

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
Главное о МАГАТЭ | Ноябрь 2018 года



Ядерная наука и технологии

Решение текущих и новых задач развития

Новая эпоха в лучевой терапии: ученые достигли беспрецедентных результатов в уничтожении раковых клеток, стр. 4

Повышение урожайности или защита окружающей среды — поиск баланса с помощью ядерных технологий, стр. 11

Опасность в море: что состав морских ракушек говорит о кислотности океана, стр. 14

Также в выпуске:
Новости МАГАТЭ



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации
и коммуникации (ОРИС)

Международное агентство по атомной энергии

Венский международный центр

а/я 100, 1400 Вена, Австрия)

Тел: (43-1) 2600-0

iaebulletin@iaea.org

Ответственный редактор: Николь Яверт

Редактор: Миклош Гашпар

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется в интернете по
адресу: www.iaea.org/bulletin

Выдержки из материалов МАГАТЭ, содержащихся
в Бюллетене МАГАТЭ, могут свободно
использоваться при условии указания на их
источник. Если указано, что автор материалов не
является сотрудником МАГАТЭ, то разрешение на
повторную публикацию материала с иной целью,
чем простое ознакомление, следует испрашивать
у автора или предоставившей данный материал
организации.

Взгляды, выраженные в любой подписанной
статье, опубликованной в Бюллетене
МАГАТЭ, необязательно отражают взгляды
Международного агентства по атомной энергии, и
МАГАТЭ не берет на себя ответственности за них.

Обложка: О.Морозова/МАГАТЭ



Миссия Международного агентства по атомной энергии состоит в том, чтобы предотвращать распространение ядерного оружия и помогать всем странам — особенно развивающимся — в налаживании мирного, безопасного и надежного использования ядерной науки и технологий.

Созданная в 1957 году как автономная организация под эгидой Организации Объединенных Наций, МАГАТЭ — единственная организация системы ООН, обладающая экспертным потенциалом в сфере ядерных технологий. Уникальные специализированные лаборатории МАГАТЭ способствуют передаче государствам — членам МАГАТЭ знаний и экспертного опыта в таких областях, как здоровье человека, продовольствие, водные ресурсы, экономика и окружающая среда.

МАГАТЭ также служит глобальной платформой для укрепления физической ядерной безопасности. МАГАТЭ выпускает Серию изданий по физической ядерной безопасности, в которой выходят одобренные на международном уровне руководящие материалы по физической ядерной безопасности. МАГАТЭ также ставит своей задачей содействие минимизации риска того, что ядерные и другие радиоактивные материалы попадут в руки террористов и преступников и что ядерные установки окажутся объектом злоумышленных действий.

Нормы безопасности МАГАТЭ закладывают систему фундаментальных принципов безопасности и отражают международный консенсус в отношении того, что можно считать высоким уровнем безопасности для защиты людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ разрабатывались для всех типов ядерных установок и деятельности, преследующей мирные цели, а также для защитных мер, необходимых для снижения существующих рисков облучения.

Кроме того, при помощи своей системы инспекций МАГАТЭ проверяет соблюдение государствами-членами их обязательств, касающихся использования ядерного материала и установок исключительно в мирных целях, в соответствии с Договором о нераспространении ядерного оружия и другими соглашениями о нераспространении.

Работа МАГАТЭ многогранна, и в ней участвует широкий круг партнеров на национальном, региональном и международном уровнях. Программы и бюджет МАГАТЭ формируются на основе решений его директивных органов — Совета управляющих, насчитывающего 35 членов, и Генеральной конференции всех государств-членов.

Центральные учреждения МАГАТЭ находятся в Венском международном центре. Полевые бюро и бюро по связи расположены в Женеве, Нью-Йорке, Токио и Торонто. В Вене, Зайберсдорфе и Монако работают научные лаборатории МАГАТЭ. Кроме того, МАГАТЭ оказывает содействие и предоставляет финансирование Международному центру теоретической физики им. Абдуса Салама в Триесте, Италия.

В устойчивое будущее — с ядерной наукой и технологиями

Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ

Благодаря достижениям в области вычислений, техники и физики в последние десятилетия значительно вырос вклад ядерной науки и технологий в самые разные сферы: от здравоохранения до энергетики и охраны окружающей среды. Растущая вариативность ядерных применений помогает странам бороться со множеством существующих и новых проблем.

В рамках своего мандата «Атом для мира и развития» МАГАТЭ помогает странам в полной мере использовать преимущества ядерной науки и технологий, чтобы улучшить жизнь своих граждан и защищать окружающую среду. Агентство как никто способно помогать странам наращивать потенциал, знания и экспертные ресурсы, а также сообщать им о последних изменениях в области ядерных применений. Конференция МАГАТЭ на уровне министров «Ядерная наука и технологии: решение текущих и новых задач развития», прошедшая в ноябре 2018 года, — это один из компонентов наших неустанных усилий по организации встреч ведущих экспертов и руководителей для оценки текущего положения дел и прогноза будущих изменений.

В этом выпуске Бюллетеня МАГАТЭ можно подробнее узнать о некоторых новаторских способах использования ядерной науки и технологий по всему миру.

Узнайте, как благодаря последним достижениям в лучевой терапии лечение рака становится как никогда эффективным, безопасным и щадящим (стр. 4). Откройте новые способы применения изотопных методов для получения ценной информации о питании, которая помогает бороться с нездоровым образом жизни, который часто сопутствует растущему благосостоянию (стр. 6). Другие изотопные методы помогают фермерам более рационально использовать удобрения, чтобы повысить производство продовольствия для растущего мирового населения и снизить негативные последствия применения удобрений, загрязняющих окружающую среду и производящих парниковые газы (стр. 11).

Во многих странах ядерная наука теперь используется для слежения за тем, что многие считают крупнейшей экологической проблемой современности — изменением климата, помогая снизить его негативные последствия и адаптироваться к ним. Эксперты Научного форума МАГАТЭ — 2018 сошлись во мнении, что решения проблем, вызванных изменением климата, должны включать в себя ядерные технологии (стр. 17). Эти технологии также пролили свет на так называемую «другую проблему CO₂» — подкисление океана — и помогли ученым найти способы борьбы с его воздействием на океаны и жизнь людей, населяющих прибрежные районы (стр. 14).



С годами влияние ядерных методов значительно возросло. Они применяются в различных новых областях: от исследований космоса до сохранения ценных произведений искусства и исторических памятников (стр. 9). Чтобы сохранить эту положительную динамику, нужно заниматься обучением и подготовкой следующих поколений специалистов-ядерщиков и убедиться в том, что все профильные дисциплины получают новые знания. В статье о молодом филиппинском химике наглядно показано, что если специалисту, не работающему в ядерной отрасли, дать возможность использовать ядерные методы, он может устранить пробелы в науке и совершить прорыв в исследованиях (стр. 19). В странах растет понимание того, как важно увеличивать долю женщин, работающих в сфере ядерных наук, чтобы максимально задействовать лучшие таланты планеты (стр. 21).

МАГАТЭ, как и прежде, содействует всем странам в мирном использовании ядерных применений во благо их граждан.



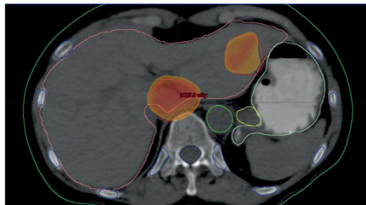
(Фото: К. Брейди/МАГАТЭ)



Предисловие

1 В устойчивое будущее — с ядерной наукой и технологиями

Повышение качества жизни



4 Новая эпоха в лучевой терапии: ученые достигли беспрецедентных результатов в уничтожении раковых клеток



6 Политика Маврикия в сфере здравоохранения — с точностью до атома

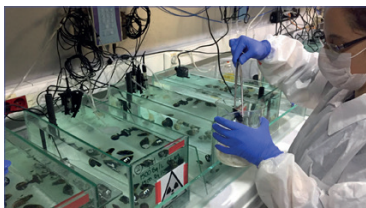


9 С помощью рентгеновских лучей албанским исследователям удалось установить авторство шедевра, написанного несколько сотен лет назад

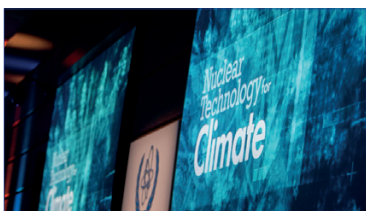


11 Повышение урожайности или защита окружающей среды — поиск баланса с помощью ядерных технологий

Решение проблем, связанных с изменением климата



14 Опасность в море: что состав морских ракушек говорит о кислотности океана



**17 Ядерные технологии в борьбе с изменением климата
Итоги Научного форума МАГАТЭ 2018 года**

Применение ядерной науки и технологии: предоставление прав и возможностей для устойчивого развития



19 Молодой филиппинский химик восстанавливает недостающие данные об окружающей среде с помощью ядерной науки



21 Устранение гендерного разрыва в ядерной науке

Мировой обзор — путь вперед

23 Как преодолеть парадокс инноваций и чем может помочь МАГАТЭ

Беседа со старшим экономистом Всемирного банка по вопросам справедливого роста

25 Ядерная наука и технологии: на пути к осуществлению в Малайзии Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года

— *Мохд Абдул Вахаб Юсуф*

27 Ядерные технологии сегодня и в будущем для удовлетворения потребностей меняющегося мира

— *Алду Малавази*

Сегодня в МАГАТЭ

29 Объявлены победители краудсорсингового конкурса МАГАТЭ по материалам для термоядерного синтеза

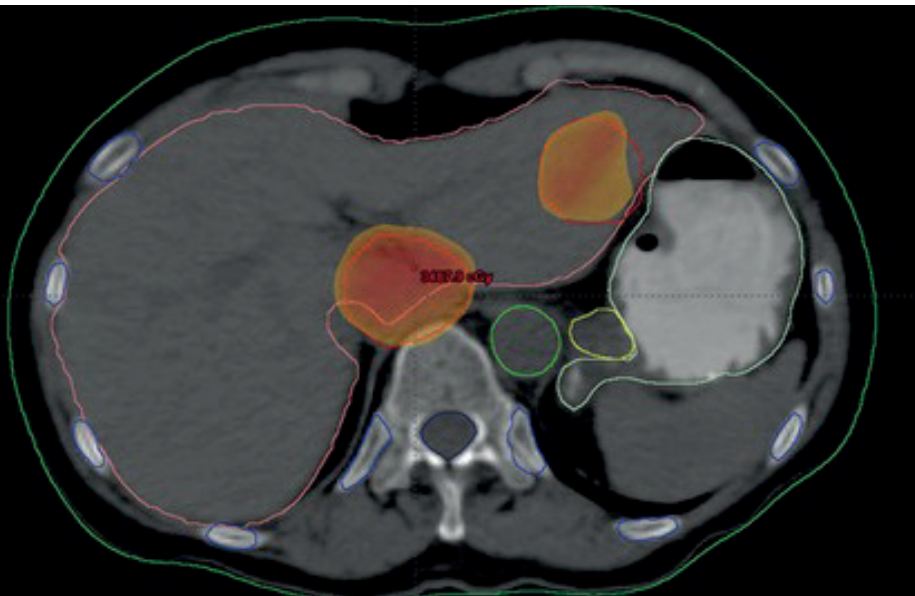
30 Курсы электронного обучения МАГАТЭ по нейтронной активации помогают ученым из 40 стран

31 Египет и Сенегал получили детекторы гамма-излучения для борьбы с эрозией почв

32 Публикации

Новая эпоха в лучевой терапии: ученые достигли беспрецедентных результатов в уничтожении раковых клеток

Николь Яверт



Лечение рака печени с использованием современного метода лучевой терапии — стереотаксической радиотерапии всего тела.

(Фото: Национальный институт рака, Египет)

Когда в 1901 году для лечения рака впервые применили излучение, это ознаменовало собой настоящую революцию в медицине. Однако этот метод получил свое развитие лишь с появлением определенных инновационных технологий. Сегодня благодаря прогрессу в области физики, технологий и вычислительной техники методы лучевой терапии становятся существенно более точными, эффективными и безопасными, а МАГАТЭ способствует тому, чтобы пациенты во всем мире имели доступ к передовым достижениям радиотерапии.

«Эти достижения могут позволить повысить качество жизни пациента в период лечения. А в случае со многими формами рака — сделать лечение более точным, снизить вероятность рецидивов и повысить показатели выживаемости, — говорит Мэй Абдель-Вахаб, директор Отдела здоровья человека МАГАТЭ. — Кроме того, некоторые новые технологии, среди которых стереотаксическая радиотерапия всего тела (СРВТ), могут дополнить современные методы иммунотерапии путем повышения иммуногенности раковой опухоли».

Ежегодно во всем мире диагностируют более 14 миллионов новых случаев раковых заболеваний. Около половины онкологических больных на том или ином этапе лечения проходят курс лучевой терапии (см. вставку «Наука»), которая часто используется в сочетании с другими методами, такими как хирургическое вмешательство и химиотерапия.

Многие развивающиеся страны сталкиваются с трудностями в освоении новых методов и технологий. МАГАТЭ содействует странам по всему миру в организации и осуществлении программ подготовки кадров в области лучевой терапии и безопасном освоении передовых технологий. «МАГАТЭ активно помогает странам оказывать качественные услуги лучевой терапии, чтобы все пациенты получили доступ к этим инструментам и методам, позволяющим спасать жизни людей, и могли пользоваться ими», — отмечает Абдель-Вахаб.

Цель лучевой терапии

Целью лучевой терапии является максимально эффективное и безопасное лечение опухоли с использованием излучения при сведении к минимуму поражения прилегающих здоровых тканей и критических органов.

Для этого специалистам необходимо прежде всего тщательно обследовать опухоль и составить план лечения с использованием диагностической визуализации и инструментов планирования. Затем с помощью

аппарата лучевой терапии они производят безопасное воздействие на опухоль тщательно рассчитанной дозой излучения.

С помощью увеличения дозы излучения можно убить больше раковых клеток, но при этом возрастает риск поражения прилегающих здоровых тканей. «Поэтому обеспечение точечного воздействия на опухоль и тщательного соблюдения дозы излучения крайне важно для безопасности и эффективности лучевой терапии, — говорит Абдель-Вахаб. — Многие нынешние достижения в области лучевой терапии основываются на корректировке и совершенствовании этих двух составляющих».

Планы лечения рака становятся более точными

Благодаря достижениям в области визуализации и планирования лечения радиационные онкологи, в частности, смогли перейти от двухмерных технологий в лучевой терапии к трехмерным с использованием необходимой визуализации и последующего контурирования опухоли (процесс получения снимков и обследования опухоли с целью определения границы между зараженной и здоровой тканью). Кроме того, развитие автоматизированных инструментов планирования позволяет специалистам в области радиационной онкологии задействовать вычислительные мощности для выявления опухоли и составления точного плана, предусматривающего, какую дозу излучения необходимо использовать, на какую часть опухоли следует воздействовать и под какими углами.

Однако степень точности лечения зависит от качества диагностических снимков и характеристик аппарата лучевой терапии. Существовавшие ранее методы диагностической визуализации позволяли получить менее детальное изображение, а возможности технологий лучевой терапии были более ограниченными. Так, специалистам приходилось использовать меньшие дозы радиации и проводить больше сеансов, чтобы не навредить пациентам, а иногда, в зависимости от состояния пациента, полностью исключать из плана лечения лучевую терапию.

Ситуация изменилась с появлением таких инструментов и методов, как трехмерная брахитерапия и лучевая терапия с визуальным контролем, которые основываются на детальной визуализации и в процессе лечения позволяют контролировать и корректировать излучение в динамике. Благодаря СРВТ появилась возможность высокоточного лечения, при котором облучение производится из нескольких точек, что позволяет применять более высокие дозы излучения и сократить длительность лечения.

Опухоль: окружить и уничтожить

Благодаря СРВТ удалось достичь нового уровня контроля и точности при лечении. Эта технология уникальна, поскольку предусматривает создание четырехмерных моделей, отражающих высоту, ширину, глубину и в некоторых случаях динамику, что позволяет с высокой точностью планировать лазерную терапию и воздействовать на опухоль пучками излучения под разными углами. Каждый пучок содержит меньшую дозу излучения: это более безопасно и позволяет снизить риск побочных эффектов для здоровой ткани, через которую проходит излучение. Когда все пучки излучения сходятся на опухоли в одной точке, раковые клетки подвергаются большей суммарной дозе облучения. В целом это означает, что для эффективного лечения пациенту требуется меньше сеансов лучевой терапии.

«В некоторых случаях, когда рак неоперабельный или не поддается эффективному лечению с использованием лучевой терапии, СРВТ дарит пациенту новый шанс на выживание», — говорит Тарек Шуман, заведующий

отделением радиационной онкологии Национального института рака (НИР) Египта, который сотрудничает с МАГАТЭ на протяжении уже более 20 лет.

Сегодня, отчасти благодаря помощи со стороны МАГАТЭ, Шуман и другие сотрудники НИР применяют СРВТ для лечения рака легких на ранних стадиях, рецидивов рака головы и шеи, а также гепатоцеллюлярной карциномы (ГЦК) — самого распространенного вида рака печени среди мужского населения Египта.

Шуман пояснил, что методы лучевой терапии для лечения рака печени, в частности ГЦК, были коренным образом усовершенствованы благодаря применению СРВТ. Сегодня рак печени занимает третье место в мире по числу летальных исходов среди всех видов рака. На протяжении многих лет эффективное лечение этого вида рака с применением методов лучевой терапии было невозможным: традиционная лучевая терапия не позволяет безопасно использовать дозы излучения, достаточно высокие для лечения опухоли печени, из-за риска поражения прилегающих здоровых тканей печени. СРВТ может использоваться для лечения даже самых небольших опухолей печени с применением увеличенных доз излучения без вреда для здоровой ткани.

Согласно исследованиям, благодаря использованию СРВТ число сеансов, необходимых для лечения ГЦК, а также других видов рака, таких как рак мозга, легких и головы и шеи, снизилось с 30–35 до 1–5. Как показывает двухлетний опыт использования метода СРВТ, при лечении определенных видов рака терапия приводит к положительным результатам в 80–90 % случаев. Этот метод схож с хирургическим удалением опухоли, но влечет за собой меньшие риски.

«Эта сфера стремительно развивается: СРВТ — лишь один из новых методов лучевой терапии. Мы намерены тесно взаимодействовать с МАГАТЭ, чтобы оставаться в авангарде, и при этом расширять содействие другим странам и сотрудничество с ними», — подчеркивает Шуман.

НАУКА

Лучевая терапия

Рак возникает тогда, когда клетки организма начинают неестественно и бесконтрольно расти и делиться. Лучевая терапия, или радиотерапия, — это процедура, которая осуществляется группой специалистов в области радиационной онкологии, медицинской физики и технологии радиотерапии и заключается в облучении раковых клеток ионизирующим излучением с использованием аппарата лучевой терапии. В зависимости от разновидности рака и зоны поражения специалисты могут использовать пучки излучения из внешних

источников или из источников, помещенных в тело пациента. Излучение разрушает структуру ДНК раковых клеток. Поскольку эти клетки дефектны, структура ДНК не восстанавливается, в результате чего клетки утрачивают способность к делению и росту и впоследствии погибают. Здоровые клетки, которые в процессе лечения тоже подвергаются воздействию излучения, обладают более высокой способностью к восстановлению, поскольку они не заражены: следовательно, возрастает вероятность того, что они не будут поражены в ходе лучевой терапии.



«Определять композиционный состав тела очень важно, потому что это позволяет измерять содержание жира в организме, а зная среднее значение этого параметра у населения, можно точно оценить положение дел в стране».

—Нурджехан Йонус, начальник отдела биохимических услуг центральной медицинской лаборатории Маврикия

Политика Маврикия в сфере здравоохранения — с точностью до атома

Лючана Вьегас Ассумпсан

Маврикий, бурно развивающийся остров в Индийском океане, переживает экономический бум. Растущее благосостояние открывает перед гражданами новые возможности, но в то же время приводит к росту вредных привычек. Во многих странах рост благосостояния граждан приводит к росту объема талии и вызванных этим заболеваний, которые поддаются профилактике. Чтобы лучше понять, как питание влияет на здоровье нации, некоторые страны, включая Маврикий, используют ядерные методы.

«Растет интерес к изучению моделей питания, что позволяет принимать более эффективные меры в сфере здравоохранения и лучше оценивать их последствия, — говорит Корнелия Лёхль, глава Секции исследования проблем питания МАГАТЭ. — Многие страны, включая Маврикий, сталкиваются с двойным бременем неправильного питания — недостаточным питанием и дефицитом микроэлементов, что в сочетании с избыточным весом и ожирением ведет к росту риска алиментарных неинфекционных заболеваний».

За последние несколько десятилетий валовой внутренний продукт Маврикия вырос втрое — во многом благодаря туризму и легкой промышленности, и сейчас эта страна имеет один из самых высоких показателей дохода на душу населения в Африке. Всеобщая система здравоохранения бесплатна, региональные медицинские центры обслуживают большую часть населения.

Однако в связи с ростом потребления фастфуда в сочетании со снижением физической активности и ростом ожидаемой продолжительности жизни в стране отмечаются рекордные уровни ожирения и диабета в Африке. Резко выросла распространенность неинфекционных заболеваний. В 2016 году ими было вызвано 80% смертей, причем причиной 24% смертных случаев стал диабет, а рак, для сравнения, 12%.

«Структура раковых заболеваний на Маврикии очень отличается от того, что мы наблюдаем на материковой части Африки, — говорит Шиам Манраж, директор службы лабораторных услуг и координатор национального реестра раковых заболеваний министерства здравоохранения и повышения уровня жизни. — В стране самые высокие на континенте уровни рака груди, ободочной и прямой кишки и шейки матки. Эти виды рака, как правило, вызываются режимом питания».

Чтобы бороться с этой растущей проблемой, власти Маврикия приняли решение улучшить мониторинг ожирения и его последствий. С помощью МАГАТЭ с



Результаты проведенных правительством Маврикия исследований композиционного состава тела изотопными методами привели к введению более жестких ограничений на продукты питания, которые продаются в школьных столовых, как, например, в государственной школе Бэйчу Мадху.

(Фото: Л. Вьегас Ассумпсан/МАГАТЭ)

2009 года был проведен ряд исследований по оценке композиционного состава тела методом стабильных изотопов — методом разбавления дейтериевой метки (см. вставку «Наука»). Эти исследования помогут более точно оценить положение дел, чем применение стандартных методов, таких как индекс массы тела (ИМТ).

«Метод разбавления дейтериевой метки помогает определить долю жира и безжировой массы в теле пациента, — говорит г-жа Лёхль. — Это важно потому, что увеличение доли жира может иметь негативные последствия для здоровья».

Центральная национальная медицинская лаборатория на Маврикии начала оценивать остроту проблемы ожирения у детей в возрасте 6–13 лет, чтобы понять, когда у них начинаются проблемы с избыточным весом и какие это может вызывать риски для их здоровья. Результаты показали, что ИМТ у этой возрастной группы давал неполную картину ожирения и избыточного веса как у мальчиков, так и у девочек и что многие молодые люди были на грани хронических заболеваний. «Мы обнаружили рост инсулинорезистентности, что означает, что дети предрасположены к неинфекционным заболеваниям, в первую очередь к диабету», — говорит Нурджехан Йонус, начальник отдела биохимических услуг Центральной медицинской лаборатории и руководитель данных исследований.

«Мы информировали министерства здравоохранения и образования о результатах, и было принято решение



Исследование композиционного состава тела: дети на Маврикии пьют воду, обогащенную дейтерием.

(Фото: Л. Вьегас Ассумпсан/МАГАТЭ)

увеличить число занятий физкультурой в школах, — добавляет г-жа Йонус. — Теперь они проводятся каждый день, а не раз в неделю, как раньше».

Кроме того, правительство приняло и другие меры: был поднят налог на сахар, ужесточен контроль за продуктами питания, которые продаются в школах. Также было увеличено количество диетологов в региональных медицинских центрах. «Преддиабетное состояние обратимо, но когда человек становится диабетиком, это заболевание уже невозможно вылечить, поэтому мы консультируем пациентов по вопросу питания на самых ранних этапах», — заявляет Анжу Говрисункур, диетолог министерства здравоохранения и вопросов качества жизни.

Позднее этими исследованиями на Маврикии были охвачены и другие возрастные группы. Помимо методики разбавления дейтериевой метки, лаборатория начала применять двухэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию (DXA) — методику сканирования, которая позволяет установить связь между составом тела, инсулинорезистентностью и раком груди, ободочной и прямой кишки. Методика DXA позволяет получить данные о распределении жира в организме (см. вставку «Наука»), которые очень важны, так как скапливающийся вокруг внутренних органов жир (висцеральный жир) создает повышенный риск хронических заболеваний, таких как диабет.

«Эти исследования помогают нам в разработке программы борьбы с раком, — говорит г-жа Йонус. — Власти страны планируют совместно с МАГАТЭ провести на базе университета Маврикия учебный курс для стран региона по применению изотопных методов для оценки питания. Определять композиционный состав тела очень важно, потому что это позволяет измерять содержание жира в организме, а зная среднее значение этого параметра у населения, можно точно оценить положение дел в стране».

Получив более точные данные, Маврикий планирует продолжить совершенствовать стратегии в области питания, чтобы благополучие и процветание не приводили к ухудшению здоровья нации. «Как гласит пословица, я есть то, что я ем. Исследования раз за разом демонстрируют, что можно предупредить или отсрочить заболевания просто за счет правильного питания», — отмечает г-жа Говрисункур.

НАУКА

Разбавление дейтериевой метки и DXA

Методика разбавления дейтериевой метки работает следующим образом: пациент выпивает воду, меченную определенным количеством дейтерия — стабильного изотопа водорода. Изотопами называются атомы одного и того же элемента (в данном случае водорода) с одинаковым числом протонов, но разным числом нейтронов. У изотопов одного элемента разная атомная масса, что позволяет исследователям отслеживать их.

Через несколько часов после того, как дейтерий полностью смешается с водой в организме пациента, берется образец слюны для анализа содержания воды в организме. Измеряется концентрация дейтерия в слюне. Так как известно, какое количество дейтерия выпил пациент и какова его концентрация в воде в организме, можно рассчитать общее содержание воды в организме. После того, как исследователи узнают общее содержание воды в организме, они могут рассчитать соотношение жира и безжировой массы тела — параметр, который называется композиционным составом тела.

DXA, или двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, — это методика сканирования для

анализа распределения жира в организме. С помощью сканера всего тела через тело пациента пропускаются рентгеновские лучи на двух разных энергетических уровнях. Разные ткани тела по-разному поглощают разные энергетические лучи. DXA-сканер измеряет, сколько энергии поглощается различными тканями, и преобразует эти данные в изображения. Накладывая эти изображения одно на другое, можно визуализировать и рассчитать относительное процентное соотношение костной массы, жировых тканей и сухой массы мягких тканей.

Методика DXA первоначально разрабатывалась для измерения плотности костных минералов у взрослых с остеопорозом. Однако сканер также может использоваться для высокоточного измерения композиционного состава тела. Основное преимущество методики DXA заключается в том, что она позволяет выявить места отложения жира в организме, то есть определить, где концентрируется жир. Это важно потому, что скапливающийся вокруг внутренних органов жир (висцеральный жир) создает большую угрозу для здоровья.

С помощью рентгеновских лучей албанским исследователям удалось установить авторство шедевра, написанного несколько сотен лет назад X

Александра Сильва



С помощью переносного рентгенофлуоресцентного спектрометра ученые проанализировали икону святого Георгия, одного из самых почитаемых христианских святых.

(Фото: А. Сильва / МАГАТЭ)

Албанские исследователи с помощью рентгеновских лучей установили авторство удивительного шедевра, написанного несколько сотен лет назад, — иконы святого Георгия, одного из самых почитаемых в христианском мире святых. Для этого они применили основанные на рентгеновском излучении методики неразрушающих испытаний (НРИ) и неразрушающего анализа (НРА), которые широко применяются для изучения материалов и свойств различных объектов — от культурных артефактов до биомедицинских проб, к примеру крови или волос, а также для поиска трещин или пустот в нефтепроводах и компонентах самолетов.

«Неразрушающие испытания и анализ позволяют оценить целостность и физические свойства объектов, не разрушая их, что очень важно при работе с очень старинными, зачастую очень хрупкими культурными объектами, — заявила Элида Бюлюку, директор Института прикладной ядерной физики (Тирана, Албания). — Рентгеновское излучение также позволяет увидеть внутренние части объекта и обнаружить трещины или дефекты, которые иначе невозможно выявить».

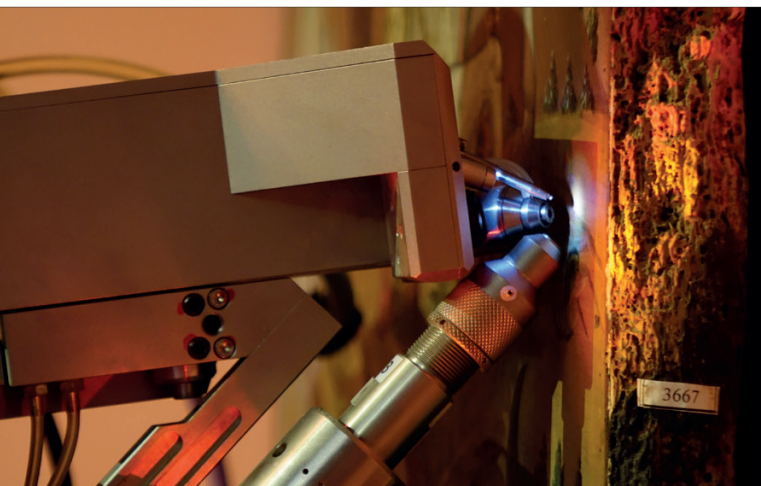
Икона была привезена из одной из старинных церквей, и исследователи института прикладной ядерной физики совместно с экспертами МАГАТЭ начали ее изучение с помощью методик НРИ и НРА. Выводы, к которым они пришли, помогли хранителям Национального исторического музея в Тиране понять историю иконы

и определить правильную технику реставрации этого драгоценного произведения искусства.

«Когда мы только получили икону, мы думали, что она была написана неизвестным художником», — заявила Бюлюку. После того как исследователи с помощью промышленной радиографии оценили структурную целостность иконы, они применили рентгенофлуоресцентную спектроскопию (XRF) и определили, из каких материалов была изготовлена икона (см. вставку «Наука»). Они сравнили эти материалы с теми, которые использовали различные художники того же периода, и нашли совпадение.

«Благодаря рентгенофлуоресцентной спектроскопии мы смогли определить, какие пигменты использовал автор иконы святого Георгия, благодаря чему установили, что икона была написана братьями Четри в XVIII веке, — заявила Бюлюку. — Эта информация помогла выбрать правильную технику реставрации».

Икона святого Георгия — одно из тысяч культурных и археологических сокровищ, хранящихся в коллекции археологического музея. Многие произведения искусства были привезены из церквей и исторических мест. Очень часто это весьма хрупкие объекты в



Рентгеновские лучи взаимодействуют с атомами иконы и раскрывают историю ее создания.

(Фото: А. Сильва / МАГАТЭ)

плохом состоянии, что осложняет обращение с ними. Так как НРИ и НРА являются бесконтактными методами, исследователи, которые работают с такими хрупкими объектами, часто применяют именно их.

Защита культурного наследия во всем мире

С помощью НРИ и НРА можно обнаружить важные детали произведения искусства и других культурных артефактов, которые неразличимы невооруженным глазом. «Каждое произведение искусства состоит

из уникального сочетания элементов и изотопов, содержащих сведения о его происхождении, технике, в которой оно выполнено, использованных материалах, периоде, когда оно было создано, и даже месте его создания», — говорит Патрик Бриссе, специалист по промышленным технологиям в МАГАТЭ. — Эта информация может использоваться не только для сохранения произведений искусства и выяснения истории их создания, но и для выявления подделок».

Сотни специалистов по всему миру совместно с МАГАТЭ применяют технологии НРИ и НРА для изучения и сохранения культурного наследия и выявления подделок. В рамках сотрудничества возможно прохождение обучения и получение необходимого оборудования и установок для проведения этих изысканий по линии координируемых МАГАТЭ исследований и проектов технического сотрудничества. Эти проекты дают специалистам возможность поделиться опытом и знаниями, вырасти в своей области и сохранить историю человеческой цивилизации.

«Мы сотрудничаем с Институтом прикладной ядерной физики потому, что иконы — это важнейшие памятники культурного наследия, которыми мы располагаем. Поэтому мы принимаем все возможные меры для их исследования и сохранения», — заявила Арта Доллани, директор Института культурного наследия Албании, который тесно сотрудничает с Национальным историческим музеем в деле восстановления культурных объектов.

НАУКА

Рентгенофлуоресцентная спектроскопия и промышленная радиография

Рентгенофлуоресцентная спектроскопия, или РФ-анализ, — это неразрушающий метод обнаружения и измерения концентрации элементов практически во всех типах материалов. Обычно ученые используют небольшие портативные рентгенофлуоресцентные спектрометры для облучения пробы исследуемого материала рентгеновскими лучами. Луч взаимодействует с атомами в пробе, выбивая электроны с их мест во внутренних оболочках атомов. Смещенный электрон образует вакантное место, которое занимает электрон с внешней оболочки. Когда электрон перемещается с более высокой орбиты на более низкую, некоторая часть энергии высвобождается в форме электромагнитного излучения. Это излучение в форме рентгеновских лучей регистрируется спектрометром, и по нему можно сделать очень точный вывод о потерявшем энергию элементе. Данный метод точен, потому что энергия рентгеновских лучей уникальна для каждого элемента. РФА широко применяется в датировании

археологических находок, определении состава красок или металлов, используемых при оформлении рукописей, картин, монет, керамики и прочих артефактов.

Промышленная радиография — это метод неразрушающих испытаний, используемый для проверки внутренней структуры и целостности объектов. В нем используется ионизирующее излучение (включая рентгеновское излучение) для получения изображений внутренней структуры сплошных и твердых материалов. Излучение проникает сквозь материал и экспонирует пленку, помещенную за ним. Степень затемнения пленки варьируется в зависимости от количества излучения, прошедшего через проверяемый объект: участки меньшей толщины или плотности, трещины и пустоты пропускают больше излучения. Эти изменения могут использоваться для поиска скрытых дефектов или трещин внутри объекта.



Повышение урожайности или защита окружающей среды — поиск баланса с помощью ядерных технологий

Наталья Михайлова

Когда речь идет об удобрениях, очень важно соблюдать баланс: если своевременно использовать правильное количество, повысится урожайность, что поможет накормить растущее население планеты, но чрезмерное применение вредит растениям, загрязняет почву и воду и усугубляет проблему глобального потепления. Как найти правильный баланс? Изотопные методы могут в числе прочего применяться для оптимизации использования удобрений, оценки воздействия агрохимических веществ-загрязнителей и определения источников выбросов парниковых газов.

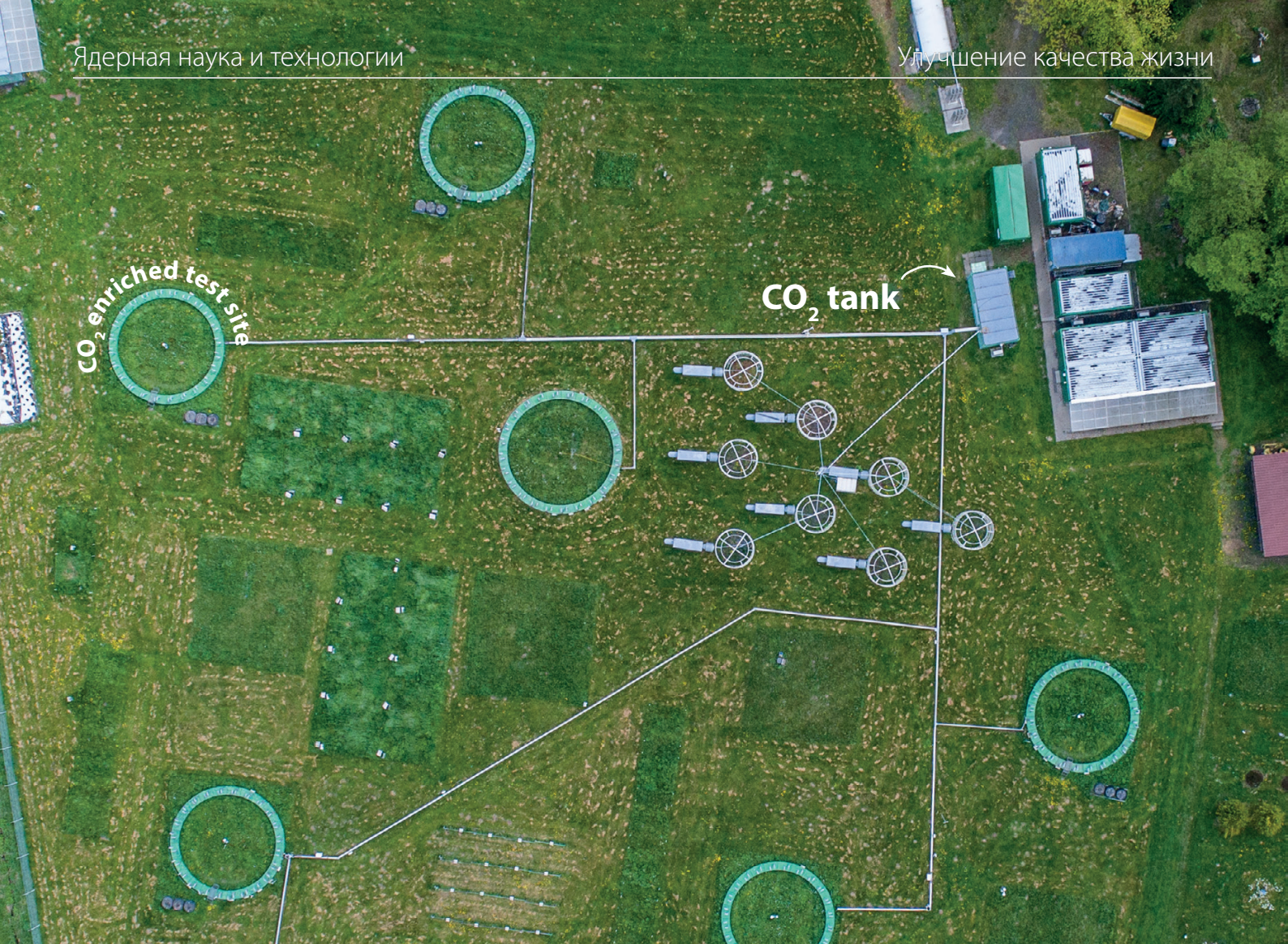
Помощь фермерам и сокращение выбросов парниковых газов

«Население мира многочисленно, как никогда, но проблему пропитания нельзя решить, просто увеличив дозу удобрений. Избыточное использование удобрений — основная причина, по которой сельское хозяйство за последние 70 лет стало основным источником парниковых газов», — заявил Кристоф Мюллер, ботаник и почвовед Института экологии растений Гисенского университета им. Юстуса Либиха (Германия) и Школы биологии и экологии Университетского колледжа Дублина. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации

(ФАО) Организации Объединенных Наций, в 2014 году на сельское хозяйство, включая лесное хозяйство и прочие варианты землепользования, приходилось 24% общемировых выбросов парниковых газов.

«Необходимо защитить окружающую среду и в то же время помочь фермерам, но для этого надо четко понимать, как удобрения воздействуют на почву и сельхозкультуры, а также при каких условиях начинается выброс парниковых газов, — говорит Мюллер. — Ядерные методы могут помочь нам найти ответы на эти вопросы и выработать эффективные способы повысить урожайность культур и снизить воздействие на окружающую среду».

Растения и почва перерабатывают удобрения в полезные питательные вещества и вырабатывают побочные продукты, в том числе парниковые газы: двуокись углерода (CO_2), закись азота (N_2O) и метан (CH_4). Если используется правильное количество удобрений, растения хорошо развиваются, а объем выбросов парниковых газов минимизируется. Однако если удобрения используются чрезмерно, растения не могут их переработать — излишки остаются в почве, вызывая резкий рост выбросов.



В рамках эксперимента по обогащению атмосферного воздуха углекислым газом (FACE) обогащенный двуокисью азота воздух закачивается на несколько испытательных полей через кольца трубок, чтобы моделировать условия повышения уровня двуокиси азота в атмосфере над типичным лугом, что, как ожидается, произойдет к середине этого века.

(Фото: К. Мюллер/ Институт экологии растений Гисенского университета им. Юстуса Либиха)

Мюллер совместно с группой ученых из девяти стран и экспертами МАГАТЭ и ФАО проводят эксперимент по отслеживанию изотопов, чтобы понять связь между удобрениями, сельхозкультурами, почвой и выбросами парниковых газов (см. вставку «Наука»). Те же методы используются в рамках эксперимента по обогащению атмосферного воздуха углекислым газом (FACE): таким образом ученые изучают, как повышение уровня CO_2 в атмосфере, вызванное изменением климата, повлияет на качество сельскохозяйственных культур и потребность в удобрениях. Результаты изотопных исследований будут учитываться при разработке регламентов, с помощью которых удастся сократить объем удобрений, используемых в сельском хозяйстве, без снижения качества культур и урожайности.

Результаты исследований уже помогли определить способы оптимизации использования удобрений на более чем 100 гектарах пастбищ и рисовых полей, кукурузы и пшеницы. Выбросы парниковых газов снизились на 50%, а урожайность возросла на 10%.

«В рамках эксперимента FACE мы обнаружили, что растения растут быстрее, но их качество меняется», —

заявил Мюллер. FACE — это крупный проект по изучению изменения климата в природных условиях. На испытательном полигоне в Гисене, Германия, проводится один из самых продолжительных экспериментов такого рода. Он заключается в моделировании изменения уровня двуокиси углерода в атмосфере над типичным лугом, которое, как ожидается, произойдет к середине этого века.

Растения, выращиваемые при высоких уровнях CO_2 , становятся жестче, а содержание белка в них снижается. Коровам, которые пасутся на таких лугах, сложнее переваривать такие растения, и им приходится потреблять больше пищи, чтобы производить молоко. Это не только ставит под угрозу производство молока, но и приводит к тому, что коровы производят больше метана — парникового газа, в 34 раза мощнее CO_2 .

Обнаружение удобрений в питьевой воде и не только

Избыточное использование удобрений не только способствует выбросу парниковых газов. Зачастую дождевые потоки или талые воды заносят удобрения в

реки и ручьи, из которых они попадают в океаны или резервуары питьевой воды.

«Загрязняющие вещества, используемые в сельском хозяйстве, могут сделать воду непригодной для питья, причинить ущерб водным экосистемам и биоразнообразию, — говорит Ли Хэн, руководитель Секции рационального использования почв, воды и питания растений Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях. — Питательные вещества, содержащиеся в удобрениях, стимулируют рост водорослей, что снижает уровень кислорода в воде, нанося ущерб рыбам и водным экосистемам».

По словам Хэна, удобрения входят в число агрохимикатов, которые загрязняют окружающую среду. В эту категорию также попадают пестициды, соль из оросительных вод, отложения и остатки лекарственных препаратов, используемых в животноводстве. К этим веществам прибегают все чаще, стремясь повысить производительность и минимизировать последствия климатических изменений.

Ученые из 15 стран работают с экспертами Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ и с помощью отслеживания набора стабильных изотопов анализируют загрязняющие вещества в сельском хозяйстве, определяют их источники и схему перемещения (см. вставку «Наука»). Эти методы могут применяться для выявления источников загрязняющих веществ в сельском хозяйстве и выработки новаторских эффективных практик борьбы с избыточным употреблением удобрений и снижения их воздействия на окружающую среду.

На протяжении более чем 20 лет ученые используют отдельные изотопы, чтобы выявлять загрязняющие



Водоросли в дельте Дуная разрастаются из-за питательных веществ, содержащихся в удобрениях, которыми заражена вода.

(Фото: Объединенный отдел ФАО/МАГАТЭ)

вещества в сельском хозяйстве, но использование одного изотопа за раз не дает достаточно информации, чтобы определить различные загрязняющие вещества и их различные изотопные сигнатуры.

«Использование набора изотопов позволяет более точно понять, из каких источников происходит загрязнение, что позволяет ученым решить, какой подход будет более эффективным для борьбы с заражением на полях и в различных ландшафтах», — говорит Хэн.

НАУКА

Методы, основанные на использовании стабильных изотопов

Изотопами называются атомы одного и того же элемента с одинаковым числом протонов, но разным числом нейтронов и, соответственно, разной атомной массой. К примеру, азот-15 демонстрирует то же поведение, что и азот-14, но нейтронов в нем на один больше, поэтому его масса выше. Ученые могут исходить из этого, чтобы понять и отследить преобразования изотопов, а также их перемещение и обмены, происходящие внутри растений, почвы и воды.

Ученые применяют азот-15 и углерод-13 для отслеживания движения и определения источника выбросов двуокиси азота, метана и двуокиси углерода в сельском хозяйстве. Используя удобрения, помеченные изотопами азота-15, ученые могут отслеживать изотопы и определять, насколько эффективно удобрения усваиваются

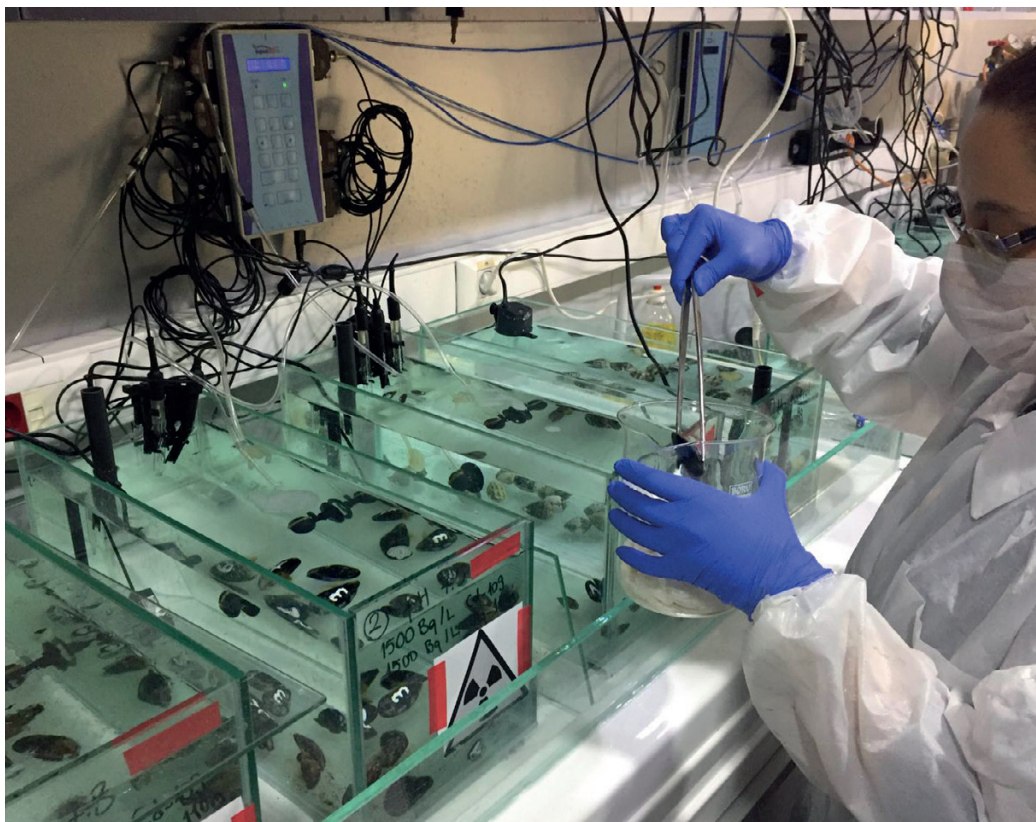
растениями и сколько остается в почве. Углерод-13 отслеживается для определения схемы перемещения и происхождения двуокиси углерода и метана.

Анализ с использованием нескольких изотопов

С помощью стабильных изотопов углерода, водорода, азота и серы ученые отслеживают загрязняющие вещества в сельском хозяйстве, определяют источники их происхождения и схемы перемещения из почвы в водоемы. Эти изотопы применяются, потому что удобрения и пестициды содержат азот, серу и углерод, которые растворяются и переносятся водой, содержащей изотопы кислорода и водорода. Эти изотопы измеряются одновременно, чтобы различать циклы перемещения воды и загрязнителей и лучше понимать, откуда появляются загрязнители и куда они переносятся.

Опасность в море: что состав морских ракушек говорит о кислотности океана

Лаура Хиль



Для ученых по всему миру исследование таких организмов, как морские ракушки, кораллы и мелкие морские улитки, дает возможность увидеть, как выбросы CO₂ влияют на океан.

(Фото: М. Беливермиш / Лаборатория радиэкологии Стамбульского университета)

Морским ракушкам и другим моллюскам угрожает опасность. С ростом выбросов углекислого газа (CO₂) мировой океан постепенно подкисляется, из-за чего некоторым моллюскам становится сложнее строить свои раковины и скелеты. Это плохая новость не только для самих организмов, но и для людей, которые от них зависят.

Есть ли хорошие новости? С помощью изотопных методов ученые могут отслеживать на уровне атомов метаболизм двустворчатых моллюсков, чтобы лучше понять, к чему приводят подкисление океана и изменение климата, и, соответственно, приблизиться к решению этих проблем.

«С повышением кислотности океана некоторые организмы активнее поглощают и накапливают радионуклиды и металлы, медленнее растут и сильнее нуждаются в пище. Отслеживать эти изменения можно с помощью ядерных методов», — говорит Мурат Беливермиш, научный сотрудник Лаборатории радиэкологии Стамбульского университета. С помощью изотопных методов он изучает, как изменение климата и подкисление океана влияют на значимые с социально-экономической точки зрения промысловые морские организмы. Мурат Беливермиш научился применять ядерные и изотопные методы во время стажировки в Лаборатории окружающей среды МАГАТЭ в Монако в 2013 году.

Для ученых по всему миру исследование таких организмов, как морские ракушки, кораллы и мелкие морские улитки, дает возможность увидеть, как изменение климатических условий влияет на океан. Его подкислению способствует также рост выбросов CO₂ — главной движущей силы изменения климата. Океаны поглощают около четверти всех мировых выбросов CO₂ в атмосферу. Это меняет химический состав океанской воды, что отражается на состоянии некоторых морских экосистем и организмов.

Большую пользу при исследовании подкисления океана, которое иногда называют «обратной стороной проблемы CO₂», могут принести ядерные и изотопные методы. Радиоактивные изотопы, например кальций-45, могут использоваться в качестве прецизионных радиоиндикаторов, например, для изучения скорости роста кальцифицирующих организмов (см. вставку «Наука» на странице 16). К их числу относятся мидии и морские ракушки. Они строят раковины из карбоната кальция — природного минерала, содержащегося в океане. Из-за подкисления воды мидиям и ракушкам все сложнее находить материал для строительства и сохранения своих раковин.



Из-за изменений уровня pH раковины устриц обесцвечиваются, а не разрушаются: pH 8,1 — внешняя среда; pH 7,8 — прогнозируемый уровень в 2100 году; pH 7,5 — прогнозируемый уровень в 2300 году.

(Фото: Н. Сезер / Лаборатория радиозологии Стамбульского университета)

С помощью радиоиндикаторов Беливермиш и его коллеги установили, что в немного подкисленной морской воде ракушки усваивают в два раза больше кобальта, чем в контролируемых условиях нормальной кислотности, тогда как у других морских организмов, например устриц, сопротивляемость больше. Это значит, что подкисление океана несет риски не только для моллюсков, но и для людей, которые их едят. Кобальт — это тяжелый металл, который в минимальных количествах необходим человеческому организму, а при превышении безопасной концентрации токсичен. Это может серьезно повлиять на здоровье и благополучие жителей прибрежных районов, например, Турции, которые употребляют морепродукты сами и экспортируют их в европейские страны.

«Многие турецкие рыболовецкие хозяйства, как и вся рыбная промышленность, зависят от определенных морепродуктов, таких как морские ракушки. Поэтому такого рода исследования помогают производителям адаптироваться к меняющимся условиям, что, в свою очередь, также помогает защитить рыбную отрасль страны», — поясняет Беливермиш.

Он и его коллега Ондер Кылыч планируют расширить сотрудничество с МАГАТЭ и перейти к изучению долгосрочного воздействия подкисления океана на рост, пищевую ценность и санитарное состояние турецких морепродуктов, таких как черноморская мидия и кефаль.

«Срок жизни мидий достигает двух лет, — говорит Беливермиш. — Чтобы изучить весь жизненный цикл организма и в полной мере понять, как он адаптируется к подкисленной воде, нужны гораздо более длительные эксперименты».

Изучение долгосрочного воздействия подкисления океана

Для того чтобы понять долгосрочные последствия подкисления океана по всему миру, предстоит провести

еще много работы. Обычно исследования морских организмов длятся несколько недель или месяцев, но чтобы реалистичнее представлять, как океан меняется с течением времени, потребуются работы на материале нескольких поколений.

В 2019 году начнется реализация проекта координированных исследований МАГАТЭ, рассчитанного на четыре года: ученые попытаются уточнить, как подкисление воды влияет на морские организмы в долгосрочной перспективе. Цель проекта будет заключаться в том, чтобы получить недостающие данные о морских видах, важных с социально-экономической точки зрения, и изучить стратегии адаптации, которые смогут использоваться в аквакультуре и производстве морепродуктов.

Проект поможет ученым понять, как с течением времени подкисление океана влияет на содержание в морепродуктах незаменимых питательных веществ, например полезных для сердечно-сосудистой системы человека ненасыщенных жирных кислот, и какие последствия это может иметь с точки зрения здоровья человека. Ученые будут изучать содержащиеся эти питательные вещества организмы (устрицы, мидии, креветки, омары, рыбу и т.п.) с помощью как традиционных, так и ядерных и изотопных методов.

«С одной стороны, мировой океан — система хрупкая, с другой — довольно стойкая. Известно, что при грамотном хозяйствовании она способна к восстановлению, — говорит директор Лабораторий окружающей среды МАГАТЭ Дэвид Осборн. — Важно осознавать угрозы, которые мы создаем для океана, понимать их совокупное воздействие, выделять ресурсы на их изучение и принимать действенные упреждающие меры».

НАУКА

Изотопные методы и влияние подкисления океана на кальцифицирующие морские организмы

Подкисление океана включает в себя ряд изменений в химическом составе морской воды, таких как снижение уровня pH морской воды, т.е. сдвиг в сторону повышения кислотности. Эти изменения можно измерить: с начала промышленной революции средний уровень pH мирового океана снизился на 0,11 единиц pH, что эквивалентно росту кислотности примерно на 30%.

Хотя потенциальное воздействие подкисления океана на морскую флору и фауну в полной мере оценить сложно, известно, что при падении pH и соответствующей концентрации соединений углерода ниже определенного уровня начинается разрушение карбоната кальция, который является основным компонентом раковин и скелетов многих организмов. В результате у них снижается способность формировать раковины и кости, что делает их более уязвимыми и снижает шансы на выживание. Особенно чувствительны к таким изменениям некоторые кораллы, мелкие морские улитки (птероподы), ракушки и мидии (двустворчатые моллюски), а также кальцифицирующий фитопланктон.

С помощью ядерных и изотопных методов исследователи изучают скорость протекания биологических процессов в морских организмах (мидиях, устрицах, кораллах), отслеживая определенные изотопы, такие как кальций-45 (Ca-45) и углерод-14. Изотопами называются атомы одного и того же элемента с одинаковым числом протонов, но разным числом нейтронов и, соответственно, разной атомной массой.

Например, радиоиндикатором Ca-45 можно измерить степень и скорость кальцификации, т.е. то, насколько быстро и качественно морские животные строят раковины и скелеты. Для этого определенное количество Ca-45 добавляют в аквариум с морской водой, в котором обитают, например, ракушки. Скорость кальцификации оценивается исходя из того, сколько меченого радиоактивными изотопами карбоната кальция (CaCO_3) поглощают эти организмы. На основе этой информации ученые оценивают последствия подкисления океана.

(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)



Ядерные технологии в борьбе с изменением климата

Итоги Научного форума МАГАТЭ 2018 года

Брианна Хартли



(Фото: Ф. Нассиф/МАГАТЭ)

Методы борьбы с изменением климата являются предметом дискуссий как среди руководителей, так и среди ученых. Но в одном эксперты из разных дисциплин, принимавшие участие в Научном форуме МАГАТЭ 2018 года, были единодушны: частью решения этой проблемы должны быть ядерные технологии.

«Именно мы должны найти аргументы в пользу ядерных технологий и широко распространять информацию о них», — заявила принцесса Сумайя бинт Эль-Хасан, председатель Королевского научного общества Иордании, на церемонии открытия Научного форума МАГАТЭ 2018 года «Ядерные технологии в борьбе с изменением климата: смягчение последствий, мониторинг и адаптация», который состоялся в ходе 62-й Генеральной конференции МАГАТЭ. «Мы должны сделать так, чтобы использование ядерных технологий для борьбы с изменением климата стало понятным, доступным и приемлемым для всех. Наш долг — рассказать об этом широкой общественности и обеспечить признание роли ядерных технологий в борьбе с изменением климата».

В работе форума, состоявшегося 18 и 19 сентября 2018 года, приняли участие авторитетные экономисты, ученые и высокопоставленные должностные лица более чем из 20 стран. Они обсудили способы расширения использования ядерных технологий в целях мониторинга воздействия изменения климата, его смягчения и адаптации к нему.

Ядерная энергетика может способствовать ограничению выбросов парниковых газов

Выступавшие подчеркнули, что, поскольку на производство энергии приходится две трети выбросов парниковых газов, использование ядерной энергии — чистого, надежного и доступного низкоуглеродного источника — может способствовать снижению объема выбросов и одновременно обеспечению достаточного производства энергии для экономического роста.

«В основе нашей работы должна лежать наука и факты, но также нам необходимо использовать проверенные технологии уже сегодня», — заявила Агнета Райзинг, генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации. — С помощью ядерной энергии можно не только отказаться от использования углеводородов, но и одновременно обеспечить экономический рост».

Однако вместе с указанными преимуществами ядерная энергетика несет и определенные трудности. Как отметил Малкольм Гримстон, старший научный сотрудник Имперского колледжа Лондона, помимо финансовых и технических аспектов, многие страны отмечают, что одним из основных барьеров является социальная приемлемость.

«Почему множество людей считает крайне опасным этот абсолютно безопасный крупный источник энергии?» — заявил Гримстон. В своем докладе он проанализировал, как ядерная отрасль взаимодействует с общественностью, и пришел к выводу, что в целях повышения уровня



(Фото: Ф. Нассиф/МАГАТЭ)

социальной приемлемости следует «вести эту работу в отношении обычной отрасли с обычными проблемами».

Точные данные об изменении климата

Как отметили выступавшие на сессии Форума, посвященной мониторингу и измерению параметров изменения климата, сбор точных данных в этой области помогает ученым и руководителям понять, с какими проблемами они имеют дело и что необходимо предпринять для их решения.

«Люди хотят действовать. Они хотят понимать, какие выбросы можно сократить, где именно и — самое главное — окажет ли это какое-то влияние», — заявила Оксана Тарасова, руководитель Отдела исследований атмосферной среды Всемирной метеорологической организации.

В ходе этой сессии выступавшие подчеркнули многоплановость и точность изотопных методов с точки зрения их использования для сбора данных. Они могут применяться в различных целях: от выявления происхождения и измерения выбросов парниковых газов в атмосферу и океан до изучения источников пресной воды и сельскохозяйственных источников в целях управления ими более рациональным образом.

«Эти знания важны, поскольку они позволяют проводить рациональную политику более обоснованно, но многие страны пока не умеют их применять», — отметила Тарасова, призвав к расширению обучения в области использования этих методов.

Адаптация к меняющейся окружающей среде

Изменение климата буквально «знашивает» планету, делая условия окружающей среды более экстремальными и создавая сложности в области выращивания пищи, сохранения природных ресурсов и защиты от вредных насекомых. Его воздействие ощущается в каждом

доме, во всех экосистемах и экономиках мира. Однако, по мнению участников сессии Форума, посвященной воздействию изменения климата на здравоохранение и продовольственную безопасность, ядерные технологии могут помочь ученым в поиске климатически оптимизированных способов борьбы с последствиями такого воздействия.

«Мы должны создать такие системы, которые будут в состоянии справиться с различными вызовами, — заявила Наталья Алексеева, руководитель группы по национальным действиям в связи с изменением климата Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО). — Например, использование ядерных технологий для выведения новых сортов растений, устойчивых к засухе и потребляющих меньше воды или удобрений и других химических веществ, помогает перестроить систему ведения сельского хозяйства и сделать ее более надежной и устойчивой».

Эксперты обсудили, как ядерные и изотопные методы способствуют сохранению водных и почвенных ресурсов, контролю за насекомыми-вредителями, а также повышению продуктивности животноводства и улучшению здоровья животных. Они рассказали о том, каким образом ядерные технологии также помогают преодолеть трудности, вызванные изменением климата, тем самым способствуя обеспечению безопасности пищевых продуктов и продовольственной безопасности, что, в свою очередь, повышает качество питания и улучшает здоровье населения.

Как отметил Илми Хевайулиге, старший заместитель директора и ведущий научный сотрудник Института промышленных технологий при Министерстве науки и исследований Шри-Ланки, ядерные технологии сами по себе не являются решением проблем, связанных с изменением климата, но их можно использовать в качестве одного из инструментов борьбы с этими проблемами.

Молодой филиппинский химик восстанавливает недостающие данные об окружающей среде с помощью ядерной науки

Миклош Гашпар



Химик Вилфрен Клутарио использует ядерную науку для изучения воздействия на океан загрязнения, вызванного сильным тайфуном 2013 года.

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

Когда химик-эколог Вилфрен Клутарио решил определить уровень загрязнения океана, вызванного самым сильным достигшим суши тайфуном (в 2013 году он унес жизни 6000 человек и разрушил две трети Талкобана), он столкнулся с проблемой: исходные данные отсутствовали.

«Мы могли измерить концентрацию нитратов и органических веществ в море, но не знали, какой уровень является естественным, а какой обусловлен загрязнением из-за тайфуна», — говорит Клутарио. В то время он проводил исследования в Государственном университете Восточных Висайев и занимался измерением концентрации различных соединений в местах отбора проб с помощью традиционных методов. Тайфун «Хайян» обрушился на город 8 ноября 2013 года. Вызванный им порывистый ветер привел к появлению волн, подобных цунами, которые уносили с суши в океан мусор, органические материалы, загрязнители, тела людей и животных.

Ни ученые, ни руководство не знали, справиться ли океан с таким объемом загрязнения, которое попало в него из-за тайфуна, и что регион не превратится ли регион в мертвую зону на много десятилетий. Как поясняет Клутарио, было необходимо понять, что является загрязнением, а что — естественным состоянием океана, так как это позволило бы определить, нужны ли какие-либо меры, чтобы помочь океану «переварить» мусор и вернуться к своему нормальному сбалансированному состоянию.

Когда Клутарио рассказывал о своей исследовательской проблеме на одной конференции в 2015 году, слушавший его Раймонд Сукганг, старший научный сотрудник Филиппинского института ядерных исследований (ФИЯИ), обладающий опытом использования изотопных методов для определения параметров загрязнения воды, уже знал, чем ему можно помочь. После этого они начали тесно сотрудничать. «У нас как будто профессиональный союз, заключенный на небесах», — говорит Сукганг.

Благодаря помощи со стороны ФИЯИ и сотрудничеству с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций, Клутарио научился использовать изотопные методы для характеристики источника азота и органических веществ, а также для отслеживания их перемещения в океане (см. вставку «Наука»). Кроме того, он включил тему об использовании изотопных методов в программу Отделения Филиппинской научной школы в Восточных Висайях, где он преподает. Он выступил в качестве руководителя нескольких исследовательских проектов, проводимых студентами старших курсов этой школы и посвященных использованию изотопных методов для определения параметров загрязнения пресных водоемов в регионе.

«У нас нет отделения в Талкобана, но есть Вилфрен», — говорит Сукганг. И действительно, однажды, солнечным днем в августе 2018 года в одном из школьных кабинетов собрались исследователи города и провинции, чтобы принять участие в однодневном семинаре-практикуме

ФИЯИ, посвященном использованию ядерных и изотопных методов в самых разных областях.

«Ядерные методы дают такие широкие возможности, но большинство людей, даже из научного сообщества, не знает об этом, — говорит Клутарио, который принял участие в учебных курсах МАГАТЭ в Австралии и Малайзии, что позволило ему расширить свои знания в этой области. — Когда люди, даже исследователи, слышат слово “ядерный”, они думают только про ядерную энергетику, но ведь это понятие намного шире».

По словам Карло А. Аркиллы, директора ФИЯИ, распространение информации о ядерных применениях среди ученых — это одна из основных задач ФИЯИ. Для проведения этой работы Институт привлекает таких исследователей, как Клутарио. «Мы поведем семинары-практикумы по всей стране, чтобы обучать ученых».

Защита пищевой цепи

Благодаря своим исследованиям Клутарио удалось выяснить, что относительно высокая концентрация азота в прибрежных районах и областях, где ведется коммерческая деятельность, является естественной, тогда как сравнительно более низкая концентрация в защищенных зонах и соседних коммерческих рыбных хозяйствах может быть обусловлена попаданием в океан биомассы, например останков.

«Азот — это изотопный индикатор, который показывает нам, где в итоге оказалось загрязнение», — поясняет Клутарио.

На следующем этапе изучается рыба и отложения, что позволяет определить, какой объем загрязнителей попал в пищевую цепь. Важно проверить концентрацию тяжелых металлов в рыбе, так как в море вместе с мусором могли попасть токсичные вещества.

Клутарио продолжает собирать образцы, а их анализ проводится в отделении ФИЯИ недалеко от Манилы с помощью изотопного масс-спектрометра, который был безвозмездно предоставлен МАГАТЭ в рамках программы технического сотрудничества. Такой анализ позволит установить, снижается ли концентрация и происходит ли этот процесс естественным образом. «Еще очень многое предстоит сделать, чтобы лучше понять океан», — отмечает он.

Катастрофа 2013 года навсегда оставила глубокий след в сознании Клутарио, и, хотя историю не изменить, он рад, что может помочь в проведении работы по восстановлению.

«Когда я видел, как тайфун и штормовой прилив уничтожают мой город, убивая знакомых мне людей, я еще не знал, что через несколько лет я буду использовать ядерные методы, чтобы помочь Талкобану преодолеть последствия этой катастрофы».

НАУКА

Методы стабильных изотопов

Изотопами называются атомы одного и того же элемента с одинаковым числом протонов, но разным числом нейтронов. Хотя химические свойства всех изотопов одного элемента одинаковы, их вес различается в зависимости от числа содержащихся в них нейтронов. Благодаря таким различиям в весе, ученые с помощью изотопных масс-спектрометров могут отличать изотопы друг от друга.

При проведении таких исследований загрязнения воды ученые отслеживают стабильные изотопы азота и углерода. Виды разного происхождения содержат конкретные, уникальные концентрации изотопов, что является отражением их питания и той среды, в которой они живут. Ученые могут проанализировать их изотопный

состав и использовать его в качестве «отпечатка» для установления присутствия в окружающей их среде различных типов органических веществ.

Такие океанические растения, как водоросли и морская трава, а также прикрепленные животные, например устрицы, могут многое рассказать ученым о текущем и прошлом изотопном составе окружающей среды. Эти организмы получают пищу из морской воды и растут, не двигаясь. Поэтому их изотопный состав отражает уровень концентрации различных веществ в океане в конкретный момент времени. Таким образом, исследователи, анализируя изотопный состав этих растений и животных, могут выяснить, что происходило с океаном в прошлом.

Устранение гендерного разрыва в ядерной науке

Миклош Гашпар и Марго Дюбертран



Старший научный сотрудник Национального агентства по ядерной энергии (БАТАН) Индонезии Мухаятун Сантосо провела прорывное исследование загрязнения воздуха на территории Индонезии.

(Фото: БАТАН)

По данным экспертов, женщины составляют менее четверти всей рабочей силы в ядерном секторе в мире, что негативно влияет не только на гендерную представленность в этой отрасли, но и на ее конкурентоспособность. Многие организации, в том числе МАГАТЭ, прилагают значительные усилия для того, чтобы увеличить долю женщин, задействованных во всех категориях работ.

«Несмотря на то, что в ядерной отрасли работает много талантливых профессионалов-женщин, мы все равно явно недостаточно представлены. Нам еще многое предстоит сделать, — говорит исполнительный директор по разработке операций на АЭС «Новая Уилфа» в Соединенном Королевстве Гвен Перри-Джонс. — Гендерное разнообразие в коллективе выгодно для всех, и я полностью поддерживаю инициативы, которые помогают женщинам начать работу в ядерной отрасли и создают возможности для карьерного роста до руководящих должностей».

Ставшие руководителями женщины вносят существенный вклад. Старший научный сотрудник Национального агентства по ядерной энергии (БАТАН) Индонезии Мухаятун Сантосо провела прорывное исследование применения ядерных методов для измерения загрязнения воздуха во многих индонезийских городах. Не в последнюю очередь благодаря ее работе Бандунг, третий по величине город Индонезии, получил в 2017 году премию АСЕАН для экологически устойчивых городов.

«Загрязнение воздуха — это крупнейшая проблема городов Индонезии: рост промышленности и автотранспорта приводит к увеличению вредных выбросов в атмосферу, — заявила она. — Я горжусь, что могу помочь моей стране в борьбе с этой острой проблемой».

Генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации Агнета Ризинг — ведущий специалист по вопросам ядерной энергии и окружающей среды. Когда она занимала пост вице-президента по окружающей среде в «Ваттенфол АБ», шведском государственном операторе АЭС и ГЭС, она возглавляла департамент, занимавшийся вопросами энергетики, окружающей среды и устойчивого развития в Европе. Она также является соосновательницей ассоциации «Женщины в ядерной сфере» (ЖЯС), где в прошлом занимала пост президента. Под ее руководством число членов ЖЯС выросло в четыре раза.

«Женщины крайне важны для эффективного развития глобальной ядерной отрасли. Любому предприятию нужны лучшие кадры, чтобы опережать конкурентов. Ядерная отрасль должна обладать программами по привлечению и найму женщин, иначе они не смогут реализовать свои конкурентные преимущества благодаря своим талантам, — говорит Ризинг. — Когда кадровая ситуация отражает многообразие общества, в том числе в плане представленности женщин, это также помогает создать доверие общества к ядерным технологиям».



Филиппинские студенты проводят практические эксперименты в рамках изучения ядерной науки.

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

По данным МАГАТЭ, в настоящее время на долю женщин приходится лишь 22,4% рабочей силы в ядерном секторе.

«Женщины в ядерной сфере»

ЖЯС, некоммерческая организация, насчитывающая 35 000 членов в 109 странах, выступает за расширение роли женщин в ядерной науке и технологии, а также за повышение информированности о важности гендерного баланса в областях, традиционно считавшихся «мужскими». Она также способствует тому, чтобы женщины выбирали эту область работы.

«Несмотря на то, что доля женщин, занимающих старшие технические должности, растет во всех отраслях ядерной науки и технологии, женщины все равно представлены недостаточно широко, — говорит Габриель Фойгт, президент ЖЯС, ранее занимавшая должности руководителя ядерных установок и лабораторий в Германии и МАГАТЭ».

«Проблема заключается еще и в том, что среднее и высшее образование в области науки, технологии, техники и математики получает слишком мало девушек, — отмечает она. — Другая причина — повсеместный “стеклянный потолок” и предрассудки, сознательные или нет, которые трудно устранить в работе».

ЖЯС помогает изменить это, с раннего возраста знакомя девочек с темами, имеющими отношение к ядерной отрасли, создавая для женщин сеть прочных партнерских отношений и демонстрируя следующему поколению примеры для подражания. В некоторых странах, в том числе и с помощью МАГАТЭ, организуется преподавание ядерной науки для учащихся старших классов, в особенности для старшеклассниц.

«Знакомство девочек в раннем возрасте с наукой, в особенности с ядерной, — это лучший способ увеличить долю женщин-ученых в этой области, — говорит Майка Пачеко, руководитель региональных научных программ в министерстве образования Филиппин, под чьим руководством в нескольких школах в районе Манилы были добавлены учебные программы по ядерной науке и технологии. — Атом — это увлекательно, пусть девочки сами это узнают!».

Прогресс МАГАТЭ в деле обеспечения гендерного паритета

В конце 2017 года доля женщин, работающих в МАГАТЭ в категории специалистов и выше, составила 29%, по сравнению с 22,5% декадой ранее. По словам Генерального директора Юкия Аmano, ему хотелось бы, чтобы гендерный паритет в большинстве руководящих должностей был достигнут к 2021 году.

«Агентство предприняло ряд конкретных шагов по расширению представленности женщин в Секретариате путем применения целенаправленного набора персонала и проведения мероприятий по повышению осведомленности, и мы уже увидели, что представленность женщин в Секретариате улучшилась, — говорит заместитель Генерального директора, руководитель Департамента управления МАГАТЭ Мэри Элис Хейворд. — Но мы понимаем, что не все проблемы решены. Для достижения гендерного равенства в трудовом коллективе нужно не просто улучшить статистику, но и сделать так, чтобы женщины хотели работать в МАГАТЭ».

А для этого требуется сформировать для сотрудников благоприятную среду (например, гибкий рабочий график), которая позволит им сочетать свои рабочие и семейные обязанности, а также проводить специальные информационно-просветительские кампании, рассказывая молодым женщинам о преимуществах работы в МАГАТЭ.

Успешным примером достижения гендерного паритета среди старших сотрудников служит Отдел информационных технологий МАГАТЭ. Несмотря на то, что раньше в этой области работали в основном мужчины, благодаря активной кампании и стратегии поиска кадровых ресурсов удалось найти многих квалифицированных кандидатов-женщин.

«В Бюро по правовым вопросам большинство сотрудников категории специалистов — женщины».

«У нас не только директор — женщина, но и два из трех начальников секций, то есть 75% всех старших сотрудников, — говорит директор Пери Линн Джонсон. — Кроме того, у нас 11 юристов — женщины и 10 — мужчины, и мы стараемся обеспечивать паритет среди практикантов».

Как преодолеть парадокс инноваций, и чем может помочь МАГАТЭ

Беседа со старшим экономистом Всемирного банка по вопросам справедливого роста

Александра Пеева



Новые технологии потенциально могут ускорить развитие страны, однако в исследовании Всемирного банка за 2017 год говорится, что многие развивающиеся страны относительно мало инвестируют в реализацию этого технологического потенциала.

Почему?

*Чтобы найти ответ на этот вопрос, мы побеседовали с Уильямом Малони, старшим экономистом Группы Всемирного банка по справедливому росту, финансам и институтам, соавтором книги *The Innovation Paradox: Developing-Country Capabilities and the Unrealized Promise of Technological Catch-Up* («Парадокс инноваций: возможности развивающихся стран и несбывшееся обещание технологического рывка»). Малони рассказал нам о своем взгляде на парадокс инноваций и о том, как МАГАТЭ может помочь странам максимально задействовать свой технологический потенциал.*

Вопрос (В): Как показывают результаты вашего последнего исследования, развивающиеся страны упускают огромную возможность, недостаточно инвестируя в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР). Как вам кажется, почему так происходит и как это можно изменить?

Ответ (О): Бытует ошибочное мнение, будто инновации — это поток прекрасных идей, хотя на самом деле — это накопление знаний. Также важно отметить, что развивающиеся страны могут использовать не только новейшие технологии, но и существующие освоенные технологии, например, некоторые ядерные методы, экспериментируя с ними и получая огромные преимущества.

Вместе с тем, многие факторы могут мешать инвестирующим в технологии странам и фирмам получать ожидаемые результаты. В исследовании парадокса инноваций мы предложили два объяснения, почему технологии используются недостаточно широко.

Первое — отсутствие дополнительных производственных факторов, которые необходимы для инноваций. Сюда относится отсутствие доступа к квалифицированным кадрам, необходимому оборудованию, финансированию или, как мы особенно подчеркиваем, к управленческому потенциалу. Это крайне важно, потому что если руководители не способны организовать работу своего цеха или разработать план долгосрочного развития, они зачастую также не способны определить и реализовать новые технологии или вести НИОКР.

Второе — это информация. Люди, правительства и организации не знают, чего они не знают. Когда независимый эксперт анализирует деятельность той или иной компании и предлагает план по ее улучшению, зачастую компания не пользуется одним из главных ресурсов: программами по повышению квалификации руководящих кадров. Доказано, что эти программы имеют огромное влияние на производительность и инновации. Одна из причин этого заключается в том, что зачастую компании значительно переоценивают качество своего управления и технологические возможности

по сравнению с лучшими компаниями и из-за этого не понимают, насколько велик потенциал для улучшений.

В: Ваше исследование показало, что в развивающихся странах власти и частный сектор должны работать в тандеме над инициативами в сфере НИОКР, чтобы преуспеть. Какую роль могут играть в этом международные организации, такие как Всемирный банк и МАГАТЭ?

О: Чем дальше мы отходим от технологической передовой, тем сложнее становятся проблемы. Развивающиеся страны зачастую страдают одновременно от слабой системы образования, неэффективных финансовых рынков и плохого бизнес-климата, и при этом правительство часто тоже работает не очень хорошо. Это означает, что многие развивающиеся страны могут оказаться в ловушке, когда у них нет возможности исправить то, что нужно, чтобы начать использовать технологии и расти с их помощью.

Мы часто видим, как бизнес-модели переносятся из развитых стран в развивающиеся. Однако эти бизнес-модели сплошь и рядом не дают результатов, потому что в развивающихся странах существуют другие ограничения, а стимулирующие факторы этих моделей создавались с учетом других условий. Так, в развитой стране могут быть низкие темпы развития инноваций из-за проблем со стандартами, например, если компании не могут в полной мере воспользоваться плодами своего новаторства. Поэтому будет уделяться много внимания системам патентования, НИИ, налоговым послаблениям или субсидиям на НИОКР. А в развивающихся странах может не быть компаний, способных осуществить научно-исследовательский проект, или человеческого капитала для его проведения, что означает, что там необходимо сначала сосредоточиться на этих областях.

Такие международные организации, как Всемирный банк и МАГАТЭ, могут помогать правительствам, определять ключевые барьеры для инноваций и внедрения технологий, а также содействовать разработке

надлежащих политических решений для решения этих проблем. Со временем это приведет к созданию в развивающихся странах более сложных инновационных структур.

В: МАГАТЭ не является организацией-донором; мы специализируемся на передаче государствам-членам — в особенности развивающимся странам — знаний и технологий, жизненно важных для устойчивого развития в долгосрочной перспективе. Как в этой связи МАГАТЭ может наилучшим образом помочь странам преодолеть парадокс инноваций?

О: Передача технологий — это ключевой компонент роста, и для того, чтобы ему способствовать, необходимо решать вопросы, которые я уже упоминал ранее: предоставление информации и наращивание потенциала. Просто предоставить технику недостаточно: нужно обеспечить наличие дополнительных факторов, например квалифицированного человеческого капитала. МАГАТЭ обладает техническим ноу-хау и экспертами с соответствующей научной подготовкой и может учить людей определять возможности для передачи технологий и развивать потенциал для этого. Это крайне важно для многих развивающихся стран со слабым человеческим капиталом, потому что если нет инженеров и ученых, способных определить, где и как применять ту или иную технологию, то не будет передачи идей, даже если в этой стране сформированы относительно хорошие условия ведения бизнеса.

Налаживание связей с зарубежными учреждениями может облегчить поток информации и помочь странам лучше понимать существующие технологии. Это еще одна важная область, в которой МАГАТЭ может помогать правительствам.

Ядерная наука и технологии: на пути к осуществлению в Малайзии Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года

Мохд Абдул Вахаб Юсуф

В Малайзии ядерная деятельность началась в 1897 году, когда в больнице городе Тайпинг (штат Перак) появился рентген. Это скромное начало стало отправной точкой для развития ядерных технологий в Малайзии, в ходе которого в 1973 году был учрежден центр ядерных исследований PUSPATI (позднее — агентство «Нуклеар Малайзия»). Более активная и динамичная деятельность в этой области началась в 1982 году, когда был введен в эксплуатацию наш первый исследовательский реактор TRIGA PUSPATI.

Использование ядерных технологий в мирных целях оказывает положительное воздействие на социально-экономическое развитие страны, способствуя повышению качества жизни, социального благополучия и росту внутреннего валового продукта (ВВП). Используя в качестве основы ранее проведенное исследование, в настоящее время мы пытаемся рассчитать, какой вклад ядерные технологии вносят в ВВП страны и экономический рост.

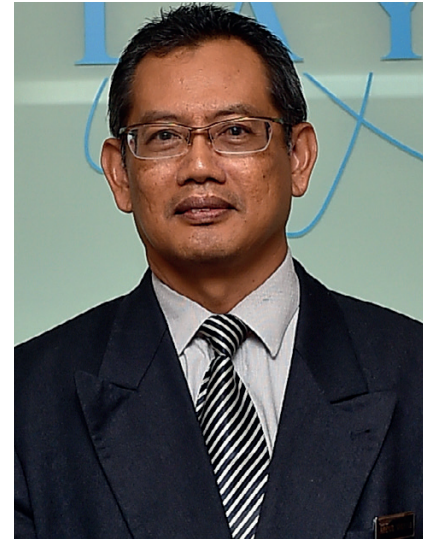
Малайзия стремится к тому, чтобы трансформировать и модернизировать пищевую промышленность и сельское хозяйство, сделав их высокоприбыльными и устойчивыми отраслями. Усилия в этой области будут включать в себя обеспечение продовольственной безопасности, повышение производительности и борьбу с воздействием изменения климата на устойчивость практик ведения сельского хозяйства. Мы рассматриваем возможности использования методов точного земледелия для управления различными факторами, такими как погодные условия, состояние почв и температура, и реагирования на них. С помощью ядерных методов был выведен новый сорт риса NMR152, который способен смягчать воздействие изменения климата благодаря тому, что он лучше переносит периоды засухи и наводнения. Дальнейшему развитию климатически оптимизированного сельского хозяйства может способствовать гамма-теплица — единственный в Юго-Восточной Азии объект, на котором возможно проведение систематической работы в области мутагенеза.

Применение ядерных технологий в промышленных испытаниях также повышает конкурентоспособность обрабатывающей промышленности Малайзии, благодаря созданию для страны отдельной экспортной ниши в Юго-Восточной Азии, в рамках которой Малайзия оказывает производителям из соседних стран услуги по проведению неразрушающих испытаний. Аналогичным образом в области радиационной обработки было создано множество новых материалов и композитов с желаемыми характеристиками для производства, среди прочего, медицинских изделий, кабелей и биоразлагаемых пластиков. В настоящее время «Нуклеар

Малайзия» сотрудничает с автопроизводителем PROTON в области изготовления и тестирования изоляционного материала для кабелей, при производстве которого используется радиационное излучение и который может выдерживать высокие температуры, что повышает безопасность автомобиля. Назначение «Нуклеар Малайзия» в качестве центра сотрудничества МАГАТЭ в области неразрушающих испытаний и радиационной обработки является признанием достижений Малайзии в этих сферах, а также свидетельством тесного и значимого сотрудничества Малайзии и МАГАТЭ в проведении различных видов деятельности в регионе, включая исследования, разработки и обучение.

Малайзия, как и прежде, привержена обеспечению всеобщего доступа к качественному здравоохранению путем укрепления усилий, направленных на повышение качества медицинских услуг, в частности в тех областях, где излучение используется в медицинских целях, таких как радиология, радиотерапия и ядерная медицина. Мы намерены продолжать продвижение использования излучения в медицине и повышение его качества в интересах обеспечения социального благополучия. Ядерные методы крайне важны для раннего обнаружения, диагностики и лечения рака и ухода за раковыми больными. Область радиационной медицины в Малайзии существенно расширилась с XIX века, и основным достижением в ходе этого процесса стало учреждение в 2006 году первого центра, располагающего циклотроном и позитронно-эмиссионной томографией/компьютерной томографией (ПЭТ/КТ). Это стало первым шагом на пути создания Национального института рака. В настоящее время более 20 больниц в Малайзии используют ядерные технологии для диагностики и лечения.

Для того чтобы не отставать от других стран в использовании ядерных технологий, Малайзии необходимо следить за тенденциями в этой области, в частности связанными с «Индустрией 4.0», интернетом вещей, а также национальными и международными



Мохд Абдул Вахаб Юсуф,
генеральный директор,
Малазийского ядерного агентства

повестками дня, такими как Повестка дня на период до 2030 года и цели в области устойчивого развития. Концепция устойчивого развития является основой подхода Малайзии к деятельности в этой сфере с 1970-х годов. При этом основное внимание уделяется искоренению нищеты, повышению уровня благосостояния населения, обеспечению всеобщего доступа к образованию и заботе об окружающей среде. С точки зрения Малайзии Повестка дня на период до 2030 года является отражением Новой экономической модели и 11-го плана развития Малайзии.

Итак, чего нам следует ожидать? В будущем расширится связь между ядерными и другими технологиями. Я убежден, что ядерные технологии продолжают развиваться, в частности посредством взаимодействия с новыми технологиями, такими как нанотехнологии, биотехнологии и информационно-коммуникационные технологии. Для нас это важно, особенно в контексте решения таких задач, как получение технологий. Эта работа со временем может приобрести более существенные масштабы и

способствовать обеспечению развития и экономической конкурентоспособности, а также превращению Малайзии в полностью индустриально развитую страну с высоким уровнем дохода.

В рамках подготовки к противодействию будущим вызовам необходимо активизировать процесс локализации технологий и разработки собственных технологий, чтобы будущие продукты и услуги были адаптированы к текущим потребностям. Несомненно, ядерная наука и технологии способствуют социально-экономическому развитию страны путем создания рабочих мест и возможностей для нового бизнеса, ускорения развития человеческого капитала и повышения качества медицинских услуг. Кроме того, благодаря ядерной науке Малайзия знакомится с новейшими технологиями, что способствует повышению качества продуктов и услуг, расширению терапевтических и диагностических возможностей в медицине, а также появлению в сельском хозяйстве способов создания новых и более эффективных культурных сортов.



Малайзийские ученые используют ядерные методы для создания новых сортов растений, обладающих желаемыми свойствами, такими как устойчивость к влажности и большая урожайность.

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

Ядерные технологии сегодня и в будущем для удовлетворения потребностей меняющегося мира

Алду Малавази, заместитель Генерального директора и руководитель Департамента ядерных наук и применений МАГАТЭ

Действие ядерной науки и технологий не всегда можно увидеть невооруженным взглядом. Однако их влияние очевидно во многих областях жизни. Они способствуют укреплению продовольственной безопасности, помогая фермерам выращивать больше еды, экономить воду и сдерживать размножение насекомых-вредителей. Их используют врачи и другие медицинские работники для ухода за пациентами и спасения жизней. К числу других применений относится обеспечение безопасности таких продуктов, как автомобильные шины и самолеты, а также удаление загрязнения из окружающей среды и сохранение культурных артефактов.

Но мир меняется, а вместе с ним меняются и вызовы в области развития, требуя использования новых инструментов и методов. Удовлетворение этих потребностей является задачей ядерного научного сообщества, в том числе МАГАТЭ.

По всему миру исследователи работают со специалистами МАГАТЭ и в лабораториях МАГАТЭ, применяя ядерные и изотопные методы для борьбы с новыми глобальными вызовами, такими как изменение климата, необходимость удовлетворения растущих потребностей в пище и медицинском обслуживании в связи с ростом численности населения мира и поддержка расширения индустриализации в целях развития.

В ядерной науке уже ведется инновационная работа в таких областях, как борьба с насекомыми-вредителями, например комарами — переносчиками заболеваний, с помощью метода стерильных насекомых, и создание новых сортов растений, которые приспособлены к новым климатическим условиям и при этом отличаются высокой урожайностью. Ученые также занимаются проблемой растущего загрязнения пластмассовыми отходами и попадания частиц пластика в нашу пищевую цепь из океана. Ведется разработка новых методов мониторинга таких смертельно опасных заболеваний и вирусов, как Эбола, и создание новых облученных вакцин для помощи людям и животным.

По мере развития ядерных технологий ученые находят новые способы более точного и эффективного использования излучения для диагностики и лечения заболеваний, таких как рак, спасая пациентов и повышая их качество жизни. Кроме того, ядерные технологии начинают проникать в новые области медицины, например в нейробиологию, а молекулярная визуализация — использоваться для ранней диагностики таких заболеваний, как болезнь Альцгеймера.

Движущей силой этих перспективных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ является МАГАТЭ. Мандат МАГАТЭ «Атом для мира и развития» отражает широкий охват и возможности ядерной науки и технологий в содействии благополучию человека и устойчивому развитию. МАГАТЭ обеспечивает платформу для научного сотрудничества, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также обучения в широком спектре областей, связанных с развитием, включая продовольствие и сельское хозяйство, охрану окружающей среды, управление водными ресурсами, промышленное развитие и здоровье человека.

Преимущества, предоставляемые ядерной наукой и технологиями, распространяются по всем уголкам мира благодаря программе технического сотрудничества МАГАТЭ и деятельности в области координированных исследований, которая ежегодно затрагивает более 145 стран, при поддержке 12 специализированных лабораторий МАГАТЭ в Австрии и Монако.

Для того чтобы ядерные технологии соответствовали целям глобального развития, в нескольких лабораториях МАГАТЭ проводится полная модернизация, благодаря которой они должны сохранить гибкость и способность быстро решать новые и неотложные задачи по всему миру. Дальнейшему совершенствованию ядерных методов, критически важных для борьбы с насекомыми-вредителями, которые уничтожают посевы, причиняют вред домашнему скоту и человеку, будет способствовать новая Лаборатория борьбы с насекомыми-вредителями, открытие которой состоялось в 2018 году. В модульной лаборатории с изменяемой планировкой, введенной в эксплуатацию в ноябре 2018 года, располагаются еще три лаборатории, которые занимаются применением новейших ядерных методов в следующих областях: повышение продуктивности животноводства и улучшение здоровья животных, включая борьбу с зоонозными заболеваниями, такими как вирусы Эбола и Зика; защита пищевых продуктов и окружающей



среды, включая использование криминалистических методов для отслеживания происхождения продуктов в целях борьбы с контрафактными продовольственными товарами; и рациональное использование почв и воды, а также питание растений в целях сохранения ценных ресурсов в сельскохозяйственном производстве. Кроме того, ведется строительство бункера для дозиметрических целей, в котором будет располагаться новый линейный ускоритель. Ожидается, что линейный ускоритель будет введен в эксплуатацию в 2019 году. Он будет предоставлять услуги в области дозиметрии, помогая больницам безопасно калибровать и использовать излучение для лечения пациентов.

Партнерства МАГАТЭ также способствуют распространению ядерной науки и технологий. Одним из множества таких партнерств является уникальный объединенный отдел, учрежденный совместно с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций в 1964 году. Также к их числу относится официальное партнерство между МАГАТЭ и Всемирной организацией здравоохранения, начало которому было положено в 1976 году. Сегодня при Лабораториях окружающей среды МАГАТЭ в Монако действует Международный координационный центр по проблеме подкисления океана. Также в 1995 году была

учреждена всемирная лабораторная сеть АЛМЕРА, задача которой заключается в содействии работе по измерению радиоактивности окружающей среды в случае аварийного или преднамеренного выброса радиоактивности.

Партнерства МАГАТЭ также включают в себя 31 центр сотрудничества по всему миру (см. вставку). Эти центры работают совместно с МАГАТЭ в целях проведения исследований и организации обучения в области ядерной науки, что позволяет обеспечивать эффективный обмен ресурсами, знаниями и опытом между учеными и МАГАТЭ. Сеть будет расти по мере развития сотрудничества между странами и МАГАТЭ и назначения новых центров сотрудничества.

Поддержка МАГАТЭ и его уникальная глобальная сеть лабораторий, центров сотрудничества и партнерств помогают двигаться вперед. Поскольку характер потребностей стран в области развития продолжает меняться, МАГАТЭ будет помогать им получать доступ к возможностям мирного использования атомной энергии в целях мира и развития, а также связанные с этим преимущества. Благодаря реализуемым инициативам и технологическим достижениям, уникальные инструменты, предоставляемые нам атомной энергией, будут продолжать вносить вклад в обеспечение благополучия человечества в будущем.

Установление связей между учеными по всему миру

Центры сотрудничества МАГАТЭ формируют сеть, которая охватывает все континенты: от Африки, Азии и Австралии до Европы, Ближнего Востока и Северной и Южной Америки. Центр сотрудничества — это научное учреждение или организация, которая обладает уникальными возможностями и навыками в определенной области, связанной с ядерными технологиями, например в области облучения пищевых продуктов, измерения радиоактивности окружающей среды, изучения воздействия излучения на здоровье, проведения неразрушающих испытаний или управления водными ресурсами.

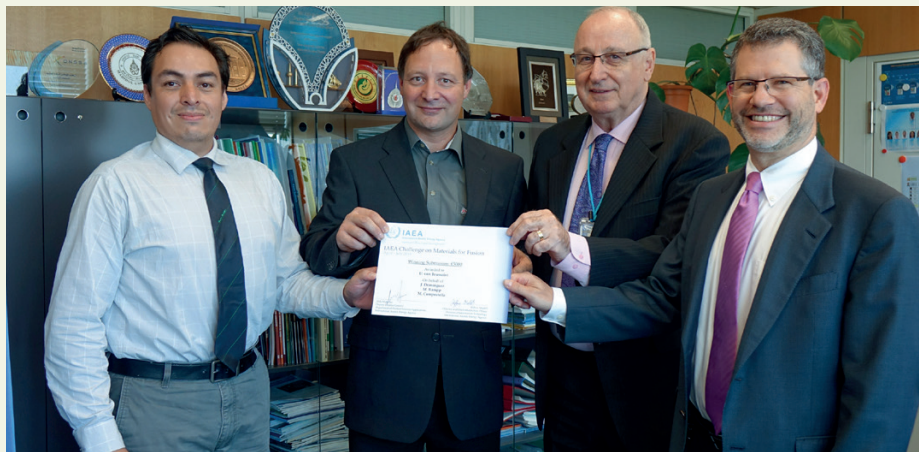
Центры отбираются с учетом их возможностей, потенциала и готовности вносить непосредственный вклад в конкретные проекты и деятельность МАГАТЭ. Они работают с МАГАТЭ по совместно согласованному плану в целях поддержки и активизации использования ядерной науки и технологий по всему миру. Такое сотрудничество ориентировано на поощрение оригинальных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также на оказание содействия ученым в обмене знаниями, ресурсами и опытом, подготовке справочных материалов, валидации методов и организации обучения. Такая деятельность, в свою очередь, помогает как странам, в которых есть центры, так и странам, в которых их нет, получить доступ к научной поддержке при реализации своих целей в области развития и решении задач, предусмотренных целями Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития (ЦУР).

«С помощью сети центров сотрудничества государства-члены могут оказывать содействие МАГАТЭ в проведении оригинальных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и организации обучения в области соответствующих ядерных технологий. Это способствует проведению научных исследований и сотрудничеству между государствами-членами, делая центры сотрудничества одним из основных механизмов взаимодействия, имеющихся у МАГАТЭ», — отмечает Саша Дамьянац, руководитель Секции исследовательских контрактов МАГАТЭ.

По состоянию на 2018 год в мире действовал 31 центр сотрудничества. При этом в нескольких странах обсуждается вопрос об учреждении новых центров.

— Сара Кине

Объявлены победители краудсорсингового конкурса МАГАТЭ по материалам для термоядерного синтеза



В октябре 2018 года группа из четырех ученых из Института физики плазмы Макса Планка и Вычислительного центра Макса Планка в Гархинге (Германия) выиграла краудсорсинговый конкурс МАГАТЭ по визуализации, анализу и моделированию материалов для строительства термоядерных реакторов.

Термоядерный синтез — ядерная реакция, которая питает энергией солнце, — может в конечном итоге стать практически неиссякаемым источником дешевой и экологически чистой, безуглеродной энергии, где в качестве топлива будут использоваться получаемые из воды и лития изотопы водорода. Однако, чтобы сделать получение энергии с помощью термоядерного синтеза возможным в коммерческих масштабах, нужно решить ряд сложных технологических проблем, таких как защита стенок и других компонентов корпуса реактора от воздействия экстремально высоких температур и высокоэнергетических частиц.

Четырнадцать групп исследователей из десяти стран провели моделирование повреждения стенок реактора высокоэнергетическими нейтронами, высвобождающимися в результате термоядерной реакции, и представили новаторский анализ полученных результатов. Критериями оценки представленных результатов была их научная ценность, новизна самого алгоритма или его использования в области материаловедения, а также полезность визуализации и ее предполагаемое воздействие.

«Некоторые из представленных материалов были исключительными: как будто на футбольный матч районного первенства приехала

команда — чемпион мира», — отмечает Сергей Дударев, руководитель Программы по материаловедению Управления по атомной энергии Соединенного Королевства и один из инициаторов конкурса.

Члены победившей команды — Удо фон Туссен, Хавьер Домингес, Маркус Рампп и Микеле Компостелла — впервые использовали существующий метод из сферы машинного обучения и науки о данных для идентификации и классификации структур дефектов в моделируемых поврежденных кристаллах.

«Это решение представляет собой новый и эффективный способ автоматической классификации дефектных структур, что позволяет определить в количественных показателях общие факторы и различия между материалами, — отмечает Арьян Конинг, руководитель Секции ядерных данных МАГАТЭ. — В контексте изучения материалов для изготовления вакуумной камеры термоядерного реактора, подобного ИТЭР, этот способ позволяет эффективно измерить, классифицировать и визуализировать ущерб, нанесенный конкретному материалу высокоэнергетическими нейтронами, которые высвобождаются в термоядерном реакторе. Поиск подходящего материала для первой стенки корпуса реактора — это очень важный шаг на пути к сооружению жизнеспособного термоядерного реактора».

По сравнению с существующими методами этот подход обладает рядом преимуществ, включая следующие:

- возможно автоматическое выявление и классификация новых или неожиданных видов дефектов;
- в его основе лежит комбинация надежных и ясных алгоритмов, используемых в науке о данных;
- можно различать настоящие дефекты и небольшие, временные деформации, вызванные перемещением атомов под воздействием температуры;
- этот метод можно применять достаточно быстро в ходе нарастания моделируемого повреждения с течением времени, что позволяет лучше понять, как дефекты формируются, сочетаются между собой и в некоторых случаях в итоге исчезают, когда атомы возвращаются на свое первоначальное место в кристаллической решетке.

Вплоть до недавнего времени выявление и классификация дефектов требовали очень много усилий и времени и поэтому в основном проводились только в конце молекулярного моделирования. Но новый алгоритм может применяться на каждом этапе моделирования кристаллических дефектов, что может стать источником новых данных о том, когда определенные виды дефектов возникают и когда они исчезают. Это дает гораздо больше информации о системе, которая до настоящего момента была фактически недоступна, а также позволяет отличать те виды дефектов, которые, скорее всего, станут постоянными, от временных дефектов.

«Мы надеемся, что наш подход позволит существенно ускорить имитационный анализ моделирования молекулярной динамики, — говорит Туссен. — Вычислительные мощности растут, а возможности для выполнения операций вручную ограничены. Передача тех или иных задач от человека компьютеру способствует ускорению научного прогресса».

Он добавил, что код будет предоставлен победителями любой заинтересованной стороне на безвозмездной основе и на условиях открытого исходного кода. Код может использоваться другими учреждениями и экспертами — в основном в области материаловедения — для анализа результатов проводимого ими моделирования, в частности связанного с радиационным повреждением твердых веществ.

Конинг отметил, что МАГАТЭ планирует развивать успех этого конкурса и разработать приложение распределенной обработки, которое смогут загружать добровольцы для проведения моделирования

ущерба, наносимого материалам для термоядерного синтеза. Теоретически это может существенно ускорить анализ новых материалов, которые потенциально могут использоваться для строительства термоядерных

реакторов, а также способствовать дальнейшему расширению понимания поведения таких материалов в экстремальных условиях.

— *Кристиан Хилл и Александра Пеева*

Курсы электронного обучения МАГАТЭ по нейтронной активации помогают ученым из 40 стран



Нейтронная активация — это признанный метод определения состава и происхождения материала. Он может использоваться для решения самых разных задач: от раскрытия архивных уголовных дел до установления причины исчезновения пляжа на Ямайке или оценки качества воздуха в спортзале. Разработанный МАГАТЭ инструмент электронного обучения сегодня помогает исследователям из более чем 40 стран применять этот метод.

Нейтронно-активационный анализ — это один из типичных видов анализа, который проводится примерно на половине из 238 действующих исследовательских реакторов по всему миру, а также на некоторых источниках нейтронов, получаемых на ускорителях. Этот высокочувствительный метод позволяет определить концентрацию, составляющую один атом на миллион, без изменения или разрушения материала. Благодаря своей точности он превосходит другие аналитические методы и особенно полезен для массового анализа и изучения материалов, которые являются уникальными и которые нельзя повреждать.

Этот метод предполагает облучение стабильных атомов нейтронами и последующее измерение распада, или радиации, элементов в образце. Ученые используют его для определения химической сигнатуры, среди прочего, пластиков, металлов, стекла, частиц почвы и воздуха.

«К числу основных сфер применения этого метода сегодня относятся науки об окружающей среде, археология, охрана культурного наследия и даже криминалистика, — говорит Нуну Песоа Баррадаш, специалист МАГАТЭ по исследовательским реакторам. — Однако исследователи из этих областей не всегда хорошо знакомы с ядерной физикой и поэтому не всегда в состоянии использовать весь потенциал таких методов».

Информационная работа

В целях устранения этого пробела в знаниях и удовлетворения растущего спроса МАГАТЭ через проект технического сотрудничества «Сетевое взаимодействие программ ядерного образования, подготовки кадров и информационно-просветительской работы в области ядерной науки и технологий» разработало курс электронного обучения, посвященный нейтронно-активационному анализу. Этот онлайн-учебный курс был запущен в 2017 году. Он рассчитан как на новичков, так и на специалистов высокого уровня.

В октябре 2018 года показатели участия в нем достигли знаковой отметки: менее чем за год для его прохождения зарегистрировались представители 40 из 52 стран, где эксплуатируются исследовательские реакторы. Несколько учреждений используют этот инструмент для обучения своих сотрудников и студентов, в том числе на университетском уровне.

«У нас часто меняется кадровый состав, и обучение новых сотрудников требует довольно много времени, особенно в такой высокоспециализированной отрасли, — отмечает Каталин Гмелинг, сотрудник венгерского Центра энергетических исследований. — Материалы электронного курса — это отличная подборка информации, позволяющая обучать новичков и освежать знания старших сотрудников».

Нейтронно-активационный анализ был открыт в 1935 году химиком венгерского происхождения Георгом де Хевеши и немецко-датским физиком Хильдой Леви. Изначально он использовался для измерения массы редкоземельных элементов.

В последние несколько десятилетий этот метод начал использоваться и для других целей, включая сбор дополнительных доказательств по архивным уголовным делам. В 2013 году была опровергнута теория о том, что датский астроном Тихо Браге умер от отравления ртутью. Для этого был проведен нейтронно-активационный анализ образца его бороды. Основным подозреваемым в убийстве был его помощник, математик и астроном, открывший законы движения планет, Иоганн Кеплер, к которому перешли ценные записи Тихо Браге.

Что касается более недавнего прошлого, то после того, как с пляжа «Корал Спрингс» на Ямайке были украдены примерно пятьсот грузовиков песка, местные власти обратились в Международный центр экологических и ядерных наук, в котором был проведен нейтронно-активационный анализ образцов песка с тех пляжей, куда предположительно был вывезен украденный песок. Это позволило получить дополнительные доказательства по делу.

Сегодня нейтронно-активационный анализ также используется для исследования и тестирования качества воздуха в помещениях (например, в школах и фитнес-центрах), что помогает определить количество и происхождение загрязнителей в воздухе.

Обзор электронного инструмента обучения по тематике нейтронно-активационного анализа был проведен на семинаре-практикуме в Центральных учреждениях МАГАТЭ в Вене в сентябре 2018 года.

«Предполагается, что этот инструмент станет “живой книгой”, которая будет постоянно обновляться и расширяться по мере развития этой области, появления различных лабораторных протоколов

и сфер исследования», — говорит Баррадаш. Планируется, что первый пересмотр учебного курса будет проведен в начале 2019 год.

— Лусиана Виегас

Египет и Сенегал получили детекторы гамма-излучения для борьбы с эрозией почв



Специалисты из Египта и Сенегала смогут более эффективно бороться с эрозией почв благодаря двум детекторам для гамма-спектрометрии, которые были поставлены в ноябре 2018 года в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ. Детекторы будут использоваться для оценки эрозии почв в тех регионах, где происходит наиболее сильная деградация земель. Это явление создает угрозу для сельского хозяйства во многих регионах мира, включая засушливые и полусухие районы в Африке.

От сильной деградации земель страдает как Египет, так и Сенегал: например, по данным недавних исследований за последние 35 лет в большей части северо-восточной дельты Нила в Египте продуктивность почвы снизилась более чем на 45%. Деградация земель является результатом действия нескольких факторов, включая чрезмерную эксплуатацию земель, нерациональные практики ведения сельского хозяйства и экстремальные погодные явления, которые в последние несколько десятилетий случаются все чаще.

Эрозия почв — это один из основных видов деградации земель, вызываемый как человеческим фактором, так и факторами окружающей среды. В результате плодородный пахотный слой может быть полностью утрачен, а подверженные этому явлению земли — стать непригодными для земледелия.

Сельское хозяйство — это важный сектор экономики большинства африканских стран: в Египте на него приходится приблизительно 12% валового внутреннего продукта (ВВП), а в Сенегале — 17% ВВП. Существенной

частью этого сектора является низкочастотное натуральное хозяйство, которое ведется семьями. Оно обеспечивает большую долю рабочих мест и средства к существованию для самих фермеров и их семей. Поскольку такой вид сельского хозяйства, как правило, распространен на засушливых и полусухих землях, обладающих ограниченным сельскохозяйственным потенциалом, например в районах неорошаемого земледелия и в горах, для него особенно характерна эрозия почв. Уже более 20 лет МАГАТЭ совместно с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) помогает странам бороться с деградацией земель, содействуя использованию изотопных методов для оценки эрозии почв.

Для определения степени эрозии и седиментации почвы в качестве индикаторов активно используются радионуклиды, содержащиеся в выпадениях, такие как цезий-137 (Cs-137). Этот радионуклид присутствует в атмосфере, откуда он выпадает на землю вместе с осадками и накапливается в верхнем слое почвы. Когда происходит эрозия, верхний слой почвы вымывается, о чем свидетельствует снижение концентрации Cs-137. При этом в случае прекращения эрозии наблюдается повышение уровня Cs-137.

«По сравнению с традиционными методами, оценка уровня эрозии с помощью Cs-137 имеет множество преимуществ», — говорит Эмил Фулайтар, почвовед из Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным

методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях. Этот метод позволяет получить данные о долгосрочных средних темпах эрозии, тогда как традиционные методы дают в основном краткосрочные данные. Благодаря использованию этого ядерного метода исчезает потребность в долгосрочных и ресурсоемких программах мониторинга, так как перераспределение почвы можно оценить с помощью одной кампании по отбору проб. Также этот метод помогает определить пространственное распределение эрозии. Эти данные важны для программ сохранения почв, направленных на обеспечение устойчивого землепользования и, соответственно, продовольственную безопасность.

Предоставление гамма-спектрометров, которые используются для измерения концентрации Cs-137, является частью реализуемой в настоящее время инициативы Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ, направленной на оказание помощи африканским странам в расширении их возможностей по контролю эрозии почв. Также в рамках этой инициативы ученые проходят обучение методу измерения Cs-137 и ведется работа по наращиванию потенциала в области использования гамма-спектрометрии по всему континенту. Были поставлены еще три настольных детектора гамма-излучения (для Мадагаскара, Алжира и Зимбабве) и три переносных детектора (для Марокко, Туниса и Мадагаскара).

«Мы собираемся использовать детекторы гамма-излучения для характеристики осадков в реке Нил, чтобы отслеживать происхождение загрязнения из разных источников, таких как сброс стоков расположенными на берегу промышленными и сельскохозяйственными предприятиями», — говорит Мохамед Кассаб, лектор Центра ядерных исследований Управления по атомной энергии Египта. — Мы также планируем помогать другим африканским странам в создании потенциала в области измерения гамма-излучения и оказания аналитических услуг».

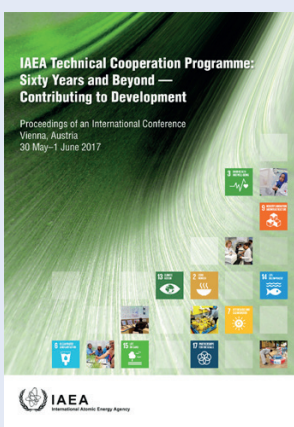
— Мэтт Фишер



«Radiotherapy in Cancer Care: Facing the Global Challenge» («Лучевая терапия для лечения рака: ответ на глобальный вызов»)

Данная публикация содержит всесторонний обзор основных тем и вопросов, которые необходимо принимать во внимание при выработке стратегии борьбы с нехваткой ресурсов для лучевой терапии во всем мире, в частности в странах с низким и средним уровнем дохода. Лучевая терапия признана одним из важнейших средств лечения и паллиативной терапии рака. В настоящее время во многих странах лучевая терапия малодоступна, а в некоторых — отсутствует вовсе. Из-за отсутствия технической базы лучевой терапии усугубляется бремя болезни и сохраняется неравенство в области здравоохранения между государствами. Ликвидация этого разрыва будет способствовать решению глобальной проблемы справедливости в сфере здравоохранения. Публикация содержит материалы, подготовленные ведущими специалистами в данной области; она дает представление об имеющихся в мире достижениях и проблемах, связанных с использованием лучевой терапии в качестве метода лечения рака. Отдельные главы посвящены протонной терапии, лучевой терапии ионами углерода, интраоперационной лучевой терапии, лучевой терапии детей, терапии злокачественных новообразований, связанных с ВИЧ/СПИДом, а также вопросам ценообразования и менеджмента качества.

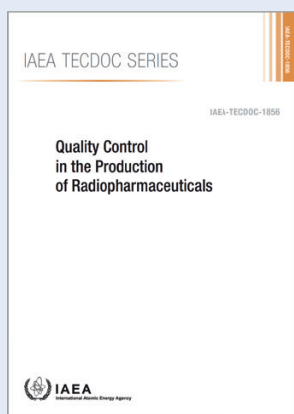
Non-serial Publications; ISBN: 978-92-0-115013-4; на английском языке; 62,00 евро; 2017 год
www-pub.iaea.org/books/iaeaabooks/10627/Radiotherapy-in-Cancer-Care



«IAEA Technical Cooperation Programme: Sixty Years and Beyond — Contributing to Development» («Программа технического сотрудничества МАГАТЭ: 60 лет и последующий период — содействие развитию»)

В данной публикации подробно описывается, как программа технического сотрудничества МАГАТЭ на протяжении шести десятилетий помогала создавать национальную ядерную инфраструктуру и потенциал в государствах-членах, содействуя достижению ими национальных приоритетов в области развития. В публикации также приведены примеры успешного партнерства и рассматривается будущее применение соответствующих подходов и конкретных мер, которые помогут странам максимально использовать ядерную науку и технологии в их усилиях по достижению целей в области развития, в том числе целевых показателей устойчивого развития. Среди основных освещаемых тематических областей — применение ядерной науки и технологий в области здоровья человека и питания, продовольствия и сельского хозяйства, водных ресурсов и окружающей среды, радиационных технологий, энергии и безопасности. Рассмотрены общие вопросы регионального сотрудничества и сетевого взаимодействия, а также подходы МАГАТЭ и государств-членов к созданию долгосрочных и взаимовыгодных партнерских отношений.

Proceedings Series; ISBN: 978-92-0-100318-8; на английском языке; 36,00 евро; 2018 год
www-pub.iaea.org/books/iaeaabooks/12280/Technical-Cooperation-Programme



«Quality Control in the Production of Radiopharmaceuticals» («Контроль качества в производстве радиофармацевтических препаратов»)

В данной публикации приведена информация о руководящих принципах и наилучшей практике контроля качества медицинских радиоизотопов и радиофармацевтических препаратов. Благодаря новым достижениям стало возможно производство новых радиофармпрепаратов, а также появились новые пути производства. Инструментарий практикующих врачей пополнился различными новыми средствами диагностики в полевых условиях (например, радиофармпрепараты и генераторы на основе Ga-68), а также терапевтическими средствами (например, альфа-излучатели). Крайне важно, чтобы радиофармпрепараты готовились с использованием системы тщательного контроля качества, охватывающей материалы и персонал, имеющей необходимую документацию и предусматривающей непрерывный анализ получаемых результатов. Данная публикация была подготовлена группой экспертов, обладающих опытом работы с различными радиофармпрепаратами, в качестве справочного пособия для специалистов, занимающихся изготовлением высококачественных и безопасных продуктов для применения в процедурах ядерной медицины.

IAEA TECDOC; ISBN: 978-92-0-107918-3; 18,00 евро; 2018 год
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/13422/Quality-Control-in-the-Production-of-Radiopharmaceuticals

За дополнительной информацией и для заказа книг просьба обращаться в:

Группу маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)
 Международное агентство по атомной энергии
 Венский международный центр,
 а/я 100, А-1400 Вена, Австрия
 Эл. почта: sales.publications@iaea.org

Международная конференция по изменению климата и роли ядерной энергетики

7–11 октября 2019 года, Вена, Австрия

ФВЫА



Организатор:



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

Атом для мира и развития

#Atoms4Climate

CN-275