причиной для беспокойства в металлургии на вторсырье является обнаружение радиоактивных источников в металлическом ломе. Эти источники часто называют “бесхозными”. Тот, кто нашел такие источники, несет за них ответственность, а ему источник, во-первых, не нужен, во-вторых, он, вероятно, не хочет его хранить. Тем не менее в прошлом было принято просить таких лиц временно сохранять источник, часто с помощью квалифицированных экспертов. В некоторых случаях маркировка изготовителя на таком устройстве или на самом источнике позволяет определить первоначального лицензиата или изготовителя и, возможно, вернуть источник тому или другому. В иных случаях такой возможности нет, и источник должен быть передан либо тому, кто захочет его иметь, либо на захо-

ронение. Конечно, подобные операции связаны с дополнительными расходами.

Такой порядок не мог считаться удовлетворительным, и, соответственно, были предприняты шаги для его упрощения. “Конференция директоров программ радиационного контроля, инк.” — организация, представляющая правительственные программы контроля за излучениями, — при поддержке Агентства по охране окружающей среды США (АООС) и КЯР рассматривает осуществимость официальной программы по нахождению бесхозных источников и их окончательному захоронению. В МЭ разрабатывается программа, которая позволит передавать ему определенные трансурановые источники.

В случаях, когда бесхозный источник представляет непосредственную угрозу для здоровья и безопасности населения и когда не установлен ответственный за него, МЭ по просьбе КЯР примет такой источник и обеспечит его хранение. КЯР и МЭ подписали меморандум о взаимопонимании с целью облегчить выполнение таких просьб.

Радиоактивно загрязненная продукция, импортированная в США, была обнаружена в 10 случаях (см. таблицу сверху). Загрязнение продукции в

большинстве случаев было, вероятно, вызвано радиоактивными источниками, которые оказались смешанными с сырьевыми материалами при ее изготовлении. Хотя ни один из этих случаев не привел к получению значительных доз облучения среди населения США, их неожиданное появление на рынке может стать причиной озабоченности по поводу эффективности программ регулирования и контроля, предназначенных для обеспечения безопасности и сохранности радиационных источников.

МЕРЫ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ

Подавляющее большинство радиоактивных устройств в США используются по общим лицензиям. Ключевой характеристикой этих устройств является их робастная конструкция, позволяющая пользоваться ими лицам с минимальным уровнем подготовки по радиационной безопасности. Имеющим общую лицензию не нужно подавать заявку на какую-либо дополнительную лицензию, поскольку она предусмотрена правилами регулирования. Программа выдачи общих лицензий базируется на концепции, что их обладатели будут осуществлять контроль и вести учет устройств, включая их удаление надлежащим образом. С учетом робастности конструкции устройств программа обычных инспекций не предусмотрена, и не существует никакого другого механизма регулирования для периодических контактов с общими лицензиатами. Неудивительно, что в отсутствие таких контактов некоторые программы общих лицензий приходят в упадок. Предупредительные знаки и надписи исчезают под действием неблагоприятных погодных условий и в результате неправильного обращения, а персонал, обладающий знаниями об устройствах, уходит на пен-

сию, увольняется или иным образом прекращает работу на лицензиата. В результате можно с уверенностью сказать, что некоторые из этих устройств оказываются в общедоступных местах в неконтролируемом виде, обычно выброшенными в металлолом.

В 1992 г. КЯР одобрила создание Рабочей группы представителей штатов для определения характера проблемы и выработки рекомендаций для работы Комиссии. В 1998 г. по получении доклада группы Комиссия постановила, что должны быть разработаны правила и приняты другие меры, чтобы, среди прочего, обеспечить более постоянные контакты с отобранными общими лицензиатами с целью напоминать им об ответственности за учет, контроль и надлежащее удаление лицензированного материала. При применении правила, основанного на оценке риска, отбор подпадающих под его действие общих лицензиатов основывался бы на учете используемых радионуклидов, их активности и потенциальной опасности облучения персонала или загрязнения имущества (см. таблицу на данной стр.).

Важно отметить, что Комиссия не могла бы обосновать принятие этого решения, выполнение которого сопряжено с последующим финансовым и штатным обеспечением, без предварительного сбора и анализа оперативных данных в его поддержку.

МЕРЫ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНОМУ РЕАГИРОВАНИЮ

В случае серьезных радиологических аварийных ситуаций нагрузка на федеральные власти, власти штата и местные органы власти может стать непосильной. В таких случаях существенно важны предварительные договоренности о межведомственной и межправительственной помощи. Требуется проведение

Радиоактивно загрязненные виды продукции, импортированной в США

Продукт	Загрязнитель	Год обнаружения	Происхождение
Сталь и железо	Co-60	1984	Мексика
Сталь	Co-60	1984	Тайвань, Китай
Сталь	Co-60	1985	Бразилия
Сталь	Co-60	1988	Италия
Сталь	Co-60	1991	Индия
Феррофосфор	Co-60	1993	Казахстан
Сталь	Co-60	1994	Болгария
Печная пыль	Cs-137	1995	Канада
Свинец	Pb-210, Bi-210, Po-210	1996	Бразилия
Сталь	Co-60	1998	Бразилия

Изотопы и их активность, отобранные для усиленного регулирующего контроля

(в устройствах, лицензированных в США по общим лицензиям)

Изотопы	Активность (МБк)
Cs-137	370
Co-60	37
Sr-90	3,7
Трансурановые элементы	37

периодических учений для ознакомления участвующих в реагировании органов с планом действий, обязанностями и материальными средствами друг друга, а также для определения слабых мест в плане. Реагирование на чрезвычайные события в результате потери или хищения радиоактивных материалов либо обнаружения радиоактивных источников в общедоступных местах ставит задачи, существенно отличающиеся от тех, которые требуется решать при реагировании на аварийные ситуации на ядерных реакторах.

Признавая эти обстоятельства, федеральные ведомства США по инициативе АООС и КЯР с 1997 г. начали проводить учения по чрезвычайному реагированию на инциденты с радиоактивными источниками. Эти учения проводились в рамках Федерального плана реагирования на чрезвычайные радиологические ситуации США (ФПРЧРС) и Национального плана действий на случай непредвиденных обстоятельств в сотрудничестве с другими федеральными органами, администрацией штатов и местными властями, а также при поддержке частного сектора.



Вверху: На этом ядерном датчике, содержащем цезий (полусферический объект в центре), стерты предупредительные знаки и надписи. Он был обнаружен на сталелитейном заводе в Арканзасе, США, в поступившей партии металлолома.

Другие фото: В 1999 г. во время учений по чрезвычайному реагированию в Северной Каролине, США, была дана вводная: измельчение радиоактивного источника на установке по дроблению лома, где технологическое оборудование измельчает железный лом (в центре слева). Это была имитация действительного события, происшедшего в 1998 г., когда подобным образом был измельчен источник америция-241 в Пенсильвании, США. Учение проходило с участием персонала штата по радиологической защите (слева), органов местного самоуправления по контролю за опасными материалами, а также команд и транспортных средств оперативного реагирования на радиологические чрезвычайные ситуации штата (вверху). (NRC)

Было проведено два учения: первое — в 1997 г. и второе — в 1999 г., оба включали сегменты “настойной” игры и работы на местности. Первое учение имитировало обнаружение крупного неэкранированного гамма-источника на территории муниципальной установки по удалению отходов. Второе происходило на установке по дроблению металлолома и имитировало разрушение технологическим оборудованием оболочки источника америция-241 с последующим загрязнением оборудования и лучевым поражением рабочего.

Результаты и рекомендации по первому учению были опубликованы в 1988 г., отчет о втором готовится к выпуску. Главный вывод, сделанный на основании учений, — это необходимость проведения учений в различных районах страны. Привлекая для участия в мерах по реагированию на такие чрезвычайные ситуации главные силы, обязанные решать такие задачи в реальной обстановке, учения позволяют расширить масштаб понимания проблемы, знакомить участвующие в реагировании организации с обязанностями и материальными средствами друг друга и содействовать повышению качества их ответных действий в случае реальной чрезвычайной ситуации. Федеральные средства США, которые могут быть задействованы, включают технику для проведения радиационного контроля с воздуха с целью оказания помощи в обнаружении местонахождения утерянных или похищенных источников и специальное оборудование для их утилизации.

В 1998 г. был введен в действие ФПРЧРС и использованы указанные выше средства для реагирования на хищение 19 источников цезия-137, применяемых в брахитерапии, из больницы в Северной Каролине. Федеральные средства, использованные для поддержки действий

штата, включали поисковые приборы МЭ для воздушного и наземного радиационного мониторинга, а также обеспечение координации с ФБР по уголовному расследованию. Хотя источники не были возвращены, были приняты меры с целью исключить ситуации с наибольшей вероятностью облучения населения.

СТРОГИЙ НАДЗОР

В КЯР накоплен более чем сорокалетний опыт регулирующего надзора за использованием радиоактивных источников. Ее опыт работы в области обеспечения безопасности и сохранности радиоактивных источников подтверждает основополагающий принцип: для надзора за использованием источников излучения необходима строгая и эффективная национальная программа регулирования.

Программа КЯР по рассмотрению и анализу сообщений и другой информации о потерях, хищениях, оставлении без присмотра и обнаружении радиоактивных источников помогла выявить и охарактеризовать проблему, касающуюся их безопасности и сохранности в используемых по программе общих лицензий устройствах.

С учетом этого КЯР утвердила внутренний план для проведения совместно с заключившими соглашение штатами целенаправленного анализа проблемы и выработки рекомендаций по дальнейшей работе. Анализ был проведен на открытых, публично объявленных совещаниях с участием приглашенных заинтересованных лиц и организаций, как тех, на кого негативно воздействует эта проблема, так и тех, кого касается как сама проблема, так и потенциальные решения по ее регулированию.

Рабочая группа рекомендовала КЯР: 1) увеличить частоту ее контактов с держателями общих лицензий и 2) использовать подход, основанный на оценке риска, сосредоточив внимание

на лицензированных по общим лицензиям устройствах, представляющих наибольшую потенциальную опасность облучения населения или загрязнения имущества в случае их потери, хищения или оставления без присмотра.

Комиссия согласилась с рекомендованным подходом на основе оценки риска и поручила своему персоналу выработать правила и внести другие изменения, чтобы действенно и эффективно использовать ограниченные ресурсы КЯР.

Кроме того, признавая, что ситуации в результате потери, хищения или оставления без присмотра радиоактивных источников потенциально могут привести к серьезным радиационным облучениям или радиоактивным загрязнениям имущества, персонал КЯР и АООС начал проводить учения по чрезвычайному реагированию на такого рода события.

Подводя итоги, необходимо отметить, что в США используется большое число радиоактивных устройств, которые в целом имеют хорошие характеристики с точки зрения безопасности. При правильном их применении подготовленным персоналом и при наличии эффективного регулирующего надзора многие существующие виды радиоактивных источников безопасны, выгодны и приносят пользу обществу.

При возникновении проблем, таких как переоблучение или загрязнение имущества, важно, чтобы о них оперативно сообщалось регулирующему органу. В случае необходимости могут быть приняты соответствующие чрезвычайные меры реагирования и проведен анализ проблем. Таким образом можно инициировать осуществление эффективных, основанных на оценке риска мер регулирования для обеспечения постоянной безопасности и сохранности радиоактивных источников. □