

# Дышать стало легче: борьба с загрязнением воздуха в Индонезии

Михаэль Амди Мадсен

Вскоре будут приняты поправки к регулирующим положениям, разработка которых – результат исследований, проведенных с использованием ядерных аналитических методов, и воздух, которым дышат жители Индонезии, будет чище. Сейчас впервые появилась возможность осуществлять точный контроль загрязнения свинцом и другими твердыми частицами воздушной среды, и благодаря этому индонезийские должностные лица могут осознать проблемы загрязнения воздуха и понять, как с ними бороться.

“Для нас это важный шаг”, – говорит Мухаятун Сантосо, старший научный сотрудник Национального агентства по ядерной энергии (БАТАН) Индонезии. “Прежде, чем страна приступит к реализации масштабных проектов энергетического развития, мы рассчитываем усилить действующие нормы в сфере экологии”.



Отбор проб воздуха в городе Паланкарая, Борнео, Индонезия.

(Фото: Сантосо/БАТАН)

Так было не всегда. В 2006 году Индонезия начала осуществление проекта по повышению качества воздуха в городских районах, целью которого было обеспечение к 2020 году в городах Индонезии чистого и здорового воздуха. В стране была внедрена система мониторинга, в которой использовалось множество традиционных методов, в том числе, в десяти городах – системы управления качеством воздуха и в 33 провинциях – пассивные пробоотборники.

“Поскольку ресурсы были ограничены, системы управления качеством воздуха во всех десяти городах работать эффективно не могли – обслуживание этих систем стоило огромных денег”, – говорит Сантосо. “Сама система также имела пределы: она не могла отслеживать твердые частицы размером меньше 2,5 микрометра, а это означает, что она не обнаруживала целый диапазон потенциально вредных загрязнителей воздуха. Было необходимо усовершенствовать эту систему и попробовать что-то иное”.

## Попытка использовать нечто новое

Попытка применить нечто иное означала сотрудничество с МАГАТЭ в целях использования в проекте мониторинга качества воздуха ядерных аналитических методов. Нейтронно-активационный анализ, рентгеновская флюоресценция и ионно-пучковый анализ могут дать масштабные массивы уникальных данных об элементных составах взвешенных в воздухе твердых частиц, что является ключевой информацией для определения возможных источников загрязнения воздуха (см. врезку).

Сантосо говорит: “Загрязнение свинцом из антропогенных источников, главным образом, твердыми частицами размерами менее 2,5 микрометра и обнаружение этих источников может быть непростой задачей”. Используя анализ с помощью рентгеновского излучения, индуцированного выведенными в воздух протонами, а также знания, полученные от МАГАТЭ, группе исследователей БАТАН удалось отследить причину и источник загрязнения свинцом в различных районах, в том числе в районе Серпонга, в окрестностях Джакарты. “Мы смогли установить, что высокий уровень загрязнения связан с центром по утилизации и предприятием по производству свинцовых батарей”, – говорит она.

Результаты данного проекта использовались, с тем чтобы помочь правоохранительным органам вести борьбу с незаконными загрязнителями и просветить население по поводу опасности свинцового загрязнения, говорит Сантосо.

Наладив сотрудничество с провинциальными городами, управлениями по охране окружающей среды провинций и министерством окружающей среды Индонезии, БАТАН распространила свой мониторинг за пределы Явы. “Мы сделали большой шаг, увеличив число мест отбора проб с одной точки в Бандунге до 16 городов, охватив таким образом наши самые большие острова”, – говорит она.

## Многообещающая решимость

Результаты мониторинга воздуха стимулируют изменения законодательства. Итоги исследований загрязнения свинцом побудили законодателей к пересмотру закона Индонезии о контроле загрязнения воздуха: были снижены пороговые значения приемлемых концентраций свинца в атмосферном воздухе. “Этот вклад стал свидетельством вселяющего большие надежды усиления решимости, политики и стратегии правительства, направленных на борьбу с загрязнением воздуха во всей стране”, – говорит Сантосо. Ведется работа по дальнейшему расширению данного проекта, при этом будет использоваться также больший диапазон методов, и будет возрастать количество объектов,



на которых ведется мониторинг, говорит она. “В следующие три – пять лет мы охватим 34 города и достигнем нашей цели ведения мониторинга в столицах всех провинций Индонезии”.

## Мониторинг развития

Индонезия быстро развивается, и у нее есть планы сооружения на Яве и Бали более 30 электростанций, включая станцию на угле мощностью 10 000 мегаватт. Как известно, поясняет Сантосо, упомянутые станции будут источниками загрязнения окружающей среды, и это потребует дальнейшего мониторинга. Она говорит, что в рамках проекта по мониторингу загрязнения воздуха будет необходимо проведение новых аналитических исследований для определения характеристик используемого угля, продуктов его сгорания и их воздействия на окружающую среду.

Оценка экологического и физиологического воздействия токсичных элементов зависит от уровней воздействия, их количеств и специфического химического действия. “Для нас крайне важно проведение элементного анализа и анализа химического состояния мышьяка, ртути, кадмия, никеля, хрома и свинца - токсичных микроэлементов, связанных с сжиганием угля, однако, к сожалению, эти элементы находятся ниже пределов обнаружения с помощью энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии и индуцированного протонами рентгеновского излучения – ядерных технологий, которые мы использовали до сих пор”, – говорит она.

Для решения этой проблемы Индонезии необходим доступ к синхротрону – такому ускорителю частиц, который может содействовать индонезийским исследователям в проведении анализа проб. МАГАТЭ помогает Индонезии в проведении анализа проб с использованием синхротрона, который предоставлен Агентству в рамках проекта координированных исследований, осуществляемого с партнерскими организациями в Триесте, Италия. БАТАН надеется, что это сотрудничество даст проекту по мониторингу качества воздуха более существенную информацию о видообразовании и химическом составе



### Эксперты БАТАН с помощью ядерных аналитических методов идентифицируют образцы взвешенных в воздухе частиц.

(Фото: Сантосо/БАТАН)

загрязнителей воздуха в стране, содействуя более качественной оценке воздействия на окружающую среду и обеспечивая людям возможность дышать чистым воздухом.

По словам куратора программы МАГАТЭ Гашо Гебейеху Вольде, загрязнение воздуха – проблема региональная. “Серьезную озабоченность вызывает трансграничное загрязнение, и, содействуя подготовке кадров и предоставляя экспертные знания, мы помогаем странам создать такие механизмы отбора проб, которые могут точно определить причину и источник загрязнения воздуха”, – говорит он. “Важно знать, загрязнение имеет антропогенное происхождение или является результатом лесного пожара или извержения вулкана”. МАГАТЭ, на основе своей региональной программы, помогает странам во всем регионе Юго-Восточной Азии путем поддержки и расширения всеобъемлющей региональной базы данных для общего использования, и оно оказывает им содействие в наращивании собственного аналитического потенциала, и, в случае необходимости, обеспечивает возможности анализа проб в региональных ресурсных центрах, которые располагают более сложными аналитическими лабораториями, такими, как лаборатории в Австралии и Новой Зеландии.

## НАУКА

### Индукцированное протонами рентгеновское излучение

Индукцированное протонами рентгеновское излучение (ИПРИ) – это ядерный аналитический метод, суть которого состоит в использовании ионного пучка – пучка заряженных частиц – для получения информации об элементном составе образца.

При анализе с помощью ИПРИ образец подвергается воздействию ионного пучка. В результате взаимодействия между пучком и образцом возникает электромагнитное излучение, длина волны которого является признаком

конкретных элементов и изотопов. Это позволяет ученому определить, не только из чего состоит образец, но и его происхождение.

Использование ИПРИ не ограничивается мониторингом загрязнения воздуха; поскольку это один из методов неразрушающего анализа – образец, являющийся объектом изучения, не разрушается – ИПРИ может применяться в археологии и сохранении произведений искусства.