

IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Главное о МАГАТЭ | Март 2017 года

Читайте в интернете по адресу:
www.iaea.org/bulletin

Радиационные технологии: невидимая промышленная революция

В Китае открывается первая станция по радиационной очистке сточных вод стр. 8

Канада стремится создать более качественную и более экологичную упаковку для пищевых продуктов на основе облученных нановолокон стр. 10

Культура и ядерная наука в Бразилии стр. 16



IAEA

60 лет

Атом для мира и развития

Также в Выпуске:
Новости МАГАТЭ



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации
и коммуникации (ОПИК)

Международное агентство по атомной энергии

а/я 100, 1400 Вена, Австрия

Тел.: (43-1) 2600-21270

Факс: (43-1) 2600-29610

iaeabulletin@iaea.org

Редактор: Миклош Гашпар

Ответственный редактор: Николь Яверт

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: МАГАТЭ

Читайте наши новости на сайтах:



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, преследующих 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 поддержку и предоставляет финансирование Международному центру теоретической физики им. Абдуса Салама в Триесте, Италия.

Радиационные технологии ради процветания и экологической устойчивости в будущем

Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ

Ядерная наука и технологии могут дать много полезного с точки зрения промышленного развития и экономического роста. Среди многочисленных благ, которые они приносят, – улучшенные материалы, более эффективные производственные процессы и более чистая окружающая среда, что способствует достижению ряда целей Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития, в том числе цели 9, предполагающей развитие промышленности, инноваций и инфраструктуры. МАГАТЭ помогает своим 168 государствам-членам расширять возможности использования радиационной науки и технологий для улучшения качества жизни населения.

Радиационные технологии – это универсальные инструменты, которым принадлежит важная роль в деле устойчивого развития. Зачастую они оказываются более экономичными и экологичными по сравнению с традиционными альтернативами, требуя меньших затрат энергии и образуя меньше отходов. Это имеет значение для всех стран, но в первую очередь – для стран с ограниченными ресурсами.

В настоящем выпуске Бюллетеня МАГАТЭ рассказывается о некоторых формах эффективного использования радиационной науки и технологий по всему миру. Вы сможете узнать о том, как Китай, один из ведущих мировых производителей текстиля, использует радиационную технологию для очистки сточных вод от красителей тканей, чтобы сделать их более безопасными для повторного использования (стр. 8), и о том, как в Бразилии она применяется для борьбы с инвазивными насекомыми-вредителями в целях защиты культурного наследия (стр. 16).

На предприятиях по всему миру ядерные методы используются для контроля качества продуктов, процессов и конструкций в целях повышения уровня производства и безопасности. В Чили эти инструменты помогают сохранять конкурентоспособность горнодобывающей отрасли (стр. 14). В Марокко специалисты используют радиацию для обнаружения и устранения дефектов и несоответствий в продуктах и производственных

процессах (стр. 12), а в Мьянме ядерные методы позволяют добиться лучших результатов в работе нефтегазового сектора, судостроительных верфей, железных дорог и даже парков развлечений (стр. 6).

В интересах дальнейшего совершенствования и более широкого использования радиационных технологий многие ученые и эксперты ведут совместную работу по линии координированных исследований МАГАТЭ, а также в рамках научных совещаний. Плодом этой научной работы становятся инновационные способы решения мировых проблем. Один из ярких примеров – создание нового биоразлагаемого, “активного” упаковочного материала для борьбы с загрязнением окружающей среды пластиковыми отходами (стр. 10). Ключевая роль в обеспечении того, чтобы эти научные открытия покинули стены лабораторий и стали применяться в промышленности и повседневной жизни, принадлежит центрам сотрудничества МАГАТЭ (стр. 20). Благодаря работе МАГАТЭ многие ученые приобретают необходимый опыт для того, чтобы начать передавать другим странам экспертные знания и консультировать их по вопросам применения радиационных инструментов (стр. 18).

Наличие научной и технологической базы – неперемное условие для развития. Для того чтобы страны могли в полной мере ощутить потенциальные преимущества ядерных технологий, необходимо создать надежную систему обеспечения радиационной безопасности и физической безопасности. МАГАТЭ готово оказывать помощь странам в обучении и сертификации специалистов и создании необходимых систем безопасности и физической безопасности с целью гарантировать, что их инновационные технологии по-прежнему используются на благо человечества.



(Фото: Р. Мерфи/МАГАТЭ)



(Фото: К. Брейди/МАГАТЭ)



(Фото: К. Брейди/МАГАТЭ)

Предисловие



1 Радиационные технологии ради процветания и экологической устойчивости в будущем

Радиационная наука и технологии



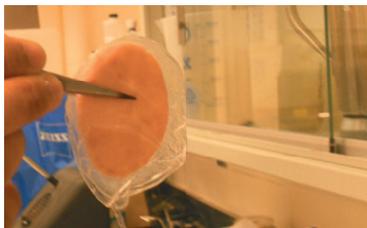
4 Знакомство с радиационной наукой и технологиями



6 Ядерные методы помогают совершенствовать производственные процессы в Мьянме



8 В Китае открывается первая станция по радиационной очистке сточных вод



10 Канада стремится создать более качественную и более экологичную упаковку для пищевых продуктов на основе облученных нановолокон



12 Повышение качества при экономии затрат: Марокко развивает свою промышленность с помощью радиационной технологии



14 Используя радиационную технологию, Чили по-прежнему сохраняет ведущие позиции в гонке за истощающимися запасами минерального сырья



16 Культура и ядерная наука в Бразилии



18 Создание более безопасных и чистых материалов с помощью ядерной обработки

Вопросы и ответы

20 Сотрудничество как стимул развития радиационной науки

Взгляд из МАГАТЭ

22 Радиационная технология для развития – помощь со стороны МАГАТЭ

— Мира Венкатеш

Сегодня в МАГАТЭ

24 Обзорение МАГАТЭ – новая серия для руководителей

24 Новый метод – шаг вперед в исследованиях по контролю популяций комаров ядерными средствами

25 Пиксели спасают наследие физической науки Армении

26 Альтернативная технология может увеличить производство молибдена-99

27 Публикации МАГАТЭ

Знакомство с радиационной наукой и технологиями

Николь Яверт



С помощью радиационных технологий можно повысить прочность проводов и кабелей и их стойкость к агрессивным химикатам и экстремальным температурам.

(Фото: Л. Поттертон/МАГАТЭ)

Смартфоны, автомобильные покрышки, бинты – вот лишь некоторые предметы повседневного пользования, которые можно сделать безопаснее, надежнее или эффективнее с помощью радиационных технологий. Помимо этого, такие технологии могут применяться для проведения испытаний на безопасность, очистки воды и воздуха и других целей, в том числе даже для повышения качества производства и хранения пищевых продуктов. Благодаря успехам исследований и инновациям в радиационной науке влияние радиационных технологий на повседневную жизнь и устойчивое развитие продолжает расти.

“Посмотрите, сколько овощей вырастили индийские крестьяне благодаря удобрениям из облученных осадков сточных вод. Или оцените тысячи прекрасных произведений искусства и культурных реликвий в Бразилии, которые удалось спасти от насекомых и плесени с помощью облучения, – говорит Жуан Осу, руководитель Секции радиоизотопных продуктов и радиационной технологии МАГАТЭ. – Потенциальная польза излучений огромна”.

Исследователи уже многие десятилетия изучают излучения (см. вставку “Наука”) и их химическое действие. Благодаря этим исследованиям был получен широкий диапазон средств и методов, позволяющих воспользоваться преимуществами этого действия в самых различных областях – от сельского хозяйства и промышленности до природоохранной деятельности и обеспечения безопасности. Радиационные методы зачастую оперативнее, дешевле и экологичнее многих традиционных методов.

Так, для контроля качества в промышленности применяются неразрушающие испытания (НРИ),

позволяющие выявить течи, трещины и другие структурные дефекты в изделиях, сооружениях и оборудовании. При НРИ материал подвергают облучению, например рентгеновскому, таким образом, чтобы излучение можно было зафиксировать специальными устройствами. Такие устройства формируют изображения внутренней структуры материала. Более подробно об этом см. на стр. 6 и 12.

К другой разновидности инструментов, широко используемых для повышения производительности в таких отраслях, как переработка полезных ископаемых и добыча металлов, относятся радиоиндикаторы. Специалисты вводят в жидкость или смесь, содержащее изучаемое вещество, нужные радиоизотопы, которые прикрепляются к молекулам этого вещества. С помощью специальных сканирующих устройств специалисты затем отслеживают эти радиоизотопы для проведения измерений, изучения различных характеристик вещества и его перемещений в системе. Более подробно об этом см. на стр. 14.

Новые материалы – более надежное будущее

В ходе научных исследований излучений были найдены новые способы изменения структуры молекул и их соединения друг с другом, что позволяет создавать новые материалы, многие из которых прочнее, надежнее и экологичнее существующих. Эти материалы получают путем облучения органических соединений и полимеров, таких как молочные белки, остатки растений или целлюлоза из природных источников, например деревьев или панцирей ракообразных. В некоторых случаях для большей прочности эти соединения комбинируются с волокнами, полученными из других природных источников, например древесины. В результате



Радиационные технологии позволяют проинспектировать внутренние элементы процесса или детали оборудования, не прерывая производственного процесса.

(Фото: А. Рашад, Национальный центр ядерной энергии, науки и технологий)

создаются новые строительные материалы, более эффективные ранозаживляющие гели, экологичные упаковки для продуктов питания и другая продукция. Более подробно об этом см. на стр. 10 и 18.

Используя одни и те же средства облучения, но варьируя мощность, исследователи могут менять характер поведения клеток и молекул для воздействия на нежелательные загрязнения или заражения. При определенном уровне дозы излучение способно модифицировать ключевые элементы клеток, что

позволяет блокировать их воспроизведение, или расщеплять молекулы на части, с которыми легче работать. Более подробно об этом см. на стр. 8 и 16.

“Радиационные технологии способны помочь нам смягчить остроту новых экологических проблем и обеспечить надежное будущее, особенно для стран с низким и средним уровнем дохода. – говорит г-н Осу. – По мере дальнейшего развития и совершенствования этих средств будут открываться новые возможности их применения”.

НАУКА

Что такое излучение?

Излучение – это разновидность энергии, подобная теплу и свету от солнца. Существует два типа излучения: ионизирующее и неионизирующее. Под “излучением” обычно понимается ионизирующее излучение.

Ионизирующее излучение испускают нестабильные атомы, находящиеся в процессе трансформации в стабильные, – это явление носит название “радиоактивность”. Излучение может также возникать при ускорении частиц под действием электромагнитного поля. Существует несколько типов ионизирующего излучения: альфа-частицы, бета-частицы и гамма-лучи, а также ускоренные частицы и волны – электроны, протоны и рентгеновские лучи. Существуют также субатомные частицы, например нейтроны и заряженные ионы, которые служат источниками излучения для радиационных применений.

При помощи ионизирующего излучения и специальных устройств ученые могут определять различные характеристики веществ или модифицировать их при применении достаточно высокой дозы. Так, путем регистрации излучения, проходящего через предмет, специальной камерой получают изображение внутренней структуры предмета.

Ядерные методы помогают совершенствовать производственные процессы в Мьянме

Миклош Гашпар



Научный сотрудник Департамента атомной энергии Мьянмы проверяет оборудование, с помощью которого будут проводиться неразрушающие испытания на нефтеперерабатывающем заводе страны.

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

После успешного внедрения ядерных методов в нефтегазовой отрасли Мьянмы эксперты начинают использовать эти технологии для нужд промышленного анализа по всей стране.

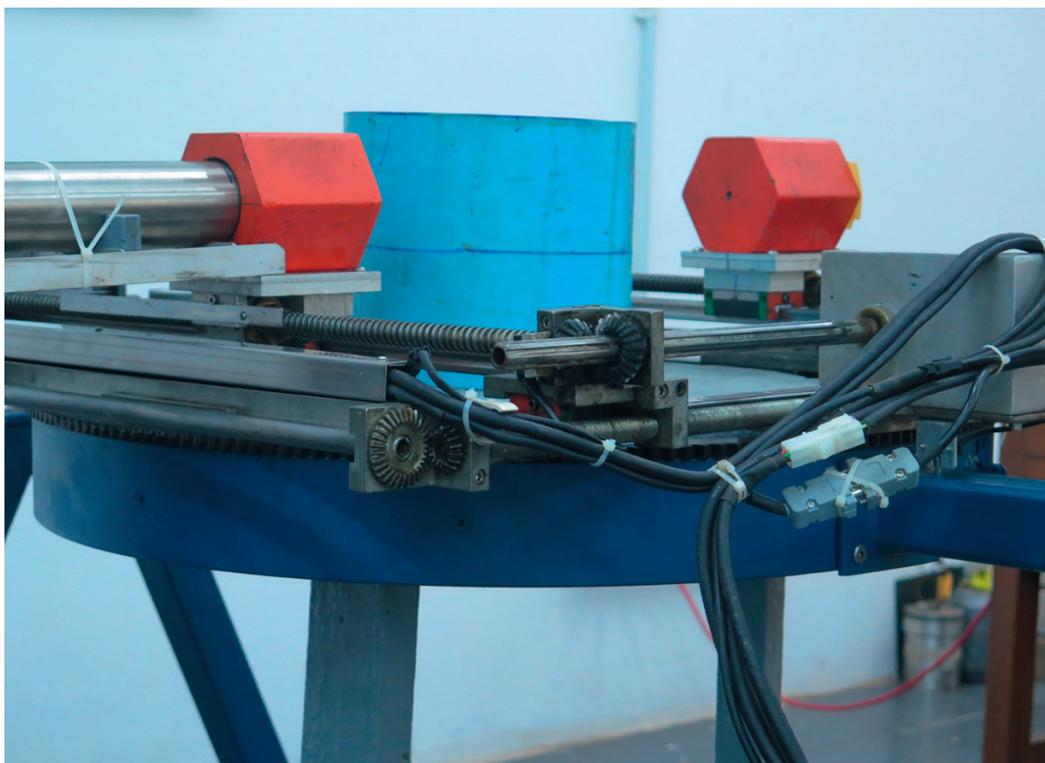
Неразрушающие испытания (НРИ) на основе ядерных методов предполагают использование ионизирующих излучений для проверки качества материалов и продукции (см. вставку “Наука”). Метод, применяемый в Мьянме, носит название “гамма-томография процессов” и основывается на дифференциальном поглощении гамма-лучей, испускаемых источником излучения, разными материалами. С 2013 года МАГАТЭ оказывает помощь Департаменту атомной энергии Мьянмы в закупке необходимого оборудования и обучении сотрудников применению данного метода. Эксперты Департамента атомной энергии регулярно проводят НРИ на нефтеперерабатывающем заводе в Танхльине, близ Янгона, для проверки качества трубопроводов и перекачиваемой по ним продукции.

“Ядерная наука и технологии во многом способствуют внедрению инноваций в производственные процессы и повышению их эффективности, – говорит Мира Венкатеш, директор Отдела физических и химических наук МАГАТЭ. – Мьянма служит прекрасным примером того, как и страны с низким уровнем дохода могут пользоваться преимуществами таких технологий”.

Нефтепроводы, котлы, сосуды высокого давления, здания, авиационное оборудование и корабли – лишь малая часть продукции, качество которой проверяется этим методом во всем мире, и, как отмечает главный научный сотрудник Департамента атомной энергии Мьянмы Инйин Пхью, департамент принимает меры к расширению его применения. “Инспекции в форме НРИ, в том числе на основе ядерных методов, играют важнейшую роль в контроле качества в различных отраслях промышленности Мьянмы”, – говорит она.

За последнее время обучение этому методу прошел технический персонал “Железных дорог Мьянмы”, “Судостроительных заводов Мьянмы”, Янгонского технологического университета и частных компаний – все эти организации уже начали применять НРИ в самых различных видах деятельности, в том числе на стройплощадках, в доках, на локомотивах, а также в крупнейшем парке развлечений страны.

“Применение НРИ существенно улучшает качество работы судостроительной и судоремонтной отрасли, – говорит У Мьинт Зо, заместитель генерального директора и старший инспектор по НРИ “Судостроительных заводов Мьянмы”. – НРИ крайне важны для совершенствования наших производственных процессов и продукции, и мы широко используем их в контроле качества”.



В этом устройстве для НРИ излучение испускается радиоактивным источником (слева). Радиоактивные частицы взаимодействуют с веществом в голубой трубе посередине. Детектор на другой стороне трубы измеряет уровень излучения. Такие измерения позволяют получить информацию о качестве и количестве материала, проходящего по трубе.

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

В 2017 году МАГАТЭ разработало для стран Азиатско-Тихоокеанского региона новый проект по использованию НРИ при создании и восстановлении гражданской инфраструктуры после стихийных бедствий. В нем учтен опыт ликвидации последствий разрушительного

землетрясения, происшедшего в апреле 2015 года в Непале, когда НРИ применялись для проверки целостности конструкций критически важных объектов – больниц, школ и исторических памятников.

НАУКА

Неразрушающие испытания

Промышленный анализ с помощью ядерных технологий предполагает использование, наряду с другими методами, ионизирующих излучений для проверки качества материалов, исключаящее их повреждение или образование каких-либо радиоактивных остатков. Этот метод носит название “неразрушающие испытания” (НРИ).

К методам НРИ относятся радиография (разновидность радиационных технологий) и гамма-томография, которая основана на дифференциальном поглощении гамма-лучей, испускаемых источником излучения, разными материалами. Измерение интенсивности лучей, проходящих сквозь материал и не поглощаемых им, позволяет определить состав и структуру материала. С помощью этих методов можно выявить также структурные дефекты, не поддающиеся обнаружению традиционными испытаниями.

Промышленная радиография применяется, например, для инспектирования бетона и сварных швов в самых разных конструкциях – газо- и нефтепроводах, резервуарах и строительных сооружениях. С ее помощью можно обнаружить трещины и дефекты, которые могут быть неразличимы при использовании других методов.

К другим широко используемым методам НРИ относятся:

- ультразвуковая радиография, в которой применяются механические вибрации, подобные звуковым волнам;
- дефектоскопия методом проникающих жидкостей, позволяющая определить местонахождение дефектов поверхности в непористых материалах;
- магнитопорошковый контроль, с помощью которого в ферромагнитных материалах обнаруживаются поверхностные и находящиеся неглубоко под поверхностью несплошности;
- токовихревая дефектоскопия, в которой для обнаружения дефектов в проводящих материалах используется электромагнитная индукция.

В Китае открывается первая станция по радиационной очистке сточных вод

Миклош Гашпар



Наглядное сравнение образцов сточных вод после их очистки при помощи технологии электронного пучка и другими методами.

(Фото: Институт ядерных и новых энергетических технологий, Университет Цинхуа)

В Китае открылось первое предприятие, на котором для очистки промышленных стоков будут использоваться пучки электронов, что знаменует собой начало новой эры радиационных технологий для крупнейшего в мире производителя текстильных изделий.

На красители тканей приходится пятая часть суммарного загрязнения всех образующихся в мире промышленных стоков. В ряде промышленно развитых стран для частичной очистки стоков предприятий по окрашиванию тканей уже применяются излучения, однако ввиду того, что в последние годы многие мощности отрасли были переведены в развивающиеся страны Азии, большие объемы сточных вод остаются неочищенными.

“Хотя в последнее время активно развивается традиционная технология очистки сточных вод, облучение остается единственным методом, позволяющим нейтрализовать наиболее стойкие красители в стоках, – говорит Сунил Сабхарвал, специалист МАГАТЭ по радиационной обработке. – Проблема в том, что данная технология применяется в развитых странах, в то время как наиболее востребована она в развивающихся странах”.

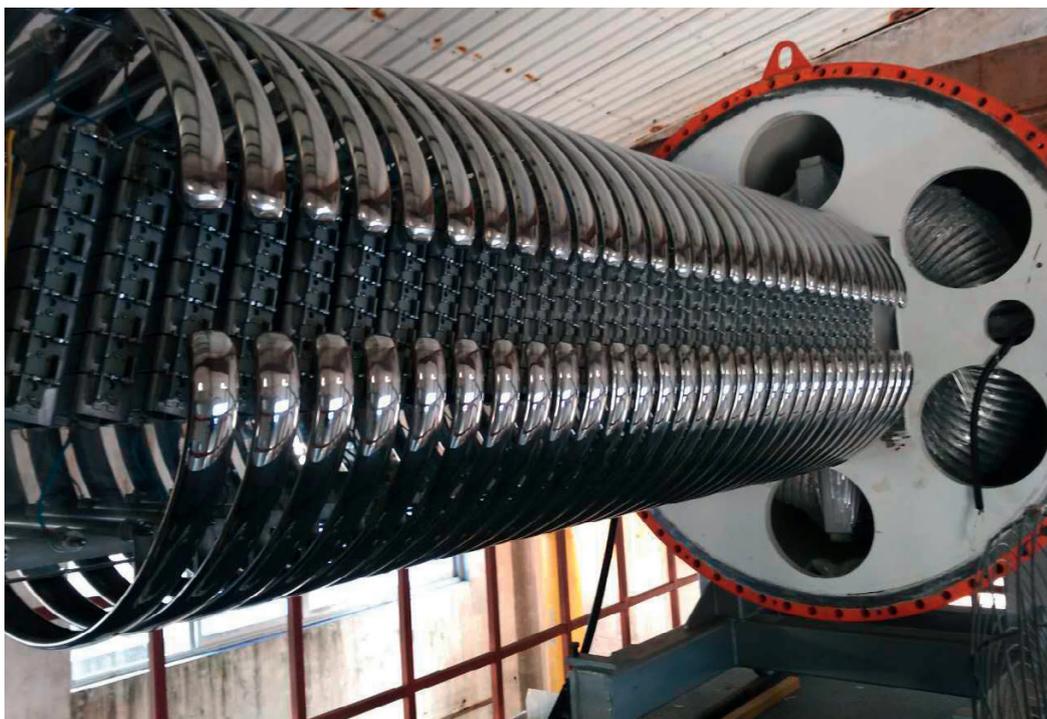
Чтобы устранить подобный разрыв в знаниях, МАГАТЭ реализовало проект координированных исследований по данной технологии, предусматривавший, среди прочего, ее передачу ряду стран, преимущественно в Азии. Цзяньлун Ван, заместитель директора Института ядерных и новых

энергетических технологий Университета Цинхуа в Пекине и ведущий исследователь проекта, рассказывает, что таким образом китайские ученые смогли получить рекомендации по внедрению этой технологии от экспертов из Венгрии, Республики Корея и Польши.

На новой станции в городе Цзиньхуа в 300 километрах к югу от Шанхая будет производиться радиационная обработка (см. вставку “Наука”) 1500 кубометров сточных вод в день, что равняется приблизительно одной шестой ее суммарной производительности. “Если все будет отлажено, мы сможем внедрить эту технологию сначала на всей станции, а затем и на других очистных станциях страны”, – говорит г-н Ван.

Перед тем, как остановить свой выбор на радиационной технологии с применением электронного пучка, китайские исследователи выполнили оценку ее применимости, проведя множество экспериментов на сточных водах станции для сравнения технологии электронного пучка с другими методами. “По уровню экологичности и эффективности технология электронного пучка не имела себе равных”, – утверждает г-н Ван.

По словам г-на Сабхарвала, возможность внедрения данной технологии при содействии МАГАТЭ рассматривают и другие страны с крупными мощностями по производству текстиля – Бангладеш, Индия, Шри-Ланка. В Индии гамма-облучение уже применяется для очистки осадков сточных вод.



Технология электронного пучка используется для очистки промышленных стоков на предприятии по окрашиванию тканей в г. Цзиньхуа.

(Фото: Институт ядерных и новых энергетических технологий, Университет Цинхуа)

Китайские исследователи изучают также возможности использования технологии электронного пучка для обработки отходов фармацевтических предприятий по производству антибиотиков. Г-н Ван поясняет, что сейчас такие отходы относятся к категории опасных, поскольку они содержат антибиотики и гены устойчивости к антибиотикам, которые невозможно уничтожить

традиционными методами, например компостированием или окислением. Исследования же показали, что технология электронного пучка позволяет разлагать остаточные антибиотики и гены устойчивости к ним. Он добавляет, что в конце 2017 года планируется соорудить демонстрационную установку промышленного масштаба.

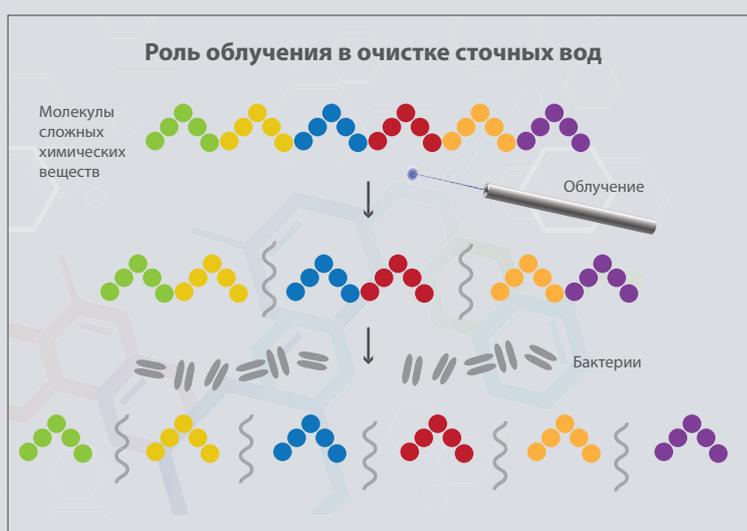
НАУКА

Для бактерий эти соединения слишком длинные

Основным способом обработки сточных вод является поглощение и расщепление загрязняющих веществ бактериями.

Однако стоки производств по окрашиванию тканей содержат молекулы, с которыми бактериям не справиться. Химические соединения, используемые для крашения тканей, состоят из длинных, многокомпонентных молекулярных цепочек. Сточные воды, образующиеся на таких производствах, могут содержать свыше 70 сложных соединений, которые не так-то легко расщепить.

Облучая сточные воды пучками электронов, ученые могут разложить эти сложные соединения на более мелкие молекулы, которые затем можно обработать и удалить с помощью обычных биологических процессов, таких как переработка бактериями. Стоки облучают короткоживущими активными радикалами, способными взаимодействовать с широким спектром загрязняющих веществ и расщеплять их на составные части.



Канада стремится создать более качественную и более экологичную упаковку для пищевых продуктов на основе облученных нановолокон

Аабха Диксит



Активная упаковка для готовых к употреблению мясных продуктов на основе перекрёстно сшитого хитозана, содержащего наноцеллюлозу и противомикробный препарат.

(Фото: А. Хан, CIC)

Общественные пространства повсеместно подвергаются загрязнению от выброшенной упаковки пищевых продуктов, а уже переполненные свалки мусора создают чрезвычайно опасную ситуацию. Осознавая тот вред, который окружающей среде причиняют остатки такой упаковки, а также ограниченные возможности ее утилизации, Канада проводит исследования в области создания биоразлагаемой, экологичной упаковки для пищевых продуктов, разработка которой ведется с использованием радиационных технологий.

“Темпы работы по созданию биоразлагаемого упаковочного материала или экологичной, “активной” упаковки для пищевых продуктов возрастают, – говорит Моник Лакруа, директор Исследовательских лабораторий прикладных наук в области продовольствия (RESALA) и исследователь Канадского облучательного центра (CIC). – Упаковка на базе природных полимеров может содействовать решению проблемы небiorазлагаемых упаковок пищевых продуктов, и уменьшению воздействия одного из основных источников загрязнения окружающей среды”.

Более 15 лет ученые из RESALA и CIC используют знания, обретенные в процессе своей подготовки по линии МАГАТЭ в целях проведения исследований и разработок в области биоразлагаемых “активных” упаковочных материалов. Эта задача выполняется посредством соединения таких возобновляемых сырьевых материалов, как крахмал или белки, с наноцеллюлозой – природным полимером, который содержит наноразмерные волокна целлюлозы, а затем они подвергаются облучению

(см. вставку “Наука”). Такая комбинация позволяет получить материалы с улучшенными по сравнению с обычными материалами свойствами в плане долговечности, способности к биоразложению и более высокой влагостойкости.

“В природной среде стойкость этих полимеров невысока, но если добавить наноцеллюлозу и подвергнуть их радиационному облучению, полимеры становятся прочными и возникает возможность более надежного и устойчивого покрытия и защиты пищевых продуктов, – поясняет Лакруа. – Затем, когда мы добавляем определенные биоактивные материалы, такие как эфирное масло из тимьяна, считается, что упаковка становится “активной”, поскольку эти дополнения активно помогают продлить срок годности пищевых продуктов и обеспечивают их безопасность”.

Растущая зависимость от пластмасс

По данным Всемирного экономического форума 2016 года, приведенным в докладе о будущем пластмасс, за прошедшие 50 лет производство пластмасс возросло с 15 млн тонн в 1964 году до 311 млн тонн в 2014 году, при этом на долю упаковки приходится приблизительно 26% суммарного объема пластмасс, используемых во всем мире. В докладе прогнозируется двукратное увеличение производства за следующие 20 лет, по мере того, как использование пластмассы растет. Например, в Канаде ежегодно используется 9-15 миллиардов пластмассовых упаковок.

Упаковочные материалы по большей части делаются из таких материалов, как картон с покрытием из воска и пластика, поскольку эти материалы легкодоступны, относительно недорогостоящи, долговечны и прочны. Вместе с тем, часто такие упаковочные материалы к биоразложению не способны, и их повторное использование, в силу загрязнения пищевыми продуктами и биологическими веществами, как правило, технологически нереализуемо и экономически нецелесообразно.

Глобальные исследования в поисках более экологичного материала

Радиационная обработка – это привлекательная возможность для отраслей производства упаковки пищевых продуктов во всем мире. В целях расширения своих навыков и знаний в этой области многие исследователи обращаются к проектам, осуществляемым по линии МАГАТЭ, и используют их в качестве механизма сотрудничества с такими экспертами, как ученые из RESALA и CIC, а также получения от них знаний. В числе этих проектов – проект МАГАТЭ, начатый в 2013 году, в котором объединены усилия ученых из 14 стран: Алжира, Бангладеш, Бразилии, Канады, Египта, Италии, Малайзии, Филиппин, Польши, Румынии, Таиланда, Турции, Соединенного Королевства и Соединенных Штатов. Теперь они обмениваются идеями и укрепляют свои навыки в разработке современных упаковочных материалов для пищевых продуктов, используя радиационную технологию.

“В глобальных исследованиях все большее внимание уделяется экологичным упаковочным материалам, что является следствием реагирования на новые регулирующие положения, согласно которым ответственность за использование пластмасс, в том числе платежи за утилизацию отходов от пластмассовой

упаковки, правительства возлагают на соответствующие отрасли, – говорит Лакруа. – Облучение природных полимеров в целях получения новых материалов – это весьма перспективный способ дальнейшего повышения безопасности продукции и содействия достижению экологической цели сокращения отходов от упаковки пищевых продуктов”.



Для обработки и стерилизации материалов, используемых при производстве такой продукции, как упаковка, применяются гамма-облучатели на кобальте-60.

(Фото: “Нордион”/Канада)

НАУКА

Облучение полимеров и нанокompозитов

В целях создания материалов, которые более устойчивы, лучше герметизируются, способны к биоразложению и пригодны для повторного использования, ученые подвергают природные полимеры и нанокompозиты облучению гамма-лучами, рентгеновским излучением или электронными пучками. Эти природные полимеры включают такие белки, как соя, зеин, казеинат, а также полисахариды, например, хитозан, водоросли и картофельный экстракт. Затем они соединяются с наноцеллюлозой – природным органическим полимером, который получается из вещества растений, такого как древесина, и включает наноразмерные фибриллы целлюлозы. Наноцеллюлоза обеспечивает армирующее действие и придает материалам прочность.

Например, часто ученые для создания этих новых материалов используют группу молочных белков, называемых казеинами. Существует четыре вида казеинов: каждый из них состоит из собственных индивидуальных молекул, но они обладают схожими структурами и составами. Эти белки можно растворить в воде, а затем подвергнуть облучению гамма-лучами. Затем полученный в результате раствор сушится на поверхности, которая формирует самостоятельную твердую пленку, после чего эта пленка может быть сформирована для целей упаковки. Такая пленка прочнее и долговечнее обычной пластмассы, и когда к пленке добавляется наноцеллюлоза, а затем пленка облучается, повышается ее водостойкость, что делает ее особо эффективным средством защиты упакованных пищевых продуктов от влаги и бактерий, которые могут негативно сказаться на безопасности пищевых продуктов.

Повышение качества при экономии затрат: Марокко развивает свою промышленность с помощью радиационной технологии

Мэй Фаваз-Хубер



Специалист CNESTEN по гамма-сканированию проводит инспекцию 75-метровой вакуумной насадочной дистиляционной колонны на нефтеперегонном заводе в Марокко.

(Фото: Р. Алами/CNESTEN)

Теперь небольшие, почти невидимые трещины больше не грозят серьезными потерями марокканским промышленным операторам. Имея в своем распоряжении высокочувствительную и точную радиационную технологию, операторы сейчас могут обнаруживать дефекты прежде, чем возникнет угроза для производства, а это способствует повышению качества производимой продукции и экономии миллионов долларов на затратах на техническое обслуживание и ремонт.

“Ранее операторы промышленных установок, как правило, эксплуатировали свои установки вплоть до того момента, когда неожиданная поломка вынуждала их останавливать производство на весьма длительные периоды, – говорит Рашад Алами, руководитель отдела промышленных применений Национального центра ядерной энергии, науки и технологии, Марокко (CNESTEN). – Затраты на техническое обслуживание и ремонт были столь высоки, что это снижало конкурентоспособность. Теперь для выявления проблем и повышения качества производства используются ядерные методы”.

Марокканские промышленные операторы работают вместе со специалистами CNESTEN, которые с помощью МАГАТЭ прошли подготовку по проведению неразрушающих испытаний (см. вставку “Наука” на стр. 7) для инспекции промышленного оборудования и проведения испытаний в целях обеспечения качества. Эти методы, на долю которых во всем мире приходится более 98% технического

контроля на промышленных предприятиях, в Марокко применяются в самых разных отраслях промышленности, включая нефтехимию, производство и переработку фосфатов, металлургию, транспорт, пищевую промышленность и производство цемента.

По словам Алами, на протяжении трех десятилетий марокканская промышленность с выгодой использует возможности радиационной технологии. Хотя точные данные об экономии, которую дает применение ядерной технологии, получить сложно, по мнению операторов марокканских промышленных предприятий минимальная норма выгоды при использовании ядерных методов составляет 32:1, то есть на каждый евро, потраченный на неразрушающие испытания (НРИ), радиоиндикаторные и другие радиационные применения, операторы получают минимум 32 евро.

Восстановление эксплуатации нефтехимического комбината с помощью гамма-сканирования

Часто традиционные методы недостаточно точны или чувствительны, чтобы определить коренную причину проблемы. В 2015 году инженеры на одном из нефтехимических комбинатов, используя традиционные методы, пытались найти причину падения производства на участке по производству фурфурола почти на 90% (фурфурол – это растворитель, используемый

при изготовлении многих промышленных изделий). Источник проблемы они найти не могли и решили, что необходимо демонтировать весь блок, что привело бы к остановке производства на многие недели.

Однако прежде, чем приступить к демонтажу, с тем чтобы получить лучшее представление о том, что происходит в блоке и найти источник проблемы, они решили прибегнуть к радиационному методу, называемому гамма-сканированием (см. вставку “Наука”). Уже через несколько часов они определили проблему, заменили поврежденную часть блока и полностью восстановили производственный процесс.

“Гамма-сканирование оказалось единственным методом, который позволил обнаружить проблему и точно определить ее местонахождение, – говорит Алами. – Использовать этот метод было намного дешевле – затраты составили 5000 евро – чем нести громадные потери, которые возникли бы, если бы мы демонтировали весь блок”.

Содействие применению радиационной технологии в Марокко и Африке

В настоящее время специалисты из Марокко используют свой накопленный десятилетиями опыт для содействия странам по всей Африке в использовании НРИ, закрытых радиоактивных источников и радиоизотопных индикаторов.

“С 90-х годов прошлого столетия Марокко, благодаря целеустремленной работе CNESTEN и поддержке со стороны Франции и МАГАТЭ,

играет ведущую роль в применении радиационных технологий”, – говорит Патрик Бриссе, специалист по промышленным технологиям в МАГАТЭ.

Центральное место в сотрудничестве Марокко со странами региона занимает поддерживаемое МАГАТЭ Африканское региональное соглашение о сотрудничестве при проведении исследований, разработок и при подготовке кадров в связанных с ядерной наукой и техникой областях (АФРА). Программа АФРА содействует организации прямого сотрудничества между Марокко и такими странами, как Ангола, Гана, Египет, Зимбабве, Камерун, Сенегал, Судан, Танзания, Тунис и Эфиопия. В результате осуществления такого сотрудничества ряд этих стран смогли внедрить ядерные и связанные с ядерной областью методы в своей собственной промышленности.

“Во многих странах на Африканском континенте темпы индустриализации реально возрастают. МАГАТЭ работает с такими странами, как Марокко, с тем чтобы содействовать мирному использованию радиационных технологий в промышленности в целях оказания непосредственного воздействия на экономику этих стран”, – говорит Бриссе.

МАГАТЭ, отчасти на основе своей программы технического сотрудничества, продолжает стимулировать использование этих технологий и поддерживать совместную деятельность. Марокко участвует в осуществлении промышленных проектов, в которых используется радиационная технология, в Демократической Республике Конго, Египте, Зимбабве, Кении и Судане.

НАУКА

Радиографический контроль и гамма-сканирование

Радиографический контроль – это самый распространенный на рынке метод неразрушающих испытаний (НРИ), и он считается эталоном для всех других дополнительных методов (более подробную информацию о НРИ см. на странице 7). Он основан главным образом на гамма-излучении от радиоактивных источников или на рентгеновском излучении, генерируемом рентгеновскими аппаратами. Иногда для обследования материалов низкой плотности и небольшой толщины может использоваться также бета-излучение. При прохождении излучения сквозь какую-то часть материала специалисты, с помощью специального устройства, которое обнаруживает излучение, могут получить изображение. Чем выше плотность или толщина материала, тем меньше излучения проходит насквозь, и в результате на изображении появляются более светлые участки. Специалисты изучают эти изображения, с тем чтобы определить различные характеристики данного материала.

Гамма-сканирование – это метод, используемый для проведения внутренней инспекции любого процесса или оборудования без остановки производства. Коллимированный пучок проникающего излучения проходит через оболочку корпуса, подвергается изменению содержанием, находящимся внутри корпуса, а затем выходит с другой стороны и поступает в детектор. Измеряя интенсивность поступившего в детектор излучения, можно получить ценную информацию о плотности находящихся в корпусе материалов. Чем выше плотность или толщина материала, тем меньше излучения проходит насквозь. Это позволяет получить простые и эффективные данные, так называемый “профиль сканирования” инспектируемых компонентов, который специалисты могут использовать для выявления недостатков или несоответствий.

Используя радиационную технологию, Чили по-прежнему сохраняет ведущие позиции в гонке за истощающимися запасами минерального сырья

Джерми Ли



Предприятие горнодобывающей промышленности в Чили, на котором ведется переработка самородной меди. Чили занимает первое место в мире по объему производства меди.

(Фото: Ф. Диас/Trazado Nuclear e Ingeniería Ltda.)

По мере истощения известных запасов высококачественных минералов и металлов и роста спроса на них для использования во всех видах повседневных продуктов – от мобильных телефонов до кухонной утвари – глобальная конкуренция на этом рынке, оцениваемом в много миллиардов долларов, обостряется. Для таких стран, как Чили, радиационная технология имеет важнейшее значение для сохранения их конкурентного превосходства.

“Радиационная технология предлагает неоспоримое преимущество перед другими методами, – говорит Франсиско Х. Диас Варгас, главный управляющий, Trazado Nuclear e Ingeniería, чилийской организации, которая консультирует горнодобывающие компании по вопросам процессов извлечения минералов и металлов. – Эти средства стали критически важной частью наших усилий по развитию нашей наиболее значимой отрасли национальной промышленности и сохранению устойчивых позиций глобального экспортера”.

Благодаря своим богатым запасам минеральных ресурсов процветающая горнодобывающая промышленность Чили формирует приблизительно 9% валового внутреннего продукта страны (ВВП), и на ее долю приходится приблизительно половина общего экспорта Чили. Чили – самый большой в мире производитель меди, которая экспортируется, в частности, для использования в сплавах, строительстве и электрооборудовании. Кроме того, рудники Чили – один из важнейших источников

молибдена, химического элемента, который играет исключительно важную роль в более чем 80% процедур ядерной медицины.

В целях обеспечения дальнейшего процветания своей национальной промышленности и содействия удовлетворению растущего спроса на экспортируемую продукцию чилийские горнодобывающие компании сотрудничают с МАГАТЭ в использовании радиоиндикаторов и радиоизотопных датчиков (см. вставку “Наука”), которые помогают им в рационализации процессов производства и добычи и содействуют повышению эффективности обнаружения и измерения концентраций минералов и металлов. Диас Варгас говорит, что в сравнении с традиционными методами радиационная технология более эффективна в повышении качества продукции, оптимизации процессов и экономии энергии.

“Во многих случаях просто бессмысленно использовать традиционные индикаторные методы, поскольку для этого необходимо тяжелое оборудование, которое слишком громоздко для перевозки и использования на местах. Радиоиндикаторы более портативны, – поясняет Диас Варгас. – Кроме того, они дают более точные измерения и работают быстрее традиционных методов, а это значит, что мы можем экономить время и деньги, поскольку у нас есть четкое представление о том, на какой объем добычи мы можем рассчитывать и сколько мы можем переработать”.

Специалист по промышленным технологиям в МАГАТЭ Патрик Доминик М. Бриссе говорит, что использование таких инновационных методов исключительно важно для сохранения ведущих позиций на все более конкурентном мировом рынке и для обеспечения устойчивых поставок металлов и минералов.

По данным источника “Мировая статистика минералов” Британской геологической службы ежегодно из находящихся в земле месторождений извлекается и используется более 2,7 миллиарда метрических тонн металлов и минералов. Эти минералы и металлы используются в огромном диапазоне различной продукции: от оборудования и механизмов до электроники, предметов домашнего обихода и автомобильных запчастей. В одних только компьютерах для производства корпуса, монтажных плат и компьютерных микросхем используются свыше 60 различных металлов.

По мере роста глобального населения и повышения общего уровня жизни также возрастает спрос на изделия, в которых используются эти материалы. Вместе с тем задача нахождения легко извлекаемых минералов и металлов в сочетании с длительным процессом организации добычи – обычно 10–15 лет с момента открытия месторождения

до начала извлечения – создает препятствия на пути к удовлетворению постоянно растущего спроса.

“Удовлетворение спроса становится все более трудной задачей, поскольку источники высококачественных металлов и минералов во всем мире истощаются и найти их все труднее, следовательно странам приходится изыскивать новые способы не допускать отставания”, – говорит Бриссе.

Пользуясь поддержкой со стороны МАГАТЭ, специалисты во всем мире расширяют свои знания и навыки в области использования ядерных методов в горнодобывающей промышленности, металлургии и отраслях обработки минеральных руд. Кроме того, они работают в тесном сотрудничестве с экспертами из таких стран, как Чили, которые накопили многолетний экспертный опыт на основе их сформировавшейся практики и высокоразвитой инфраструктуры горнодобывающей промышленности.

“Эта промышленность развивается быстрыми темпами. Если радиационные методы будут разрабатываться и внедряться повсеместно, то, используя более эффективные процессы добычи и производства при меньшей зависимости от людских ресурсов, мы потее”, – говорит Бриссет.

НАУКА

Радиоактивные индикаторы и радиоизотопные датчики

Радиоактивные индикаторы – это группа аналитических средств, которые позволяют получить данные для исследования и оптимизации различных процессов в добыче и переработке минералов. Базовый принцип их использования состоит в том, что радиоактивные изотопы вводятся в смесь или жидкость, которая фиксируется на поверхности молекул целевого вещества, такого, как металлы и минералы, и таким образом попадают в эти вещества. Затем для обнаружения излучения, испускаемого этими индикаторами, используются специальные устройства, такие как сцинтилляторы. Используются также средства визуализации, среди которых – однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) или позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Эти устройства позволяют получить изображения, на которых видны концентрации минералов и металлов: чем выше концентрация вещества в смеси, тем больше радиоиндикаторов появляется на изображении. Радиоиндикаторный метод можно использовать также для определения в реальном масштабе времени подземного перемещения воды, нефти или загрязнителей, а также для составления схемы режима течения внутри какой-либо системы.

В контрольно-измерительных приборах, основанных на ядерной технологии, которые известны как **радиоизотопные датчики**, используются специальные детекторные устройства и радиационные источники, испускающие гамма- или рентгеновское излучение, для измерения и контроля различных параметров изделий или оборудования, таких, как толщина, плотность и состав.

Работа радиоизотопного датчика основана на том, что излучение проникает сквозь какой-либо материал и попадает в специальное детекторное устройство, находящееся с другой стороны. Детектор фиксирует изменения уровня излучения, проникающего сквозь материал: если толщина материала меньше, он обладает более низкой плотностью или имеет более низкую концентрацию, через него проникает излучение более высокого уровня, и наоборот. Обнаруженные таким образом изменения могут использоваться для определения и измерения соответствующих характеристик. Во многих случаях эти датчики могут работать без непосредственного контакта и действовать через непрозрачные стены или материалы. Они играют весьма важную роль в производстве материалов и обслуживании конструкций, не причиняя им никакого ущерба и не оставляя никаких радиоактивных остатков.

Культура и ядерная наука в Бразилии

Лаура Хиль



Ученые используют радиационные методы для обработки таких культурных артефактов, как эта поврежденная книга, и повышения их долговечности.

(Фото: Институт бразильских исследований – IEB/USP)

Что может быть общего между хранителями искусства и учеными-ядерщиками. Между тем в Бразилии эти специалисты объединили свои усилия, чтобы использовать ядерные технологии для сохранения более 20 000 культурных артефактов.

“Объединив эти два мира, мы обрели возможность как никогда раньше оберегать наше наследие и получать знания о нашем прошлом, – говорит Пабло Васкес, исследователь и руководитель многоцелевой гамма-облучательной установки в Институте ядерных и энергетических исследований (ИПЕН) в Сан-Паулу. – Радиационные технологии стали неотъемлемой частью нашего природоохранного процесса”.

Междисциплинарная группа в ИПЕН более 15 лет сотрудничает с МАГАТЭ в области использования радиационных технологий для реставрации, анализа и сохранения культурных артефактов – от предметов искусства и старых военных принадлежностей до архивов государственных документов (см. вставку “Наука”).

Среди них известные произведения таких художников, как Анатол Владислав и Василий Кандинский, а также таких современных бразильских художников как Тарсила ду Амарал, Анита Малфатти, Ди Кавальканти, Кловис Грасиану, Кандиду Портинари и Алфреду Волпи.

От медицинских принадлежностей до культурного наследия

Группа приспособила облучательную установку ИПЕН, которая первоначально использовалась для стерилизации медицинских принадлежностей, для гамма-облучения исторических объектов с целью их дезинфекции, борьбы с плесенью и насекомыми, а также повышения долговечности этих артефактов.

“Этот метод помогает защитить артефакты от климатического воздействия в нашей стране, – поясняет Васкес. – Для Бразилии проблемой являются погода, влажность и стихийные бедствия. У нас больше грибов и термитов, чем в других странах, а они могут разрушать книги, картины, деревянные предметы, мебель, скульптуры и современное искусство”.

“Использование гамма-излучения является гораздо менее инвазивным методом дезинфекции предметов, чем обычные методы”, – поясняет Сунил Сабхарвал, специалист по радиационной обработке в МАГАТЭ. “Использование гамма-лучей – лучшая альтернатива, потому что обработка производится при комнатной температуре, без применения каких-либо дополнительных веществ, в отличие от традиционных методов обеззараживания, которые часто связаны с нагреванием или применением химикатов, которые могут повредить материал”, – поясняет он.

Артефакты: тайное становится явным

Перед обработкой предмета группа проводит его анализ с использованием различных ядерных и традиционных методов, включая рентгенографию, рентгеновскую флуоресценцию и рентгеновскую дифракцию (см. вставку “Наука”). Этот процесс позволяет выявить скрытые детали предметов, например определить, какие красители или металлы использовал художник. Это помогает команде выбрать оптимальный способ предохранения.

Ученые использовали эти аналитические методы для изучения полотна доколумбовой эпохи из коллекции Дворца Бандейрантов штата Сан-Паулу. Они провели замеры, которые помогли определить, какую краску

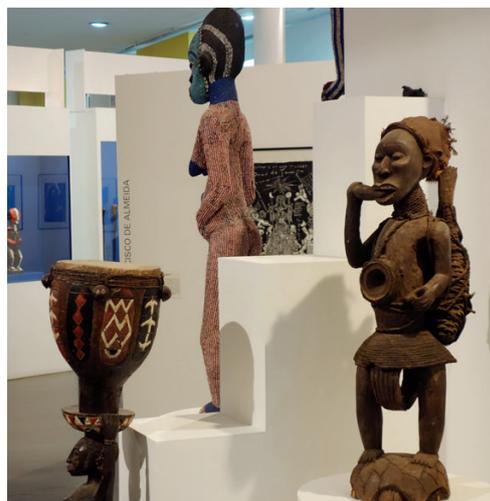
использовал художник, и подробнее узнать о том, каким образом это произведение реставрировалось ранее. Они также обнаружили под оригинальным слоем скрытые наброски.

Центр знаний

Сегодня десятилетний опыт группы экспертов ИПЕН является основным источником знаний для многих специалистов в регионе и во всем мире. В 2016 году сотрудники ИПЕН приняли участие в первых учебных курсах по этой теме для латиноамериканских экспертов. На эти организованные МАГАТЭ курсы съехались специалисты по сохранению, реставраторы, музейеведы, библиотекари, хранители и радиологи из десяти стран региона, чтобы узнать о различных применениях радиационных технологий в области культурного наследия.

У ИПЕН теперь появился длинный список запросов на оказание поддержки. Его сотрудники работают с предметами из разных стран и регулярно проводят обучение иностранных ученых и специалистов в области культуры.

Васкес рассказывает, что в настоящее время наметился интересный проект: доставить в Институт из Эквадора для обработки три мумии, на которых имеются следы воздействия насекомых и плесени. МАГАТЭ оказывает поддержку этому проекту, задействуя экспертный потенциал и обучение.



Многие предметы из Афро-бразильского музея в Сан-Паулу, Бразилия, обработаны гамма-облучением в Институте ядерных и энергетических исследований (ИПЕН).

(Фото: Л. Поттертон/МАГАТЭ)

“Я рад, что эксперты и международные организации уделяют все большее внимание сохранению культурного наследия, потому что наше наследие – это олицетворение самобытности нашего народа, – говорит Васкес. – Мы должны продолжать работу по его сохранению”.

НАУКА

Гамма-облучение и рентгеновская дифракция (XRD)

Гамма-излучение, которое называют также гамма-лучами, это электромагнитное излучение крайне высокой частоты. Оно испускается в виде обладающих высокой энергией фотонов, – элементарных частиц с волновыми свойствами. Широко используемым источником гамма-излучения является химический элемент кобальт-60.

Гамма-лучи – это один из видов ионизирующих излучений. При уровне дозы, применяемой для защиты культурных артефактов, этот вид ионизирующих излучений без какого-либо физического контакта препятствует воспроизводству микробов при комнатной температуре. Высокочастотные, высокоэнергетические электромагнитные волны взаимодействуют с критически важными компонентами клеток. При этих уровнях дозы они могут изменять ДНК, с тем чтобы подавить воспроизводство клеток.

Этот процесс подавления клеточного размножения помогает ликвидировать нежелательных насекомых и заражение плесенью. При правильном уровне доз его можно также использовать для повышения стабильности и прочности полимеров, которые специалисты используют для покрытия пористых поверхностей артефактов, чтобы защитить их и дать им вторую жизнь.

Рентгеновская дифракция – это неразрушающий, высокочувствительный метод, при котором рентгеновские лучи используются для получения информации о кристаллических веществах. Кристаллические материалы представляют собой твердые вещества, такие как стекло и кремний, элементы которых имеют высокоупорядоченную микроскопическую структуру. Эта методика полезна в том плане, что она может быть использована на очень малых образцах самых различных видов кристаллических материалов.

Ученые подвергают рентгеновскому облучению кристаллический материал, а когда рентгеновские лучи взаимодействуют с атомами кристаллов в материале, они рассеиваются и создают интерференционный эффект, называемый дифракционной картиной. Эта картина может дать информацию о структуре кристалла или характере кристаллического вещества, которая помогает ученым описать и точно идентифицировать кристаллическую структуру предмета.

Создание более безопасных и чистых материалов с помощью ядерной обработки

Эндрю Грин



В этой повязке использован гидрогелевый лист, который способствует заживлению ран и удаляется легче и менее болезненно.

(Фото: С. Энрикес/МАГАТЭ)

От фильтров для воды и абжуров до обувных подошв и медицинских бинтов – все большее число потребительских товаров в настоящее время изготавливается из новых материалов, производимых с помощью ядерных методов.

“Новые достижения в области переработки некоторых полимеров повышают производительность и ведут к снижению нагрузки на окружающую среду”, – говорит Масао Тамада, известный эксперт в этой области и генеральный директор Такасакского института радиационных исследований, который занимается научными исследованиями при Японском агентстве по атомной энергии.

МАГАТЭ предоставляет платформу для сотрудничества в этой области, поддерживая обучение со стороны опытных экспертов, таких, как Тамада, специалистов из других стран созданию этих специализированных материалов на основе полимеров и гелей.

В августе 2016 года в рамках регионального учебного курса МАГАТЭ в Малайзии Тамада обучал передовым методам радиационной прививки для экологических и промышленных применений участников из Бангладеш, Вьетнама, Индии, Индонезии, Китая, Малайзии, Мьянмы, Пакистана, Республики Южная Корея, Таиланда, Филиппин и Шри-Ланки. Для одного из предшествующих семинаров МАГАТЭ Тамада подготовил протокол

для специализированных методов радиационной прививки, который теперь доступен в режиме онлайн.

Новые медицинские применения радиационно-обработанных полимеров

Благодаря использованию излучения, такого, как гамма-лучи, рентгеновское излучение, ускоренные электроны или ионные пучки, полимеры, например пластмассы или материалы на основе геля, могут быть модифицированы или усилены для создания новых более устойчивых связующих образований (см. вставку “Наука”). Повышение прочности и качества полимеров с помощью излучения представляет собой метод, который десятилетиями использовался для производства коммерческих продуктов, таких, как жаропрочные детали в автомобильных двигателях и термоусадочные трубы, пенопластовые листы и шины.

Новые достижения в области радиационной обработки позволяют новаторски использовать облученные полимеры, такие, как гидрогелевые листы для применения в медицине при лечении ожогов и ран, а также в лучевой терапии при лечении рака.

“Гидрогелевые листы с высокой концентрацией воды, которые создаются с помощью радиации для сшивания материалов, позволяют ранам заживать быстрее, чем

если бы эти листы были сухими, – объясняет Тамада. – Только с помощью облучения для сшивания полимеров мы можем производить такие эластичные гидрогели с высокой концентрацией воды”.

Такие же чистые и прозрачные гели могут использоваться в радиотерапии, чтобы помочь измерить и поддерживать безопасные и эффективные дозы облучения; эта область называется дозиметрия. Гидрогелевые листы могут использоваться одновременно для определения как уровней излучения, так и зон, подвергающихся воздействию излучения, которые могут отличаться в зависимости от пациента. Тамада отмечает, что это полезно знать при подготовке сеансов радиотерапии.

“Эти листы можно также удалять при меньших болевых ощущениях, чем обычную медицинскую марлю, и поскольку медицинские гидрогели прозрачны, они позволяют непрерывно отслеживать процесс заживления”, – говорит Тамада.



Гидрогелевые повязки, созданные с помощью излучения, могут использоваться при лечении ожогов и ран.

(Фото: С. Энрикес/МАГАТЭ)

НАУКА

Радиационное сшивание полимеров

Материалы на основе полимеров и гелей образуются из цепочек полимеров, которые сшиваются и стерилизуются с помощью гамма-облучения или электронного пучка. Полимеры смешивают в воде, помещают в формы или трубки, упаковывают, герметизируют, а затем сшивают и стерилизуют под воздействием радиации. Методы радиационного сшивания также намного безопаснее, чем химические методы. Поскольку не используются химикаты, не образуются никаких загрязнений. Излучение может разрушать химические связи и создавать новые, которые изменяют химические, физические и биологические свойства материала без дополнительной химической обработки, при этом материал не становится радиоактивным. Это позволяет менять структуру полимеров на молекулярном уровне для достижения определенной цели.

В случае гидрогелей в результате сшивания полимеры соединяются и образуют гель. Полученный гель прочен, пластичен и прозрачен. Гидрогели для раневых повязок содержат 70-95% воды и являются биологически совместимыми. Они не прилипают к ране, поддерживают ее во влажном состоянии, что способствует заживлению, абсорбируют экскреты и их легко сохранить и использовать.



Сшитые полимеры внутри этой белой повязки были преобразованы в гель, который содержит 70-95% воды и является биосовместимым.

(Фото: С. Энрикес/МАГАТЭ)

Сотрудничество как стимул развития радиационной науки

Николь Яверт

Различные пути современного использования излучений – это результат исследований и экспертных знаний одного ученого, которые и опираются на достижения другого, и, в свою очередь, питают их, а в совокупности эти результаты преобразуются в инновационные, практические применения, которые имеют непосредственное отношение к повседневной жизни людей. Сегодня один из путей поддержания связи между учеными – это центры сотрудничества МАГАТЭ.

С тем чтобы дать некоторое представление о работе центра сотрудничества МАГАТЭ в области радиационной науки и технологии Суреш Пиллэй, директор Национального центра электронно-пучковых технологий Техасского сельскохозяйственного и механического университета, ответил на несколько вопросов Бюллетеня МАГАТЭ, посвященных его институту и получению им статуса центра сотрудничества МАГАТЭ. Он рассказал, как работа центра вносит вклад в использование электронно-пучковой технологии для продовольственных, медицинских и экологических применений, и как он функционирует в качестве платформы для исследователей из приблизительно десяти стран. Он рассказал также о планах на будущее и о некоторых инновационных исследованиях, проводимых в его центре.



Вопрос: Что означает назначение в качестве центра сотрудничества МАГАТЭ?

Ответ: По направлениям разработки и коммерциализации электронно-пучковых технологий мы работаем уже 15 лет. Наша деятельность не преследует цель получения прибыли, и ежегодный объем наших услуг равняется объему работ в области электронно-пучковых технологий на сумму приблизительно 1-2 млн долл. США: она имеет коммерческую составляющую, являя собой модель для внедрения в промышленности, и проводится для целей исследований и разработок.

Для нас иметь статус центра сотрудничества МАГАТЭ – это возможность перейти лишь от публикации высококачественных исследований к обеспечению того, чтобы наша работа имела подлинно глобальное звучание. Мы поддерживаем тесные связи с МАГАТЭ и принимаем участие в его технических проектах и проектах координированных исследований. Это помогает нам передавать наши экспертные знания людям, занимающимся практической работой, которым они могут быть полезны. Кроме того, это позволяет нам устанавливать прочные связи с другими учеными во всем мире, что помогает нам оставаться в курсе последних событий на местах и не упускать из виду направление дальнейшего развития.

Вопрос: Что делает ваш институт в качестве центра сотрудничества МАГАТЭ?

Ответ: Наш мандат весьма широк. Наша работа сосредоточена главным образом на трех областях: расширение осведомленности в целях содействия лучшему пониманию и более активному использованию электронно-пучковой технологии; представление руководств и экспертных знаний странам, компаниям, организациям и людям, с тем чтобы помочь им во внедрении и коммерциализации этой технологии; освоение новых рубежей в науке, преследуя цель повышения качества продукции и жизни людей.

В рамках этой работы мы принимаем у себя ученых, командируемых при поддержке со стороны МАГАТЭ, посещаем другие страны, участвующие в проектах МАГАТЭ, с тем чтобы передать им экспертные знания, и проводим семинары-практикумы для участников, направляемых при поддержке МАГАТЭ, в том числе наш уникальный ежегодный практический семинар по электронно-пучковой технологии, где ученые в реальных условиях работают с этой технологией и обучаются ее использованию.

Один из проектов, над которым мы недавно работали, был проектом технического сотрудничества МАГАТЭ для Латинской Америки. Мы работали с небольшой промышленной группой в Мексике, которая создала в

Тихуане первую коммерческую электронно-пучковую установку: она была открыта совсем недавно, в феврале 2017 года. За два – три года мы обучили их всем нюансам этой технологии: начиная от обучения персонала, и вплоть до создания устойчивой коммерческой компании. Мы помогли им наладить сотрудничество с другими местными институтами. В рамках этого проекта МАГАТЭ помогло в подготовке руководства для должностных лиц и в установлении связей между экспертами во всей Латинской Америке и в Мексике.

Вопрос: Что такое электронные пучки, и как ваш институт их использует?

Ответ: Электронные пучки – это потоки электронов, имеющих весьма высокую энергию, которые создаются с помощью специализированного оборудования, такого как линейные ускорители. Мы используем электронные пучки для проведения исследований, которые могут использоваться для очистки, излечения, питания и формирования как нашего мира, так и пространства вокруг него.

Очистка: мы используем исследования в области восстановления окружающей среды, а это и обработка сточных вод, и очистка питьевой воды, и повторное использование воды. **Излечение:** мы проводим исследования в целях создания самых современных вакцин и проведения стерилизации усовершенствованных фармацевтических препаратов и медицинских устройств. **Питание:** мы используем эти технологии в исследованиях, цель которых – повысить качество и безопасность пищевых продуктов, продовольственную безопасность, а также обеспечить защиту пищевых продуктов при использовании этой технологии для очистки преднамеренно загрязненных продуктов. **“Формирование”:** мы проводим исследования, нацеленные на поиски путей использования пучков для создания передовых материалов, диапазон которых – от традиционных полимеров до самых современных наноматериалов и нанокompозитов. Эта функция “формирования” связана также с разработкой коммерческих применений и осуществлением передовых исследований и разработок, в том числе в космосе, на основе нашего тесного взаимодействия с Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) в сфере современных применений электронно-пучковой технологии для пилотируемых и беспилотных космических миссий.

Вопрос: В чем преимущества использования электронных пучков по сравнению с другими методами?

Ответ: Электронные пучки – один из самых дешевых и наиболее органических подходов к созданию свободных радикалов. В отличие от других методов электронные пучки не требуют, чтобы для изменения свойств

материалов мы использовали химикаты или высокую температуру, и с ними сопряжены значительно более низкие выбросы углерода. Кроме того, другие технологии, предусматривающие использование ионизирующих излучений, не имеют такой же простой функции “включено-выключено”.

Поскольку электронные пучки не зависят от радиоактивных источников и поскольку их можно включить и выключить, они создают условия для дальнейшей разработки применений, базирующихся на излучениях, не опасаясь любых рисков ядерного распространения, хищения или ядерного облучения. Это очень важно в том озабоченном проблемами безопасности мире, в котором мы сейчас живем.

Вопрос: Над какой самой интересной проблемой в настоящее время работает ваш институт?

Ответ: Есть две области, представляющие для меня реальный интерес. Одна – это разработка вакцин для применения в здравоохранении и ветеринарии. Все проводимые нами исследования в области инфекционных заболеваний свидетельствуют о том, что мы лишь приблизились к освоению потенциала этой технологии для создания высококачественных вакцин. Теперь мы знаем, что можем создать весьма ценные, высокоэффективные вакцины от различных инфекционных заболеваний человека и животных. Для нас это воодушевляющее обстоятельство.

Вторая область – это восстановление окружающей среды. Будь то химические загрязнители в подземных водах или муниципальные отходы – мы знаем, что сегодня в сравнении с другими технологиями электронно-пучковая технология будет реформатором. Реформаторы сталкиваются с множеством проблем, но как вы знаете, они способны поставить всю отрасль с ног на голову. Наш взгляд на отходы более не допускает использования термина “установка по очистке сточных вод” – вместо этого ее, возможно, следует называть “установкой по восстановлению ресурсов”, где понятия отходов более не существует и вместо этого каждая капля воды, которая покидает домашнее хозяйство или предприятие, рассматривается как нечто, что может быть объектом добычи для получения энергии и других ресурсов.

Радиационная технология для развития – помощь со стороны МАГАТЭ

Мира Венкатеш, директор Отдела физических и химических наук, МАГАТЭ

Излучения, когда они используются благоразумно и с необходимыми мерами безопасности, могут творить чудеса для нашей жизни и окружающей среды, делая наш мир более безопасным, здоровым и защищенным местом для существования. Если посмотреть вокруг, то можно увидеть, как излучения затрагивают также нашу жизнь – от энергии сияния солнца до здоровой еды на столе. Здесь, в МАГАТЭ, мы работаем со странами всего мира, преследуя цель содействия распространению мирного использования радиационных технологий ради всеобщего блага.

Имеется много различных средств и подходов, которые страна может использовать для достижения своих целей и задач развития, и для многих стран все более существенной частью решения становится радиационная технология. Она действительно признается как один из наиболее экологически благоприятных и рентабельных вариантов. Разнообразные применения этой технологии делают ее вполне приемлемой для многоплановой работы, необходимой для достижения целей Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития (ЦУР) и выполнения всеобъемлющего комплекса сопутствующих задач, которые имеют диапазон от здравоохранения и окружающей среды до промышленности и инфраструктуры.

Излучения могут использоваться для расщепления живых клеток при лечении таких заболеваний, как рак, для борьбы с вредными патогенами в пищевых продуктах и для стерилизации хирургических инструментов и медицинских изделий и принадлежностей. Излучения

позволяют нам уничтожать загрязнители в воде, в воздухе и в земле прежде, чем они приведут к загрязнению окружающей среды. Другие отходы, такие как багасса – волокнистое вещество, образующееся в сахарной промышленности, – или раковины от морепродуктов, таких как креветки, можно утилизировать с помощью радиационной технологии, которая позволит преобразовать их в биоразлагаемые и более экологичные материалы, такие как материал для упаковки пищевых продуктов, или в высококачественные питательные вещества, используемые в сельском хозяйстве. Кроме того, излучения могут применяться для соединения и связывания молекул при производстве более прочных и надежных кабелей и проводов, а также для создания высокоэффективных материалов и покрытий, которые применяются в наших домах и автомобилях, равно как и в промышленности во всем мире.

Мы можем использовать излучения даже для того, чтобы “видеть” “невидимые” внутренние пространства зданий и машин, что позволяет обеспечить уверенность в их сохраняющейся целостности и безопасности, особенно после стихийных бедствий. Каждый раз, находясь в аэропорту, вы видите пример радиационной технологии в действии: работники аэропорта сканируют людей и багаж в целях обеспечения безопасности. Это лишь немногие примеры того, насколько разнообразным может быть применение радиационной технологии.

Для освоения потенциала радиационной технологии и науки странам требуются высококвалифицированные специалисты и надлежащее оборудование. Благодаря поддержке со стороны МАГАТЭ многие страны могут воспользоваться требуемыми курсами по подготовке кадров и обучению, получить экспертные руководящие материалы и оборудование, необходимые для внедрения этой технологии. Кроме того, сотни ученых из институтов и организаций как развитых, так и развивающихся стран сотрудничают на основе проектов координированных исследований МАГАТЭ, призванных способствовать научным исследованиям.

Часто результаты этих проектов становятся важными практическими применениями, многие из которых затем включаются в работу, выполняемую на основе программы



(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)



(Фото: Л. Поттертон/МАГАТЭ)

технического сотрудничества МАГАТЭ, направленной на передачу ядерной технологии тем, кто в ней нуждается. Эта всеобъемлющая поддержка важна для многих стран, особенно для стран с низким и средним уровнем дохода, сталкивающихся с проблемой нехватки ресурсов.

Платформа для исследований, инноваций и прогресса

Многие виды использования радиационной технологии являются результатом десятилетий исследований и разработок в радиационной науке, но, как и в случае любой другой области науки, эта работа ведется не изолированно. Сотрудничество – это важнейший способ, которым страны могут обмениваться идеями и извлекать максимальную выгоду из этой технологии. Благодаря проводимым МАГАТЭ совещаниям, мероприятиям и конференциям, таким как Международная конференция по применению радиационной науки и технологий (ИКАРСТ), которая проходила с 24 по 28 апреля 2017 года, ученые, эксперты и специалисты промышленности могут встречаться друг с другом и обмениваться своим опытом. Такие связи представляют собой ключевой компонент содействия достижениям в этой области, определению наилучшей практики и нахождению новых и инновационных способов применения этих мощных средств.

Отчасти именно благодаря прочным партнерским отношениям между учеными и промышленностью исследования в сфере радиационной науки и технологии могут выйти за стены лабораторий и достигнуть заводов и фабрик во всем мире. МАГАТЭ помогает облегчать

стратегическое партнерство и партнерство между государственным и частным секторами на основе национальных, региональных и глобальных инициатив. Объединение ученых и экспертов с промышленными специалистами может содействовать развитию этой технологии и, во многих случаях, ее коммерциализации. В результате теперь люди повсеместно получают выгоды радиационной технологии, ибо эти выгоды воплощены в продуктах повседневного использования.

Безопасное и защищенное использование

Хотя радиационная технология может открыть множество новых путей, ведущих к лучшему будущему, такие пути могут открыться, только если эта технология будет использоваться безопасным и защищенным образом. Внедрение радиационной технологии предполагает создание системы безопасности и физической безопасности. Многие страны, при поддержке со стороны МАГАТЭ, работают над созданием системы регулирующего контроля и политики, которая отражает нормы безопасности и физической безопасности, согласованные на международном уровне. Кроме того, они пользуются поддержкой МАГАТЭ в деле введения надлежащих положений, касающихся качества, и в организации необходимой подготовки и сертификации персонала. Радиационные технологии, находясь в руках высококвалифицированных специалистов, которые работают в безопасных и защищенных условиях, обладают громадным потенциалом улучшения жизни людей и содействия индустриализации и развитию стран всего мира.

Обозрение МАГАТЭ – новая серия для руководителей

МАГАТЭ начало издавать новую серию публикаций, “Обозрение МАГАТЭ”, в целях информирования руководителей о возможностях извлечения максимальной пользы из предоставляемых МАГАТЭ услуг по повышению потенциала и содействию развитию. Обозрение МАГАТЭ издается с осени 2016 года и охватывает широкий спектр тем, связанных с применениями ядерной науки и технологий, а также содержит рекомендации для последующего рассмотрения государствами – членами МАГАТЭ.

Кроме того, в Обозрении затрагиваются вопросы, актуальные для того или иного региона. В выпуске Обозрения “Улучшение обслуживания пациентов в Африке с помощью безопасной медицинской визуализации” отмечается важность наличия в Африке высококвалифицированных медицинских физиков, которые были бы в состоянии пользоваться высокотехнологичным оборудованием для медицинской визуализации, например, сканерами для мультidetекторной спиральной компьютерной томографии (КТ).

Другой выпуск Обозрения МАГАТЭ “Выявление и лечение рака шейки матки с помощью методов диагностической визуализации и лучевой терапии” посвящен содействию МАГАТЭ государствам-членам из Латинской Америки и Карибского бассейна, а также возможностям ядерной медицины и лучевой терапии с точки зрения

оперативной диагностики и успешного лечения различных разновидностей раковых заболеваний, включая рак шейки матки. В этом документе подробно описывается помощь, которая может быть предоставлена государствам-членам для совершенствования национальных программ борьбы с раком шейки матки посредством организации соответствующего обучения, услуг экспертов, стажировок и закупок оборудования.

В третьей публикации в этой серии “Применение ядерных методов в оценке практики грудного вскармливания в целях улучшения питания и здоровья” говорится о применении методов стабильных изотопов в оценке деятельности, направленной на улучшение практики кормления детей грудного и раннего возраста. В данном выпуске представлены сведения о различных проектах, в рамках которых МАГАТЭ оказывает государствам-членам помощь в приобретении необходимых знаний о применении данных методов, позволяющих получать точные и объективные данные о практике грудного вскармливания.

МАГАТЭ планирует и далее пополнять свое Обозрение и собирать информационных буклетов.

Информационные буклеты МАГАТЭ

МАГАТЭ пополняет также свое собрание информационных буклетов, публикуя новую интересную информацию. В



информационных буклетах освещается разноплановая деятельность МАГАТЭ по мирному применению ядерных технологий в таких областях, как энергетика, здравоохранение, промышленность, продовольствие и сельское хозяйство, ядерная безопасность и физическая ядерная безопасность, гарантии и проверка. Информационные буклеты по ядерной и физической безопасности, к примеру, охватывают такие темы, как компьютерная и информационная безопасность, Конвенция о физической защите ядерного материала и поправка к ней и ядерная криминалистика.

В буклете по тематике здравоохранения “The Zika Virus Mosquitoes: How can the sterile insect technique help?” (“Комары – переносчики вируса Зика: чем поможет метод стерильных насекомых?”) говорится о помощи и деятельности МАГАТЭ в области борьбы с комарами – переносчиками болезней.

С выпусками Обозрения МАГАТЭ и собранием буклетов можно ознакомиться в интернете по адресу: iaea.org/publications/factsheets.

— Аабха Диксит

Новый метод – шаг вперед в исследованиях по контролю популяций комаров ядерными средствами

Открытый в декабре 2016 года инновационный способ разделения самцов и самок комаров может стать серьезным шагом вперед в применении ядерного метода стерильных насекомых (МСН) для борьбы с насекомыми – переносчиками таких заболеваний, как лихорадка Зика, денге и чикунгунья.

МСН заключается в применении ионизирующего излучения для стерилизации самцов массово разводимых нужных насекомых с их последующим освобождением в природе, где они спариваются с дикими самками без появления потомства, что со временем сокращает общую численность популяции. МСН успешно применяется

более чем в 40 странах против таких сельскохозяйственных вредителей, как плодовая муха, муха цеце, личинки мясной мухи и некоторые виды бабочек, а в результате кризиса, вызванного в прошлом году вирусом Зика, были активизированы исследования по использованию МСН против комаров рода Aedes. В партнерстве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) МАГАТЭ возглавляет международные исследования по разработке и применению МСН, в том числе против комаров Aedes.

Основная проблема, с которой сталкивались исследователи при расширении сферы действия МСН на



(Фото: Д. Калма/МАГАТЭ)

различные виды комаров, заключалась в отсутствии надежного способа уничтожения самок среди комаров, выпускаемых на волю. Отделение самок перед выпуском имеет решающее значение для применения МСН против комаров, поскольку заболевания передаются именно при укусах женскими особями.

В странах, где проходят или планируются испытания МСН против комаров Aedes, например, в Бразилии, Китае и Мексике,

самцы отделяются от самок вручную. На стадии куколок (в жизненном цикле насекомых это стадия между личинкой и взрослой особью) самки по размеру крупнее самцов, что позволяет отличать и отделять их от последних перед выпуском. Однако, как объясняет Руй Кардозу-Перейра, эксперт по МСН из Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях, этот метод крайне трудоемкий и поэтому не практичен для работы с десятками миллионов комаров, которые необходимы для применения МСН в более широких масштабах, чтобы защитить от распространения заболеваний целые города.

Поиск альтернативных способов определения пола комаров ведется в рамках реализуемого с 2013 года под руководством Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ пятилетнего проекта координированных исследований, в котором участвуют эксперты из 13 стран.

Пиксели спасают наследие физической науки Армении

Благодаря цифровым копиям, сохраненным в Международной системе ядерной информации (ИНИС) МАГАТЭ, в Армении удалось восстановить свыше 1000 утраченных научных работ по физике элементарных частиц и астрофизике.

Более 25 лет в хранилищах библиотеки Ереванского физического института (ЕрФИ), испытывающего серьезные проблемы с финансированием, пылились тысячи научных статей. Грязь настолько въелась в бумагу, что очистить документы, не повредив их, не представлялось возможным.

“В 60-х, 70-х и 80-х годах мы рассылали научные статьи во все крупные лаборатории, а также отправляли их в МАГАТЭ. – говорит Ашот Чилингарян, директор ЕрФИ. – К счастью, все архивы были оцифрованы и сохранены в ИНИС и теперь доступны в цифровом виде. Их буквально спасли”.

В мае 2016 года, после предоставления ЕрФИ статуса национальной лаборатории, руководство института обратилось к МАГАТЭ за помощью в восстановлении старых архивов. Сотрудники МАГАТЭ передали ЕрФИ

Никакой оптической иллюзии

Исследователи из TRAGSA, государственного учреждения Испании, специализирующегося на исследованиях и услугах в области охраны окружающей среды, создали прототип устройства, способного различать самцов и самок комаров при помощи технологии искусственного зрения и уничтожать самок лазерным лучом. По словам Игнасио Пла Мора, специалиста отдела TRAGSA по борьбе с вредителями, устройство состоит из вращающегося диска, распределяющего куколок массово выведенных насекомых для дальнейшего анализа с помощью программного обеспечения, способного определять пол особи по размеру куколки.

“Согласно предварительным результатам, в ходе проведенных испытаний удалось уничтожить 99,7% самок и сохранить 80% самцов, пригодных для выпуска на волю, – говорит г-н Пла Мора. – По сравнению с результатами методов разделения вручную, которые используются в настоящее время, полученные результаты весьма удовлетворительны”.

Хотя прототип устройства может обрабатывать до миллиона мужских особей комаров *Aedes* в день, этого все же мало, чтобы обеспечить уровень производительности регионального масштаба. Вместе с тем, по словам г-на Кардозу-Перейры, устройство можно использовать в проектах, реализуемых в пределах одного города или деревни, особенно в странах, где стоимость рабочей силы слишком высока для сортировки куколок комаров вручную. Ведутся дальнейшие исследования по совершенствованию данного метода, чтобы снизить процент уничтожаемых самцов и добиться большей производительности.

Разработать новый метод TRAGSA помогло участие в проекте координированных исследований. “Когда ведущие эксперты в той или иной области работают вместе, их собственные исследования движутся быстрее”, – говорит г-н Кардозу-Перейра.

— Миклош Гаунар



(Фото: ЕрФИ)

оцифрованные научные статьи и помогли институту создать цифровое хранилище научной информации. При помощи хранилища группа разместила все восстановленные научные статьи в интернете по адресу: invenio.yerphi.am.

Г-н Чилингарян рассказывает, что ученые в ЕрФИ занимаются исследованиями по физике элементарных частиц и астрофизике и сотрудничают с международными партнерами, работая на крупнейших мировых ускорителях и детекторах космического излучения. Они принимают участие в проведении международных экспериментов с 80-х годов. Сейчас в ЕрФИ публикуется около 30% всех научных работ Армении, и все новые публикации институт планирует размещать в хранилище.

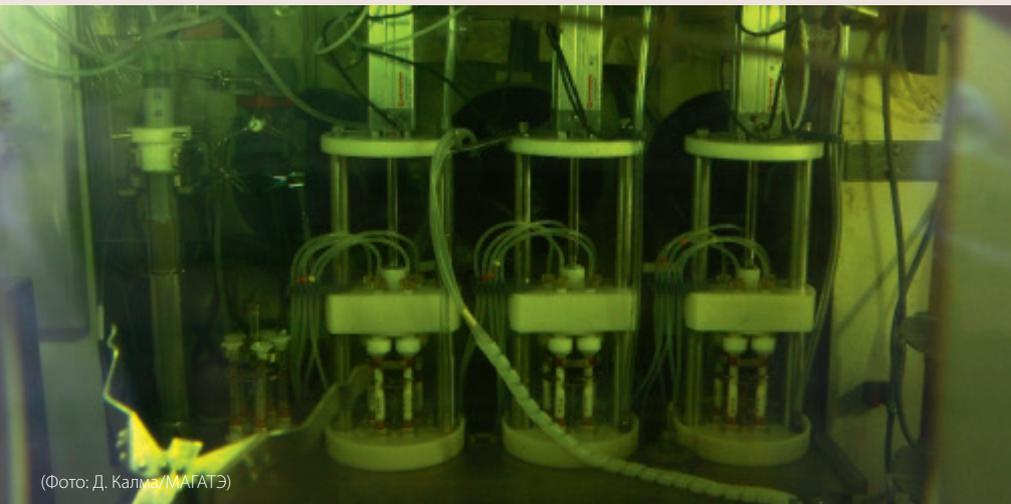
“Этот проект не только позволил ЕрФИ вернуть и вновь использовать утраченную научную информацию, но и внедрить новые технологии, помогающие в работе исследовательских учреждений Армении, – говорит Завен Акопов, координатор ИНИС в МАГАТЭ. – Опираясь на успешный

пример Армении, МАГАТЭ планирует оказывать помощь и другим странам в создании национальных хранилищ ядерной информации, что будет стимулировать дальнейшие исследования и разработки”.

В разработанной МАГАТЭ ИНИС хранится одно из крупнейших в мире собраний публикаций по ядерной науке и технологиям. Система содержит 4 млн библиографических записей, которые ежегодно просматривают более 2 млн пользователей во всем мире. ИНИС позволяет МАГАТЭ собирать ядерные данные, информацию и знания по мирным применениям ядерной энергии и предоставлять их в распоряжение своих государств-членов, содействуя тем самым дальнейшим исследованиям и разработкам и помогая странам в достижении целей в области устойчивого развития, выработанных Организацией Объединенных Наций.

— Лаура Хиль

Альтернативная технология может увеличить производство молибдена-99



(Фото: Д. Калма/МАГАТЭ)

Согласно статье, которая была опубликована в “Журнале радиоаналитической и ядерной химии” (Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry) по результатам исследования, проведенного при поддержке МАГАТЭ, и одним из авторов которой выступает эксперт МАГАТЭ, помочь увеличить запасы важнейшего изотопа молибден-99 (Mo-99), крайне необходимого для медицинского обслуживания миллионов пациентов во всем мире, может альтернативный метод его производства. В то время как происходит старение основных исследовательских реакторов, поставляющих Mo-99, и его производство прекращается, описанный в статье альтернативный метод позволит достаточно просто диверсифицировать производство и обеспечить непрерывные поставки Mo-99 в целях бесперебойного предоставления медицинских услуг.

Прежние проблемы

В 2009 году в Канаде и Нидерландах реакторы, на которых производился Mo-99, были временно остановлены для проведения необходимых работ по ремонту и техническому обслуживанию. В результате случились серьезные перебои с предоставлением медицинских услуг по всему миру: отменялись обследования, откладывались операции, а в некоторых случаях медицинские специалисты были вынуждены вернуться к старым, менее эффективным методам. Хотя с того времени ситуация с поставками улучшилась, медицинские работники и исследователи ищут альтернативы, чтобы решить проблему, которую в докладе 2016 года Национальных академий наук, техники и медицины США “Молибден-99 для нужд медицинской визуализации” окрестили “уязвимость поставок”.

“Перебои с поставками стали для нас серьезным предупреждением, что в производстве Mo-99 необходимо что-то менять, – говорит Данас Ридикас, специалист МАГАТЭ по исследовательским реакторам и один из авторов указанного доклада. – Диверсификация способов и мест производства Mo-99, более эффективное использование этого изотопа, разработка бизнес-модели по возмещению затрат на производство – вот необходимые условия для обеспечения непрерывных, стабильных и экономически целесообразных поставок Mo-99”.

Mo-99 – материнский изотоп технеция-99m (Tc-99m), наиболее широко используемого в ядерной медицине радионуклида. Однако поскольку Tc-99m нестабилен и подвержен быстрому распаду, производят и доставляют в больницы его более стабильный материнский изотоп.

Г-н Ридикас объясняет, что в октябре 2016 года уже прекратилось производство Mo-99 на одном исследовательском реакторе в Канаде, а к 2024 году планируется остановить другое крупное производство в Нидерландах, поэтому поиск альтернативных методов производства приобретает все большую актуальность. По его словам, одним из менее распространенных, но при этом весьма перспективным вариантом покрытия внутрисударственных потребностей в этом изотопе, в особенности для стран, располагающих исследовательскими реакторными установками, является получение Mo-99 путем облучения природного или обогащенного молибдена.

Облучение молибдена

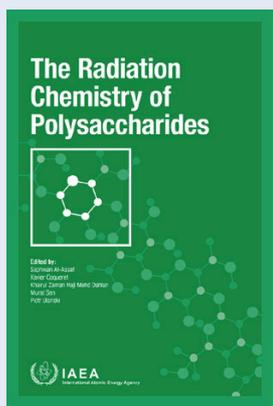
В отличие от традиционного метода получения Mo-99 в результате деления урана, облучение молибдена, уже применяемое в Индии, Казахстане, Перу, России, Узбекистане и Чили, – более простой производственный процесс, после которого образуется меньше радиоактивных отходов. Этот метод позволяет также рациональнее использовать исследовательские реакторы. Возможности применения данного метода изучаются в ряде стран, включая Иорданию, Марокко и Мексику.

Новый метод демонстрирует определенный потенциал, однако эксперты пока не завершили оценку его эффективности. В декабре 2015 года для анализа метода и изучения возможностей его применения МАГАТЭ организовало семинар-практикум, в котором приняли участие эксперты, работающие на 15 исследовательских реакторных установках в 12 странах. Эксперименты по облучению мишеней из природного молибдена, проведенные на нескольких исследовательских реакторах при содействии МАГАТЭ, показали, что при получении Mo-99 методом облучения количество полученного изотопа в пересчете на грамм облученного материала меньше, чем при использовании метода деления. Тем не менее, получаемого таким образом количества должно хватать для удовлетворения местных потребностей в ряде стран.

“Облучение обогащенного молибдена даст больше Mo-99, однако для этого процесса требуется более дорогостоящее сырье, поэтому предпочтительнее использовать природный молибден, несмотря на меньшее количество получаемого продукта. – считает г-н Ридикас. – В то же время пока неясно, насколько облучение и обработка экономически эффективнее метода деления”.

Выводы по итогам семинара и ориентировочные данные по производительности реакторов легли в основу статьи, опубликованной г-ном Ридикасом совместно с другими учеными в “Журнале радиоаналитической и ядерной химии”. Они служат также базой для дальнейших исследований. В 2017 году МАГАТЭ организует в Казахстане семинар-практикум по смежному вопросу – обработке облученных мишеней и подготовке генераторов технеция-99m на основе производства Mo-99 методом захвата нейтронов.

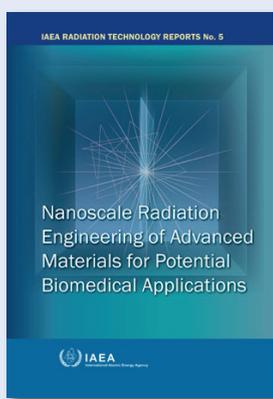
— Джереми Ли



The Radiation Chemistry of Polysaccharides (Радиационная химия полисахаридов)

Данная публикация знакомит с историей вопроса и содержит как результаты самых последних исследований, так и подробные сведения о деятельности по изготовлению новых продуктов из биополимеров путем их радиационной обработки. Достижения в этой области явным образом свидетельствуют о том, что радиационная обработка биополимеров стала перспективным направлением работы, поскольку благодаря своим уникальным свойствам такие полимерные материалы могут находить самое разнообразное практическое применение в сельском хозяйстве, медицине, промышленности и природоохранной деятельности.

Non-serial Publications; ISBN:978-92-0-101516-7; на английском языке; 75,00 евро; 2016 год
www-pub.iaea.org/books/iaeaabooks/10843/Poly



Nanoscale Radiation Engineering of Advanced Materials for Potential Biomedical Applications (Радиационная наноинженерия усовершенствованных материалов для потенциальных применений в биомедицине)

В этой публикации представлены результаты проекта координированных исследований МАГАТЭ по радиационной наноинженерии усовершенствованных материалов для потенциальных применений в биомедицине и краткий обзор достижений участвовавших в проекте учреждений.

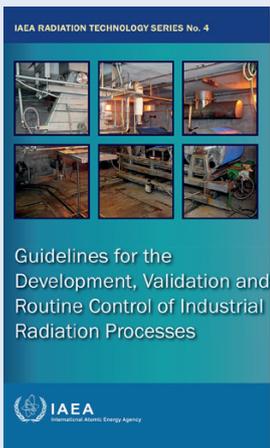
IAEA Radiation Technology Reports No. 5; ISBN:978-92-0-101815-1; на английском языке; 49,00 евро; 2015 год
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10641/Nano



Utilization of Accelerator Based Real Time Methods in Investigation of Materials with High Technological Importance (Применение методов проведения исследований в режиме реального времени на ускорителях для изучения высокотехнологичных материалов)

В этой публикации идет речь о современном положении дел с разработкой и применением для изучения материалов различных методов проведения исследований в режиме реального времени на ускорителях. Она содержит примеры междисциплинарных научных тем и задач, в работе над которыми применение методов исследований на ускорителях даст существенные преимущества с точки зрения результатов исследований и более глубоко понимания научных проблем. Кроме того, в публикации приводится краткий обзор направлений исследовательской работы, которые выиграют от определения характеристик материалов в режиме реального времени при помощи синхротронного излучения, нейтронных, ионных и электронных пучков, а также от одновременного применения различных методов. Из представленных в публикации статей можно сделать один и тот же вывод: необходима дальнейшая работа по созданию более надежных и долговечных материалов для энергетических применений.

IAEA Radiation Technology Reports No. 4; ISBN:978-92-0-102314-8; на английском языке; 37,00 евро; 2015 год
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10490/RTM

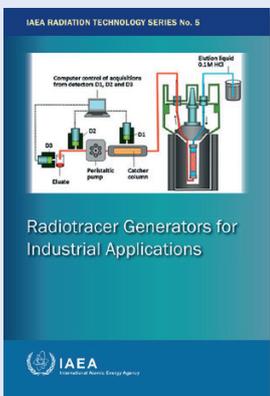


Guidelines for Development, Validation and Routine Control of Industrial Radiation Processes (Руководство по разработке, валидации и регулярному контролю процессов облучения в промышленности)

Данная публикация представляет собой руководство, которое было подготовлено в ответ на просьбы государств-членов представить рекомендации по соблюдению требований Международного стандарта разработки, валидации и регулярного контроля процессов облучения, опубликованного Международной организацией по стандартизации (ИСО). В то время как стандарт ИСО был разработан для стерилизации медицинских изделий, данное руководство носит общий характер и применимо к любому процессу облучения, поскольку принципы регулирования процесса облучения в целях получения качественной продукции, как правило, одинаковы для всей продукции и применений. В некоторых случаях процесс облучения описан более подробно, чтобы операторы облучательных установок и руководители, отвечающие за контроль качества, могли повысить качество предоставляемых услуг.

IAEA Radiation Technology Series No. 4; ISBN:978-92-0-135710-6; на английском языке; 29,00 евро; 2013 год

www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8676/Industrial



Radiotracer Generators for Industrial Applications (Генераторы радиоиндикаторов для промышленных применений)

Данная публикация представляет собой уникальный источник информации по разработке генераторов радиоиндикаторов и их применению для поиска неисправностей в производственных процессах и их оптимизации. В публикации дается обзор результатов исследований по характеристике генераторов таких радиоиндикаторов, как $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$, $^{137}\text{Cs}/^{137m}\text{Ba}$, $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ и $^{113}\text{Sn}/^{113m}\text{In}$, и проверки их пригодности для исследований производственных процессов. Тенденции процесса индустриализации в развивающихся странах свидетельствуют о том, что радиоиндикаторные методы будут еще много лет играть важную роль в промышленности, а результаты данного исследовательского проекта помогут государствам-членам более широко применять радиоиндикаторную технологию для решения проблем в промышленности и природоохранной деятельности.

IAEA Radiation Technology Series No. 5; ISBN:978-92-0-135410-5; на английском языке; 34,00 евро; 2013 год

www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8921/Radiotracers

МАГАТЭ является ведущим издателем литературы по ядерной тематике. Свыше 9000 научно-технических публикаций МАГАТЭ включают в себя международные нормы безопасности, технические руководства, материалы конференций и научные доклады. Они охватывают весь спектр деятельности МАГАТЭ, прежде всего в таких областях, как ядерная энергетика, лучевая терапия, ядерная безопасность, физическая ядерная безопасность и ядерное право.

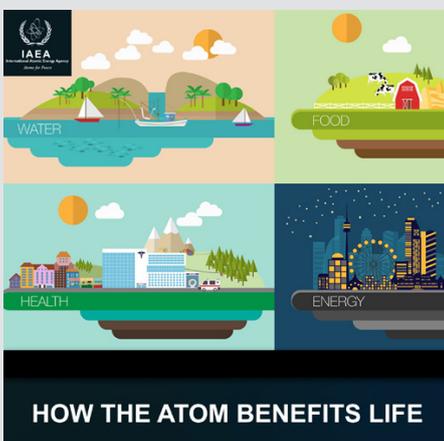
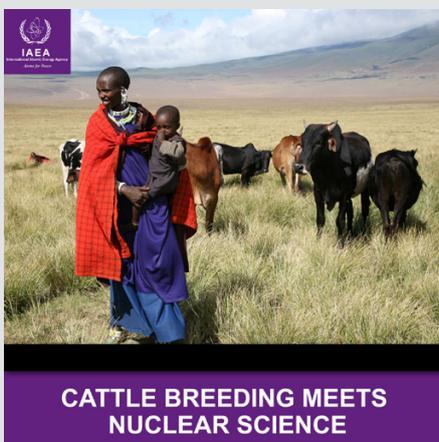
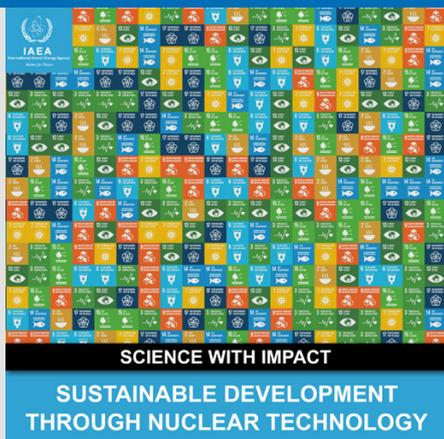
За дополнительной информацией и для заказа книг просьба обращаться в

Группу маркетинга и сбыта, Международное агентство по атомной энергии

Венский международный центр, а/я 100, А-1400 Вена, Австрия

Эл. почта: sales.publications@iaea.org

ФИЛЬМЫ МАГАТЭ



Смотрите фильмы МАГАТЭ на канале www.youtube.com/iaeavideo

Международная конференция РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА В МЕДИЦИНЕ

Обеспечение практических изменений

11-15 декабря 2017 года
Вена, Австрия



Организована

совместно с партнерами



60 Years

IAEA *Atoms for Peace and Development*



World Health Organization



Pan American Health Organization

www.iaea.org/meetings/CN-255

