



Обеспечение защиты от всех возможных источников ионизирующего излучения посредством разработки и применения современных норм безопасности.

Обедненный уран

Обедненный уран (ОУ) является побочным продуктом технологического процесса изготовления топлива для некоторых типов ядерных реакторов и материалов для ядерного оружия. При изготовлении такого топлива и материалов природный уран (U) обогащают, увеличивая содержание в нем изотопа U-235, который обеспечивает ядерное деление. Смесь, остающаяся после удаления обогащенного урана, называют обедненным ураном, поскольку в ней содержатся уменьшенные количества изотопов U-235 и U-234. ОУ на 60% менее радиоактивен, чем природный уран. В химическом отношении он ведет себя так же, как природный уран. Кроме того, ОУ – это металл весьма высокой плотности, что позволяет использовать его в ряде коммерческих применений, таких, как балласт в судах и самолетах.

ОУ используется также для изготовления бронебойных боеприпасов. Боеприпасы с ОУ были впервые использованы в ходе войны в Персидском заливе в 1991 году и недавно в конфликте с участием войск НАТО в Косово. Высказывалась озабоченность по поводу того, что ОУ из таких боеприпасов, оставшийся

Боеприпасы с ОУ, использовавшиеся в ходе косовского конфликта.

Фото: А. Блайзе/МАГАТЭ.

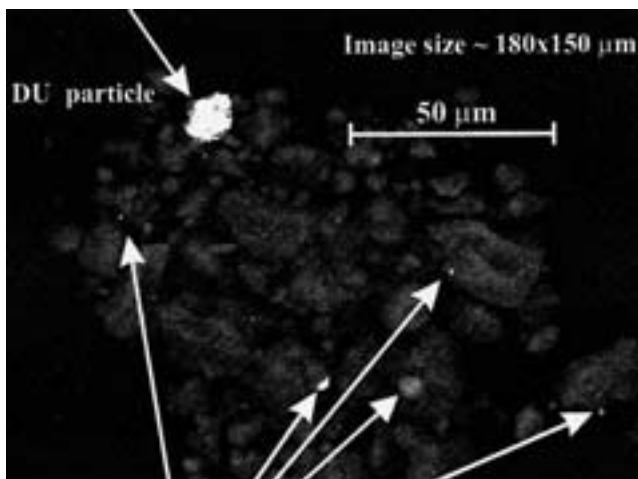


в настоящее время в этих районах конфликтов, может создавать риск для здоровья людей, проживающих и работающих в этих районах, или для окружающей среды. Такие риски могут явиться результатом химических или радиологических свойств обедненного урана.

В соответствии со своим Уставом Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) наделено специфическим мандатом устанавливать в консультации и в сотрудничестве с Организацией Объединенных Наций и с заинтересованными специализированными учреждениями нормы безопасности для защиты от ионизирующего излучения и для безопасности источников излучения и обеспечивать применение этих норм. В том что касается потенциальных радиационных опасностей, Агентство совместно с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), Международной организацией защиты труда и Продовольственной и сельскохозяйственной организацией разработало Международные основные нормы безопасности. Эти нормы, известные как ОНБ, применяются в широком спектре ситуаций, связанных или потенциально связанных с облучением, к числу которых относится

Изображение частиц ОУ (светлые участки), полученные сканирующим электронным микроскопом, оборудованным энергодисперсионным рентгеновским флуоресцентным детектором.

Фото: П. Данези/МАГАТЭ.



радиационная опасность, создаваемая обедненным ураном.

ОНБ устанавливают пределы облучения от любого сочетания изотопов урана, включая те, которые содержатся в обедненном уране. Эти пределы основаны на рекомендациях двух экспертных консультативных органов: *Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ)*, обеспечивающей руководство в вопросах радиационной защиты, и *Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН)*, проводящего оценку воздействия радиационного облучения на здоровье. Пределы, установленные в ОНБ, различаются применительно к облучению работников или населения, однако они применимы к любому использованию ионизирующего излучения или практической деятельности, связанной с таким использованием.

ОНБ устанавливают пределы годовой дозы радиационного облучения для лиц из числа населения и для работников на уровне соответственно 1 мЗв и 20 мЗв. В случае ОУ определение факта реального превышения этих пределов, например, в районах, где имели место конфликты, потребовало бы исследования представительной группы лиц и расчета возможных доз, полученных ими в результате облучения от частиц ОУ в специфических условиях, имеющихся в данном районе.

Лабораторный анализ является важной частью определения потенциальных доз от источников излучения в окружающей среде. Отбор проб, которые могут быть загрязнены радиоактивностью и в случае ОУ могут представлять собой пробы почвы, деревьев или каких-либо конструкций, пострадавших от попадания в них снарядов с ОУ, должен проводиться в полевых условиях. Зайберсдорфская лаборатория Агентства, поддерживаемая глобальной сетью экспертных лабораторий, располагает возможностями отбора и проверки проб на присутствие в них самых разнообразных изотопов. Правильный отбор проб и обращение с ними в полевых условиях чрезвычайно важны для получения высококачественных результатов. После поступления проб в лабораторию производится их сканирование с целью обнаружения признаков радиоактивности. Гамма-спектрометр – это одно из устройств, используемых в Зайберсдорфской лаборатории в этих целях. Если при таком первоначальном сканировании обнаруживается радиоактивность, то приступают к обработке проб для проведения дальнейших тестов с использованием радиохимических методов с целью более точного качественного и количественного определения обнаруженного источника излучения. В случае ОУ

Сеть аналитических лабораторий мониторинга радиоактивности окружающей среды (АЛМЕРА) МАГАТЭ была создана в 1999 году.

В работе АЛМЕРА участвует около 80 лабораторий в 65 странах, способных предоставлять Агентству радиоаналитическую поддержку в области радиологической оценки районов, пострадавших от аварийных или преднамеренных выбросов радиоактивности.

важно также определить его физические характеристики (размер частиц), поскольку наиболее вероятным путем облучения является вдыхание мелких частиц.

Радиохимические методы, используемые для количественного и качественного определения конкретных радионуклидов в пробе, требуют разрушающего анализа пробы. Применяемое оборудование и методы будут зависеть от конкретных анализируемых элементов – от размера и веса молекул и типа испускаемого излучения (альфа-, бета- или гамма). Для тяжелых изотопов, подобных урану, после обработки и растворения пробы для анализа ОУ может использоваться масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). ICP-MS в состоянии обнаруживать микроскопические количества изотопов урана и различать природный и обедненный уран при концентрациях, составляющих триллионные доли (в пробах, содержащихся в растворе).

МАГАТЭ в сотрудничестве с другими организациями системы ООН провело оценку других случаев радиоактивного загрязнения окружающей среды в целях проверки соблюдения пределов излучения, установленных ОНБ, например, во Французской Полинезии, на Маршалловых Островах, в Казахстане и в Карском море. Зайберсдорфская лаборатория участвовала также в ряде мероприятий по мониторингу широкого спектра радиоактивных элементов в окружающей среде, например, в Чернобыле, на атоллах Муруора/Фангатауфа и в Семипалатинске.

Для того чтобы Агентство провело радиологическую оценку, государство-член должно вначале подать официальную заявку, должна быть четко определена соответствующая радиационная обстановка (обычно посредством предварительного проведения командировки по выявлению фактов) и должны быть согласованы финансовые положения.

В случае выполнения этих условий МАГАТЭ, используя свои технические знания, организует и координирует международное исследование в целях оценки радиационной обстановки. Обычно это исследование проводится в четыре этапа:

- определение параметров источника посредством программы мониторинга окружающей среды;
- моделирование потенциальных путей переноса из окружающей среды в организм человека;
- оценка доз облучения представительных групп лиц; и
- контроль соблюдения доз с использованием Международных основных норм безопасности.

Если в ходе такого исследования выявляется несоблюдение требований ОНБ, МАГАТЭ может рекомендовать возможные меры по смягчению ситуации. Если же такое несоблюдение окажется столь значительным, что возможно возникновение последствий для здоровья людей, то ответственной организацией, которая занимается вопросом этих последствий для здоровья, является ВОЗ.

Что касается необходимости очистки районов, в которых использовалось оружие с ОУ, то в ОНБ не имеется конкретных критериев в помощь при принятии решений относительно возможных мер. Однако МКРЗ¹ установила дозовые критерии, которые в принципе

В ноябре 2000 года МАГАТЭ принимало участие в организованном Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) исследовании 11 мест, в которых в ходе косовского конфликта были использованы боеприпасы с ОУ. В результате этого исследования был сделан вывод о том, что загрязнение поверхности почвы обедненным ураном удается обнаружить лишь в радиусе нескольких метров от мест нахождения бронебойных снарядов и в локализованных точках концентрированного загрязнения, образовавшегося при попадании таких снарядов в цель. Был выявлен ряд точек загрязнения, но уровень загрязнения в большинстве из них был лишь незначительным. В результате исследования был также сделан вывод о том, что ввиду низких уровней обнаруженной радиоактивности не существует значительного связанного с этими точками загрязнения риска загрязнения воды, воздуха или растений. Было отмечено, что риск, представляющий какую-либо значимость, возникает только в случае непосредственного контакта с загрязненной точкой с последующим загрязнением рук и появлением риска последующего переноса в рот или непосредственного попадания загрязненной почвы в организм через органы пищеварения. Несмотря на низкий риск, ЮНЕП рекомендует применять профилактический подход к определению мест, в которых может оставаться ОУ, и к оценке необходимости в очистке. Рекомендовано провести дальнейшее исследование возможного долгосрочного загрязнения окружающей среды и загрязнения обедненным ураном других районов в данном регионе.

могут применяться в таких случаях. Многие решения в отношении радиологической защиты основываются на сравнении с пределом годовой дозы для лиц из числа населения, составляющим 1 мЗв. Однако МКРЗ разработала руководящие материалы с использованием шкалы уровней дозы в помощь практическому принятию решений в разнообразных ситуациях.

¹ Публикация 82 МКРЗ, Пергамон Пресс 1999 год.

Любое вмешательство в целях очистки необходимо обосновывать с радиологической точки зрения на основе анализа конкретного случая. Заранее определенные руководящие значения уровня индивидуальной дозы могут являться лишь исходным материалом для принятия решений, и никакой отдельно взятый фактор не должен быть доминирующим. Используя эти предпосылки, МКРЗ рекомендовала дифференцированный подход к вмешательству на основе индивидуальной эффективной дозы. В тех случаях, когда превышена индивидуальная эффективная доза 100 мЗв, вмешательство должно быть "...почти всегда обоснованным", в то время как в случаях, когда индивидуальная доза превышает 10 мЗв, вмешательство "...может быть необходимым". В противоположность этому для доз ниже 1 мЗв вмешательство "вряд ли обоснованно".

При принятии решений в отношении обоснованности мер по смягчению ситуации (включая операцию очистки) прежде всего необходимо провести оценку

ⁱ С. Феттер и Ф.Н. фон Хиппель, *Science and Global Security*, 8:2 125-161, 1999. В докладе ЮНЕП "Обедненный уран в Косово, анализ окружающей среды после конфликта" приводятся аналогичные оценки.

ⁱⁱ Используя максимизирующие допущения, С. Феттер и Ф.Н. фон Хиппель рассчитали дозы, составившие 30 мкЗв в год (С. Феттер и Ф.Н. фон Хиппель, там же). Максимальные дозы от 30 до 100 мкЗв в год в зависимости от рассматриваемой возрастной группы были рассчитаны А. Нуссером и др. в документе, подготовленном для Рабочей группы по обедненному урану, действующей в рамках статьи 31 в Европейской комиссии (А. Нуссер, Е. Кугелер, С. Тирфельд, "Оценка эффективных доз, связанных с обедненным ураном", *Vrenk Systemplanung, Aachen*, 2001). Сравнимые оценочные дозы были определены в докладе ЮНЕП "Обедненный уран в Косово, анализ окружающей среды после конфликта".

| Путь поступления | Оцененная эффективная доза | Примечания | Вмешательство обосновано? |
|---|----------------------------|---|--|
| Обращение со снарядами, содержащими ОУ | Десятые доли мЗв | Исходя из мощности контактной дозы 2 –2,5 мЗв в час для кожи ⁱ и на основе предположения о том, что лицо находится в контакте с предметом 10% времени. Сравнима с дозой, получаемой лицом, находящимся в танке с полным боекомплектом снарядов с ОУ. | Вмешательство может оказаться необходимым. |
| Вдыхание аэрозоля ОУ | Несколько мЗв | Возможные дозы при поступлении пыли через органы дыхания при нахождении в военных транспортных средствах после попадания в них снарядов с ОУ. | Дозы лежат в диапазоне, где следует рассмотреть возможность вмешательства. |
| Облучение от ОУ, содержащегося в окружающей среде | Менее 1 мЗв | Дозы в результате поступления в организм через органы дыхания и пищеварения диспергированного аэрозоля ОУ. Вероятный диапазон доз для большинства людей лежит в диапазоне нескольких мкЗв даже вблизи районов боевых действий ⁱⁱ . | Уровни доз ниже дозового предела для населения, 1 мЗв и, вероятно, близки к уровням "изъятия", установленным МАГАТЭ. |

дозы, полученной отдельными лицами в результате облучения от ОУ, и сравнить полученные значения с руководящими принципами МКРЗ. В следующей ниже таблице приводятся значения потенциальных доз, получаемых населением, проживающим в районах, загрязненных ОУ, для диапазона различных ситуаций облучения. Представлены теоретические значения доз, определенные на основе консервативных допущений.

Эти теоретические дозы показывают, что единственными мерами по смягчению ситуации, которые необходимо осуществить в районах, где имели место конфликты, являются меры по удалению боеприпасов с ОУ, все еще лежащих на земле, и, возможно, каких-либо бронированных транспортных средств, пострадавших от попадания снарядов с ОУ, с тем чтобы предотвратить прямой контакт людей с потенциально загрязненным источником. Масштабы этой операции могут зависеть от ряда факторов, таких, как количество и местонахождение зараженных районов, число оставшихся боеприпасов с ОУ и пораженных ими целей. Профилактические меры могли бы также включать информационную кампанию, проводимую в целях информирования местного населения (включая военный персонал) о возможных рисках, связанных с боеприпасами, содержащими ОУ, и агитации против попыток собирать какие-либо боеприпасы, найденные в районе. Мало вероятно, что широкая операция по очистке зараженных районов, где использовались боеприпасы с ОУ, такая, как удаление почвы или фильтрование питьевой воды, окажется обоснованной с точки зрения радиологической защиты.

На основе имеющейся в настоящее время информации можно сделать вывод о том, что боеприпасы с ОУ, по-видимому, не представляют значительного риска для здоровья с радиологической точки зрения. Поскольку в районах конфликтов, в которых использовались боеприпасы с ОУ, проводились лишь ограниченные исследования, дальнейшие оценки и исследования ОУ в таких районах повысят достоверность этого утверждения.



Радиологическая съемка в районах Косово, где использовались боеприпасы, содержащие ОУ.
Фото: А. Бляйзе/МАГАТЭ.

Помимо радиологической оценки, Агентство также разрабатывает учебные курсы с целью оказания государствам-членам помощи в области аналитических методов и способов, которые могут быть использованы для обнаружения и измерения ОУ в районах, где происходили конфликты. Посредством практических занятий, изучения конкретных случаев и проведения лабораторных работ эти курсы обеспечивают подготовку участников в области методов выявления, определения характеристик и мониторинга источников обедненного урана. Участники будут также иметь возможность изучить методы получения представительных проб и надежных данных, устанавливать основу для оценки значимости любого загрязнения для здоровья, проведения радиоэкологического моделирования и оценки ситуации с радиационным облучением. Эта инициатива является частью проводимой МАГАТЭ работы по укреплению радиологической защиты в государствах - членах Агентства.

Серия информационных изданий Международного
агентства по атомной энергии
Отдел общественной информации
01-01200 / FS Series 3/02/R

Зайберсдорф – Анализ проб почвы, взятых в тех местах в Косово, где был обнаружен обедненный уран.
Фото: П. Павличек/МАГАТЭ.

Слева: Необработанная проба почвы; в центре: Обработка проб; справа: Анализ на ICP-MS.

