

Как обнаружить крошечные фрагменты ядерного материала

Дженнифер Вагман

МАГАТЭ объединяет аналитический и экспертный потенциал, который необходим для проверки на предмет того, что ядерный материал и технологии используются исключительно в мирных целях. МАГАТЭ предоставляет надежные оценки на основе информации, получаемой из официальных заявлений государств, в ходе мероприятий по проверке на местах, а также другой информации, имеющей отношение к гарантиям. Одним из видов деятельности инспекторов МАГАТЭ на местах является отбор и анализ проб — главным образом проб ядерного материала и окружающей среды — на ядерных установках или других соответствующих объектах.

Отбор проб ядерного материала ведется с 1970-х годов в целях учета ядерного материала. Обычно пробы содержат около грамма урана или от миллиграмма до микрограмма плутония. Пробы помещаются в специальные флаконы и защитные контейнеры, надежно опечатываются и отправляются на анализ в Лабораторию ядерных материалов МАГАТЭ в Зайберсдорфе, Австрия. В 2021 году Агентством было отобрано более 700 проб ядерного материала.

«От отбора проб инспекторами МАГАТЭ до их анализа в лабораториях МАГАТЭ и окончательной оценки в Вене — весь процесс строго регламентирован и предусматривает контроль качества, чтобы мы могли получать точные результаты и формулировать надлежащие

заклучения», — говорит Стивен Болсли, директор Бюро аналитических услуг по гарантиям МАГАТЭ.

Отбор проб окружающей среды был начат инспекторами МАГАТЭ в 1990-х годах; этот процесс стал одним из важнейших инструментов обнаружения незаявленного ядерного материала или деятельности. Проба окружающей среды — это лоскут хлопчатобумажной ткани размером 10×10 см, которым инспектор по гарантиям МАГАТЭ проводит по поверхности, чтобы собрать миллионы мельчайших частиц пыли. Эта пыль помогает получить сведения, указывающие не только на наличие ядерного материала, но и на его тип (например, выделенный плутоний или высокообогащенный уран), возраст ядерного материала и наличие других материалов.

«Анализируя пробы, которые инспекторы при помощи хлопчатобумажных салфеток берут на местах, МАГАТЭ способно обнаружить ядерный материал весом менее одной триллионной доли грамма», — отмечает Тодд Мок, аналитик информации по гарантиям МАГАТЭ, специализирующийся на анализе проб окружающей среды.

В 2021 году МАГАТЭ отобрало более 470 проб окружающей среды. Около 80 процентов из них были проанализированы силами 16 внешних лабораторий, входящих в сеть аналитических лабораторий (САЛ), а остальные — Лабораторией анализа проб окружающей

Инспекторы по гарантиям МАГАТЭ отбирают пробы окружающей среды.

(Фото: МАГАТЭ)



среды (ЛПОС) МАГАТЭ в Зайберсдорфе. САЛ охватывает аттестованные МАГАТЭ внешние лаборатории в государствах-членах МАГАТЭ и Европейской комиссии, которые дополняют работу собственных лабораторий МАГАТЭ в Зайберсдорфе.

Как ведется анализ проб окружающей среды

Анализ проб окружающей среды требует тщательной обработки и использования высокочувствительных приборов, чтобы не только выявлять следовые количества ядерного материала, но и подтверждать, что в пробах содержатся частицы только из указанного места нахождения. Чтобы в процессе работы с пробами учитывать следы частиц, источником которых является сам отбирающий пробу инспектор, инспекторы берут так называемую прединспекционную пробу, проводя салфеткой по собственной одежде.

Для снижения уровня загрязнения инспекторы отбирают пробы окружающей среды в группах по два человека. Пока один инспектор занимается отбором «грязных» мазковых проб, другой работает с оборудованием.

При поступлении в лабораторию пробы проходят процесс анонимизации: для обеспечения независимого анализа маркировка каждой пробы меняется. Затем пробы проверяются на наличие радионуклидов. Результаты проверки направляются информационным аналитикам, которые назначают как минимум две лаборатории, где в соответствии с конкретными инструкциями должен быть выполнен более подробный анализ проб.

Предусматривается два основных типа анализа: анализ пробы в целом и анализ частиц.

Анализ пробы в целом позволяет выявлять чрезвычайно малые количества ядерного материала и используется для определения количества урана или плутония в мазке, а также среднего изотопного состава. Метод анализа пробы в целом используется МАГАТЭ с середины 1990-х годов и лучше всего подходит для обнаружения следовых количеств ядерного материала. Для этого типа анализа необходимо, чтобы мазок был полностью растворен в растворе. Этот процесс может занимать несколько дней. Затем при помощи высокотехнологичного оборудования выполняется анализ капель раствора, в котором был растворен мазок. Для анализа одной пробы в целом, как правило, требуются от трех до четырех недель.

Анализ частиц, занимающий обычно несколько дней, используется для определения изотопного состава отдельных частиц урана и плутония и позволяет проследивать различные материалы и процессы. Для этого из мазковых проб извлекаются микроскопические частицы, которые помещаются на металлические диски для анализа с использованием высокоточных приборов и получения информации об изотопном составе. Для анализа частиц в ЛПОС с 1999 года используются масс-спектрометры, а в 2022 году в целях поддержания на самом высоком уровне возможностей по анализу частиц МАГАТЭ ввело в эксплуатацию новый вторично ионный масс-спектрометр с увеличенной геометрией.

По завершении анализа результаты загружаются в защищенную базу данных для последующей оценки экспертами МАГАТЭ в области управления информацией. Эти результаты, наряду с другой соответствующей информацией, впоследствии используются для подготовки заключений о применении гарантий.

