

# Проверка мазками: отбор и анализ проб окружающей среды

Аабха Диксит

Сюда подается тщательно отфильтрованный воздух, его параметры строго контролируются. Исследователи и техники перед входом в помещение проходят через воздушные души. Добро пожаловать в Лабораторию анализа проб окружающей среды МАГАТЭ, или “чистую лабораторию” в Зайберсдорфе, Австрия; здесь ежегодно анализируется свыше 300 проб, которые позволяют удостовериться в том, что ядерные объекты используются в заявленных целях.

Условия чистой лаборатории необходимы для того, чтобы выявить самые незначительные количества урана и/или плутония в мазковых пробах, взятых инспекторами для анализа на исследовательских реакторах, установках по обогащению и других ядерных объектах. Используемая для этих целей аппаратура настолько чувствительна, что позволяет обнаружить содержащийся в пробе уран или плутоний массой менее одной триллионной грамма.

“Как бы тщательно вы ни убирались на кухне, там всегда останутся пылинки. Так же и на ядерных объектах. За

отбор проб окружающей среды производится с целью удостовериться в отсутствии незаявленного ядерного материала.

## Как МАГАТЭ начало использовать мазковые пробы

В 1990-е годы в Ираке подвергся бомбардировке один из ядерных объектов, и у инспекторов МАГАТЭ не было никакой возможности произвести на этом разрушенном объекте обычную проверку. Тогда инспекторы применили новый способ. Кусочками хлопковой ткани они “смазали” с поверхностей разрушенного объекта покрывавший их налет и проанализировали эти пробы, чтобы определить, какие вещества использовались на объекте до его разрушения. В пробе был обнаружен целый спектр частиц урана — от обедненного до высокообогащенного. Грязные кусочки ткани позволили получить важные сведения о прежней работе разрушенного ядерного объекта. Таким образом родилась концепция отбора мазковых проб как одного из методов проверки, используемых МАГАТЭ.

В настоящее время отбор проб окружающей среды — элемент стандартного порядка работы МАГАТЭ. Все комплекты для отбора проб окружающей среды во время инспекций готовятся в “чистом помещении” лаборатории. Герметичные упаковки с аппликаторами вскрываются лишь на заранее определенном инспектируемом участке. В упаковке имеется две пары латексных перчаток, 6-10 хлопковых аппликаторов и дополнительные герметизируемые пакеты для взятых мазковых проб. Эти пакеты с пробами затем в общем герметичном пакете транспортируются в МАГАТЭ.

На ядерном или связанном с ядерной деятельностью объекте мазки снимаются с поверхностей в разных местах несколько раз. При поступлении в лабораторию пробы подвергаются высокотехнологичному анализу с использованием самых современных технологий (см. вставку).

Пробы изучаются в лаборатории МАГАТЭ и в 19 аккредитованных лабораториях в восьми государствах — членах МАГАТЭ и Европейского сообщества по атомной энергии (Евратом). В сеть аффилированных с МАГАТЭ лабораторий входят лаборатории, расположенные в Австралии, Бразилии, Германии, Республике Корея, России, Соединенном Королевстве, Соединенных Штатах и Франции.

Для обеспечения конфиденциальности процесса все отобранные мазковые пробы подвергаются строгим процедурам маркировки, чтобы исключить возможность идентификации страны и места, где они были отобраны. Фогт рассказывает, что анонимные пробы проходят



**Инспекторы производят отбор проб окружающей среды на ядерном объекте.**

(Фото: Департамент гарантий МАГАТЭ)

счет этого анализ мазковых проб окружающей среды позволяет выяснить, какие вещества использовались на этих объектах”, — говорит Штефан Фогт, руководитель Лаборатории анализа проб окружающей среды МАГАТЭ.

В отличие от других методов, используемых в сфере гарантий для проверки и подтверждения типа и количества заявленного государством ядерного материала,

первичное обследование на наличие следов радиации и общий элементный состав, а затем направляются в определенные лаборатории в государствах-членах. Помимо этих проб МАГАТЭ отправляет также в лаборатории контрольные пробы для целей контроля качества, чтобы результаты измерений можно было оценить на предмет соответствия установленным МАГАТЭ нормам в целях поддержания неизменно высокого уровня качества.

Аккуратный отбор проб окружающей среды и их тщательный анализ — теперь неотъемлемый элемент работы МАГАТЭ в области гарантий. “Это позволяет МАГАТЭ удостовериться в том, что ядерные объекты используются в заявленных целях, и обеспечить уверенность в применении ядерных технологий исключительно в мирных целях”, — говорит Торо Варьёранта, заместитель Генерального директора и глава Департамента гарантий МАГАТЭ.



**Комплект для отбора проб окружающей среды.**

(Фото: Департамент гарантий МАГАТЭ)

## НАУКА

### Обнаружение характерных элементов и изотопов

Все мазковые пробы исследуются при помощи гамма- и рентгеновской спектрометрии, которая позволяет определить тип присутствующих в пробе элементов и радиоизотопов. “Такое исследование проб относится к неразрушающим методам, т. е. пробы не разрушаются и не разлагаются перед исследованием и не повреждаются в процессе изучения”, — объясняет г-н Фогт.

Для определения изотопного состава урана и плутония, содержащихся в мазковых пробах, используются масс-спектрометры. Метод настолько чувствителен, что позволяет идентифицировать частицу, размер которой в 100 раз меньше ширины волоса.

При помощи вторично-ионного масс-спектрометра с увеличенной геометрией измеряется изотопный состав урана в микронных частицах. Этот прибор представляет собой мощный аналитический инструмент для “снятия изотопных отпечатков пальцев” отдельных частиц урана. Применяется также и анализ пробы в целом, при котором определяется содержание и изотопный состав урана и плутония для всего материала в мазке. По словам г-на Фогта, обычно пробы направляются одновременно и на анализ пробы в целом, и на анализ частиц.



**Анализ мазковых проб в Лаборатории анализа проб окружающей среды в Зайберсдорфе, Австрия.**

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)