

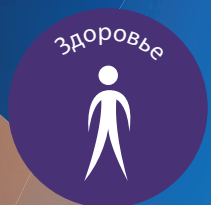


# IAEA BULLETIN

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



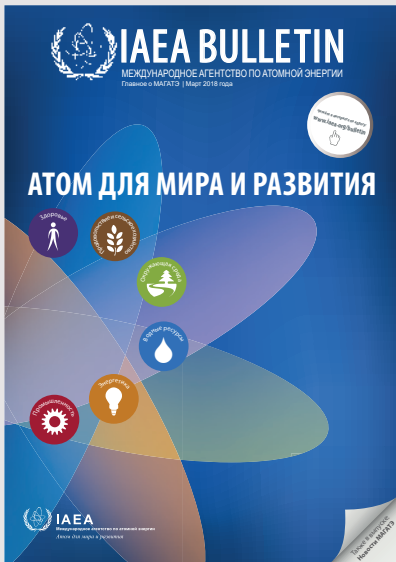
## АТОМ ДЛЯ МИРА И РАЗВИТИЯ



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии  
*Атом для мира и развития*

Также в выпуске:  
**Новости МАГАТЭ**



### БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации  
и коммуникации (ОРИС)

Международное агентство по атомной энергии

Венский международный центр

а/я 100, 1400 Вена, Австрия

Тел: (43-1) 2600-0

[iaebulletin@iaea.org](mailto:iaebulletin@iaea.org)

Редактор: Миклош Гашпар

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется в интернете по адресу

[www.iaea.org/bulletin](http://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: Р. Кенн/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, преследующей мирные цели, а также для защитных мер, необходимых для снижения существующих рисков облучения.

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

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

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

# Атом для мира и развития: курс на достижение целей в области устойчивого развития

Автор: Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ

Без технологий и научных инноваций трудно представить себе развитие. Применение ядерных технологий приносит огромную пользу во многих сферах нашей жизни, в том числе в области здравоохранения, сельского хозяйства, производства продовольствия и энергии, а также многих промышленных отраслях. МАГАТЭ обладает уникальными возможностями оказывать помощь государствам-членам в использовании ядерных технологий для достижения целей в области устойчивого развития.

Девиз организации «Атом для мира и развития» отражает суть нашей миссии — добиться того, чтобы ядерные технологии использовались исключительно в мирных целях, и помочь государствам-членам использовать эти удивительные технологии для улучшения благополучия и качества жизни граждан. Передача ядерных технологий развивающимся странам — главная задача МАГАТЭ и одна из наиболее важных сфер нашей деятельности.

На посту Генерального директора МАГАТЭ я посещаю разные страны и встречаю людей, чью жизнь затронула — а порой и изменила — деятельность Агентства. Именно в такие моменты чувствуется удовлетворение от проделанной работы. В настоящем выпуске Бюллетеня МАГАТЭ приведена подборка таких историй.

Вы узнаете о рисоводах в Индонезии, которые смогли вдвое увеличить урожай и свой доход, вырастив сорт риса, полученный при помощи облучения и устойчивый к некоторым последствиям изменения климата (стр. 4). Также вы сможете прочитать о том, как крестьяне в Доминиканской Республике смогли с помощью ядерных методов уничтожить насекомых-вредителей и возобновить экспорт фруктов и овощей (стр. 6). Вы узнаете, как ветеринары в Лесото впервые взяли анализы на болезни животных и зоонозные заболевания и как они следят за здоровьем домашнего скота и людей (стр. 8).

В другой статье описывается роль ядерных методов в устранении последствий разрушительных стихийных бедствий в Непале, Эквадоре и Перу (стр. 20). Мы также расскажем о малом предприятии в Малайзии, которое смогло повысить свою конкурентоспособность и выйти на международный рынок благодаря улучшению качества своей продукции с помощью облучения (стр. 24).



Многие страны считают, что ядерная энергетика может помочь им решить двоякую задачу: наладить надежное энергоснабжение для развития экономики и при этом противостоять изменению климата. Мы расскажем о сотрудничестве с Бангладеш, которая в прошлом году приступила к строительству первой АЭС (стр. 22).

Число государств — членов МАГАТЭ продолжает увеличиваться и сегодня составляет 169 стран. Спрос на наши услуги во всех областях ядерной науки и применений неуклонно растет. Для удовлетворения этого растущего спроса важным дополнением к нашим ресурсам технического сотрудничества стала Инициатива МАГАТЭ в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ). ИМИ также придает Агентству больше гибкости для оперативного решения новых задач и способствует установлению новых партнерских отношений с частным сектором.

Надеюсь, что вы с интересом читаете о том, как МАГАТЭ разными способами стремится улучшить жизнь людей во всем мире за счет мирного использования ядерных технологий.



(Фото: К. Брейди/МАГАТЭ)



(Фото: К. Брейди/МАГАТЭ)

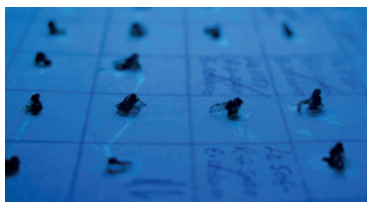


(Фото: Бюро по правовым вопросам, связям с общественностью и сотрудничеству, Национальное агентство по ядерной энергии (БАНАН))

Продовольствие и сельское хозяйство



**4 Борьба с изменением климата: сорт риса, выведенный с помощью ядерных методов, распространяется в Индонезии**



**6 Ядерные методы помогли Доминиканской Республике уничтожить насекомое-вредителя и возобновить экспорт фруктов и овощей**



**8 Лесото сейчас лучше подготовлено к борьбе с болезнями животных и зоонозными заболеваниями**

Водные ресурсы и окружающая среда



**10 Коста-Рика создает условия для внедрения климатически оптимизированного сельского хозяйства**

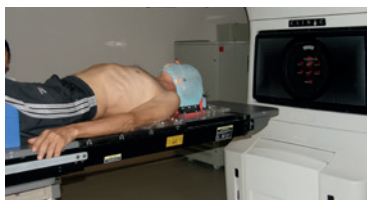


**12 Намибия просит МАГАТЭ помочь в изучении ее морской экосистемы в поддержку развития рыболовства**



**14 Как выиграть борьбу с эрозией почвы: спасти плодородные земли и сохранить качество воды с помощью ядерных методов**

Здоровье



**18 Модернизация услуг в области лучевой терапии в Молдове**



**20 После стихийного бедствия ядерная технология помогает восстановлению**

## Энергетика



**22 Внедрение ядерной энергетики в Бангладеш с помощью МАГАТЭ**

## Промышленность



**24 Применяемый на предприятиях малого бизнеса метод радиационной обработки позволяет им войти в глобальные цепочки стоимости в Малайзии**



**26 В Международном исследовательском центре СЕЗАМЕ**

## ИМИ



**30 Что такое Инициатива в отношении мирного использования ядерной энергии?**



**32 Усилия по модернизации лаборатории МАГАТЭ продолжаются**

**1 Атом для мира и развития: курс на достижение целей в области устойчивого развития**

**33 Новости МАГАТЭ**

**36 Публикации МАГАТЭ**

# Борьба с изменением климата: сорт риса, выведенный с помощью ядерных методов, распространяется в Индонезии

Миклош Гашпар



**Работники Национального агентства по ядерной энергии Индонезии (БАТАН) сажают сорта риса, выведенные с использованием облучения.**

(Фото: Юстианиа/БАТАН)

**Н**изкорослый, выносливый и быстро созревающий — так индонезийские фермеры называют свой любимый рис, и именно такой сорт риса дала им ядерная наука. И вдобавок ко всему прочему — более высокие доходы.

В конце 2017 года для примерно 200 крестьян из Восточной Явы наступил второй сезон выращивания сорта риса «Инпари Сиденук» («посвящение ядерным методам» по-индонезийски), который отвечает более жестким требованиям, связанным с изменением климата, и позволил в два раза увеличить урожайность до 9 тонн с гектара. Инпари Сиденук является одним из 22 сортов риса, разработанных учеными в Национальном агентстве по ядерной энергии (БАТАН) с использованием облучения — процесса, часто применяемого для получения новых и полезных признаков сельскохозяйственных культур (см. вставку «Наука»).

МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) и с частичным финансированием через Инициативу в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ) оказывает поддержку исследователям в 70 странах, в том числе в Индонезии, в отношении использования излучений в области сельскохозяйственных исследований. Разработка новых улучшенных сортов помогает увеличивать запасы продовольствия и тем самым повышать продовольственную безопасность.

«Для нас особенно важно иметь сорта, приспособленные к новым, неустойчивым погодным условиям, вызванным изменением климата», — говорит Абдул Рашид Афанди, крестьянин из Мангарана, у которого высаженный новый сорт занимает более половины его 2-гектарного поля.

Крестьяне здесь могут сажать рис три раза в год, один раз в сухой сезон и два раза в период дождей. «В последние годы продолжительность этих периодов изменилась больше чем обычно — сухая погода стала преобладать, что привело к распространению новых вредителей и болезней», — объясняет он. В результате урожайность используемых ранее сортов упала ниже 5 тонн с гектара.

Введение Инпари Сиденук не только привело к восстановлению прежней урожайности, но достигнув 9 тонн с гектара значительно превысило прошлые цифры. Этот сорт более низкорослый, поэтому менее уязвим для сильных ветров, которые обычно уничтожали до одной десятой части урожая.

«Единственная проблема — это нехватка семян для крестьян», — говорит А. Сидик Танойо, сотрудник Министерства сельского хозяйства Восточной Явы. «Важно произвести больше семян, чтобы увеличить площадь посадок, что в свою очередь приведет к повышению урожайности и доходов крестьян», — говорит он. Сейчас задача компетентных органов страны в сфере сельского хозяйства состоит в том, что произвести как можно больше семян этого нового сорта. Для такого массового производства уже не требуется облучение — только обычное размножение семян.

«Крайне важно сейчас поддерживать тесное сотрудничество БАТАН с компетентными органами в сфере сельского хозяйства, с тем чтобы обеспечить распределение любых новых сортов среди рисоводов», — говорит Ита Двимахьяни, селекционер из Центра применения изотопных и радиационных методов, входящего в БАТАН. Инпари Сиденук был разработан на основе местного сорта в 2007 году и был распространен БАТАН в 2011 году. Однако трудности с распределением означают, что потребовалось несколько лет для того, чтобы этот сорт дошел до рисоводов.

«Мы глубоко удовлетворены этим новым сортом», — говорит Афанди. Он добавляет, что дополнительный доход, который он надеется получить в предстоящие годы, поможет дать университетское образование его детям и позволит скопить больше денег на старость.



## Индонезия выбирает для массового производства сорт сои, выведенный с помощью ядерных методов

Министерство сельского хозяйства Индонезии выбрало улучшенный сорт сои, разработанный с использованием ядерных методов, в качестве основного элемента национального плана самообеспечения, целью которого является повышение продовольственной безопасности страны.

Темпе, изготавливаемый из ферментированных соевых бобов, является одним из главных национальных блюд, который обычно едят с рисом и бульоном. В связи с ростом населения и уровня жизни в последние двадцать лет потребление темпе значительно возросло и Индонезия постепенно потеряла свою самообеспеченность в плане производства темпе. Ей сейчас приходится импортировать около 60% из 2,2 млн тонн ежегодно потребляемой в стране сои. Правительство хочет значительно увеличить внутригосударственное производство. Для этого, однако, требуется сорт, подходящий для тропического климата страны, обладающий высокой урожайностью и устойчивостью к местным вредителям.

«Министерство сельского хозяйства в настоящее время выбрало на основе благоприятных признаков сорт, выведенный в Национальном агентстве по ядерной энергии страны (БАТАН), для массового производства семян и их распределения среди рисоводов», — говорит Лукман Хаким, сотрудник министерства, отвечающий за этот проект. Этот сорт называется Мутиара 1 и был выведен с использованием облучения. Слог «ра» в названии означает «радиация».

«Мутиара 1 обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными сортами сои», — говорит Гатот Гатот, один из 12 фермеров, который уже выращивает новый сорт на подходящих для выращивания сои полях в сердце страны на Восточной Яве. «Эти растения короче и крепче, устойчивы к ветрам и к болезням», — говорит он. Еще



**Сорт сои, который выращивает индонезийский крестьянин Гатот Гатот, был выведен с использованием облучения. Министерство сельского хозяйства выбрало его для размножения семян в рамках плана обеспечения продовольственной безопасности.**

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

более важно то, что урожай — свыше 3 тонн с гектара — на 25% выше, чем у местных сортов. Семена крупнее и качественнее местных, стоимость колеблется между 6500–7000 рупий за килограмм (40–44 евроцента) по сравнению с суммой ниже 6000 рупий за местный сорт.

«Из 200 крестьян в этой деревне большинство хотело бы выращивать Мутиара 1, но в настоящее время для них не хватает семян, — говорит А. Сидик Танойо, куратор этого района из Министерства сельского хозяйства. — Сейчас это положение изменится в результате принятого правительством решения».

Одновременно ученые БАТАН будут продолжать выведение новых сортов и далее улучшая их признаки. «Сорт Мутиара 1 менее оптимален в сезон дождей, когда его более крупные семена приобретают коричневатый оттенок и становятся менее жизнестойкими», — говорит Азри Кусума Деви, селекционер входящего в БАТАН Центра применения изотопных и радиационных методов в Джакарте. «Нам необходимо продолжать работу над оптимизацией Мутиара 1 путем индуцирования мутаций и селекции нового сорта, подходящего для сезона дождей», — говорит она.

## НАУКА

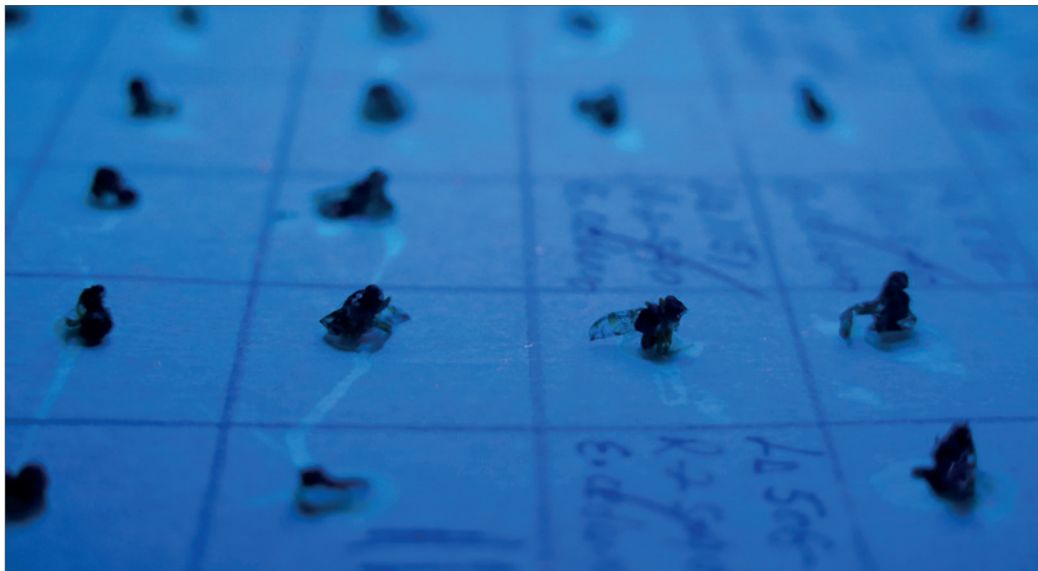
### Выведение новых сортов с помощью ядерных методов

С помощью процесса, известного как мутационная селекция, ученые БАТАН вывели двадцать два сорта риса. С 1930-х годов с целью ускорения процесса выведения и отбора растений с новыми ценными агрономическими признаками применяется метод мутационной селекции, опирающийся на генетический состав самого растения и копирующий естественный процесс спонтанной мутации. В процессе мутации возникают случайные генетические варианты, что приводит к появлению растений с новыми полезными свойствами.

Ученые из БАТАН используют гамма-облучение для того, чтобы вызвать мутацию семян и значительно ускорить естественный процесс мутации. После облучения семян они тестируют новые мутантные растения на предмет различных характеристик и выбирают те, у которых проявляются полезные признаки, для дальнейшего воспроизводства и последующей передачи фермерам.

# Ядерные методы помогли Доминиканской Республике уничтожить насекомое-вредителя и возобновить экспорт фруктов и овощей

Лючиана Вьегас и Лаура Хиль



Эти выловленные в садах средиземноморские плодовые мухи проходят проверку на подтверждение их стерильности. Облучение, используемое для стерилизации этих насекомых в Доминиканской Республике, привело к ликвидации вредителя в июле 2017 года.

(Фото: Л. Хиль/МАГАТЭ)

В 2017 году в Доминиканской Республике с помощью ядерного метода и при поддержке МАГАТЭ и Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) был ликвидирован основной сельскохозяйственный вредитель — средиземноморская плодовая муха. Через два года после нашествия этого насекомого, в результате которого сельскому хозяйству был нанесен значительный экономический ущерб, страна в июле 2017 года объявила о ликвидации плодовой мухи.

Власти для уничтожения мухи применили метод стерильных насекомых (МСН) (см. врезку «Наука»).

О нашествии средиземноморской плодовой мухи в Доминиканскую Республику было впервые сообщено в марте 2015 года: насекомые были замечены около туристского города Пунта Кана и быстро распространились на площади 2000 кв км на востоке страны. Как только правительство объявило о появлении этого вредителя, Соединенные Штаты Америки наложили запрет на ввоз 18 разновидностей фруктов и овощей, что нанесло серьезный удар по экспорту страны.

Фрукты и овощи составляют примерно 30% экспорта, принося Доминиканской Республике по информации Центрального банка страны около 610 млн долл. США в год. Этот запрет только в 2015 году привел к потере 42 млн долл. США в результате сокращения экспорта фруктов и овощей и поставил под угрозу тысячи рабочих мест. Благодаря успешной борьбе с вредителем этот запрет сейчас полностью снят.

«Средиземноморская плодовая муха — это один из самых опасных сельскохозяйственных вредителей в мире, наносящих максимальный ущерб, — говорит Алду Малавози, заместитель Генерального директора МАГАТЭ, руководитель Департамента ядерных наук и применений. — Насекомое нападает на некоторые разновидности фруктов и овощей и очень быстро распространяется».

Самки мухи могут в течение жизни отложить более 400 яиц и за короткий период в 6 месяцев в стране размером с Доминиканскую Республику может появиться крупная популяция этих насекомых.

«Он [запрет] был для нас катастрофой, — говорит Пабло Родригес, финансовый директор «Окоа авокадос», крупнейшей национальной компании-экспортера зеленого королевского авокадо. — Почти все, чем мы занимаемся, — это экспорт, так что вы можете представить себе наши потери. Мы уже подготовили продукцию на экспорт в марте, когда ввели этот запрет. Мы потеряли всю ту продукцию, а также следующий цикл производства». Убытки «Окоа авокадос» составили 8 млн долл. США.

Хотя большинство особей было обнаружено среди миндальных деревьев на некоммерческих плантациях вдоль побережья, возникла опасность того, что они могут перебраться на коммерческие плодовые и овощные фермы. Любое появление мухи рассматривается как событие высокого риска и часто вынуждает страны, в которых нет этого вредителя, ограничивать импорт уязвимых видов фруктов и овощей.





## Против мух

«Когда государство обнаружило появление этого вредителя, у него не было достаточных институциональных возможностей для принятия необходимых мер, — говорит министр сельского хозяйства Анхель Эстевес. — Для нас это стало сущим наваждением. Я ложился спать, думая о мухах, мухи снились мне по ночам, а утром я просыпался с мыслью о мухах».

По просьбе правительства МАГАТЭ оказало помощь на основе своей программы технического сотрудничества по адаптации станции в городе Игуэй для содержания стерильных самцов насекомых, привезенных из Гватемалы. Начиная с октября 2015 года на пораженных территориях было выпущено более 4 млрд этих насекомых.

МАГАТЭ совместно с ФАО и Министерством сельского хозяйства США также обучило местный персонал установлению систем наблюдения по всей стране для ловли и идентификации мух, а также использованию дополнительных методов борьбы с насекомыми-вредителями, например, обрезки деревьев, уничтожения фруктов с отложенными мухой яйцами и избирательного применения пестицидов.

## Мухи против стран Карибского бассейна

Помощь МАГАТЭ, скоординированные действия по реагированию на чрезвычайную ситуацию и принятые министерством меры по контролю распространения вредителя принесли ряд косвенных выгод не только самой Доминиканской Республике, но и всему региону.

«В рамках проекта удалось предотвратить распространение мухи на другие страны Карибского бассейна и на континентальные страны, в том числе на Мексику и США, избежав крупных экономических потерь», — говорит Вальтер Энкерлин, энтомолог из Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях.

«Теперь у Министерства сельского хозяйства есть необходимый технический и кадровый потенциал для борьбы с этим и другими насекомыми-вредителями и для того, чтобы поделиться извлеченными уроками и ноу-хау», — говорит Фрэнк Лэм, представитель Межамериканского института сотрудничества в области сельского хозяйства в Доминиканской Республике. «Это опыт, приобретенный дорогой ценой, и мы хотим поделиться им с другими странами, чтобы они могли этого избежать. Мы не хотели бы, чтобы другие оказались неподготовленными к такому», — говорит г-н Лэм.

## НАУКА

### Контроль рождаемости мухи

Метод стерильных насекомых — это форма борьбы с насекомыми-вредителями, предусматривающая использование ионизирующих излучений для стерилизации мужских особей мухи, которые в массовых количествах производятся в специальных установках для разведения. Миллионы стерильных самцов систематически выпускаются с земли или с воздуха в масштабах региона. Они спариваются с обитающими в естественных условиях самками, однако потомства в этом случае не появляется. В результате применение этого метода может подавить или, в некоторых случаях, ликвидировать популяции различных видов живущих в

природе мух, например, плодовых мух или мух цеце. МСН относится к числу наиболее экологически благоприятных существующих методов борьбы с насекомыми, и обычно он применяется в качестве заключительного элемента комплексной кампании, нацеленной на ликвидацию популяции этого насекомого.

Объединенный отдел ФАО/МАГАТЭ поддерживает приблизительно 40 таких проектов на местах, осуществляемых по линии программы технического сотрудничества МАГАТЭ в различных частях Африки, Азии, Европы и Латинской Америки.



# Лесото сейчас лучше подготовлено к борьбе с болезнями животных и зоонозными заболеваниями

Лаура Хиль

В Лесото, стране с двухмиллионным населением в южной части Африки, которая до недавнего времени делала подобные анализы в иностранных лабораториях, появилась возможность ранней и оперативной диагностики болезней животных. Благодаря поддержке со стороны МАГАТЭ и Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) ученые-ветеринары из столицы страны Масеру с середины 2017 года смогли начать использовать частично-ядерные методы для определения и характеристики вирусов, воздействующих на домашний скот и людей.

«С тем чтобы контролировать заболеваемость и оперативно реагировать на любые возможные вспышки болезней нам необходимо проводить диагностику собственными силами», — говорит Джеральд Махлоане, директор отдела животноводства Министерства сельского хозяйства и продовольственной безопасности Лесото.

«Эти методы позволяют нам идентифицировать вирусы, в том числе лихорадки Эбола и птичьего гриппа, в течение нескольких часов и большой степенью точности. Они также экономичны. Мы сейчас моментально обнаруживаем то, что раньше занимало недели, — говорит Махлоане. — Это большая разница».

Ранняя диагностика дает возможность изолировать и лечить больных людей и животных на ранних стадиях и таким образом способствует сдерживанию распространения заболевания. Это позволяет компетентным органам и фермерам оперативно реагировать на любые вспышки болезней и контролировать их, а также вести наблюдение на уровне, который будет обеспечивать предотвращение вспышек болезней.

С помощью этих методов ученые Центральной ветеринарной лаборатории смогли продемонстрировать,

## Сеть VETLAB: создание условий для проведения диагностики в ветеринарных лабораториях в Африке и Азии

Ветеринары в Африке, работающие над тем, как не допустить распространения трансграничных болезней животных, в том числе тех, которые могут передаваться людям, используют изотопные, ядерные и частично-ядерные методы диагностики и могут поделиться передовой практикой, скоординировать деятельность и разработать совместные стратегии борьбы с болезнями через Сеть лабораторий ветеринарной диагностики (сеть VETLAB). Эта сеть была образована МАГАТЭ в партнерстве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) и частично финансируется через Инициативу в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ).

Эти болезни могут оказать весьма негативное воздействие на здоровье и благосостояние людей. Они также являются одним из основных препятствий на пути развития международной торговли продукцией животного происхождения, потенциально приносящими серьезные экономические потери и представляющими собой значительные проблемы с точки зрения безопасности пищевых продуктов и продовольственной безопасности.

Раннее и оперативное обнаружение и характеристика патогенов болезни крайне важны при осуществлении стратегий последовательной борьбы с такими болезнями и вносят свой вклад в их локализацию и последующую ликвидацию. Необходимы согласованные действия, поскольку такие болезни и животные, которые их переносят, не знают границ. Члены сети VETLAB обмениваются опытом и ноу-хау в области диагностики и борьбы с этими заболеваниями, а также способствуют реализации национальных и региональных мер по предотвращению болезней животных и зоонозных заболеваний. В рамках сети проводятся учебные курсы, происходит передача технологий и обмен знаниями, предоставляются руководящие материалы и стандартные рабочие процедуры, оказываются услуги экспертов и организуется предоставление оборудования, реагентов и расходных материалов.

В сеть VETLAB в настоящее время входят лаборатории 44 стран Африки и 19 стран Азии.



Для африканских стран, перед которыми стоит угроза вспышек болезней животных, использование частично-ядерных методов крайне важно с точки зрения их диагностики и, в свою очередь, локализации и ликвидации.

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)



что в Лесото больше нет ящура — одной из самых опасных для домашнего скота инфекционных болезней.

Они используют бесплатно переданное со стороны МАГАТЭ оборудование для проверки того, существует ли еще в стране чума мелких жвачных животных (ЧМЖЖ) — высококонтагиозное заболевание, которое может приводить к ежегодному падежу тысяч овец и коз. Они отобрали все необходимые для анализа пробы у животных, часть из которых они уже обрабатывают в лаборатории. Затем они также планируют проверить наличие вируса птичьего гриппа в стране, в 2017 году обнаруженного в соседней Южно-Африканской Республике.

В прошлом компетентные органы Лесото обычно каждый год отправляли более 200 проб крови скота и других животных в Южно-Африканскую Республику и Ботсвану на анализ с целью проверки отсутствия в стране этих болезней животных; анализы стоили дорого, но были в числе обязательных, предписанных Всемирной организацией по охране здоровья животных (Международное эпизоотическое Бюро — МЭБ). В настоящее время они используют иностранные лаборатории только для подтверждения или валидации анализов.

Для африканских стран, перед которыми стоит угроза вспышек болезней животных, критически важной

является помощь МАГАТЭ в сотрудничестве с ФАО в оснащении их лабораторий и подготовке их ученых в области применения этих методов и соответствующих мер обеспечения биобезопасности. Лесото является вторым в мире производителем мохера — материала, который делают в стране из шерсти многочисленных овец и коз. Обеспечение здоровья своих овец и коз помогает фермерам, производителям и экспортерам гарантировать себе стабильный доход.

МАГАТЭ на основе своей программы технического сотрудничества и в партнерстве с ФАО оказывает Лесото помощь в борьбе с инфекционными болезнями с момента присоединения страны к Агентству в 2009 году.



**Частично-ядерные методы помогли властям Лесото наглядно показать отсутствие ящура в стране.**

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

## НАУКА

# Использование ядерных методов для обнаружения болезней животных

Ветеринары в отделе животноводства в Лесото используют различные частично-ядерные методы для ранней и оперативной диагностики болезней животных и зоонозных заболеваний. Вот как работают эти методы.

В ходе серологических анализов с помощью анти-иммуноглобулинов, подобранных для каждого отдельного вида животных, обнаруживаются конкретные антитела, уникально присущие каждому отдельному патогену.

В ходе молекулярных анализов ученые воспроизводят или амплифицируют (с помощью полимеразной цепной реакции) отдельные фрагменты ДНК миллиарды раз в течение всего нескольких часов. Затем амплификация целевого фрагмента ДНК обнаруживается и измеряется с помощью радиоизотопов или флуоресцирующих молекул. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) весьма специфична, поскольку обычно направлена на конкретный признак отдельного патогена. Она состоит из многократных нагревов и охлаждений, что влечет разделение двух нитей (цепей) ДНК и затем репликацию оригинальной ДНК. Эта процедура повторяется до появления достаточного числа копий целевой молекулы. Ученые затем могут определить наличие генома патогена.

## Почему эти методы называют частично-ядерными?

Для визуализации этих реакций участвующие в реакции молекулы (антитела в серологическом и генетическом элементах молекулярного метода) помечаются радиоактивными изотопами, например,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{33}\text{P}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ , с тем чтобы можно было измерить эти реакции с помощью счетчиков радиоактивных лучей или частиц. Однако в случаях, когда радиоактивность не применяется вследствие недостаточного оснащения лаборатории или короткого периода полураспада радиоизотопов, или когда чувствительность этих методов не имеет решающего значения, радиоизотопы можно заменить цветообразующими веществами, например, ферментами или флуоресцентными красителями. Эти метки проще считывать и оценивать, но со временем они становятся менее надежными, снижая чувствительность этих методов. Поэтому ядерный метод мечения до сих пор используется в качестве эталонного калибровочного стандарта с целью восстановления точности метода мечения для визуализации.

# Коста-Рика создает условия для внедрения климатически оптимизированного сельского хозяйства

Лаура Хиль

Правительство Коста-Рики использует ядерные методы для совмещения двух задач: достичь нейтрального показателя выбросов углерода и остаться при этом самым крупным в мире производителем ананасов, для чего требуются значительные объемы удобрений. С помощью МАГАТЭ и Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) эксперты из Коста-Рики изучают возможности применения производителями ядерной технологии, способствующей более эффективному и экологически чистому выращиванию фруктов и других культур. Они тестируют, каким образом новый вид почвенной добавки может помочь сократить использование пестицидов и удобрений, а также снизить выбросы парниковых газов (ПГ).

«Большинство производителей применяют больше удобрений и пестицидов, чем требуется ананасам, и их значительные объемы уходят в атмосферу в качестве парниковых газов или загрязняют реки и подземные воды», — говорит Кристина Чинчиля, агроном из Центра исследований загрязнения окружающей среды (СІСА) Университета Коста-Рики.

Эксперты из СІСА работают с МАГАТЭ и ФАО, изучая вопросы использования биоугля — богатого углеродом материала, производимого из остатков плодов. В других странах биоуголь оказался подходящим материалом для повышения плодородия почв, одновременно способствуя снижению отрицательного воздействия химических веществ на окружающую среду.

## Ананасы и биоуголь

Поскольку в Коста-Рике каждые полтора года в качестве побочного продукта урожая образуется более 10 млн тонн остатков ананасов, сотрудники СІСА решили использовать эти остатки для производства биоугля.

В рамках проекта технического сотрудничества МАГАТЭ эксперты используют частично-ядерные методы для проверки пользы биоугля. Они готовят остатки ананасов для производства биоугля, которые фермеры будут добавлять в почву. Затем они добавляют пестициды, меченные радиоактивным изотопом углерод-14 ( $^{14}\text{C}$ ), на участки почвы, что позволяет им наблюдать за поведением молекул пестицидов. Применяя этот метод, они также узнают, способствует ли биоуголь накоплению в почве большего количества углерода, сокращая тем самым выбросы углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ).

Эксперты СІСА используют также удобрения, меченные стабильным изотопом азот-15 ( $^{15}\text{N}$ ), для отслеживания их перемещения. Применяя этот метод, они планируют увидеть, могут ли ананасовые деревья поглощать удобрения более эффективно, если они растут в почве, богатой биоуглем.

Сокращение объемов удобрений и пестицидов выгодно для бизнеса. «Удобрения и пестициды стоят дорого, — говорит Дональд Гонсалес, производитель ананасов из Питала на севере Коста-Рики. — Иногда мы стоим перед выбором: купить еду ананасам, либо купить еду семье».



Вследствие растущей озабоченности по поводу экологических проблем и ужесточения правил импорта правительство Коста-Рики ввело строгие правила для производителей ананасов, запретив некоторые химикаты и содействуя применению устойчивой практики.

Возможность добиться сокращения объемов использования удобрений и пестицидов, позволяя при этом фермерам по-прежнему зарабатывать себе на жизнь выращиванием пользующихся в мире спросом фруктов — это и есть компромисс, к которому стремятся все заинтересованные стороны.

### Сокращение выбросов парниковых газов

В рамках своего плана по достижению нейтрального показателя выбросов углерода Коста-Рика ищет пути сокращения выбросов ПГ. При поддержке МАГАТЭ и ФАО эксперты используют ядерные методы для измерения объемов выбросов ПГ из почвы, в том числе из почвы, смешанной с биоуглем, и отслеживания точных мест происхождения выбросов.

«На нашем пути к инновационной экономике мы предпринимаем усилия по развитию устойчивого сельского хозяйства и промышленности, применяя достижения в области науки и технологий», — говорит Каролина Васкес Сото, министр науки, технологий и телекоммуникаций.

В соответствии с данными Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) на сельскохозяйственную деятельность и изменения практики землепользования приходится 24% глобальных выбросов ПГ и эта цифра продолжает расти.

«Сокращение выбросов парниковых газов, связанных с сельскохозяйственной практикой, является одним из решающих факторов в борьбе с изменением



**Дональд Гонсалес, производитель ананасов на своем поле в Питале на севере Коста-Рики, где ученые будут тестировать биоуголь.**

(Фото: Л. Хиль/МАГАТЭ)

климата», — говорит Ана Габриэла Перес, координатор Национальной эталонной лаборатории по измерению содержания парниковых газов и секвестрации углерода, которую МАГАТЭ оснастило оборудованием в 2014 году.

«Изотопные методы могут обеспечить необходимую информацию об источниках и объемах парниковых газов, образующихся в результате сельскохозяйственной деятельности, — говорит Мохаммад Заман, почвовед из Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях. — Эта информация предоставляет руководству достаточно знаний для принятия обоснованных решений в отношении парниковых газов».

## НАУКА

### Секвестрация углерода в почве

Почва представляет собой смесь минеральных и органических веществ, газов и воды. Углерод является ключевым компонентом почвы и ее благополучия, но в газообразном виде в форме  $\text{CO}_2$  он представляет собой ПГ. Растения улавливают из воздуха углерод в форме  $\text{CO}_2$ , превращают его в органическое вещество, которое повышает плодородие почвы и ее устойчивость к суровым климатическим условиям.

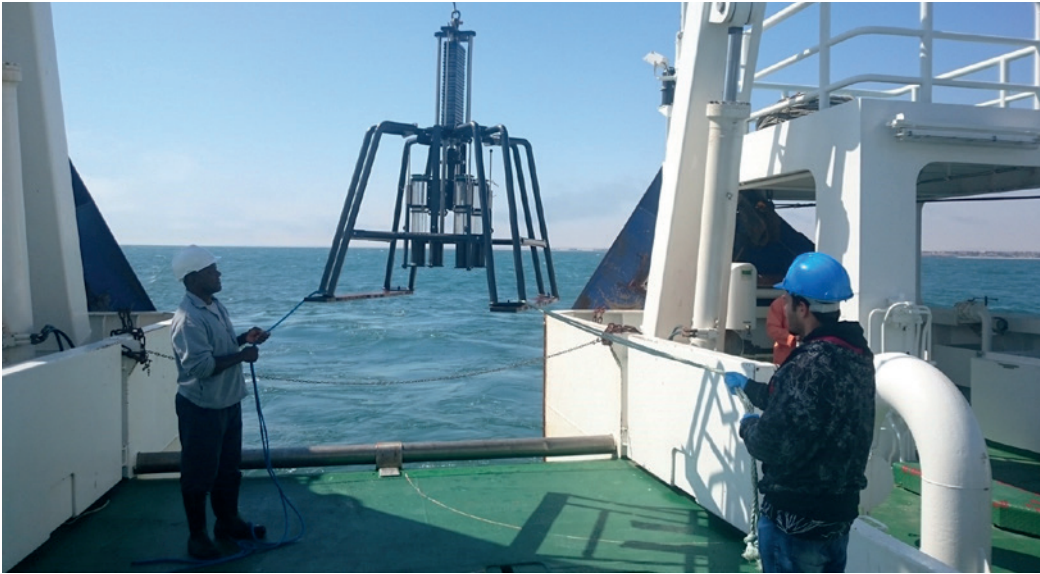
Идея улавливания (захвата) почвой и накопления в ней (связывания) атмосферного диоксида углерода, также известная, как секвестрация (поглощение) углерода (углекислого газа), может компенсировать увеличение ПГ. Анализ изотопов углерода-14 позволяет исследователям

оценить качество почвы и источники секвестрированного в почву углерода. Измеряя уровень секвестрации углерода они могут определить, повышает ли биоуголь плодородие почвы и способствует ли он сокращению выбросов  $\text{CO}_2$ .

Подобным образом, применяя на определенных участках удобрения, меченные стабильным изотопом азот-15 ( $^{15}\text{N}$ ), ученые могут отследить, какой объем азота был поглощен растениями, какой был выброшен в атмосферу в виде ПГ, какой отложился на поверхности или ушел с подземными водами, и на этом основании определить степень эффективности усвоения удобрений растениями. Это поможет им оптимизировать расход удобрений на фермерских участках.

# Намибия просит МАГАТЭ помочь в изучении ее морской экосистемы в поддержку развития рыболовства

Лукас Смолл и Миклош Гашпар



**Исследователи берут пробы донных отложений вдоль побережья Намибии.**

(Фото: Д.К. Лоув/Министерство рыболовства и морских ресурсов, Намибия)

Первое в истории всеобъемлющее исследование концентраций радионуклидов и микроэлементов в прибрежных водах Намибии показало, что при весьма низком уровне концентрации радионуклидов есть признаки повышенной концентрации отдельных микроэлементов. Необходимо дальнейшее исследование, чтобы установить, являются ли они результатом деятельности человека на побережье или в их основе лежат геологические процессы, говорится в научном докладе МАГАТЭ, представленном правительству Намибии в конце 2017 года по итогам исследования, проведенного по просьбе правительства.

«В докладе МАГАТЭ представлена отличная информация о нынешнем положении дел, и она может использоваться для будущей деятельности по мониторингу, — говорит Аксель Тибиньяне, директор Национального управления радиационной защиты Намибии. — Поскольку морские ресурсы вносят значительный вклад в наше национальное развитие, необходимо обеспечить их устойчивое использование. Этот доклад поможет нам сделать это».

После предварительного исследования МАГАТЭ продолжит оказывать правительству поддержку в получении более полного представления о высоких уровнях концентрации микроэлементов.

Помимо роста населения в стране, добычи урана, золота и алмазов, а также промышленной деятельности наблюдается растущий интерес к разработке морского дна с целью добычи фосфатов. Намибия входит в число

пяти ведущих в мире стран — производителей урана. Для оценки любого воздействия на окружающую среду этого возрастающего уровня деятельности человека следует установить базовый уровень для проведения оценки, поскольку некоторые из этих видов деятельности могут в итоге привести к повышенным уровням концентрации радионуклидов и микроэлементов. Данные из этого доклада могут помочь определить такой базовый уровень.

«Этот проект — первый в своем роде, в рамках которого была получена информация о шельфе Намибии, — говорит Деон Лоув, океанолог, отвечающий за это исследование в Министерстве рыболовства и морских ресурсов Намибии. — Нам необходимы эти знания для мониторинга и охраны нашей морской экосистемы, поскольку деятельность человека продолжает возрастать».

Активизация деятельности на побережье означает, что необходимы новые правила контроля природных и вызванных деятельностью человека (или антропогенных) радионуклидов и микроэлементов, которые могут загрязнить морскую экосистему с потенциальным воздействием на морепродукты, местное население и экономику, и правила обращения с ними.

Прибрежные воды Намибии обладают богатым биологическим разнообразием и простираются более чем на 1500 километров вдоль турбулентного Бенгельского течения в Южной Атлантике. Большая часть побережья является морской особо охраняемой морской территорией, которая считается незагрязненной. Это северная часть

крупной морской экосистемы Бенгельского течения — одной из самых продуктивных прибрежных экосистем в мире — и в ней осуществляется ценный рыболовный промысел и промышленное разведение морских животных и водорослей в естественных условиях. Это высокодинамичная среда: сильные ветра, бурлящие течения и подводные извержения серы наряду с огромными стадами разнообразных рыб, планктоном и другими представителями морской жизни, включая самую крупную в мире бактерию, видимую невооруженным глазом.

Несмотря на всю эту деятельность, мало что было известно об уровнях морской радиоактивности и микроэлементов до настоящего времени.

## Исследование

По просьбе Министерства рыболовства и морских ресурсов в 2015 году МАГАТЭ начало отбор различных проб морской среды вдоль побережья. Было отобрано более 500 проб, в том числе проб донных отложений, морской воды, рыбы, мидий и водорослей. С этими пробами было произведено несколько тысяч измерений. В этом исследовательском проекте приняли участие свыше 40 ученых из 11 учреждений в шести странах.

Помимо предоставления результатов базовых измерений для текущих оценок и целей регулирования, радионуклиды и изотопы металлических микроэлементов могут служить индикаторами в целях более глубокого понимания океанографических процессов и процессов загрязнения (см. врезку «Наука»). Например, исследование изотопов свинца может помочь оценить, имеет ли присутствующий свинец природное или антропогенное



**Побережье Намибии является домом для охраняемых видов, таких, как эти африканские пингвины на острове Меркурий.**

(Фото: Д.К. Лоув/Министерство рыболовства и морских ресурсов, Намибия)

происхождение. Изотопная сигнатура свинца может также предоставить информацию об источниках загрязнителей.

«Это исследование не только помогает Намибии, но будет также продолжено, добавив международную научную ценность путем расширения знаний о глобальных моделях загрязнения морской среды, — говорит Мартина Рожмарич, ученый-исследователь из Лабораторий окружающей среды МАГАТЭ. — Изучая наличие вдоль побережья Намибии природных и антропогенных радионуклидов и микроэлементов, таких, как свинец, ртуть, медь и кадмий, мы заполняем критический пробел в знаниях на карте мира».

## НАУКА

### Изучение океанов с помощью изотопов

Концентрацию радионуклидов (природных и антропогенных), микроэлементов и редкоземельных элементов измерить сложно. Но измерение уровней этих веществ и отслеживание их источников — вот что в первую очередь дает нам представление о состоянии морской среды.

Некоторые антропогенные радионуклиды могут быть обнаружены на сверхнизких уровнях; некоторые, как, например, изотоп йода I-129 и изотоп урана U-236 могут использоваться в качестве радиоиндикаторов для изучения таких океанографических процессов, как движение водных масс или загрязнителей в океанах, и повышения точности дисперсионных моделей морской среды. Подобно тому, как можно наблюдать за ярким пятном краски в водной массе, отслеживая направление его движения, эти радионуклиды обладают уникальной

изотопной сигнатурой, которую исследователи могут отслеживать при изучении различных течений и видеть, насколько быстро они могут перемещаться из одного конца мира в другой.

Распад этих изотопов происходит медленно, что делает их надежными индикаторами природных процессов, таких, как циркуляция и смешивание водных масс. Но концентрации U-236 в океанах чрезвычайно низки и могут быть измерены только с помощью высокочувствительной ускорительной масс-спектрометрии, которая позволяет измерить коэффициент отношения между U-236 и более распространенным природным изотопом U-238. В проекте для Намибии эти измерения проводились одним из центров сотрудничества МАГАТЭ — Испанском национальном центре ускорителей в Севилье.

# Как выиграть борьбу с эрозией почвы: спасти плодородные земли и сохранить качество воды с помощью ядерных методов

Николь Яверт и Миклош Гашпар

Эрозия поглощает плодородные земли, нанося угрозу производству продовольствия и доходу крестьян. Верхний слой почвы, который страдает первым, является самым питательным. Часто эта питательная почва в конечном счете попадает в реки и озера, где стимулирует рост водорослей, снижая тем самым уровень кислорода в воде. Это в свою очередь ухудшает качество воды и наносит вред популяциям рыбы.

Ядерные методы могут помочь ученым и фермерам найти очаги эрозии и правильный способ сохранения почвы, чтобы спасти как сельскохозяйственные угодья, так и источники пресной воды (см. врезку «Наука» на стр. 17). МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) оказывает поддержку 70 странам в исследованиях эрозии почв. В этой статье рассказывается о двух из них: в Марокко, где внимание сосредоточено на сельскохозяйственных угодьях, и в Мьянме, где идет борьба с засильем водорослей во втором по величине озере страны.

## Спасая сельхозугодья в Марокко

Фермер Эль-Хадж Абдеслам и его три помощника годами боролись с эрозией почвы, которая буквально «сметала» их плодородные земли, а заодно и доходы.

«Год за годом эрозия почв ухудшала качество моего участка, и из-за этого производительность на ферме упала, — говорит Абдеслам, владеющий фермой площадью 5 гектаров, засеянной горохом и зерновыми, которая кормит его семью из 7 человек и является единственным источником дохода. — С тех пор как ученые помогли мне сохранить почву, производительность на ферме поднялась на 20–30% и доходы возросли».

Ученые применяли методы с использованием радионуклидов, содержащихся в выпадениях, и стабильных изотопов, содержащихся в конкретных органических соединениях (см. врезку «Наука» на стр. 17), для обнаружения подверженных эрозии земель и оценки эффективности различных методов сохранения почв. Этот метод был внедрен, с тем чтобы отреагировать на крупные потери почвы в Марокко — более 100 млн тонн ежегодно.

«Как только мы узнали о местах расположения очагов эрозии, мы протестировали несколько ядерных методов сохранения почв, чтобы определить, каким образом лучше исправить ситуацию. Мы адаптировали и объединили уже широко используемые в мире различные методы сохранения почв, чтобы убедиться, какой из них лучше всего подходит к экологическим и сельскохозяйственным условиям Марокко», — говорит Монсеф Бенмансур,



**Сын фермера Абдеслама едет на тракторе, помогая в работе на ферме, в то время как ученые производят отбор проб с полей.**

(Фото: Р. Муссадек/INRA)

руководитель отдела водных, почвенных ресурсов и климата Национального центра ядерной энергии, науки и технологии (CNESTEN).

Более 40% общей площади территории Марокко затронуто эрозией почв из-за обезлесения, чрезмерного выпаса пастбищных животных и слабого озеленения. Это усугубляется суровыми климатическими условиями, т. е. длительными периодами засухи и короткими периодами интенсивных дождей. Крутые гряды гор, как бы высеченные в пейзаже страны, также ухудшают ситуацию с сельхозугодьями и фермерскими хозяйствами.





**На 15-градусном склоне почва противостоит гораздо большей гравитации (силе тяжести).**

(Инфографика: Ф. Нассиф/МАГАТЭ)

Например, ферма Абдеслама находится на крутом 10–15-градусном склоне. Это означает, что почва может легче смываться дождями, особенно плодородный верхний слой (см. инфографику).

Новый метод сохранения почвы представляет собой сочетание выращивания зерновых культур путем беспашотного земледелия с высаживанием фруктовых деревьев и защитных полос кустарников. Беспашотное земледелие (или нулевая обработка почвы) помогает оставить почву нетронутой вместо ее копания или вспашки, что подразумевает культивация. Оставшиеся

в земле корни и остатки, т. е. стебли и листья растений помогают улучшить структуру почвы и ее «здоровье» в целом, что положительно сказывается на почве крутых склонов.

«В настоящее время мы сократили потери почвы в регионе Танжер-Тетуан на 40% и на 60% в регионе Касабланка-Сеттаг, — говорит Бенмансур. — Министерство сельского хозяйства и Верховная комиссия по водным ресурсам, лесному хозяйству и борьбе с опустыниванием используют результаты проекта и примененные в нем методы для расширения усилий по сохранению почв фермерских хозяйств по всей стране».



**Ученые производят отбор пробы почвы во время исследования очагов эрозии с помощью ядерных методов.**

(Фото: INRA)

## Сохранение озера Инле в Мьянме



**Качество воды красивого озера Инле в центральной части Мьянмы находится под угрозой в результате эрозии почв на соседних холмах.**

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

Существование десятков тысяч людей зависит от пресной воды озера Инле в центральной части Мьянмы, но почва соседних холмов в результате эрозии оказывается в озере и ставит под угрозу качество воды и хрупкую экосистему. В ходе исследования с использованием ядерных методов ученые точно определили источники эрозии почвы в долине подпитывающей озеро реки Калав, вдоль которой в последние десятилетия происходит интенсивное обезлесение. Это исследование позволило местным

сотрудникам лесного хозяйства сосредоточить свои усилия по сохранению почв на самых подверженных эрозии районах.

«Озеро помогут спасти методы сохранения почв и распространение новых данных для информирования населения о последствиях незаконного бурения колодцев и широкого применения озера в качестве плавучего огорода», — говорит У Сейн Тун, смотритель парка отдела лесного хозяйства в Ньоншуэ, самом большом городе на берегу озера.

Исследование по эрозии, которое было завершено в 2017 году, проводилось лесным научно-исследовательским институтом Мьянмы при поддержке МАГАТЭ в сотрудничестве с ФАО. Проект частично финансировался в рамках Инициативы в отношении мирного использования ядерной энергии.

В ходе исследования использовались два ядерных метода — для характеристики накопления и движения почвы, а также для определения ее происхождения и районов, подверженных деградации почв (см. врезку «Наука»). «Результаты показали, как в районе водораздела реки Калав, где 15 лет назад исчезли леса, с того времени каждый год также терялось 26 тонн почвы», — говорит Чхоу Чхоу Вин, возглавлявшая это исследование. «Потери почвы на землях, где 40 лет назад исчезли леса и началась обработка почвы, составляют 40 тонн с гектара в год. И наоборот, на подобных землях, где не были вырублены леса, никакой эрозии не происходит», — говорит она.



**Эрозия почв на водоразделе Калав. Большая часть почвы, сошедшей с этого холма, оказалась в озере Инле.**

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

Были замечены значительные потери почвы на верхних частях холмов и накопления почвы в низменных местах вокруг озера. «Это указывает на то, что продолжают значительные выпадения почвы в озеро», — говорит Чхоу Вин.

«Остановить деградацию окружающей среды вокруг озера Инле, вызванную эрозией почвы, сейчас является главной задачей не только местных органов лесного хозяйства, но и также регионального правительства штата Шан», — говорит Сейн Тун. Главный министр правительства штата Шан д-р Линн Хтут согласился возглавить комиссию, задача которой состоит в улучшении состояния озера. «Исследование, выполненное г-жой Чхоу Чхоу Вин, является важным вкладом в наши усилия», — говорит Тун.

Эти усилия также помогут нам защитить разнообразную и уникальную среду обитания озера, которая была в 2015 году признана на международном уровне, когда Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) объявила озеро Всемирным биосферным заповедником. «Это звание придает нам дополнительную ответственность: озеро теперь не только наше наследие, но также и часть всемирного наследия», — говорит Тун.



**Специалист по эрозии почв Чхоу Чхоу Вин и местный сотрудник лесного хозяйства осматривают очаги эрозии вокруг озера Инле.** (Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

## НАУКА

### **Анализ радионуклидов, содержащихся в выпадениях, и стабильных изотопов, содержащихся в конкретных органических соединениях**

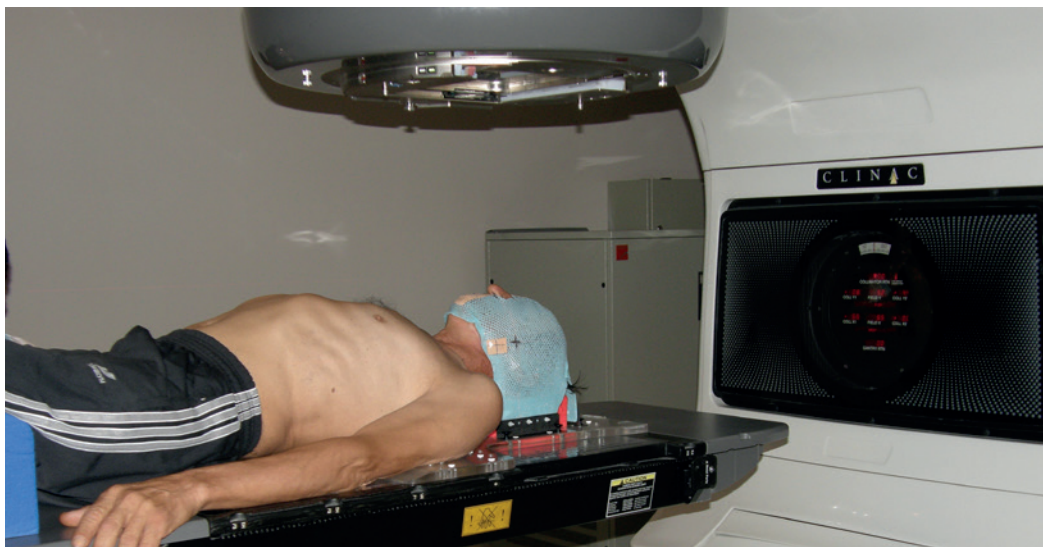
Радионуклиды глобальных выпадений (РГВ) присутствуют в атмосфере и с дождем попадают на поверхность почвы.

Они связываются с частицами почвы и концентрируются в основном в верхнем слое почвы. Они прочно фиксируются частицами почвы и не поглощаются растениями. В ходе процессов эрозии и осадения они перемещаются вместе с частицами почвы и могут применяться для отслеживания перераспределения грунтов на больших участках и в течение длительных периодов времени. Когда верхний слой почвы подвергается эрозии, концентрация РГВ падает и ученые могут проследить и измерить это с помощью гамма-спектрометрии. Их анализы могут помочь определить изменения в трафаретах перераспределения почвы и коэффициентах перераспределения почвы в больших водосборных бассейнах. Они также помогут провести оценку эффективности мер сохранения почв в ходе борьбы с эрозией почв. Тремя наиболее распространенными радионуклидами, содержащимися в глобальных выпадениях, являются цезий-137, свинец-210 и бериллий-7, причем цезий-137 является самым распространенным.

Методы стабильных изотопов, содержащихся в определенных соединениях, предусматривают измерения стабильных изотопов, например, углерода-13, содержащегося в определенных связываемых с почвой органических соединениях, таких как жирные кислоты. Жирные кислоты образуются в корнях растений, животном жире и других средах и остаются в естественных экосистемах, которые претерпевают изменения и становятся частью органических веществ почвы. Эти соединения хранят уникальные сигнатуры стабильных изотопов, почти как отпечатки пальцев. Поскольку состав углерода-13 уникален для каждого соединения, его анализ раскрывает происхождение имевшей место эрозии почв. Связывая следы углерода-13 в землепользовании с отложениями в зонах седиментации, эта методика полезна для определения источников эрозии почв и выявления районов, подверженных деградации почв, тем, что она позволяет компетентным органам расставлять приоритеты применения мер по сохранению почв в отношении районов, сильнее всего подвергшихся эрозии почвы.

# Модернизация услуг в области лучевой терапии в Молдове

Аабха Диксит



Пациент с опухолями головы и шеи проходит лечение на линейном ускорителе — радиотерапевтической установке в онкологическом институте Молдовы.

(Фото: Онкологический институт, Молдова)

Молдова при поддержке МАГАТЭ ежегодно сталкивается с около 11 000 новыми случаями рака, часто обнаруженными на поздней стадии, когда шансы излечения весьма малы. Около половины этих пациентов в настоящее время проходят лечение лучевой терапией в оборудованном новой техникой онкологическом институте столичной республиканской клинической больницы Кишинева.

«В рамках национальной программы борьбы с онкологическими заболеваниями на 2016–2025 годы поставлена цель снижения смертности от рака на 7%, — говорит Родика Мындруца-Стратан, старший хирург-онколог Онкологического института и руководитель национальной программы борьбы с онкологическими заболеваниями в Министерстве здравоохранения страны. — Несмотря на недавнее улучшение обстановки в сфере ранней диагностики на онкологические опухоли в 2016 году пришлось шесть тысяч смертельных исходов, что является второй по величине причиной смертности».

Национальная программа борьбы с онкологическими заболеваниями учреждена для расширения доступа к услугам ранней диагностики, скрининга, профилактики и лечения рака. «Цель правительства состоит в том, чтобы увеличить на 25% уровень раннего выявления рака категории I и II и обеспечить к 2025 году по меньшей мере 80% раковых больных качественными диагнозами, лечением и постоянным уходом», — говорит она.

С середины 2000-х годов МАГАТЭ тесно сотрудничает с властями Молдовы по вопросам улучшения услуг в области лучевой терапии и ядерной медицины.

«Молдова сталкивается с огромными вызовами в сфере здравоохранения, в том числе с диагностикой и лечением рака», — говорит Людмила Вишчор, сотрудник по вопросам управления программами, работающая с Молдовой.

## Расширение услуг в области лучевой терапии

Вот уже более 15 лет Молдова получает помощь МАГАТЭ по созданию потенциала для внедрения новых технологий и повышения гарантий качества в ядерной медицине, радиодиагностике и лучевой терапии. «Модернизация отделений ядерной медицины в Онкологическом институте и в Республиканской клинической больнице были выбраны правительством страны в качестве приоритетов», — говорит Вишчор. Ситуация была критической, поскольку нехватка средств для модернизации означала, что оба лечебных учреждения должны были закрыть свои диагностические отделения ядерной медицины, которые безнадежно устарели и не работали. Поддержка со стороны МАГАТЭ позволила вновь открыть эти отделения.

Тесное сотрудничество с МАГАТЭ привело к установке аппарата для компьютерной томографии (КТ) в Республиканской клинической больнице, который радиологи используют для диагностики рака и других серьезных заболеваний. Второй аппарат в Онкологическом институте планируется установить позже в этом году.

Для КТ используется специальное рентгеновское оборудование для получения визуальных данных, снятых с различных углов тела. Затем компьютер обрабатывает информацию, чтобы получить сечения тканей тела и органов.



Поддержка МАГАТЭ также позволила установить первое современное оборудование для лучевой терапии — линейный ускоритель — в Онкологическом институте. «Этот линейный ускоритель повысил качество услуг лучевой терапии и расширил доступ к ним», — говорит Мындруца-Стратан.

МАГАТЭ также помогло с установкой аппарата однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) в Онкологическом институте в 2011 году, что расширило доступ пациентам к современным ядерным методам диагностики. В результате монтажа оборудования для ОФЭКТ и КТ в Республиканской клинической больнице в 2013 году было снова открыто отделение ядерной медицины, проводящее более точные и сложные исследования целого ряда раковых заболеваний.

Модернизированные отделения лучевой терапии спасают жизни. По сообщениям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) за шестилетний период с 2010 по 2016 годы произошло резкое падение числа пациентов — с 70% до 55%, у которых был диагностирован рак категории III и IV, когда шансы на выздоровление малы. «В этом есть и заслуга МАГАТЭ, которое поставило оборудование и обучило персонал», — говорит Мындруца-Стратан.

### **Обучение и повышение квалификации персонала**

Ограниченное число врачей, прошедших обучение в области ядерной медицины и лучевой терапии в Молдове, привело к огромному отставанию в лечении рака в стране.

«Работа с МАГАТЭ в плане обучения и повышения квалификации персонала помогла нам создать коллектив профессионалов, куда входят обученные специалисты по

радиационной онкологии, медицинской физике и лучевой терапии, удовлетворяющие нашим потребностям в области здравоохранения», — говорит Мындруца-Стратан.

Текущее участие страны в программе технического сотрудничества МАГАТЭ направлено на обеспечение того, чтобы персонал получал соответствующее обучение для полноценной работы на новом современном оборудовании. «Участие медицинского персонала в программах стажировок и научных командировок и повышение квалификации для проведения диагностических исследований в сфере радиационной медицины являются ключевыми факторами развития национальной программы по лечению рака», — добавляет она.

Партнерство с Международным агентством по изучению рака (МАИР) — специализированным учреждением ВОЗ — также было ключевым при решении проблем борьбы с раком. Важным достижением стало введение при поддержке МАГАТЭ, ВОЗ и МАИР онлайн-реестра онкологических заболеваний. Это средство помогает отслеживать дозы, полученные пациентами во время курса лечения в Онкологическом институте.

Министерство здравоохранения, труда и социальной защиты организует кампании борьбы с раком для повышения информированности населения об этой болезни, в том числе о важной роли лучевой терапии в борьбе с раком. В ходе этих кампаний пропагандируется также здоровый образ жизни и предлагаются бесплатные медицинские осмотры.

«Для повышения качества медицинского обслуживания при борьбе с раком весьма важно улучшать рабочие условия и внедрять новые рентабельные технологии, а также активизировать мониторинг факторов риска для здоровья», — говорит Мындруца-Стратан.

## **НАУКА**

### **Лучевая терапия**

Лучевая терапия является одним из основных способов лечения рака. Для уничтожения раковых клеток и ограничения роста клеток используется ионизирующее излучение. Облучение проводится группой экспертов с многолетним опытом работы в радиационной онкологии, медицинской физике и лучевой терапии.

Сеансы лучевой терапии проводятся дистанционно и контактно. Дистанционная лучевая терапия — излучение формируется без контакта с пациентом и пучок направлен

на место опухоли. Эти пучки обычно создаются в линейном ускорителе или в кобальтовой пушке.

Линейные ускорители и аппараты на кобальте-60 (Co-60) — это две наиболее распространенные разновидности оборудования, используемого для дистанционной лучевой терапии, т. е. процедуры, при которой раковые клетки уничтожаются высокоэнергетическим излучением. И аппараты на Co-60, и линейные ускорители используются для лечения рака с 1950-х годов.

# После стихийного бедствия ядерная технология помогает восстановлению

Лаура Хиль



**Медбрат работает с новым передвижным рентгеновским аппаратом в центре здоровья в Кито, Эквадор, после землетрясения.**

(Фото: М. Мело)

После недавних разрушительных природных катастроф в Эквадоре, Непале, Перу и в прошлом году в странах Карибского бассейна и Мексике МАГАТЭ, с тем чтобы помочь странам поддерживать системы жизнеобеспечения сразу после катастроф, оперативно предоставило медицинскую и другие виды помощи, в том числе методы с использованием ядерных технологий. Эта поддержка, начиная от передвижных рентгеновских аппаратов и тест-комплектов для обнаружения вируса Зика до технологии неразрушающих испытаний (НРИ) для проверки инфраструктуры, помогла этим странам выйти на путь восстановления.

«Когда у вас происходит землетрясение, оно затрагивает все ваши базовые стратегические объекты инфраструктуры — электроснабжение, водоснабжение и медико-санитарное обслуживание, — говорит Родриго Салас Понсе, заместитель министра по контролю, исследованиям и ядерным применениям Министерства электроэнергетики и возобновляемых источников энергии Эквадора. — Ответ МАГАТЭ на наш призыв пришел в тот критический момент, когда мы больше всего нуждались в нем».

В апреле 2016 года на тихоокеанском побережье Эквадора произошло землетрясение магнитудой 7,8 балла, разрушив здания, завалив дороги и вызвав наводнения и грязевые оползни. Более 500 человек погибло и свыше 28 000 госпитализировано. Помимо других общественных

объектов инфраструктуры, пострадавших в результате землетрясения, перестали функционировать десять больниц и около ста клиник.

Реагируя на просьбу правительства об оказании срочной помощи, МАГАТЭ незамедлительно отправило в пострадавшие районы рентгеновское оборудование. В рамках своей программы технического сотрудничества и при поддержке Инициативы в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ) МАГАТЭ предоставило передвижные цифровые рентгеновские аппараты, включая дополнительные электрогенераторы и персональные дозиметры. Используя эти передвижные рентгеновские аппараты, медики смогли диагностировать примерно 10 000 пациентов.

«При базовом медицинском обслуживании часто требуется диагностическая визуализация с помощью рентгеновского оборудования, особенно после травм, полученных в результате катастроф, — говорит Энрике Эстрада, врач ядерной медицины в МАГАТЭ. — А если у вас есть передвижной рентгеновский аппарат, это даже лучше, потому что с ним можно проехать в самые отдаленные места прямо к кровати пациента и посмотреть, что происходит в теле больного. Это весьма важно в таких ситуациях, как землетрясение, когда многие люди получают травмы и не могут двигаться».



МАГАТЭ также обеспечило поставку детекторов вируса Зика в ответ на небольшое нашествие желтолихорадочных комаров — переносчиков этого вируса, появившихся в результате землетрясения в Гуаякиле на юго-западном побережье страны. «Когда у вас повреждены водопровод и канализация, живущие там комары улетают, поэтому риск заболеваемости увеличивается», — говорит Эстрада.

С помощью донорского оборудования, работающего на основе частично-ядерных технологий, врачи обнаружили более 200 случаев заражения вирусом Зика помимо 60 случаев лихорадки денге и почти 15 случаев лихорадки чикунгунья — все эти вирусы переносятся этим видом комаров.

## Помощь Перу и странам Карибского бассейна

Подобная помощь была оказана Перу, где в 2017 году северная часть страны сильно пострадала от наводнений и оползней, вызванных подъемом уровня моря. Поступали сообщения, в которых говорилось о 22 погибших и вспышке заболеваний, переносимых желтолихорадочными комарами, особенно лихорадки денге.

Аналогичным образом МАГАТЭ обеспечивает пострадавшие от ураганов Доминику, Антигуа и Барбуду и Барбадос передвижными рентгеновскими аппаратами для налаживания базового медицинского обслуживания после разрушения в этих островных государствах больниц ураганами Ирма и Мария в сентябре 2017 года.

«Мы помогаем тем, что умеем делать: базовую диагностику на основе ядерной визуализации», — говорит Эстрада.

## Найдет даже самую крошечную трещину — использование неразрушающих испытаний для проверки инфраструктуры

После землетрясения даже самая крошечная трещина внутри здания может стать опасной; она может также подсказать эксперту, безопасно ли жить в этом здании, можно ли его отремонтировать или необходимо снести. Для поиска этих трещин эксперты используют неразрушающие испытания.

Эти методы инспектирования чрезвычайно практичны и удобны для оценки физической целостности зданий, мостов и других отдельно стоящих конструкций. Они неинвазивны, то есть они могут в буквальном смысле слова видеть сквозь материалы, не меняя их структуру, и находить трещины, внешне скрытые предметы или утечки. Неразрушающие испытания (или анализ) включают применение ядерных методов, таких как радиография с помощью рентгеновского излучения, визуальный контроль, а также ультразвуковую и магнитную дефектоскопию.

«Эти методы предоставляют специалистам информацию для оценки конструкционной безопасности здания, поэтому они могут, если необходимо, инициировать начало ремонта», — говорит Себастиан Лапида, инженер-строитель из МАГАТЭ. Лапида и его коллеги приехали в Мексику после сентябрьского землетрясения 2017 года, во время которого были полностью разрушены сотни зданий, под которыми погибло около 300 человек. Они обучали национальных экспертов методам оценки целостности важнейших зданий.

Метод НРИ также помог властям Эквадора проверить безопасность зданий, наиболее пострадавших в стране после землетрясения 2016 года. В настоящее время эксперты строят в Кито, столице страны, первый региональный центр НРИ, с тем чтобы его услугами пользовалась вся Латинская Америка.

Впервые МАГАТЭ предоставило услуги НРИ для помощи в восстановлении страны после стихийного бедствия, когда в апреле 2015 года оно оказало поддержку властям Непала после землетрясения магнитудой 7,8 балла, в результате которого погибло почти 9000 человек, а около 20 000 было ранено. Пятьсот зданий были полностью разрушены, а почти тремстам тысячам строений был нанесен частичный ущерб.

Сразу же после землетрясения группа экспертов по руководством МАГАТЭ отбыла в горную часть страны, чтобы помочь местным специалистам оценить их основные объекты инфраструктуры, такие, как больницы и мосты, с помощью НРИ. Местные эксперты использовали полученные результаты для принятия ключевых решений — какие здания сносить, а какие ремонтировать.

«Хотя после землетрясения основные объекты гражданской инфраструктуры остались стоять, без проведения НРИ мы не могли знать, есть ли в них какие-либо скрытые трещины, которые могут представлять опасность», — говорит Мани Рам Джелал, заместитель Генерального директора Департамента градоустройства и жилищного строительства Министерства городского развития. — В такой стране, как наша, которая расположена между двумя тектоническими плитами, всегда существует высокий риск землетрясения и, кроме того, мы являемся “горячей точкой” для других природных катастроф».

Помимо предоставления оборудования для медицинского обслуживания и приборов НРИ для критических объектов инфраструктуры МАГАТЭ также оказало регионам Латинской Америки и Азии помощь в укреплении регионального потенциала реагирования на стихийные бедствия.

В 2017 году МАГАТЭ в рамках финансируемого по линии ИМИ проекта организовало в Японии учебные курсы по расширению возможностей в области НРИ в государствах-членах региона Азии. Аналогичный проект осуществляется в Латинской Америке.

# Внедрение ядерной энергетики в Бангладеш с помощью МАГАТЭ

Мэтт Фишер



**Строительство первой в Бангладеш атомной электростанции началось 30 ноября 2017 года.**

(Фото: Аркадий Сухонин/Росатом)

Начало строительства первого в Бангладеш ядерного энергетического реактора 30 ноября 2017 года явилось значительной вехой в длившемся десятилетие процессе демонстрации выгод, которые несет ядерная энергия восьмой по численности населения стране мира. МАГАТЭ все время поддерживало Бангладеш на пути к тому, чтобы стать третьей за 30 лет страной-«новичком» в развитии ядерной энергетики после Объединенных Арабских Эмиратов в 2012 году и Беларуси в 2013 году.

Бангладеш сейчас находится в процессе выполнения перспективной и многогранной программы развития: к 2021 году стать страной со средним уровнем дохода, а к 2041 году — развитой страной. «Краеугольным камнем этого стремления к развитию является резкое увеличение производства электроэнергии с запланированным подсоединением к сети еще 2,7 млн домов к 2021 году, и ядерная энергия будет играть ключевую роль в этой области», — говорит Мохаммад Шавкат Акбар, исполнительный директор компании «Атомная электростанция Бангладеш Лимитед». «Бангладеш также работает над диверсификацией источников энергоснабжения с целью повышения энергетической безопасности, уменьшения зависимости от импорта и внутригосударственных ограниченных ресурсов», — добавляет он.

«Бангладеш внедряет ядерную энергию в качестве экологически чистого и экономически перспективного источника производства электричества», — говорит Акбар.

Станция в Руппуре в 160 км к северо-западу от Дакки будет состоять из двух энергоблоков общей мощностью 2400 МВт (эл.). Она строится дочерней компанией Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Первый энергоблок планируется ввести в эксплуатацию в 2023 году, а второй — в 2024 году. «Этот проект активизирует развитие социального, экономического, научного и технологического потенциала страны», — говорит Акбар.

«Скоро цель страны — повысить объем производства электроэнергии за счет ядерной энергии — воплотится в реальность, — говорит Акбар. — 60 лет Бангладеш мечтала построить собственную атомную электростанцию. АЭС “Руппур” будет не только вырабатывать электричество в режиме стабильной базовой нагрузки, но и расширит наши знания и позволит нам повысить экономическую эффективность».

## Основные этапы развития ядерной энергетики

Бангладеш является одной из порядка 30 стран, которые рассматривают, планируют или начинают процесс внедрения ядерной энергетики. МАГАТЭ помогает им разрабатывать программы на основе подхода, изложенного в документе «Milestones» («Основные этапы»), — методологии, содержащей руководящие материалы по работе, которую необходимо выполнить стране-новичку для внедрения ядерной энергетики, в том числе по





**После завершения строительства двух энергоблоков АЭС «Руппур» их совокупная мощность составит 2400 МВт (эл.).**

(Фото: Аркадий Сухонин/Росатом)

соответствующей инфраструктуре. Особое внимание уделяется пробелам, если они имеются, в ходе освоения ядерной энергетики.

МАГАТЭ оказывало Бангладеш поддержку в разработке ее инфраструктуры ядерной энергетики, в том числе в создании регулирующей основы и системы обращения с радиоактивными отходами. Поддержка оказывалась в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ частично финансировалась по линии Инициативы в отношении мирного использования ядерной энергии.

Ядерная инфраструктура многогранна и включает государственный, правовой, регулирующий и управленческий элементы и кроме того, инфраструктуру физической безопасности. Подход, изложенный в документе «Milestones» («Основные этапы»), состоит из трех этапов и рубежей, которые необходимо достичь в конце каждого этапа.

Первый этап предусматривает рассмотрение всех вопросов до принятия решения о начале осуществления ядерно-энергетической программы и завершается принятием официальных обязательств в отношении программы. Второй этап включает подготовительную работу по заключению контракта о строительстве АЭС и завершается объявлением тендера или переговорами по контракту о строительстве. Заключительный этап включает деятельность по реализации проекта АЭС, такую, как окончательное инвестиционное решение, заключение контракта и строительство. Продолжительность этих этапов зависит от страны, но обычно это занимает от 10 до 15 лет.

«Подход, изложенный в документе “Milestones” (“Основные этапы”), является руководящим документом, а комплексный план работы (КПР) важным средством привлечения всех заинтересованных сторон в Бангладеш

для обеспечения выполнения всех требований безопасности, физической безопасности и гарантий, заложенных в проект сооружения АЭС в Руппуре», — говорит Акбар. «Этот КПР позволил Бангладеш разработать всеобъемлющий подход к осуществлению руководящих материалов МАГАТЭ, а также сотрудничать с национальными заинтересованными сторонами и другими двусторонними партнерами в разработке и реализации национальной программы ядерной энергетики».

### **Миссия ИНИР**

Комплексное рассмотрение ядерной инфраструктуры (ИНИР) представляет собой всестороннюю независимую экспертизу для оказания помощи государствам-членам в оценке состояния их национальной инфраструктуры для целей внедрения ядерной энергетики. МАГАТЭ завершило свою первую миссию ИНИР в Бангладеш в ноябре 2011 года, предоставив рекомендации о том, как разработать план создания ядерной инфраструктуры. Почти через пять лет — в мае 2016 года — состоялась повторная миссия, которая отметила достигнутый прогресс: в Бангладеш создан ядерный регулирующий орган, выбрана площадка для размещения АЭС и завершены исследования по характеристике площадки и оценке воздействия на окружающую среду.

«МАГАТЭ и другие организации, в том числе из имеющих такой опыт стран, могут оказать и оказывают поддержку, но ответственность за обеспечение безопасности и физической безопасности будет лежать на правительстве», — сказал Хан То Хи, директор Отдела ядерной энергетики МАГАТЭ на церемонии заливки первого бетона в основание защитной оболочки АЭС «Руппур» 30 ноября 2017 года. «МАГАТЭ готово продолжать оказывать Бангладеш помощь в развитии безопасной, надежной, мирной и устойчивой программы ядерной энергетики».

## Применяемый на предприятиях малого бизнеса метод радиационной обработки позволяет им войти в глобальные цепочки стоимости в Малайзии

Миклош Гашпар



Кабели такого вида, которые производит компания «Уандерфул ибим кейбл», будут использоваться в моторных отсеках автомобилей. Они обладают теплостойкими и огнеупорными свойствами, полученными с помощью облучения.

(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

Для извлечения максимальной выгоды из глобализации производства и повышения доходов многие предприятия малого и среднего бизнеса (МСП) хотят присоединиться к глобальной системе поставок (цепочек стоимости). Обеспечить соответствие требованиям качества, установленным транснациональными корпорациями, которые возглавляют эти цепочки стоимости, часто является весьма затруднительным для МСП, бюджет которых очень ограничен. Агентство по ядерной энергии страны — Нуклеар Малайзия — старается оказать посильную помощь в этом отношении.

Благодаря поддержке со стороны Нуклеар Малайзия компания «Уандерфул ибим кейбл» (в переводе «чудесный электронно-лучевой кабель») стала первым МСП в стране, поставляющим кабельную продукцию быстро развивающемуся автомобильному сектору Малайзии. «Используя радиационную технологию, мы смогли усовершенствовать нашу производственную линию и удовлетворить требования автопроизводителей, — говорит исполнительный директор компании Чанг Чой. — Это позволило мне расширить предприятие и увеличить количество работников».

Из-за высокой температуры двигателей кабели, используемые в моторных отсеках автомобилей, должны быть теплоустойчивыми и огнеупорными, с тем чтобы обеспечить их невозгорание и соответственно невозгорание автомобиля. Для повышения теплоустойчивости и огнеупорности изоляционного материала медных проводов их полимеры необходимо сшить, что образует чрезвычайно уплотненную сеть взаимосвязанных полимерных цепочек с поперечно сшитыми молекулами (см. врезку «Наука»). Такой перекрестно сшитый изоляционный материал повышает рабочую температуру кабелей, например, с 75°C в случае обычных ПВХ до 100°C в случае сшитых ПВХ.

Хотя перекрестное сшивание можно осуществлять и с помощью химических веществ, этот процесс проходит при высоких температурах. Альтернативный метод — облучение полимеров — приводит к образованию постоянных связей между полимерными цепочками при комнатной температуре, что снижает эксплуатационные расходы.

Чанг Чой говорит, что в Малайзии нет МСП, обладающих технологией для осуществления такого облучения, а банки неохотно дают кредиты на покупку облучательных



установок. «Эти установки дорогостоящие, а банки не признают такое оборудование в качестве гарантии в форме залога, поскольку нет рынка подержанных товаров для облучательного оборудования, поэтому банки не смогут продать его в случае банкротства моей компании».

Однако Нуклеар Малайзия облучает продукты, производимые на малых предприятиях, таких как компания Чанга Чоя, за небольшую плату.

«Автомобилестроение уже давно признано одним из ключевых секторов, способствующих реализации цели Малайзии стать к 2020 году промышленно развитым государством», — говорит Зулкаfli Газали, директор отдела радиационной обработки агентства Нуклеар Малайзия. Для этого необходимо развивать отечественные мощности по изготовлению кабельной продукции. На основе этой поддержки агентство по ядерной энергии выполняет свою часть правительственного Генерального плана ускорения роста МСП и увеличения их вклада в экономику с 32 до 41% ВВП к 2020 году.

Компания «Уандерфул ибим кейбл» отправляет свою продукцию на облучательную установку агентства Нуклеар Малайзия три раза в неделю. Через несколько дней готовые для продажи автомобильным компаниям кабели привозят назад.

Нуклеар Малайзия сотрудничает с несколькими МСП в различных областях радиационной обработки, т. е.

использования ионизирующего излучения, такого как гамма-излучение и излучение пучком электронов, для изменения физических, химических или биологических характеристик материалов в целях повышения их полезности и ценности или снижения их воздействия на окружающую среду. Наиболее широко развиты модификация пластиковых и резиновых изделий, стерилизация медицинских инструментов и предметов потребления, сохранение продовольствия и снижение уровня загрязнения окружающей среды.

Ученые из Нуклеар Малайзия получили пользу от различных проектов технического сотрудничества МАГАТЭ и совместных исследовательских проектов, с помощью которых они смогли усовершенствовать технологии, используемые в процессе радиационной обработки, работая с экспертами со всего мира. «МАГАТЭ помогает распространять мировые экспертные знания и опыт на местном уровне», — говорит Газали.

МАГАТЭ оказывает государствам-членам содействие в укреплении их потенциала в области применения радиационных методов, основанных на более экологически чистых и безопасных производственных процессах. Сотрудники Нуклеар Малайзия участвовали в нескольких таких проектах, и с 2006 года эта организация была объявлена центром сотрудничества МАГАТЭ в области радиационной обработки природных полимеров и наноматериалов.

## НАУКА

### Радиационная обработка

Радиационная технология может использоваться для модификации различных материалов. Она вносит некоторые изменения в их свойства, многие из которых могут использоваться в целом ряде коммерческих применений.

Для модификации материалов используются различные источники излучения, например, высокоинтенсивные радиоизотопные источники, ускорители электронов различных энергий и производимые ими рентгеновские лучи. Излучение используется также для сополимеризации.

Основным коммерческим применением этой технологии является сшивание полимерных цепочек, используемое при изготовлении изоляционных материалов для проводов и кабелей, автомобильных шин или натурального каучукового латекса для медицинских изделий, например,

перчаток. Этот метод позволяет получить превосходные свойства материала без необходимости использования токсичных химических веществ.

Сшивание — это связка, соединяющая одну полимерную цепочку с другой, в результате меняющая физические характеристики полимеров. Например, когда длинные молекулы резины/каучука сшиваются, гибкость уменьшается, твердость увеличивается и температура точки плавления также увеличивается.

Другие коммерческие применения в мире — это изготовление термоусадочных трубок, пищевых пленок и нагревателей с автоматической регулировкой. Сшитые водорастворимые полимеры, называемые также гидрогелями, применяются для обработки ран, особенно ожогов и диабетических язв.

# В Международном исследовательском центре СЕЗАМЕ

Аабха Диксит (текст) и Дин Кальма (фото)



**1** Центр по использованию синхротронного излучения в научных экспериментах и прикладных исследованиях на Ближнем Востоке — или СЕЗАМЕ — это центр ядерных исследований, открытие которого состоялось в мае 2017 года, созданный в результате региональной инициативы, реализованной с помощью Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). Во время строительства центра МАГАТЭ предоставляло консультации и техническую поддержку в рамках своей программы технического сотрудничества. .

**2** «СЕЗАМЕ — это достижение как с точки зрения науки, так и с точки зрения международных отношений, и залог его успеха — заинтересованность и доверие всех участвующих сторон», — говорит Халед Тукан, председатель Иорданской комиссии по атомной энергии. Членами СЕЗАМЕ являются Египет, Израиль, Иордания, Иран, Кипр, Пакистан, Палестинская администрация и Турция.

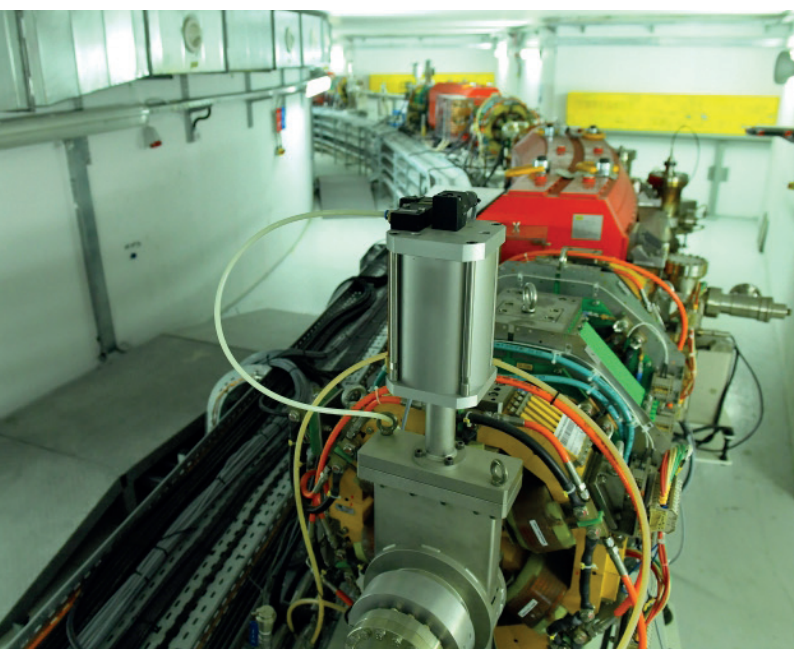


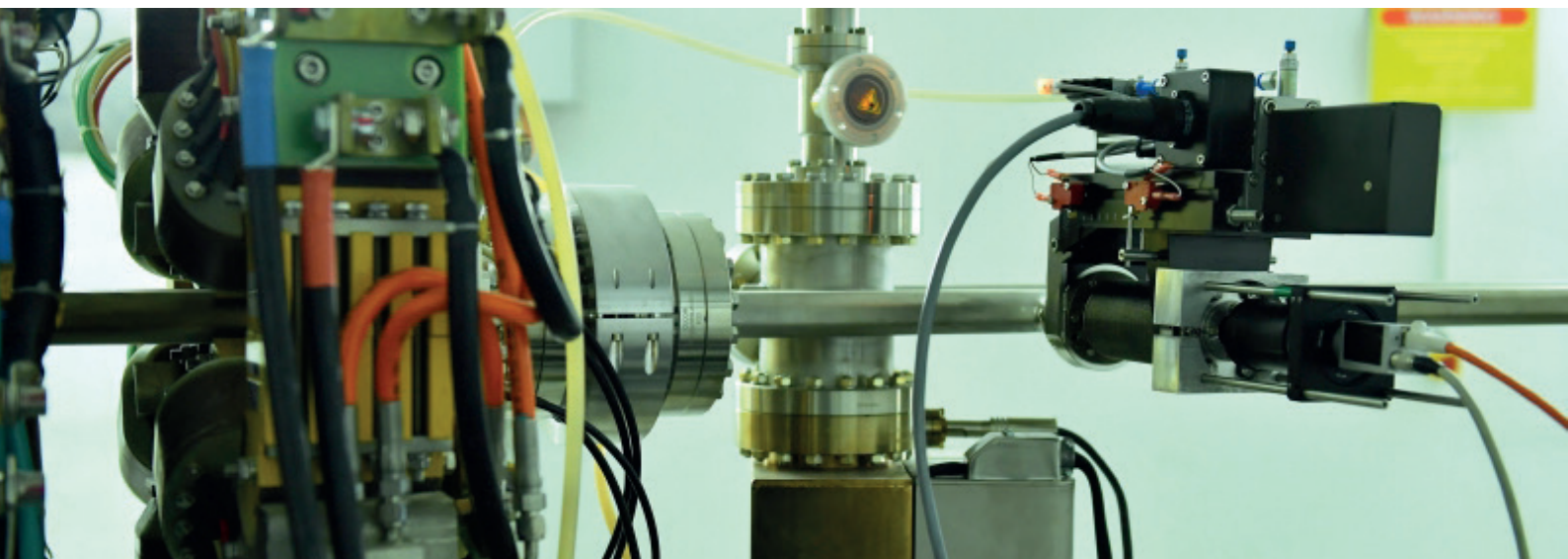


**3** Это внутреннее накопительное кольцо установки, в котором электроны начинают совершать круговое вращательное движение до накопления необходимой энергии 2,5 ГэВ. Внутреннее накопительное кольцо или бустер с отклоняющими и наводящими магнитами позволит электронным пучкам циркулировать по мере ускорения. Образующиеся четкие пучки света включают различные диапазоны электромагнитного излучения — микроволновый, инфракрасный, видимый, ультрафиолетовый, рентгеновский и гамма лучевой.

**4** МАГАТЭ помогло СЕЗАМЕ успешно ввести в эксплуатацию магниты, организовало обучение таких областях как технология пучков/каналов синхротронного излучения, а также установить, смонтировать и испытать оборудование.

**5** Технический директор СЕЗАМЕ Эрхард Хуттель объясняет процесс инъекции предварительно ускоренных электронных пучков в синхротрон. Синхротроны — это источники электромагнитного излучения, которое генерируется электронами, движущимися с околосветовой скоростью.





6

Это герметичные вакуумные трубопроводы, через которые электромагнитные пучки проходят, чтобы попасть в отсеки для экспериментов.



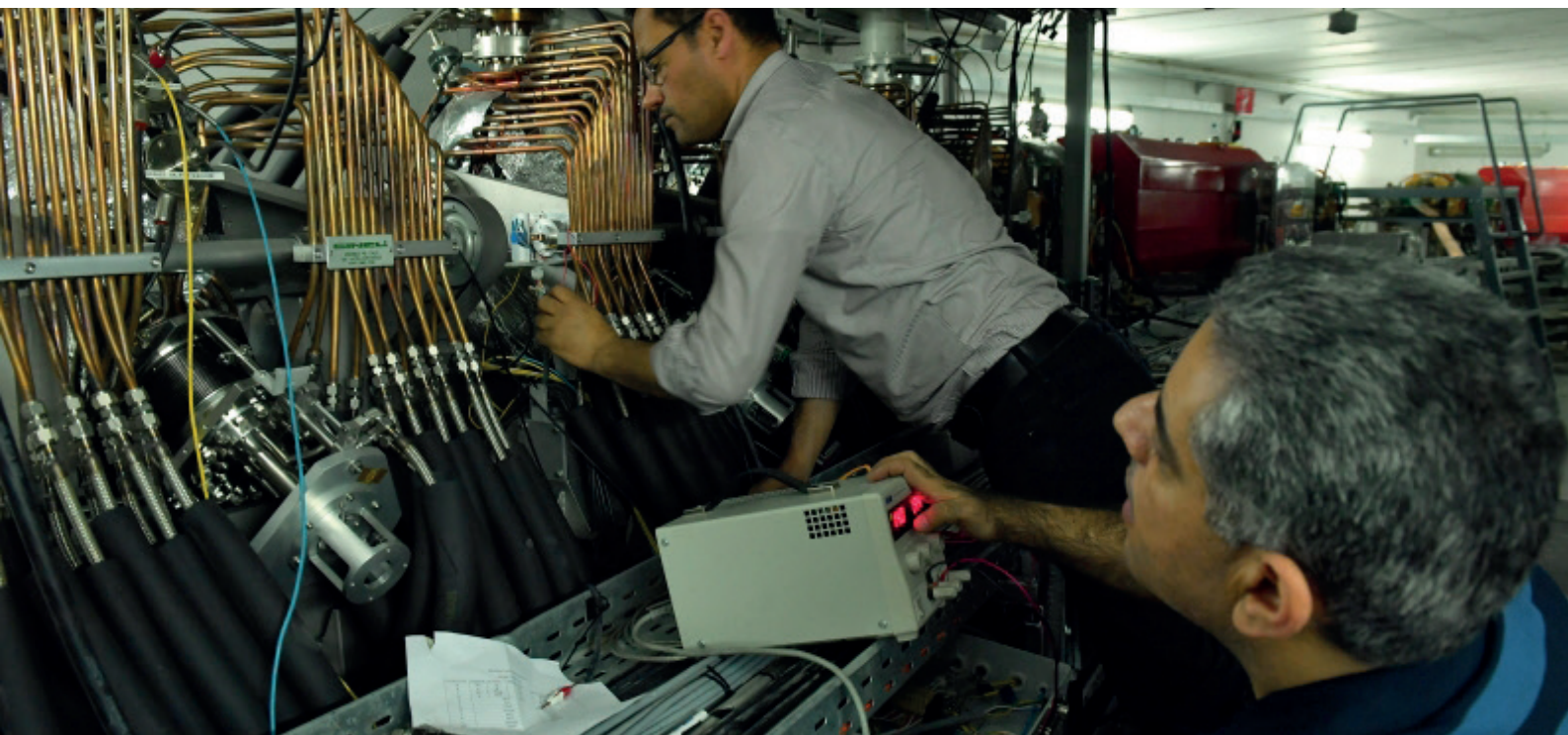
7

В центре СЕЗАМЕ командированные ученые, в том числе студенты университетов и исследователи, могут участвовать в экспериментах с синхротронным излучением и анализировать данные, полученные для ряда различных дисциплин, таких как биология, археология, физика, химия и медицинские науки, а также в ходе исследований, касающихся основных свойств материалов.

8

Специально спроектированный потолочный экран безопасности обеспечивает радиационную защиту и защищает накопительные кольца, по которым циркулируют пучки электромагнитного излучения.





9

Сотрудники проверяют источники питания во внешнем накопительном кольце установки.

10

Мессауд Харфуш, специалист по РФА/ТССРП проверяет РФ-оборудование реактора. В отсеке РФ-канала синхротронное излучение используют для исследований и обучения широкому ряду применений.



11

Джихан Камел, специалист по инфракрасному излучению из Египта, работает в лаборатории инфракрасных лучей. Исследования и обучение на инфракрасном канале в центре СЕЗАМЕ помогают научному сообществу в регионе лучше понять суть его использования и разработанные на нем применения.



## Что такое Инициатива в отношении мирного использования ядерной энергии?

**И**нициатива в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ), начало которой было положено в 2010 году, стала решающим фактором мобилизации внебюджетных взносов, дополняющих средства Фонда технического сотрудничества в целях поддержки проектов технического сотрудничества и других проектов МАГАТЭ, не обеспеченных финансированием, в областях мирного применения ядерных технологий.

Дополнительные ресурсы, предоставляемые по линии ИМИ, используются для поддержки широкого разнообразия усилий МАГАТЭ, ориентированных на содействие достижению масштабных целей развития в государствах-членах в таких областях как продовольственная безопасность, управление водными ресурсами, здоровье человека, ветеринария, включая создание Сети национальных ветеринарных диагностических лабораторий в Африке и Азии, развитие инфраструктуры ядерной энергетики и ядерная безопасность, многие из которых иначе остались бы без финансирования.

ИМИ также позволяет МАГАТЭ быстрее и более гибко реагировать на меняющиеся приоритеты государств-членов, как и на непредусмотренные потребности или непредвиденные чрезвычайные события. Это было продемонстрировано тем, как ответило МАГАТЭ на эпидемию болезни, вызванной вирусом Эбола в Западной Африке, вспышки вирусной лихорадки Зика в регионе Латинской Америки и Карибского бассейна, а также на стихийные бедствия в Азии и Латинской Америке.

По состоянию на февраль 2018 года в рамках ИМИ было мобилизовано более 100 млн евро — от 24 государств-членов, Европейской комиссии и частного сектора — на примерно 250 проектов, от которых получили пользу свыше 150 государств-членов.

МАГАТЭ будет и далее содействовать использованию ядерной науки и технологий в мирных целях, работать под девизом «Атом для мира и развития» и способствовать достижению государствами-членами целей в области устойчивого развития.

**Ядерные и частично-ядерные методы могут помочь сохранить скот здоровым и более продуктивным и бороться с болезнями животных.**

(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)



**Ветеринары в Банги, Центральноафриканская Республика, применяют частично-ядерные методы для обнаружения болезней, которые передаются от животных к людям, включая вирус Эбола. МАГАТЭ помогает оснастить лаборатории и обучить специалистов применению этих методов.**

(Фото: Л. Хиль/МАГАТЭ)







## Как внести внебюджетный взнос по линии Инициативы в отношении мирного использования ядерной энергии

Государства-члены начинают процесс путем направления в МАГАТЭ письма с объявлением о взносе, указав размер взноса, конкретный проект для финансирования и обозначив, что взнос делается по линии ИМИ.

Государствам-членам рекомендуется получить от Секретариата подробную консультацию, прежде чем делать какие-либо официальные объявления о взносах.

МАГАТЭ затем начинает официальный процесс принятия взноса и направляет ответ на письмо с объявлением о взносе.

Частным донорам, заинтересованным в том, чтобы сделать взнос, рекомендуется связаться с Секретариатом и определить приемлемый механизм внесения взноса.

За дальнейшей информацией по ИМИ просьба посетить сайт <https://www.iaea.org/services/key-programmes/peaceful-uses-initiative>

## Разбивка ассигнований ИМИ по тематическим областям



Строительство бункера для линейного ускорителя в комплексе МАГАТЭ в Зайберсдорфе, Австрия.

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

# Усилия по модернизации лаборатории МАГАТЭ продолжают

Мэтт Фишер

Модернизация лабораторий ядерных применений МАГАТЭ в Зайберсдорфе, Австрия, хорошо продвигается, поскольку МАГАТЭ работает над повышением своих возможностей с целью более эффективного удовлетворения потребностей государств-членов на основе прикладных исследований, создания потенциала и оказания технических услуг в сфере применения ядерных наук. Финансирование проекта частично осуществляется в рамках Инициативы в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ).

Работы по модернизации предусматривают строительство двух новых зданий для лабораторий. Одна из них — Лаборатория борьбы с насекомыми-вредителями (ЛБНВ) — была торжественно открыта 25 сентября 2017 года, и по плану она полностью войдет в действие в начале 2019 года. Эта лаборатория повысит способность МАГАТЭ оказывать государствам-членам помощь в использовании метода стерильных насекомых для борьбы с насекомыми-вредителями.

«Имея новое и современное оборудование, ЛБНВ в будущем сможет сделать больше для помощи государствам-членам в борьбе с насекомыми-вредителями, которые наносят вред нашим сельскохозяйственным культурам, домашнему скоту и здоровью человека», — сказал Генеральный директор МАГАТЭ Юкия Аmano на церемонии открытия.

В новом здании модульной лаборатории с изменяемой планировкой, открытие которого предусматривается в конце 2018 года, будут размещены три лаборатории:

Лаборатория защиты пищевых продуктов и окружающей среды, Лаборатория почвенных и водных ресурсов и питания растений, а также Лаборатория животноводства и ветеринарии.

Взносы государств-членов на модернизацию составили более 32 млн евро из внебюджетных средств, в том числе свыше 12 млн евро через ИМИ. По состоянию на февраль 2018 года 33 государства-члена внесли денежные взносы или взносы в натуральной форме. Доноры отмечают, помещая их на «стене» доноров, установленной в вестибюле новой ЛБНВ. Следующими целями сбора средств будут оставшиеся вопросы инфраструктуры, закупка оборудования и финансирование начальных мероприятий, а также укрепление других лабораторий.

Благодаря усилиям, направленным на расширение партнерских связей МАГАТЭ и мобилизацию ресурсов, в дополнение к традиционным партнерам, было заключено партнерское соглашение с компанией «Вариан медикал системс», предусматривающее аренду на десять лет линейного ускорителя для Дозиметрической лаборатории. Подготовительные работы по строительству бункера для размещения линейного ускорителя начались в августе 2017 года.

МАГАТЭ также на основе соглашения с «Симадзу корпорэйшн» через Инициативу в отношении мирного использования ядерной энергии получило высокоскоростной масс-спектрометр для жидкостной хроматографии. Он позволит МАГАТЭ лучше обслуживать государства-члены, проводя исследования и подготовку кадров по безопасности пищевых продуктов.



Открытие Лаборатории борьбы с насекомыми-вредителями в Зайберсдорфе, Австрия, 25 сентября 2017 года (слева направо): помощник Генерального директора Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций г-н Рен Ван, Постоянный представитель Германии при МАГАТЭ г-н Фридрих Дойбле, Постоянный представитель Австрии при Организации Объединенных Наций г-жа Штикс-Хакль, Генеральный директор МАГАТЭ Юкия Аmano, Постоянный представитель Индонезии при Организации Объединенных Наций г-н Дармансджах Джумала и Постоянный представитель Южной Африки при Организации Объединенных Наций г-н Тобого Сеоколо. (Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

## На мероприятии по случаю Всемирного дня борьбы против рака эксперты подчеркивают важность многодисциплинарных подходов, предусматривающих применение ядерных методов

На панельной дискуссии по случаю Всемирного дня борьбы против рака известные во всем мире эксперты подчеркнули важность содействия синергическому совмещению различных ядерных методов, применяемых для профилактики, диагностики и лечения рака.

«Мы будем стремиться постоянно совершенствовать услуги, которые мы оказываем нашим государствам-членам и которые помогают улучшить уход за пациентами — и дать им надежду, — заявил Генеральный директор МАГАТЭ Юкия Аmano. — Эксперты из всех технических департаментов МАГАТЭ, представляющие множество научных дисциплин, формируют пакеты услуг, помогающих странам улучшить доступ к современным средствам лечения рака».

Участники дискуссии обсудили, каким образом ядерные методы могут использоваться для профилактики, диагностики и лечения рака и помочь различным странам наладить более эффективное комплексное лечение пациентов. Дискуссия затрагивала четыре основные области: питание; диагностика и наблюдение; радиационная онкология и лучевая терапия; а также гарантия качества.

«Миллионы людей ждут от нас продолжения и расширения борьбы с раковыми заболеваниями», — отметила в своем выступлении принцесса Дина Миред (Иордания), избранная председателем Международного противоракового союза. Она подчеркнула, что большое значение для борьбы с раком имеют наличие политической воли и надлежащая организация лечения.

МАГАТЭ активно участвует в борьбе с раковыми заболеваниями, способствуя применению ядерных методов, включая лучевую терапию, брахитерапию и диагностические радиофармацевтические препараты. Эти усилия способствуют достижению цели 3 Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития (обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте).

«Противодействие раковым заболеваниям должно носить всесторонний характер... Мы включили программу борьбы с раком в нашу национальную систему здравоохранения», — заявила в своем выступлении министр здравоохранения Индонезии Нила Мулук. Она добавила, что ключевое значение имеют устойчивое сотрудничество и координация со всеми заинтересованными сторонами.

Алан Джексон, председатель Группы по постоянному обновлению информации по вопросам питания и рака и профессор по вопросам питания человека в Университете Саутгемптона, Соединенное Королевство, рассказал о роли питания и физической активности в профилактике и лечении рака:

«Сейчас разрабатывается и распространяется целый ряд схем профилактики и лечения рака с использованием изотопных методов. Развивается международное сотрудничество по исследованию связи между питанием и раком».

Джоанна Кашня-Браун, британский радиолог и член Международного комитета Королевского колледжа радиологов, рассказала, какую роль может играть в лечении рака медицинская визуализация, в том числе диагностика и планирование лечения. Она говорит, что «если рак выявлен на ранних стадиях, лечение дает гораздо лучшие результаты».

Мэк Роуч III, профессор радиационной онкологии и урологии, директор по исследованиям и информационной работе в области терапии заряженными частицами факультета радиационной онкологии Калифорнийского университета в Сан-Франциско, подчеркнул важность междисциплинарного подхода к лечению рака, в том числе использование лучевой терапии:

«Лучевая терапия по-прежнему принадлежит к числу лучших всего отработанных, наиболее действенных и затратоэффективных методов лечения рака, доступных на данный момент», — говорит Роуч. По его словам, совершенствование

компьютерных систем, средств визуализации и развитие материаловедения стали основой для значительных достижений в области точности и безопасности лучевой терапии.

Джейк ван Дайк, президент движения «Медицинские физики во благо мира» и почетный профессор онкологии и медицинской биофизики Западного университета, Лондон, Онтарио, Канада, рассказал, что применение медицинской физики является неотъемлемым элементом работы по избавлению мира от рака:

«Медицинские физики — важные участники группы лучевых терапевтов. Их работа крайне важна для эффективности лечения, и решающее значение имеет подготовка следующего поколения медицинских физиков, радиационных онкологов и лучевых терапевтов».

Нтокозо Ндлову, радиационный онколог и старший преподаватель Университета Зимбабве, рассказала о роли ядерных методов в лечении рака в Африке:

«МАГАТЭ играет важную роль в создании потенциала в области лучевой терапии в Африке. Этот проект привел к созданию Африканской сети по радиационной онкологии (АФРОНЕТ) — системе дистанционной медицины, призванной повысить качество клинических решений и лучевой терапии, укрепить знания ординаторов и улучшить результаты лечения».

«Мероприятие МАГАТЭ, приуроченное ко Всемирному дню борьбы против рака, подчеркивает большое значение радиационной медицины в борьбе против рака, а также важность питания для его профилактики. Это мероприятие стало мостом между наукой и политикой», — заявила Мэй Абдель-Вахаб, директор Отдела здоровья человека МАГАТЭ.

*Мэтт Фишер*

## Грант в 600 000 долларов на продвижение использования ядерных методов с целью повышения продовольственной безопасности и создания устойчивой системы сельского хозяйства

Передовые методы ведения хозяйства, обеспечение здоровья животных и в конечном итоге повышение продовольственной безопасности — такими будут результаты проектов, на финансирование которых Фонд ОПЕК для международного развития (ОПЕКФОНД) Организации стран — экспортеров нефти (ОПЕК) выделил 600 000 долл. США в рамках подписанного в декабре прошлого года партнерства с МАГАТЭ.

Эта работа будет содействовать использованию ядерных методов для установления наилучшей сельскохозяйственной практики, от которой получают пользу многие, в том числе бедные крестьяне в развивающихся странах Азии.

«Данные проекты относятся к цели в области устойчивого развития 2 “Ликвидация голода”», — подчеркнул Генеральный директор ОПЕКФОНД Сулейман Дж. Аль-Хербиш на церемонии подписания соглашения в штаб-квартире ОПЕКФОНД в Вене.

«Два проекта направлены на повышение продовольственной безопасности и в конечном итоге на рост социального и экономического развития — двух важнейших элементов Повестки дня Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития на период до 2030 года, которую ОПЕКФОНД целиком и полностью поддерживает, — говорит Аль-Хербиш. — Мы рады работать с МАГАТЭ в поддержку развития сельского хозяйства в Азии».

### Увеличение производства риса

400 000 долл. США пойдут на помощь фермерам в Бангладеш, Камбодже, Лаосской НДР и Непале в выращивании сортов риса, которые могут выдержать последствия изменения климата. В последние годы в странах Азии, в которых сосредоточено 90% мирового производства риса, урожайность колебалась вследствие повышения температуры, приводящего к болезням растений и нашествиям насекомых-вредителей, сильным наводнениям и засухам, а также к подъему уровня моря, что в свою очередь приводит к повышенной засоленности почвы и снижению плодородия почвы в прибрежных районах. Используя ядерные и изотопные методы, ученые могут помочь фермерам улучшить практику водопользования и оптимизировать практику применения удобрений с целью достижения наибольшей урожайности с минимальными затратами.

Ожидается, что повышение производительности в результате применения этой более эффективной практики приведет к увеличению объемов высококачественного экономически доступного риса, повысив тем самым продовольственную безопасность для сельского населения в указанных странах. Усовершенствованные технологии помогут также сократить выбросы парниковых газов при выращивании риса.

### Борьба с болезнями животных

Остальные 200 000 долл. США пойдут на применение связанных с ядерными технологиями методов диагностики ящура и других болезней скота во Вьетнаме, Камбодже, Лаосской НДР и Мьянме. Многие болезни животных являются острозаразными и могут чрезвычайно быстро распространяться в пределах стран и через границы, препятствуя торговле и в некоторых случаях затрагивая здоровье населения. Раннее и оперативное обнаружение патогенов — лучший способ остановить распространение этих болезней. Связанные с ядерными технологиями методы используются при разработке тест-комплектов для диагностики таких болезней. Хотя обычные методы могут выявить вирусы, они занимают много времени и не могут определить поведение вирусов или генетические характеристики, необходимые для организации быстрого реагирования.

На основе этого гранта МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) будет обучать ветеринаров из четырех стран применению методов диагностики болезней и борьбы с ними. В результате осуществления этого проекта получат пользу животноводы и увеличится производство крупного рогатого скота.

С 1989 года ОПЕКФОНД передал МАГАТЭ 12 грантов на общую сумму 2,4 млн долл. США для финансирования проектов в области здравоохранения и сельского хозяйства в Африке, Азии и Латинской Америке.

— Миклош Гаунар

## Вопросы стратегического управления новыми и расширяющимися программами развития ядерной энергетики обсуждались на ежегодном совещании

На состоявшемся ранее в этом году совещании МАГАТЭ в Вене были обсуждены проблемы, с которыми сталкиваются страны при внедрении или расширении ядерно-энергетических программ. К ним относятся разработка

нормативно-правовой базы, создание эффективной организации-владельца/оператора, участие всех заинтересованных сторон в укреплении доверия населения к ядерной энергетике и подготовка квалифицированных специалистов.

В работе ежегодного технического совещания по тематическим вопросам развития инфраструктуры ядерной энергетики, состоявшегося с 31 января по 2 февраля 2018 года, участвовало около 100 представителей как из приступающих к развитию

ядерной энергетики, так из уже эксплуатирующих атомные станции стран, а также международных организаций. Руководящие работники из национальных правительственных организаций, регулирующих органов и организаций-владельцев/операторов представили обновленную информацию об их деятельности, обменялись примерами передовой практики, уроками и опытом, полученными в ходе начала реализации ядерно-энергетической программы или в ходе рассмотрения вопроса о начале ее реализации или о ее расширении.

«В 2017 году мы наблюдали значительный прогресс в области развития программ ядерной энергетики», — говорит Милко Ковачев, начальник Секции развития ядерной инфраструктуры МАГАТЭ. — Две страны-новичка в области ядерной энергетики — Объединенные Арабские Эмираты (ОАЭ) и Беларусь — уже почти закончили строительство своих первых атомных электростанций. ОАЭ будет первой страной-новичком, осуществляющей ввод в эксплуатацию за долгие годы». Он добавляет, что ключом к успеху является то, что соответствующая ядерная инфраструктура создается в том же месте, где реализуется проект по сооружению АЭС.

В Бангладеш строительство первого энергоблока началось в ноябре 2017 года. Ожидается, что скоро, после того как будет получено разрешение регулирующего органа, начнется строительство первой атомной станции в Турции. Египет подписал контракты в отношении сооружения первой в стране атомной электростанции, а другие страны-новички находятся на различных стадиях осуществления подготовительных шагов к началу реализации программы развития ядерной энергетики.

В прошлом году в эксплуатирующих АЭС странах также произошли значимые события в отношении расширения их программ. «Мы ожидаем, что в этом году в ряде стран войдут в эксплуатацию усовершенствованные головные энергоблоки, такие как AP1000 в Китае и EPR1600 в Китае и Франции», — отмечает Ковачев. Оба представляют собой усовершенствованные реакторы с водой под давлением.

Участники обсудили ряд ключевых областей, которые также входят в рамки подхода МАГАТЭ, изложенного в документе «Milestones» («Основные этапы»), — трехэтапного процесса создания необходимой инфраструктуры для безопасной, надежной и устойчивой программы ядерной энергетики.

Участники совещания услышали, что участие различных групп заинтересованных сторон на тех или иных этапах осуществления программы является весьма важным аспектом успешной реализации программы. Государства — члены МАГАТЭ используют сочетание общепринятых инструментальных средств и подходов для удовлетворения потребностей заинтересованных сторон, включая социальные сети, и стремятся создавать позитивные и открытые отношения с местными органами власти. МАГАТЭ предлагает целый ряд разнообразных руководящих материалов и учебных мероприятий для национальных экспертов и директивных органов, а также разрабатывает новые услуги, в том числе учебные курсы по вопросам участия/привлечения заинтересованных сторон.

Участники согласились, что моделирование потребностей в людских ресурсах играет важную роль в подготовке планов надлежащего укомплектования кадрами национальных организаций на различных этапах реализации программы. МАГАТЭ предлагает модель людских ресурсов в ядерно-энергетической отрасли и уже провело обучение многих национальных экспертов по вопросам ее применения.

Участники узнали, что создание организации-владельца/оператора для проекта сооружения АЭС необходимо планировать на этапе проектирования (этап 2 подхода МАГАТЭ, изложенного в документе «Milestones» («Основные этапы»). Они согласились, что организация-владелец/оператор должна быть «грамматным потребителем» с достаточными возможностями в плане использования услуг подрядчиков и надзора за ними.

Создание потенциала в области регулирующего надзора должно начинаться на ранней стадии во время этапа проектирования и расширяться

во время этапа строительства. Достаточное количество квалифицированного персонала является одним из важнейших условий эффективного выполнения своих функций национальными регулирующими органами. МАГАТЭ оказывает поддержку и предоставляет руководящие материалы в этой области. «Наличие транспарентного, открытого и пользующегося доверием регулирующего органа является одним из наиболее важных аспектов программы ядерной энергетики», — подчеркивает Стюарт Магрудер из Секции регулирующей деятельности МАГАТЭ.

Несколько стран рассматривают технологию модульных реакторов малой мощности для своих программ ядерной энергетики. Эти усовершенствованные реакторы мощностью до 300 МВт (эл.) на модуль лучше подходят для небольших энергосетей и отдаленных или изолированных мест. Кроме того, сроки их строительства короче и для них требуются меньшие первоначальные капиталовложения. Однако участники также признали, что лицензирование будет включать первые в своем роде элементы, поэтому процессы регулирования могут быть более сложными. Хотя сейчас существует около 50 проектов и концепций реакторов малой и средней мощности или малых модульных реакторов, три из которых находятся на завершающей стадии строительства, у них нет опыта эксплуатации. МАГАТЭ предоставляет форум для обмена результатами последних исследований и разработок в области этой технологии.

Представители многих стран рассказали о своем сотрудничестве с МАГАТЭ и подчеркнули важность миссий в рамках комплексного рассмотрения ядерной инфраструктуры (ИНИР). «Путь движения вперед стал для нас гораздо яснее после работы миссии ИНИР в 2017 году, — говорит Нии Кваши Аллотей, директор Института ядерной энергетики в Гане. — В настоящее время мы работаем над выполнением рекомендаций миссии и имеем более полное представление о том, куда нам необходимо направлять больше ресурсов». На сегодняшний день МАГАТЭ провело 22 миссии ИНИР в 16 странах.

— *Элизабет Дик*



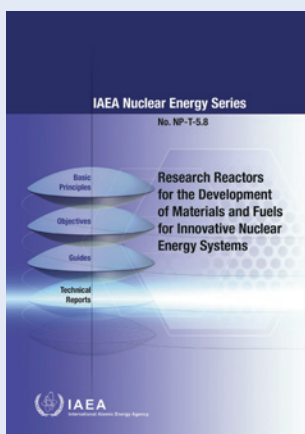
### «Radiotherapy in Cancer Care: Facing the Global Challenge» («Лучевая терапия в онкологии: ответ на глобальный вызов»)

Настоящая публикация содержит всесторонний обзор основных тем и вопросов, которые необходимо принимать во внимание при выработке стратегии диагностирования и лечения рака, особенно в странах с низким и средним уровнем дохода. Лечение рака — сложный процесс, для которого необходимы самые разные ресурсы. Одним из важнейших средств лечения и паллиативной терапии рака признана лучевая терапия.

Во многих странах лучевая терапия малодоступна, а в некоторых — отсутствует вовсе. Из-за отсутствия технической базы лучевой терапии усугубляется бремя болезни и сохраняется неравенство в уровне медицинского обслуживания между странами. Ликвидация этого разрыва будет способствовать решению глобальной проблемы справедливости в сфере здравоохранения.

Публикация содержит материалы, подготовленные ведущими специалистами в данной области; она дает представление об имеющихся в мире достижениях и проблемах, связанных с использованием лучевой терапии в качестве метода лечения рака. Отдельные главы посвящены протонной терапии, лучевой терапии ионами углерода, интраоперационной лучевой терапии, лучевой терапии у детей, терапии злокачественных новообразований, связанных с ВИЧ/СПИДом, а также вопросам ценообразования и менеджмента качества.

Non-serial Publications; ISBN:978-92-0-115013-4; на английском языке; 62,00 евро; 2017 год  
[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10627/Cancer](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10627/Cancer)

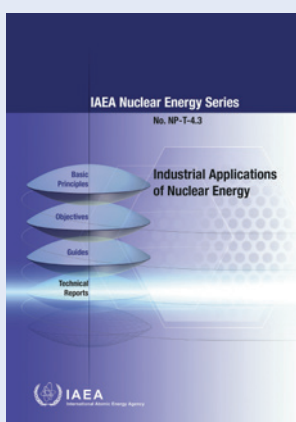


### «Research Reactors for the Development of Materials and Fuels for Innovative Nuclear Energy Systems» («Использование исследовательских реакторов в разработке материалов и топлива для инновационных ядерно-энергетических систем»)

Настоящая публикация содержит обзор потенциала и возможностей исследовательских реакторов с точки зрения создания топлива и материалов для инновационных ядерных реакторов, таких как реакторы 4-го поколения. В ней всестороннее освещается потенциал 30 исследовательских реакторов — как эксплуатирующихся, так и находящихся в стадии разработки — применительно к исследованиям, связанным с испытаниями материалов и топлива. Даются сведения об их уровнях мощности, режиме эксплуатации, текущем состоянии, доступности и прошлом использовании. Также представлено краткое описание их возможностей и потенциала.

К публикации на компакт-диске прилагаются документы с техническим описанием исследовательских реакторов, в том числе конкретных возможностей их использования. Цель публикации — расширить доступ к информации о существующих исследовательских реакторах, позволяющих вести исследования, связанные с испытаниями усовершенствованных материалов, и тем самым способствовать их более активному использованию в данной конкретной области.

IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-5.8; ISBN: 978-92-0-100816-9; на английском языке; 32,00 евро; 2017 год  
[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10984/Research-Reactors](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10984/Research-Reactors)



### «Industrial Applications of Nuclear Energy» («Промышленные применения ядерной энергии»)

Настоящая публикация содержит подробный обзор потенциального использования ядерной энергии в промышленных системах и процессах, которые характеризуются высоким потреблением технологического тепла или пара и энергии, и информацию о местонахождении ядерных энергетических реакторов, которые могут использоваться для различных промышленных применений. В ней освещаются технические концепции комбинированных ядерно-промышленных комплексов, развитием которых занимаются разные страны, и разработанные в прошлом концепции для применения в некоторых крупных отраслях. В публикации анализируется потребление энергии в разных отраслях и описываются потенциальные возможности применения ядерной энергии в важных промышленных процессах, например использование технологического пара в добыче и переработке нефти, производстве водорода, производстве стали и алюминия.

IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-4.3; ISBN: 978-92-0-101417-7; на английском языке; 59,00 евро; 2017 год  
[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8676/Industrial](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8676/Industrial)

За дополнительной информацией и для заказа книг просьба обращаться в  
Группу маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)  
Международное агентство по атомной энергии  
Венский международный центр а/я 100, 1400 Вена, Австрия  
Эл. почта: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)

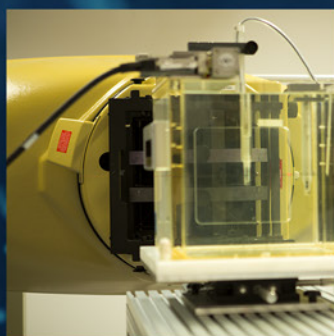
ФИЛЬМ К 60-ЛЕТИЮ МАГАТЭ

# ЭТО МАГАТЭ

И 8 ДРУГИХ ФИЛЬМОВ О РАБОТЕ АГЕНТСТВА



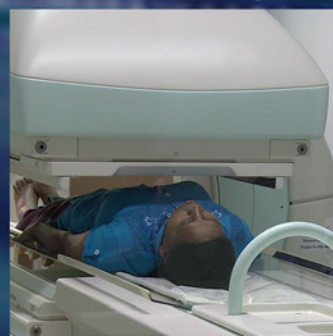
Физическая ядерная  
безопасность



Ядерная  
безопасность



Энергетика



Здоровье



Селекция растений



Борьба с вредителями



Водные ресурсы



Охрана морской  
среды



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

*Атом для мира*

ЗА КОПИЯМИ ФИЛЬМОВ МАГАТЭ  
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО АДРЕСУ:  
[MULTIMEDIA@IAEA.ORG](mailto:MULTIMEDIA@IAEA.ORG)

Международный симпозиум ФАО/МАГАТЭ по  
мутационной  
селекции растений и  
биотехнологии

27-31 августа 2018 года  
Вена, Австрия

Организатор:



Joint FAO/IAEA Programme  
Nuclear Techniques in Food and Agriculture