

Источники излучения: Уроки Гоянии

Совместные усилия помогли
ограничить последствия
и документально зафиксировать
полученные уроки

13 сентября 1987 г. экранированный высокоактивный медицинский источник цезия-137 был вынут из гамма-терапевтической установки. Оставленная в клинике без присмотра установка принадлежала Гоянскому институту радиотерапии, расположенному в г. Гояния, столице штата Гояс в Центральной Бразилии.

К 18 сентября с источника была снята защитная оболочка, которую продали сборщику металлолома. 21 сентября поврежденная капсула источника была вскрыта. Осколки источника попали в другие районы города. Многие люди подверглись прямому облучению от источника, а также внешнему и внутреннему радиоактивному загрязнению цезием-137. Несколько человек почувствовали себя плохо и обратились за медицинской помощью.

И, наконец, 28 сентября один из гоянских врачей распознал характерные симптомы сильного радиационного облучения. Второй врач, к которому обратились за консультацией на следующий день, обнаружил высокие радиационные уровни и немедленно поставил в известность органы здравоохранения Гоянии, которые затем вступили в контакт с Национальной комиссией по ядерной энергии Бразилии (КНЕН). Власти Гоянии провели эвакуацию населения из пораженных районов и приступили к выявлению людей, подвергшихся серьезному облучению.

КНЕН незамедлительно направила в Гоянию передовую группу специалистов для оказания помощи в лечении пораженных людей и установления контроля над загрязненными районами. КНЕН мобилизовала значительные дополнительные ресурсы и создала аварийный координационный центр по ликвидации последствий инцидента.

(Бразилия информировала МАГАТЭ о чрезвычайном происшествии и обратилась за помощью в соответствии с новой Конвенцией о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации. Для оказания помощи МАГАТЭ направило американских экспертов-медиков и специалистов МАГАТЭ в области технического сотрудничества, а также организовало поставку дозиметров и оборудования для мониторинга из Франции, ФРГ, Венгрии, Израиля, Нидерландов и Великобритании. Параллельно этому

Аргентина, Франция, ФРГ, СССР, Великобритания и США оказали прямую помощь Бразилии, направив своих экспертов и оборудование).

Всего было госпитализировано 20 человек. Несмотря на интенсивную медицинскую помощь, четверо из них умерли. У 28 человек обнаружили серьезное радиоактивное загрязнение. В течение двух последующих месяцев на станции дозиметрического контроля, развернутой на стадионе, было обследовано более 112 тыс. человек. Несколько сот из них должны были пройти дезактивацию.

Осознав серьезность инцидента, власти в течение дня выявили и закрыли наиболее сильно загрязненные районы. Путем экранирования пострадавших районов удалось значительно снизить самые высокие радиационные уровни. В течение двух недель были идентифицированы и изолированы все радиоактивно загрязненные районы и была начата работа по их очистке.

В конце октября отходы, полученные в ходе основных мероприятий по дезактивации, начали свозить на площадку, выделенную для этой цели в 20 км от Гоянии. К середине декабря были сняты ограничения с основных загрязненных районов Гоянии. В новое хранилище было помещено свыше 3000 м³ удаленных отходов.

Всего в работе по ликвидации последствий приняло участие свыше 700 рабочих, включая сотрудников КНЕН, военнослужащих бразильской армии, персонал компании НУКЛЕБРАС, ФУРНАС, частных компаний и штата Гояс. Во время всех операций дозы облучения рабочих составляли в среднем примерно 20% от величины годовой дозы профессионального облучения.

С подробностями инцидента, мерами по ликвидации его последствий и полученными уроками можно ознакомиться в недавно опубликованном МАГАТЭ отчете **Радиологический инцидент в Гоянии***.

В основе отчета лежит обзор совещания экспертов, проходившего в июле 1988 г. в Рио-де-Жанейро, которое было совместно организовано КНЕН и МАГАТЭ. Нижеприведенная краткая информация была взята из этого отчета.

* Данный отчет можно получить в Отделе публикаций МАГАТЭ. Информацию о заказе отчета см. в разделе **Keep abreast**.



Власти Гоянии предоставили расположенный поблизости олимпийский стадион для проведения работ по изоляции пациентов и выявлению случаев радиоактивного загрязнения. На фотографии показан дозиметрический контроль населения. (Фото: CNEN)

Инцидент

Сейчас уже известно, что примерно в конце 1985 г. частный радиотерапевтический институт, Гоянский институт радиотерапии в г. Гояния, Бразилия, переехал в новое здание, забрав с собой гамма-терапевтическую установку с кобальтом-60, но он оставил в старом помещении гамма-терапевтическую установку с цезием-137 и не известил об этом лицензионную организацию, как того требовали условия институтской лицензии. В последующем старое помещение было частично разрушено. В результате гамма-терапевтическая установка с цезием-137 оказалась совершенно безнадзорной. Некоторое время спустя, в сентябре 1987 г., два человека проникли в бывшее здание института и, не зная ничего о характере установки, вынули капсулу с источником из радиационной камеры установки, надеясь продать ее. Они забрали капсулу к себе домой и попытались ее разобрать.

В результате капсула источника треснула. Находившийся в ней радиоактивный источник представлял собой легко растворимую и диспергируемую соль хлорида цезия. Последовало радиоактивное загрязнение окружающей среды, одним из результатов которого стало внешнее облучение и внутреннее загрязнение нескольких человек. Так начался один из наиболее серьезных радиологических инцидентов, которые когда-либо происходили.

После того, как капсула была разломана, ее обломки продали торговцу металлоломом. Он заметил, что в темноте от материала источника исходило голубое свечение. Оно привлекло к себе внимание, и в течение нескольких дней друзья и родственники торговца приходили к нему полюбоваться этим явлением. Осколки источника размером с рисовое зернышко было унесены в несколько семей. Так продолжалось 5 дней, и за это время в результате облучения у нескольких человек

появились симптомы желудочно-кишечного заболевания.

Сначала эти симптомы не связывали напрямую с облучением. Однако один из пострадавших решил, что его заболевание каким-то образом связано с капсулой источника и отнес его обломки в городское управление здравоохранения, что и положило начало цепи событий, которые и привели к идентификации инцидента.

Местный врач был первым, с помощью дозиметрического контроля оценившим масштабы инцидента и по своей собственной инициативе принявшим меры к эвакуации людей из двух районов. Одновременно с этим были информированы местные власти, скорость и масштаб реакции которых были просто поразительны. Было быстро выявлено несколько других мест с сильным радиоактивным загрязнением, жителей которых эвакуировали.

Последствия для населения

Вскоре после того, как власти поняли, что произошел серьезный радиологический инцидент, в Гоянию из Рио-де-Жанейро и Сан-Паулу прибыли различные специалисты, включая врачей и физиков. Для временного размещения центра по выявлению радиоактивно загрязненных и/или пораженных людей прибывшим специалистам предоставили стадион. В результате медицинского обследования было выявлено 20 человек, нуждавшихся в госпитализации.

В последующем 14 из них были помещены в военно-морской госпиталь им. Марсилио Диаса в Рио-де-Жанейро. Остальные шесть пациентов были направлены в Общий госпиталь Гоянии. Для оказания помощи в реализации программы биоанализов и контроля за эффективностью применения препарата „Берлинская лазурь“, который пациентам в обоих госпиталях давали для выведения цезия из



Удаление радиоактивно загрязненных предметов
(Фото: CNEN)

организма, был установлен счетчик излучения тела. Цитогенетический анализ очень облегчил выявление и отделение сильно облученных людей от менее облученных, которым не требовалась интенсивная медицинская помощь.

Основные проблемы в процессе лечения были связаны с дезактивацией кожи пациентов и ее шелушением в результате радиационного поражения, а также с их радиоактивно загрязненными испражнениями. Ежедневные гематологические и медицинские обследования, хороший уход и биоанализ гемокультур – все это способствовало раннему обнаружению и терапии местных общих инфекций.

Четыре пациента умерли в течение четырех недель после их поступления в госпиталь. Аутопсия показала наличие кровоизлияний и септических осложнений, связанных с острым лучевым синдромом. По самым лучшим независимым оценкам, проводившимся с помощью цитогенетического анализа, дозы облучения всего тела у этих четырех человек составляли от 4,5 до 6 Гр и более. Два других пациента с аналогичными расчетными дозами облучения выжили. Для лечения сильно облученных пациентов использовался новый гормональный препарат – фактор, стимулирующий рост колоний гранулоцитарных макрофаг (GM-CSF); результаты его применения пока не ясны. В течение двух месяцев все выжившие пациенты из госпиталя в Рио-де-Жанейро были доставлены обратно в Общий госпиталь в Гоянии, где выведение цезия из организма продолжалось до тех пор, пока не появилась уверенность в возможности их безопасной выписки из госпиталя.

Многие получили внешнее и внутреннее облучение. Всего дозиметрический контроль прошло около 112 000 человек, из них у 249 было обнаруже-

но внешнее или внутреннее радиоактивное загрязнение. Некоторые страдали от очень высокого внутреннего и внешнего загрязнения, в зависимости от характера их контакта с порошкообразной солью хлорида цезия: она могла прилипнуть к их коже, попасть внутрь организма с пищей, которую брали руками, а также в результате радиоактивного загрязнения зданий, мебели, посуды и т.д.

С помощью цитогенетических методов было проанализировано свыше 110 проб крови пациентов, пострадавших в результате инцидента. Определялась частота хромосомных aberrаций в культивируемых лимфоцитах, а поглощенная доза устанавливалась *in vitro* с использованием калибровочных кривых. Величина ожидаемой дозы составляла от 0 до 7 Гр. Статистический анализ клеток с хромосомными aberrациями показал, что некоторые пациенты подверглись неоднократному облучению. У сильно облученных пациентов по-прежнему ведется контроль за лимфоцитами, имеющими цитогенетические хромосомные aberrации.

У всех пациентов, которые потенциально могли получить внутреннее радиоактивное загрязнение, брали пробы мочи, анализ которых использовался в качестве метода отбора. У пациентов с внутренним загрязнением ежедневно брались пробы мочи и кала. Оценка поступления радионуклидов и соответствующих дозовых нагрузок проводилась с помощью математических моделей, учитывающих конкретный возраст пациента. Эффективность „Берлинской лазури“ в выведении цезия из организма оценивалась с помощью соотношения количеств цезия, выведенных из организма с калом и мочей. В Гоянии был установлен счетчик излучения тела, с помощью которого проводилась оценка воздействия дозы „Берлинской лазури“, принятой пациентом, на биологический полураспад цезия в организме.

Радиоактивное загрязнение внешней среды

В результате инцидента произошло сильное радиоактивное загрязнение внешней среды. Действия по очистке среды от загрязнения можно разбить на два этапа: на первом этапе были приняты экстренные меры по установлению контроля над всеми возможными источниками загрязнения, этот этап в основном завершился к 3 октября, однако некоторые мероприятия данного этапа продолжались до Рождества 1987 г., когда были установлены все основные места радиоактивного загрязнения. Второй этап, который можно рассматривать как этап работ по восстановлению нормальных жизненных условий, продлился до марта 1988 г.

К числу основных аварийных мер относились меры по предотвращению сильного индивидуального облучения, которое может привести к стохастическим эффектам, по идентификации основных мест загрязнения и по установлению контроля над ними. Все первые экстренные меры были направлены на установление контроля над реальными источниками излучения, на что потребовалось три дня.

Первые радиационные исследования проводились непосредственно в загрязненных районах. Вокруг вышеупомянутого пункта по покупке металлолома было выявлено семь основных центров загрязнения, в некоторых из них уровни доз на расстоянии в 1 м составляли до 1 Зв/ч.

Воздушная разведка, проводившаяся на специально оборудованном вертолете, подтвердила что ни один из основных районов загрязнения не был пропущен. В течение двух дней был проведен мониторинг территории городских районов Гоянии равной 67 км². Были подтверждены размеры семи основных известных центров загрязнения и, кроме того, был обнаружен еще один ранее неизвестный участок, на котором мощность дозы составляла около 20 мЗв/ч на расстоянии одного метра.

Вполне вероятно, что могли быть пропущены другие небольшие по размеру площадки загрязнения, особенно вблизи сильно загрязненных районов вокруг основных центров. Была развернута вспомогательная система мониторинга, охватившая большие районы, ограниченные однако автомобильными дорогами. В этой системе применялись детекторы, смонтированные на автомобилях или внутри них, что позволило охватить 80% сети автомобильных дорог Гоянии протяженностью свыше 2000 км. Основными центрами загрязнения являлись склад металлолома и жилые дома, в которых находились части разломанной капсулы источника; занятая ими площадь составила около 1 км².

При проведении этих первоначальных экстренных мер были установлены аварийные уровни загрязнения: ограничивающие доступ (10 мЗв/ч), обуславливающие эвакуацию и прекращение доступа (2,5 мЗв/ч и позднее 10 мЗв/ч для домов и 150 мЗв/ч для нежилых районов); а также для рабочих, участвовавших в ликвидации последствий (пределы доз и соответствующие мощности дозы в день, неделю и месяц). В целом было обнаружено 85 домов со значительным радиоактивным загрязнением, причем из 41 дома было эвакуировано 200 человек. Через две недели 30 домов можно было снова заселять. Необходимо подчеркнуть, что эти

Инцидент в Гоянии в перспективе

С 1945 г. накоплена и документально зафиксирована значительная информация об авариях, связанных с сильным радиационным облучением. Большинство аварий на ядерных установках, произошли на раннем этапе развития и использования ядерной энергии. Некоторые из этих аварий были связаны с нарушением критичности, а другие имели место на экспериментальных реакторах. Хотя с годами частота радиационных аварий на ядерных установках значительно снизилась, число таких аварий в мире возросло. Некоторые из аварий имели последствия для населения. Другие же привели к смерти людей в результате утери контроля над высокоактивными источниками излучения, которые будучи нераспознанными, оказались в местах общественного пользования.

Общая картина сама по себе представляется четкой и хорошо документированной, хотя некоторые серьезные радиационные инциденты (например, облучение рук у операторов рентгеновских установок) могли и не фиксироваться документально, и с этой точки зрения информация, которая могла бы оказаться полезной для предотвращения аналогичных инцидентов, оказалась незарегистрированной и недоступной. В сравнении с ежегодным числом смертных случаев в результате других видов промышленных аварий, количество смертных случаев, вызванных аварийным облучением и зарегистрированных за последние 40 лет, кажется небольшим. Однако относительно хорошая картина безопасного использования радиации не дает повода для успокоенности, особенно там, где могут быть предприняты практические и эффективные шаги по снижению риска таких аварий.

Серьезные радиационные аварии, зафиксированные в период с 1945 по 1987 г.

Тип установки	Количество случаев	Сильное облучение	Смертельные случаи
Ядерные установки	27 (34%)	272 (64%)	35 (59%)
Неядерные установки:			
Промышленные	42 (52%)	84 (20%)	20 (34%)
Исследовательские	7 (9%)	10 (2%)	—
Медицинские	4 (5%)	62 (14%)	4 (1%)
	80 (100%)	428 (100%)	59 (100%)

Сильным облучением в данном контексте считается доза облучения всего тела, кроветворных или других жизненно важных органов равная или превышающая 0,25 Зв; кожи — равная или превышающая 6 Зв; других внешних органов — равная или превышающая 0,75 Зв; доза внутреннего загрязнения — равная или превышающая половину «максимально допустимой радиационной нагрузки». (Вместо концепции «максимально допустимая радиационная нагрузка» в настоящее время все чаще используют концепцию «годовое предельно допустимое поступление радионуклидов в организм»). В эту таблицу не включены случаи, связанные с пациентами, и случаи облучения людей за пределами площадок Чернобыльской АЭС.

Главные темы

Радиационные аварии с летальным исходом, сообщенные за период с 1945 по 1987 гг.

Год	Место аварии	Источник излучения	Смертельные случаи	
			рабочие	население
1945	Лос-Аламос, США	Критическая сборка	1	
1946	Лос-Аламос, США	Критическая сборка	1	
1958	Винка, Югославия	Экспериментальный реактор	1	
1958	Лос-Аламос, США	Критическая сборка	1	
1961	Швейцария	Насыщенная тритием краска	1	
1962	Мехико, Мексика	Потерянный радиографический источник		4
1963	Китай	Установка по облучению семян		2
1964	ФРГ	Насыщенная тритием краска	1	
1964	Род-Айленд, США	Завод по извлечению урана	1	
1975	Брешиа, Италия	Установка по облучению продуктов питания	1	
1978	Алжир	Потерянный радиографический источник		1
1981	Оклахома, США	Промышленная радиографическая установка	1	
1982	Норвегия	Установка для стерилизации медицинского инструмента	1	
1983	Конституентес, Аргентина	Исследовательский реактор	1	
1984	Марокко	Потерянный радиографический источник		8
1986	Чернобыль, СССР	АЭС	29	
1987	Гояния, Бразилия	Украденный гамма-терапевтический источник		4
Всего: 17 инцидентов с 59 смертельными случаями			40	19

Примечание. В данной таблице содержится информация о сообщенных авариях на ядерных и неядерных установках в промышленности, исследовательской деятельности и медицине (за исключением случаев смерти пациентов).

Источники информации: „Медицинские аспекты готовности к радиационной аварии” (Proc. REAC/TS Int. Conf. Oak Ridge, TN, 1979), (Хьюбнер К.Ф., Фрай С.А.), издательство „Ельсевир Норс Холланд”, Нью-Йорк (1980 г.); Научный комитет ООН по действию атомной радиации, *Ионизирующие излучения: источники и биологические эффекты*, отчет 1982 г. на Генеральной Ассамблее ООН, Нью-Йорк (1982 г.).

Информация и таблицы взяты из Обзора ядерной безопасности за 1987 г., копии которого можно получить в Отделе публикаций МАГАТЭ. Информацию о заказе копий вы найдете в разделе Keep abreast.

уровни, которые приблизительно соответствуют самым низким значениям уровней воздействия радионуклидов, рекомендованным Международной комиссией по радиологической защите и МАГАТЭ (неаварийные уровни загрязнения), были еще более снижены из-за политического и социального давления.

Затем была проведена оценка распространения радиоактивного загрязнения по этому району и гидрографическому бассейну. В Гоянии была создана лаборатория по измерению содержания цезия в почве, грунтовых водах, отложениях, в речной и питьевой воде, воздухе и пищевых продуктах. Однако контрмеры потребовались только для дезактивации почвы и фруктов в радиусе 50 м от основных центров загрязнения.

В ходе последующих аварийных мер, которые носили в основном восстановительный характер, возникли различные трудности, связанные с контролем за городскими районами и бассейном реки. Ситуацию осложнили сильные дожди, выпавшие в период с 21 по 28 сентября и приведшие к дальнейшему рассеиванию цезия в окружающей среде. Первоначально ожидалось, что радиоактивные материалы будут смыты, однако вместо этого они отложились в виде осадков на крышах домов, что стало основным фактором увеличения мощности дозы облучения в этих домах.

Уровни радиоактивного загрязнения питьевой воды были очень низкими. Кроме того, было обнаружено, что радиоактивное загрязнение не проникло в грунтовые воды за исключением нескольких колодцев рядом с главными очагами загрязнения, где концентрации цезия лишь незначительно превысили нижний уровень регистрации.

Основными контрмерами, предпринятыми на этапе восстановительных работ, стали меры по дезактивации основных участков загрязнения (включая районы за пределами основных очагов), домов, общественных мест, транспорта и т.п. Для дезактивации основных очагов, удаления больших объемов почвы и разрушения домов требовалась тяжелая техника. Кроме того, нужно было построить большое число разнообразных приемников для отходов. Необходимо было также спланировать и построить временное хранилище отходов. Вся эта работа была завершена к середине ноября, а дезактивация основных очагов и оставшихся площадей проводилась с середины ноября до конца декабря 1987 г.

Исследовательские уровни, выбранные для рассмотрения различных вариантов контрмер, соответствовали ожидаемой дозе 5 мЗв в первый год после инцидента и долгосрочной ожидаемой дозе 1 мЗв в год в последующие годы. Работа включала в себя снос (и удаление) семи домов, а также снятие и удаление почвы. Участки, на которых был снят верхний слой почвы, заливались бетоном или покрывались земляной подушкой. Основным источником излучения в менее загрязненных районах была осевшая на землю радиоактивная пыль; после снятия поверхностных слоев почвы, где это было необходимо, на землю насыпали чистую почву. Из 159 домов, прошедших дозиметрический контроль, 42 дома подлежали дезактивации. Эта работа была проделана с помощью пылесосов внутри помещений и мощных гидромониторов снаружи. Высокоэффективными оказались различные процедуры химической дезактивации, каждая

Контроль, безопасное использование и захоронение радиоактивных источников

Различные типы радиоактивных источников широко применяются в промышленности, медицине, научных исследованиях и в процессе обучения практически во всех государствах — членах МАГАТЭ. Потеря контроля над радиоактивными источниками может привести к неожиданному облучению рабочих, пациентов, отдельных лиц из населения, иногда со смертельным исходом. Примером могут служить события в Мексике в 1983–1984 гг., Марокко в 1984 г. и недавний инцидент в Бразилии в 1987 г.

В течение некоторого времени Агентство осуществляет реализацию программ, направленных на уменьшение вероятности таких событий, например, программа консультативной помощи по обращению с радиоактивными отходами (WAMAP) и программа командирования консультативных групп по радиационной защите (RAPAT). Однако события 1987 г. заставили возобновить усилия по усовершенствованию контроля за герметичными радиоактивными источниками в государствах — членах Агентства.

В конце 1987 г. Агентство развернуло новые программы, направленные на усиление практической помощи государствам-членам в области контроля за используемыми источниками и обращения с источниками в конце срока их службы. Помощь в этой последней области будет оказываться в двух основных направлениях:

- Оказание кратковременной помощи в области захоронения отходов. Оперативная кратковременная помощь может быть оправдана в некоторых государствах-членах, не имеющих в настоящее время возможностей для безопасного обращения и захоронения радиоактивных источников. Такие специальные случаи предполагается идентифицировать с помощью отчетов групп экспертов WAMAP и RAPAT. Агентство планирует провести обсуждение этого вопроса и других связанных с ним проблем с государствами-членами, включая поставщиков радиоактивных источников.

- Оказание содействия развитию национальных возможностей обращения с радиоактивными источниками. Агентство окажет консультативную помощь в отношении процедур сбора и иммобилизации источников и, в случае необходимости, безопасного хранения и окончательного захоронения. Особое внимание уделяется стандартизации конструкций и процедур, например, при разработке планов и конструкций установок по иммобилизации и хранению. В конце 1988 г. в связи с работой группой WAMAP планируется провести экспериментальную демонстрацию многих из этих методов. Проведена подготовительная работа по созданию видеofilmа, иллюстрирующего использование этих методов, который будет использоваться в качестве справочного материала, а также на учебных курсах.



В рамках работ по дезактивации экскаватор удаляет из дома перед его разрушением радиационную „горячую точку“.
(Фото: CNEN)

из которых зависела от конкретных условий, материала и уровней радиоактивности.

Аварийные уровни загрязнения во время этих восстановительных работ принимались под сильным политическим и общественным давлением. Выбранные уровни были значительно ниже тех, которые можно было бы получить в результате процесса оптимизации. В большинстве случаев они скорее подходили для нормальных ситуаций, а не для аварийного этапа восстановительных работ.

В декабре 1987 г. после рождественских праздников была проведена дезактивация районов с меньшей мощностью дозы, которые окружали основные очаги загрязнения. Необходимость в тяжелой технике отпала; были разработаны и приняты процедуры оптимизации. Данный этап длился до марта 1988 г.

В самом начале осуществления аварийных мер по ликвидации последствий были получены большие количества отходов. В 20 км от Гоянии была выбрана площадка для их временного хранения. Отходы классифицировались на нерадиоактивные (ниже 74 кБк/кг), низкоактивные (ниже 2 мЗв/ч) и среднеактивные (между 2 и 20 мЗв/ч). В зависимости от уровня загрязнения использовались различные типы упаковок. Для упаковки отходов

потребовалось 3800 металлических бочек (объемом 200 л), 1400 металлических ящиков (5 т), 10 транспортных контейнеров (32 м³) и шесть комплектов бетонных упаковок. Временное хранилище было рассчитано на хранение 4000 – 5000 м³ отходов, помещенных примерно в 12 500 бочек и 1470 ящиков.

Окончательный общий объем направленных на хранение отходов составил 3500 м³ или загрузку свыше 275 грузовых автомобилей. Такой большой объем отходов непосредственно связан с ограниченными аварийными уровнями загрязнения, выбранными для аварийного и восстановительного этапов. Экономические издержки, обусловленные этими уровнями, являются довольно значительными, особенно на последнем этапе.

Была создана система пробоотбора, для контроля смыва (включая дождевую воду) с платформы, на которой размещены отходы. По самым высоким оценкам радиоактивность загрязненных объектов составила порядка 44 ТБк (1200 кюри) по сравнению с известной радиоактивностью источника с солью хлорида цезия до инцидента равной 50,9 ТБк (1375 кюри). Решение о площадке для окончательного захоронения отходов пока еще не принято.

Наблюдения и рекомендации

Очень часто обзоры радиологических аварийных ситуаций служат только для привлечения внимания к тому, что уже хорошо известно. В результате анализа инцидента в Гоянии было сделано много наблюдений и рекомендаций. Однако положения данной статьи необязательно связаны с конкретными условиями инцидента в Гоянии.

Что касается потенциальной возможности возникновения таких аварийных ситуаций, то здесь следует отметить, что ничто не может уменьшить ответственность лица, отвечающего за безопасность радиоактивного источника. Радиоактивные источники, вывозимые из месторасположения, которое было определено для них в процессе уведомления, регистрации или лицензирования, могут представлять серьезную опасность. Следовательно, лицо, отвечающее за радиоактивный источник, должно обеспечить непрерывное соблюдение мер, исключающих такое халатное обращение; к числу таких мер должны относиться процедуры проверки и соответствующие меры безопасности. Хотя деятельность регулирующей системы направлена на проверку эффективности системы профессионального и административного контроля, нужно тем не менее подчеркнуть, что регулирующий и юридический контроль не может и не должен уменьшать административную ответственность.

В целях облегчения выполнения обязанностей лицом, отвечающим за радиоактивный источник, соответствующие процедуры претворения в жизнь регламентирующих требований должны быть конкретными, простыми и осуществимыми. В частности, необходимо наличие хорошей связи между всеми заинтересованными сторонами для практического осуществления требований радиационной защиты.

Понимание широкими кругами общественности потенциальной опасности источников излучения является важным фактором уменьшения вероятности радиологических аварийных ситуаций. Необходимо уделить должное внимание системе маркировки материалов, представляющих радиационную опасность, которая должна быть понятной для общественности.

Физические и химические свойства радиоактивных источников играют очень важную роль в радиологических аварийных ситуациях. Их необходимо учитывать при выдаче лицензий на производство таких источников, принимая во внимание влияние этих свойств на последствия аварии в результате использования или неправильного обращения с источником.

Однако в случае, когда, несмотря на все меры предосторожности, инцидент произошел и возникла угроза радиологической аварийной ситуации, должна действовать отлаженная система информации и управления. В этой связи стоит отметить, что подготовка к ликвидации радиологических аварий-

ных ситуаций должна охватывать не только ядерные аварии, но и весь диапазон возможных инцидентов, влекущих за собой радиационное облучение.

С медицинской точки зрения опыт инцидента в Гоянии в целом подтвердил адекватность имеющихся в настоящее время диагностических методов, антибиотиков, а также методов разделения и переливания тромбоцитов. Кроме того, он показал полезность цитогенетических оценок доз и высокую эффективность „Берлинской лазури“ в устранении внутреннего радиоактивного загрязнения организма цезием-137.

Методы лечения пациентов, пострадавших в радиологических аварийных ситуациях, необычайно разнообразны и сложны. В госпиталях за такими пациентами должен ухаживать персонал, ежедневно принимающий участие в гематологическом, химиотерапевтическом, радиотерапевтическом и хирургическом лечении пациентов группы риска по онкологическим заболеваниям, иммунодепрессии и дискразии. В целом медицинский персонал и установки не подготовлены к лечению пациентов с радиационными повреждениями и радиологическим аварийным ситуациям. В радиологических аварийных планах необходимо предусматривать оказание безотлагательной помощи специалистами-медиками, специально подготовленными для лечения таких больных. Однако оценка характера радиационного повреждения зависит от подготовки неядерного персонала и профессиональных медиков, качество которой определяется многочисленными и разнообразными учебными программами.

Что касается вопроса ликвидации радиоактивного загрязнения окружающей среды, возникшего в результате аварии, то в данном случае следует отметить проблему принятия решений об аварийных уровнях загрязнения. Обычно в отношении восстановительных работ стараются ввести чрезвычайно жесткие критерии, что, как правило, обусловлено политическими и социальными соображениями. Однако такие критерии в дополнение к расходам, связанным с аварией, приводят и к значительным экономическим и социальным издержкам, что не

И в заключение, следует отметить, что события любой аварии нужно немедленно документально зафиксировать, так как со временем факты забываются. Особенно важную роль играет предоставление информации средствам массовой информации и общественности, а также средства и силы, брошенные на ликвидацию последствий. В частности аварийные команды должны получать поддержку в виде административной и общественной информации, соответствующей масштабам аварийной ситуации. Широкомасштабные аварийные ситуации требуют оперативной информационной поддержки со стороны местной администрации и общественности. Все люди, которые в аварийных ситуациях являются потенциальными респондентами, должны пройти формальную и практическую подготовку, соответствующую их возможным функциям.



Уроки, извлеченные Национальной комиссией по ядерной энергии Бразилии (CNEN)

- Чем больше времени пройдет с момента радиологического инцидента, связанного с радиоактивным загрязнением в результате разрушения радиоактивного источника, тем серьезнее его последствия.

- Физические и химические характеристики радиоактивного источника являются важными факторами радиологических аварийных ситуаций. Такая информация должна содержаться в сопроводительных документах герметичного источника. При выдаче лицензий на производство таких источников предлагается учитывать их физические и химические характеристики, уделяя особое внимание возможным последствиям аварии или неправильного обращения.

- Наличие адекватной информационной системы является необходимым фактором предотвращения паники среди части населения. В целом, население нужно информировать о том, что представляет собой радиация и о способах ее применения. Средствам массовой информации следует предоставлять буклеты, объясняющие специальные термины и единицы, связанные с радиацией. В случае радиологической аварийной ситуации нужно создать группу, представляющую информацию законодательным органам, школам, церквям и общественным организациям и т.п., а также средствам массовой информации. Персонал, занятый в работах по дезактивации и обслуживающий пострадавших, должен быть проинструктирован о порядке представления информации в понятной для широких слоев населения форме. Их контакты с лицами, пострадавшими во время инцидента в Гоянии, оказались очень важными: люди могли судить о серьезности загрязнения по реакции рабочих. Люди, наиболее пострадавшие в этой радиационной аварийной ситуации, могли определить, действительно ли их дома не были радиоактивно загрязнены, по тому, соглашались ли сотрудники CNEN выпить в их доме чашечку кофе или стакан воды.

- После радиологического инцидента, повлекшего за собой радиоактивное загрязнение, необходимо создать адекватную систему социальной и психологической поддержки. Психологическая поддержка должна оказываться тем лицам, кто непосредственно или косвенно пострадал в этой ситуации, а также персоналу, принимающему участие в работах по ликвидации последствий. Психологи должны проводить консультации, взаимодействовать с группами, отвечающими за принятие оперативных решений и планирование необходимых мер, а также проводить оценку возможного психологического стресса у пострадавших.

- Эффективность международной помощи в такой ситуации зависит от инфраструктуры страны, где она возникла. Курсы аварийной подготовки, координируемые МАГАТЭ, должны проводиться и в развивающихся странах, а не только в промышленно развитых государствах, где имеются хорошо работающие установки. В целом, в этих программах рассматриваются аварийные ситуации, которые ликвидируются с помощью хорошо оснащенных организаций в заранее известных условиях. Во многих странах существуют совершенно различные условия, они имеют различное оборудование, неблагоприятный климат, да и вопросы решаются по-разному.

- В постоянной готовности должна находиться мобильная воздушная система оказания первой помощи.

- МАГАТЭ должно вести учет имеющегося радиологического оборудования. Таможенные правила следует дополнить положениями, облегчающими импорт и экспорт в третью страну материалов и/или оборудования. МАГАТЭ должно иметь комплект радиологического оборудования, готового к немедленной транспортировке, и создать региональный центр аварийной помощи на каждом континенте.

- Должна существовать возможность юстировки контрольно-измерительных приборов, чтобы они смогли выдержать полевые условия: повышенную влажность и повышенные температуры, а также нестабильные условия окружающей среды. Персонал, использующий такие приборы, должен пройти подготовку и быть в состоянии провести оценку биологического действия доз облучения в различных диапазонах, а также знать виды оборудования, наиболее подходящего для конкретных условий, и их калибровочные коэффициенты.

- Необходимо вести учет имеющихся человеческих ресурсов в различных областях. В случае аварийной ситуации должна иметься возможность установить контакты с экспертами МАГАТЭ в различных областях для оказания помощи местным командам радиологической защиты. Такие эксперты должны быть готовы принять активное участие в принятии решений и проводить консультации по мерам вмешательства, а также участвовать в любой необходимой работе. Опыт аварийной ситуации в Гоянии показал, что „лучшие“ отчеты на практике были составлены специалистами, которые не участвовали в мерах по ликвидации последствий.

- Создание временной площадки для хранения отходов вблизи района радиологической аварии считается обязательным. Любая задержка в принятии решения, обычно обусловленная политическими соображениями, о месте расположения такой площадки может привести к более сильному рассеиванию радиоактивного материала в окружающей среде.

- Инфраструктура гражданских инженерных служб должна быть готова принять участие в работах по дезактивации.

- На случай радиологических аварийных ситуаций должна быть хорошо продумана иерархическая структура принятия решений и организации рабочих групп. Должно существовать четкое разграничение обязанностей в процессе принятия решений, начиная с планирования и заканчивая реализацией конкретных мер и оценкой последствий – каждая группа должна знать свои функции. Если возможно, следует формировать команды во главе с людьми, руководящими этими группами в нормальных рабочих условиях.

- В целом программа инспекции радиологического оборудования и установок играет важную роль, однако она является эффективной только в случае объединения с какой-нибудь системой принудительного осуществления, например, в случае включения в процесс лицензирования гражданской или профессиональной ответственности.

Предстоящие конференции ...

Дата	Тема	Место
1989 г.		
27 февраля – 3 марта	<i>Международный симпозиум по противопожарной безопасности и борьбе с пожарами на ядерных установках</i>	Вена Австрия
9–12 октября	<i>Международный симпозиум КЕС/МАГАТЭ/АЯЭ по оценке безопасности хранилищ радиоактивных отходов</i>	Париж Франция
16–20 октября	<i>Международный симпозиум ФАО/МАГАТЭ/ВОЗ/ЮНЕП по вопросам загрязнения окружающей среды после крупной ядерной аварии</i>	Вена Австрия
23–27 октября	<i>Международный симпозиум по безопасности исследовательских реакторов, их эксплуатация и модернизация</i>	Чок Ривер Канада
6–10 ноября	<i>Международный симпозиум по восстановительным работам в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации</i>	Вена Австрия

... и семинары МАГАТЭ

1989 г.		
17–21 апреля (планируется)	<i>Региональный семинар ФАО/МАГАТЭ по применению метода стерилизации насекомых для борьбы со средиземноморской плодовой мухой или ее уничтожению в Латинской Америке</i>	Гватемала
4–8 сентября	<i>Региональный семинар ФАО/МАГАТЭ для Африки по улучшению здоровья и повышению эффективности воспроизводства скота с помощью применения радиоиммунологического анализа и связанных с ним методов</i>	Хараре Зимбабве
30 октября – 3 ноября (планируется)	<i>Региональный семинар для Латинской Америки по применению ядерных методов для борьбы с паразитарными и инфекционными болезнями</i>	Белу-Оризонти Бразилия
13–17 ноября (планируется)	<i>Региональный семинар для Латинской Америки по процедурам калибровки в Дозиметрических лабораториях вторичных эталонов (ДЛВЭ)</i>	Рио-де-Жанейро Бразилия
20–24 ноября (планируется)	<i>Региональный семинар для Азии и района Тихого океана по роли ядерных исследовательских центров в проведении экологических исследований; взаимоотношения служба–потребитель–организатор</i>	Серпунг/Джакарта Индонезия

Более подробную информацию по этим совещаниям можно получить в Секции обслуживания конференций МАГАТЭ (P.O. Box 100, A-1400 Vienna) или соответствующем органе каждого государства-члена: в организациях, занимающихся вопросами атомной энергии, или министерстве иностранных дел. Подробный перечень проводимых в мире конференций, выставок и учебных курсов регулярно выходит в виде ежеквартальной публикации МАГАТЭ *Мероприятия по атомной энергии*. Информация о порядке заказа этой и других публикаций Агентства содержится в разделе *Keep abreast*.