IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Сентябрь 2016 | www.iaea.org/bulletin

Использование ядерных технологий для **достижения целей в области устойчивого развития**

IAEA *60 лет*

Атом для мира и развития

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ
издается
Бюро общественной информации
и коммуникации (OPIC)
Международное агентство по атомной энергии
а/я 100, 1400 Вена, Австрия
Тел.: (43-1) 2600-21270
Факс: (43-1) 2600-29610
iaeabulletin@iaea.org

Редактор: Миклош Гашпар
Ответственный редактор: Николь Яверт
Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется
› в интернете по адресу **www.iaea.org/bulletin**
› как мобильное приложение по адресу
www.iaea.org/bulletinapp

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: А.Шлосман/МАГАТЭ

Читайте наши новости на сайтах:

IAEA

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

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

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

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

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

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

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

Построение стабильного будущего: атом для мира и развития

Юкия Амано, Генеральный директор МАГАТЭ

Рациональное использование науки и технологий будет играть решающую роль в достижении 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР), которые были согласованы мировыми лидерами в 2015 году.

В частности, ядерная технология имеет множество ценных применений в промышленности и в таких разнообразных областях, как охрана здоровья человека, энергетика и охрана окружающей среды. МАГАТЭ располагает уникальными возможностями для оказания помощи странам в использовании ядерной науки и технологий для охраны здоровья и процветания их народов.

В течение 60 лет МАГАТЭ оказывает поддержку государствам-членам в эффективном использовании ядерной науки и технологии в мирных целях в интересах устойчивого развития. Когда речь идет о передаче технологии и создании потенциала, МАГАТЭ всегда на высоте. Оно оказывает огромное влияние на жизнь миллионов людей во всем мире и заслуживает большей известности.

В настоящем выпуске “Бюллетеня МАГАТЭ” приводятся примеры того, как МАГАТЭ выполняет свой мандат “Атом для мира и развития” и содействует странам в достижении ЦУР. Вы можете узнать о том, как ядерные и изотопные методы помогают бороться с голодом (цель 2), благодаря улучшению питания детей в Таиланде (стр. 13) и условий жизни фермеров и сельскохозяйственных работников в Южной Африке (стр. 10).

Ядерная наука также помогает увеличить производство продовольствия, содействуя фермерам в оптимальном использовании водных, земельных ресурсов и ресурсов сельскохозяйственных культур (цели 6, 14 и 15 соответственно). При поддержке МАГАТЭ оптимизированный при помощи ядерной технологии метод орошения помогает женщинам-фермерам в Судане экономить воду и выращивать сельскохозяйственные культуры, с тем чтобы кормить свои семьи и зарабатывать на жизнь (стр. 19). В Боливии изотопные методы помогают ученым защищать водные ресурсы (стр. 22).

Укрепление здоровья и благополучия является одним из важных элементов ЦУР (цель 3). МАГАТЭ помогает таким странам, как Танзания и Тунис, улучшать доступ к радиационной медицине (стр. 8) и комплексному лечению раковых заболеваний (стр. 6). Одной из приоритетных задач для МАГАТЭ и для меня лично является содействие снижению на одну треть к 2030 году уровня преждевременных смертей от таких болезней, как рак.

Юкия Амано, Генеральный директор МАГАТЭ

Развитие стран ведет к повышению спроса на энергию. Многие страны считают, что ядерная энергетика может способствовать обеспечению доступной и чистой энергии для всех (цель 7), играя при этом значительную роль в смягчении последствий изменения климата (цель 13). Ряд стран рассматривают возможность реализации новых ядерно-энергетических программ. МАГАТЭ будет помогать им развивать необходимую инфраструктуру и технические возможности для безопасной и надежной эксплуатации атомных электростанций (стр. 26). Мы также поддерживаем технологические исследования и инновации (цель 9).

Мы работаем с ключевыми партнерами (цель 17), с тем чтобы сделать ядерную науку и технологии широко доступными в интересах устойчивого развития. Вы можете узнать о нашем сотрудничестве с правительствами, международными организациями и ведущими НПО (стр. 24) и о том, как эти партнерские отношения поддерживают научные исследования и разработку стратегий (стр. 26).

На Научном форуме МАГАТЭ этого года демонстрируется вклад ядерной науки и технологий в достижение ЦУР. Ведущие эксперты будут обсуждать то, каким образом ядерная технология может и далее способствовать повышению благосостояния человечества, дальнейшему процветанию и защите планеты. Приглашаю вас последить за работой Форума в сети на сайте www.iaea.org/scientific-forum.

(Photos: C. Brady/IAEA)

(Фото: Р. Мерфи/МАГАТЭ)

1 Построение стабильного будущего: атом для мира и развития

4 Цели в области устойчивого развития и МАГАТЭ

Доступность радиационной медицины во всем мире

6 Борьба с раком в Тунисе: изменение представлений и расширение доступа к лечению

8 Трехмерная радиотерапия повышает эффективность и безопасность лечения рака в Танзании

Атом для продовольствия, сельского хозяйства и питания

10 Как ядерная технология помогла спасти цитрусоводство в Западно-Капской провинции ЮАР

13 Тайские ученые используют ядерные технологии для борьбы с двойным бременем неправильного питания

Энергия будущего: роль ядерной энергетики

15 Как МАГАТЭ оказывает помощь странам, приступающим к развитию ядерной энергетики, прокладывать путь к устойчивому энергоснабжению

17 Ядерная энергия – энергия будущего

Изотопы для защиты окружающей среды

19 Как ядерные технологии помогают жительницам Судана получить от земли максимум возможного

22 Управление водными ресурсами: ядерные технологии раскрывают секреты водоносных горизонтов Боливии

Партнерство на благо прогресса

24 Партнерство и атом для мира и развития

26 Ученые объединяют усилия: исследование почв в целях сокращения выбросов парниковых газов

Новости МАГАТЭ

28 Новый справочник МАГАТЭ помогает врачам справляться с социальными аспектами ядерных или радиологических аварий

29 Семнадцать способов изменить мир: МАГАТЭ рассказывает о роли ядерных технологий в устойчивом развитии во время Европейских дней развития

31 Подготовка к добыче урана: Ботсвана создает систему мониторинга радиоактивности окружающей среды

32 Публикации МАГАТЭ

Цели в области устойчивого развития и МАГАТЭ

Николь Яверт и Миклош Гашпар

МАГАТЭ играет активную в роль в содействии достижению международным сообществом 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР), принятых на Саммите Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию в Нью-Йорке в сентябре 2015 года. Эти цели и связанные с ними задачи были выработаны для активизации деятельности по критически важным для человечества и планеты направлениям в течение последующих 15 лет. Цели сбалансированным образом охватывают три измерения устойчивого развития: экономическое, социальное и природоохранное.

Помощь МАГАТЭ различным странам в использовании ядерных и изотопных технологий содействует достижению большинства ЦУР. Вот некоторые из целей, достижению которых МАГАТЭ непосредственно содействует, и как оно это делает.

Причины голода и неправильного питания, которые препятствуют благополучию и экономическому развитию, зачастую кроются в отсутствии продовольственной безопасности и проблемах в сельском хозяйстве. С помощью МАГАТЭ и его партнерских отношений с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) ряд стран повышают уровень своей продовольственной безопасности и качество сельского хозяйства, используя ядерные и изотопные методы. Они используют их для самых разнообразных целей - от сохранения почвенных, водных ресурсов и ресурсов сельскохозяйственных культур до защиты растений от насекомых – вредителей и селекции новых сортов растений с предпочтительными свойствами. В других странах ядерные методы применяются для охраны здоровья сельскохозяйственных животных и улучшения их воспроизводства. В процессе подготовки пищевых продуктов к употреблению ядерные методы могут использоваться для обеспечения более высокого качества, более длительных сроков хранения и более высокого уровня безопасности пищевых продуктов.

В нескольких государствах-членах ядерные методы также используются для изучения композиционного состава тела и усвоения питательных веществ в рамках продолжения научных исследований и совершенствования программ питания, касающихся всех форм неправильного питания – от недоедания до ожирения.

Устойчивое развитие невозможно, когда здоровью людей угрожают заболевания. Содействуя достижению одного из показателей ЦУР – сокращения смертности от неинфекционных заболеваний, таких как рак, на одну треть, МАГАТЭ как раз может оказывать странам помощь в разработке комплексных онкологических программ и расширении доступа к лечению, включая организацию услуг в области радиационной медицины и создание центров лучевой диагностики, а также в обучении и подготовке профильных медицинских специалистов. При оказании этих услуг используются результаты работы МАГАТЭ по обеспечению наличия и безопасному использованию жизненно важных медицинских радиоизотопов, и такие услуги могут использоваться для мониторинга и оценки других заболеваний, таких как сердечно-сосудистые болезни и туберкулез.

Столкнувшись с заболеваниями, которые могут передаваться людям от животных, например лихорадка Эбола, ряд стран обратились к МАГАТЭ за поддержкой в использовании производной от ядерной технологии диагностики и мониторинга для раннего обнаружения заболеваний и пресечения их распространения.

Жизнь невозможна без воды. Рост населения и развитие экономики должны сопровождаться обеспечением доступа к чистой и безопасной воде. Узнать возраст и качество водных ресурсов позволяют изотопные методы. Одни страны применяют их при реализации планов комплексного управления водными ресурсами для рационального использования ресурсов и охраны водных и смежных экосистем, другие используют их для решения проблемы нехватки пресной воды, улучшения водоснабжения и обеспечения их эффективного использования.

Человек неизбежно воздействует на природу, и одним из проявлений такого воздействия является проблема загрязнения воды. При содействии МАГАТЭ ряд стран начали применять радиационные технологии для обработки промышленных стоков, что позволяет сокращать количество загрязняющих веществ и повышать качество водных ресурсов, тем самым делая воду безопасной для повторного использования.

Доступ к экологичным, надежным и недорогим источникам энергии – залог устойчивого экономического развития и роста благосостояния человека. МАГАТЭ содействует эффективному и безопасному использованию ядерной энергии, оказывая

странам всего мира помощь в реализации существующих и новых ядерных программ, способствуя применению инноваций и созданию потенциала в области энергетического планирования и анализа, управления информацией и знаниями в ядерной отрасли. Многие страны также сотрудничают с МАГАТЭ в целях безопасного и надежного удовлетворения растущего спроса на энергию в условиях экономического развития, одновременно повышая энергетическую безопасность, снижая неблагоприятное воздействие энергетики на окружающую среду и здоровье человека и смягчая последствия изменения климата.

Залог успеха крепких экономических систем, как в развитых, так и в развивающихся странах, – передовые промышленные технологии. В частности, ядерная наука и технологии могут серьезно повлиять на экономический рост и сыграть важную роль в поддержке устойчивого развития. При поддержке МАГАТЭ некоторые страны смогли повысить конкурентоспособность своей промышленности, применяя эти технологии в испытаниях продукции на безопасность и качество и используя методы облучения для повышения прочности различных изделий. Кроме того, облучение позволяет повысить экологичность промышленного производства посредством снижения его экологического воздействия.

Ядерная наука, и в том числе ядерная энергетика, может сыграть большую роль и в смягчении последствий изменения климата, и в адаптации к ним. МАГАТЭ стремится рассказать мировой общественности о той роли, которую ядерная энергетика может играть и играет в контексте проблемы изменения климата и сокращении выбросов парниковых газов. Ядерная энергетика относится к числу технологий выработки электричества, которые меньше всего загрязняют атмосферу выбросами углерода. МАГАТЭ также содействует странам в использовании ядерных методов для адаптации к последствиям изменения климата и их смягчения посредством сохранения почвенных, водных ресурсов и ресурсов сельскохозяйственных культур. Осуществляемые при поддержке МАГАТЭ научные исследования с использованием ядерных методов также содействуют принятию научно обоснованных стратегий и мер по смягчению последствий изменения климата.

Океаны – это бескрайние экосистемы, в которых кипит жизнь. Это бесценные ресурсы для тех, для кого море есть либо источник средств к существованию, либо источник продовольствия, либо то и другое одновременно. В целях рационального использования и защиты ресурсов океана и, соответственно, поддержки населения прибрежных районов многие страны при содействии МАГАТЭ применяют изотопные методы для изучения и мониторинга состояния океана и таких морских процессов, как подкисление океана и вредоносное цветение водорослей. Кроме того, созданные МАГАТЭ национальные, региональные и международные сети лабораторий открывают перед рядом стран возможности научного сотрудничества и обеспечивают ценные ресурсы для анализа и мониторинга загрязнителей морской среды.

Опустынивание, деградация земель и эрозия почв могут угрожать жизни и благосостоянию людей. Изотопные методы позволяют производить точную оценку эрозии почвы и критических с точки зрения эрозии участков. Эти оценки могут способствовать предотвращению деградации земель и восстановлению почв, что также содействует прекращению процесса утраты биологического разнообразия.

При помощи МАГАТЭ многие страны используют ядерные методы для сбора ключевых данных, которые содействуют формированию сельскохозяйственной практики, позволяющей более устойчиво использовать земельные ресурсы, что в свою очередь ведет к повышению доходов. Такие данные также содействуют совершенствованию методов сохранения и восстановления ресурсов и экосистем.

Партнерские отношения помогают расширить доступ к науке и технологиям в интересах достижения ЦУР. Тесное взаимодействие между МАГАТЭ, организациями системы Организации Объединенных Наций, такими как ФАО и Всемирная организация здравоохранения, и другими международными структурами, а также организациями гражданского общества помогает также максимально повысить результативность работы МАГАТЭ в поддержку выполнения главных задач стран в области развития. Многие страны сотрудничают с МАГАТЭ по линии региональных и межрегиональных проектов и соглашений в целях расширения знаний, получения доступа к технологии и оборудованию и наработки передовой практики, с тем чтобы стимулировать устойчивое развитие, научные исследования и инновации. Эти рамки также позволяют экспертам из разных стран взаимодействовать с партнерами МАГАТЭ, включая глобальную сеть региональных центров развития людских ресурсов и сотрудничества. Многие из этих усилий предпринимаются через МАГАТЭ и его программу технического сотрудничества, специализированные лаборатории и деятельность в области координированных исследований.

Борьба с раком в Тунисе: изменение представлений и расширение доступа к лечению

Аабха Диксит

Диагноз “рак” не равнозначен смертному приговору. Если рак обнаружен и подвергнут медицинскому воздействию на ранней стадии, он излечим. Эту мысль врачи в Тунисе пытаются донести до своих пациентов.

Повышение информированности широких слоев населения относительно профилактики и лечения раковых заболеваний имеет жизненно важное значение для информационно-просветительских усилий министерства здравоохранения Туниса. Сюда относится разъяснение роли радиационной медицины и технологии (см. вставку “Наука”) и информирование населения о том, что методы ядерной визуализации являются безопасными, безболезненными и экономичными.

“Люди боятся использования ядерных методов в медицине”, – говорит Мохамед Фаузи Бен Слимане, руководитель департамента биофизики и ядерной медицины Онкологического центра Института им. Салаха-Азаиза в Тунисе и руководитель Национального центра по радиационной защите. “Регулярно проводятся кампании, с тем чтобы устранить непросвещенность и расширить осведомленность о преимуществах и эффективности радиационных технологий для лечения рака”.

Врачи убеждены в том, что они могут преодолеть психологический барьер с помощью продуманной целенаправленной кампании по распространению простой, предметной и практической информации о медицинской визуализации и радиотерапии и о том, как они могут улучшить лечение пациента. “Успехом можно считать то, что нам удалось снять табу с разговоров о раке, и теперь все больше пациентов стало приходить на проверку”, – сказал Бен Слимане.

Врач использует томограф ОФЭКТ для диагностики пациента в Онкологическом центре Института им. Салаха-Азаиза, Тунис.

(Фото: Онкологический центр Института им. Салаха-Азаиза, Тунис)

По данным министерства здравоохранения страны в период 2011-2015 годов в Тунисе было зарегистрировано порядка 8000 новых случаев заболевания раком, причем в основном это был рак легких и рак молочной железы. Институт им. Салаха-Азаиза ежегодно проводит диагностику свыше 20 000 человек и лечение более 12 000 больных. “Мы должны следить за тем, чтобы применение доз в лучевой терапии было точным и тщательно контролировалось, поскольку для нас главное – это тот курс лечения, который мы проводим для онкологических больных”, – продолжает Бен Слимане. В последние пару лет в Тунисе отмечается увеличение количества раковых заболеваний. Их общее число возросло с 2553 случаев в 1994 году до 3926 случаев в 2009 году, при этом ежегодное среднее увеличение составляло 3,3%. Между тем в период 2009-2011 годов этот средний показатель относительно (хотя и незначительно) снизился и составлял 3715 случаев.

Как и в большинстве стран с низким и средним уровнем дохода увеличение числа случаев раковых заболеваний ложится тяжелым бременем на систему здравоохранения Туниса. При поддержке со стороны МАГАТЭ врачи в стране пытаются удовлетворять растущий спрос на лечение раковых заболеваний, что также предполагает принятие мер к тому, чтобы убедить людей начинать лечение рака как можно раньше.

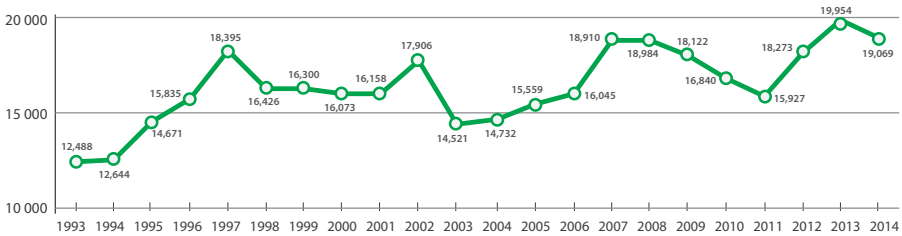
Ранняя диагностики, оперативное лечение

Принципиально важное значение имеет постоянная подготовка медицинского персонала. “Эти технологии помогают таким онкологам, как я, изучать организм и выбирать оптимальный способ воздействия, необходимый для лечения различных видов рака, но не только это. Нам также необходимо быть уверенными, что мы используем правильные радиофармацевтические препараты, что жизненно важно для отслеживания достигнутого прогресса и оценки того, как организм реагирует и функционирует”, – пояснил Бен Слимане.

Именно в этой области важную роль играет МАГАТЭ. Агентство содействует Тунису в подготовке кадров, передаче знаний и оказании помощи в надлежащем и безопасном использовании радиоактивных источников для лечения рака. Эксперты МАГАТЭ ведут подготовку радиофармацевтов и медицинских физиков для улучшения контроля качества и безопасного использования радиационной медицины и оборудования.

“Мы работает рука об руку с медицинскими физиками, с тем чтобы обеспечить наличие у них необходимых знаний и подготовки для защиты себя и пациентов”, – сказал Азза Хамму, детский радиолог и бывший руководитель Национального центра по радиационной защите. “Наши регламенты безопасности соответствуют нормам безопасности МАГАТЭ. Врачи и техники, использующие ядерные медицинские методы, должны применять правильные процедуры, строго следуя руководящим принципам безопасности”, – сказал он.

Количество онкологических анализов, проведенных в Онкологическом центре Института им. Салаха-Азаиза в Тунисе



Обеспечение качества в радиационной медицине - процесс сложный. Он включает оценку клинических, физических и технических аспектов диагностической визуализации и лучевой терапии, а также элементы управленческого контроля, которые имеют принципиально важное значение, с тем чтобы не допускать ошибок, аварий и постановки неверных диагнозов. Поддержка МАГАТЭ включает обеспечение технического руководства для осуществления и пересмотра программ обеспечения качества для радиотерапии, ядерной медицины и диагностической радиологии в больницах.

МАГАТЭ десятки лет оказывает помощь Тунису в его усилиях по улучшению лечения рака. “В настоящее время в стране имеется 17 радиотерапевтических аппаратов для населения численностью 10 миллионов человек, что отражает более высокий уровень по сравнению с тем, который имеется в в большинстве стран Африки”, – говорит Аднан Атва, сотрудник по вопросам управления программами для Туниса из Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ. С 2013 года правительство Туниса при поддержке МАГАТЭ создало в городах Тунис, Сус и Сфакс центры лучевой терапии, оснащенные линейными ускорителями нового поколения (ЛУ). Эти ускорители обычно используются для лечения пациентов посредством очень точного локализованного воздействия высокоэнергетическим рентгеновским излучением на опухоль. МАГАТЭ также оказывает помощь стране путем проведения специализированной подготовки, включая стажировки и научные командировки, по вопросам медицинской физики и радиотерапии.

Отдельные факты

В 2012 году в мире было зарегистрировано 14,1 млн случаев заболевания раком, и согласно прогнозам к 2030 году этот показатель достигнет 24,6 млн.

Для оценки возможностей Туниса по борьбе с раковыми заболеваниями и выработки рекомендаций по его всеобъемлющей национальной программе борьбы с раковыми заболеваниями МАГАТЭ и его партнеры провели в конце 2013 года в Тунисе комплексную миссию по линии Программы действий МАГАТЭ по лечению рака, или экспертное рассмотрение имПАКТ. Это помогло стране определить приоритетные меры для усиления планирования борьбы с раковыми заболеваниями, их профилактики, раннего обнаружения, диагностики, лечения и возможностей для паллиативной терапии. Это также содействовало расширению регистра раковых заболеваний Туниса, в котором фиксируются случаи раковых заболеваний.

НАУКА

Радиационная медицина

Ядерные и радиационные методы обычно используются для диагностики и лечения большого числа расстройств здоровья, таких, как инфекционные и неинфекционные заболевания, особенно сердечно-сосудистые расстройства и рак. Процедуры ядерной медицины, предусматривающие применение радиофармацевтических препаратов, используются для диагностики и лечения болезней. В лучевой диагностике для обнаружения болезней используют в основном рентгеновское излучение и КТ (компьютерная томография). ПЭТ/КТ (позитронно-эмиссионная томография в сочетании с компьютерной томографией) представляет собой гибридную технологию, которая позволяет более точно обнаруживать заболевания и определять их стадии посредством выявления как анатомических, так и функциональных дефектов в затронутых органах. Радиотерапия используется для лечения рака в дополнение к хирургии, а иногда и химиотерапии.

Трехмерная радиотерапия повышает эффективность и безопасность лечения рака в Танзании

Николь Яверт

Радиационные онкологи используют инструменты трехмерного построения контуров для изучения и составления диаграмм расположения опухолей в организме в целях планирования и эффективного проведения лучевой терапии.
(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

В настоящее время танзанийские врачи могут проводить более целенаправленную лучевую терапию с меньшим ущербом для здоровых тканей онкологических больных. После подготовки специалистов, проведенной Агентством, и его помощи в области трехмерного планирование лучевой терапии пациенты получат доступ к более эффективному и безопасному лечению рака.

“При облучении опухоли крайне важна максимальная точность. Сегодня мы обладаем навыками, позволяющими полностью определять размер опухоли и, в конечном итоге, назначать нашим пациентам более эффективное и правильное лечение”,– говорит Марк Мсети, радиационный онколог из Онкологического института “Оушен роуд” в столице Танзании Дар эс-Саламе, который благодаря МАГАТЭ получает техническую поддержку и оборудование. Он принял участие в недавней подготовке МАГАТЭ по трехмерному планированию для определения объема мишени и построению контуров для проведения радиотерапии (см. вставку “Наука”). Она проводится в рамках перехода Танзании от предоставления услуг в области двухмерного планирования к предоставлению услуг в области трехмерного планирования лучевой терапии, что произойдет позже в этом году, после открытия первого центра страны, оснащенного инструментами трехмерного планирования.

“Концепция определения объема мишени и построения контуров заключается в обеспечении того, чтобы применяемое нами излучение было нацелено на болезнь, а не на здоровые ткани”, – объясняет Мсети. “Если добиться точности при выявлении или построении контуров опухоли, есть больше вероятности целенаправленно воздействовать и добиться целей лечения, сохраняя при этом по возможности больше здоровых, нормальных тканей”.

Рак – это неконтролируемое деление аномальных клеток в организме, и радиация может остановить это деление. Конкретные дозы излучения могут необратимо поражать клетки, что предотвращает их деление и убивает их. В этом заключается эффективность радиации при лечении рака. Однако если лучевая терапия спланирована неточно или ошибочно или проведена при неправильном уровне дозы, здоровые клетки пациента могут быть случайно повреждены, а раковые клетки – уничтожены лишь частично, позволяя другим раковым клеткам продолжать деление. Это может повлечь риск осложнений для здоровья пациента в краткосрочной или долгосрочной перспективе.

МАГАТЭ оказывает помощь своим государствам-членам, таким как Танзания, в работе по ограничению распространения таких неинфекционных заболеваний, как рак. В этой связи, наряду с другими услугами, МАГАТЭ проводит обучение, координирует исследования, предоставляет оборудование и технических специалистов, а также устраивает научные стажировки. Как и Танзания, многие страны с низким и средним уровнем дохода только начинают или планируют начать использование трехмерных инструментов для лечения рака.

“Ввиду экономических и ресурсных ограничений, которые препятствуют посещению зачастую дорогостоящих практических курсов, радиационные онкологи из стран с низким и средним уровнем дохода иногда ограничиваются

Эксперты учат радиационных онкологов на учебных курсах МАГАТЭ как пользоваться инструментами планирования трехмерной лучевой терапии.
(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

Отдельные факты

Инвестиции в радиотерапию могли бы помочь сохранить 26,9 млн потенциальных лет жизни пациентов в развивающихся странах и принести чистую выгоду экономике в размере 278,1 млрд. долл. в 2015-2035 годах.

преимущественно теоретическим обучением" – говорит Эдуардо Субисаретта, начальник Секции прикладной радиобиологии и радиотерапии МАГАТЭ. "Для повышения качества лечения чрезвычайно важно помогать врачам в приобретении необходимого им оборудования и практического опыта под руководством экспертов".

В Танзании радиационные онкологи используют для двухмерного построения контуров бумагу и иглу, что является гораздо менее точным, чем трехмерный метод. "За три года обучения в качестве радиационного онколога я фактически ни разу не делал трехмерного построения контуров",– говорит Мсети. "Лишь теория, теория, теория". "Теперь я готов использовать для пациентов эти новые навыки построения контуров".

Новый центр, который будет открыт позже в этом году в Онкологическом институте "Оушен роуд", будет оснащен, частично благодаря помощи МАГАТЭ, новым оборудованием трехмерного планирования, в том числе компьютерным томографом (КТ). Ожидается, что лечение в Институте с использованием этих новых инструментов будут проходить от 100 до 200 пациентов в день.

НАУКА

Определение объема мишени и построение контуров для планирования лучевой терапии

Определение объема мишени и построение контуров являются ключевыми навыками, применяемыми радиационными онкологами для планирования безошибочного, точного и последовательного проведения лучевой терапии для лечения пациентов с раковыми опухолями.

Используя специально разработанную компьютерную программу для построения контуров, радиационные онкологи анализируют трехмерные изображения, основанные на медицинском сканировании тела пациента, для определения места нахождения и размеров раковых опухолей. Эти изображения получают с помощью инструментов ядерной диагностической визуализации, таких как компьютерный томограф (КТ) и позитронно-эмиссионный томограф (ПЭТ).

После того, как опухоль обнаружена, онколог использует компьютерную программу для построения контуров с целью определения и выявления или оконтуривания границ опухоли – объема мишени, после чего производит оконтуривание здоровых органов в целях точного и безошибочного определения того места, которое должно подвергнуться воздействию излучения, необходимого количества излучения, в зависимости от размера и глубины опухоли, и сведения к минимуму облучения здоровых тканей и органов.

Как ядерная технология помогла спасти цитрусоводство в Западно-Капской провинции ЮАР

Миклош Гашпар

Цитрусовые являются вторым по значению предметом сельскохозяйственного экспорта в Южной Африке, причем основная часть выращиваемой продукции предназначена для экспорта. Эта отрасль обеспечивает занятость 10% сельскохозяйственных рабочих страны.
(Фото: М. Гаспар/МАГАТЭ)

Каждый день в 7 часов утра взлетает легкомоторный самолет, чтобы облететь плодородную долину посреди живописных гор Западно-Капской провинции в Южной Африке, сбрасывая свой груз, содержащий миллион готовых к спариванию самцов плодожорки. Эти насекомые были массово разведены и затем стерилизованы на гамма-облучательной установке и с помощью другого специализированного оборудования, предоставленного со стороны МАГАТЭ в 2007 году. В результате цитрусовые фруктовые сады в долине реки Олифантс более не подвергаются нападкам ложной яблонной плодожорки, а выращивание апельсинов, ранее находившееся на грани вымирания, снова процветает.

“Прошло всего пять лет и заражение фруктов прекратилось”, – говорит Мартли Слаббер, которая выращивает апельсины, клементины и лимоны на своей ферме площадью 100 га. “У нас было в среднем два зараженных фрукта на дерево каждую неделю, а сейчас только один на весь сад за целый сезон”.

“Уничтожение плодожорки обеспечило средства к существованию почти десяти тысячам людей”, – добавляет Геррит ван дер Мерве. “Без выращивания цитрусовых здесь бы вообще не было работы”.

Слаббер и ван дер Мерве – это два из четырехсот выращивающих цитрусовые фермеров, которые пользуются услугами компании XSIT, принадлежащей Ассоциации производителей цитрусовых Южной Африки, которая борется с ложной яблонной плодожоркой, обитающей в некоторых областях страны, в том числе в долине реки Олифантс. Личинки плодожорки питаются цитрусовыми, уничтожая мякоть плодов.

Компания XSIT, название которой происходит от английского сокращения ядерного метода стерильных насекомых (МСН), каждую неделю производит 40 миллионов стерильных плодожорок и выпускает их на территорию площадью более 15 000 гектаров. Эти плодожорки, вскармливаемые на основе оптимизированного состава смеси кукурузы, зерен пророщенной пшеницы и порошкового молока, облучаются и выпускаются во время пика их половой активности. Стерильные самцы плодожорки спариваются с дикими самками, но это не дает потомства, тем самым уменьшая со временем численность популяции (см. вставку “Наука” на стр.12).

“Применение МСН позволило нам отказаться от дальнейшего использования химикатов в борьбе с плодожоркой”, – говорит Пит Смит, который производит 11 000 тонн цитрусовых в год на ферме площадью 250 гектаров. “У нас также нет больше проблем с уровнями

содержания инсектицидных остатков во фруктах”.

“Благодаря сокращению использования химикатов во фруктовые сады вернулась живая природа”, – добавляет ван дер Мерве.

Цитрусовые – источник жизненной силы экономики региона

Южная Африка занимает второе место в мире по экспорту цитрусовых – в 2014 году объем этого экспорта составил более 1,4 млрд долларов. Цитрусовые являются вторым по значению предметом сельскохозяйственного экспорта после вина. Эта отрасль обеспечивает занятость 10% сельскохозяйственных рабочих Южной Африки.

В 2005 году Соединенные Штаты Америки – основной импортер цитрусовых из региона – ужесточили меры, предъявляемые к качеству такого импорта, и ограничения, связанные с зараженностью фруктов, поскольку федеральные сельскохозяйственные органы США были обеспокоены распространением ложной яблонной плодожорки в стране, что потенциально могло представлять угрозу для их собственного цитрусоводства и хлопководства.

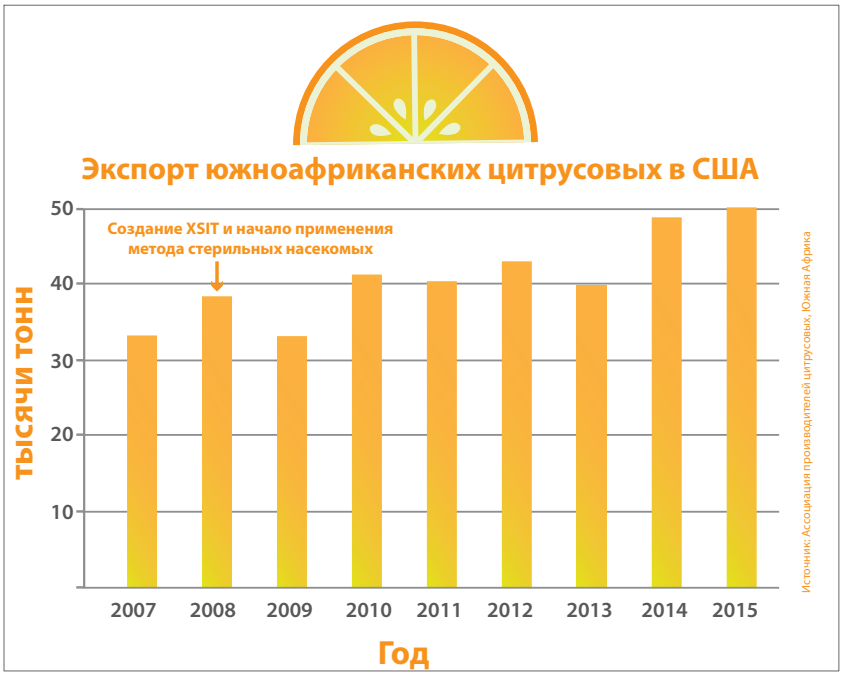
Слаббер, ван дер Мерве и другие фермеры региона теряли из-за этих вредителей 10-15% своей продукции еще до сбора урожая, но реальные потери были обусловлены тем, что зараженные плодожоркой фрукты уходили на экспорт, а затем их возвращали инспекторы из США. Если они находили хотя бы трех личинок в поставляемой партии из 160 000 апельсинов, то возвращали всю партию. “Мы серьезно рассматривали вопрос о выращивании других культур”, – вспоминает Слаббер.

В поисках нового метода

Настало время найти новый метод борьбы с насекомыми-вредителями, объясняет биолог-исследователь Вон Хаттинг, который в настоящее время является руководителем компании “Ситрус рисерч интернэшнл” (CRI). CRI начала исследования в области радиобиологических методов и методов разведения насекомых с целью установления того, можно ли использовать МСН в борьбе с ложной яблонной плодожоркой. МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) и Министерством сельского хозяйства США предоставило экспертные ресурсы и доступ к сети специалистов, работающих над применением МСН в борьбе против других насекомых-вредителей.

Благодаря финансированию из средств программы технического сотрудничества МАГАТЭ Хаттинг и его коллеги смогли лично ознакомиться с центром массового разведения подобной яблонной плодожорки в Канаде. В конечном итоге это помогло им создать условия для разведения и стерилизации достаточного числа насекомых для того, чтобы провести испытание этого метода на площади 35 га в изолированной и особо подверженной заражению части фруктового сада, принадлежащего Слабберу.

“Результаты этого испытания превзошли наши ожидания”, – говорит Хаттинг. “Мы поняли, что ложная яблонная плодожорка – это оседлое насекомое, и мы можем обрабатывать изолированные территории”. Именно эта характерная черта плодожорки – оседлость – позволяет МСН стать основным методом борьбы с популяциями этого насекомого в определенных географических районах



даже в масштабах одного сада, и эти районы будут надолго избавлены от плодожорки, поскольку обычно они далеко не улетают.

Партнерство между государственным и частным секторами в борьбе с плодожоркой

После успешных испытаний Ассоциация производителей цитрусовых и правительство Южно Африканской Республики совместно создали компанию XSIT, с тем чтобы разработать применение этого метода в промышленных масштабах. С 2007 года площадь обслуживаемых XSIT территорий увеличилась более чем в десять раз и компания имеет контракты на дальнейшее расширение в целом до 21000 га.

В настоящее время ведутся исследования не только в целях дальнейшего совершенствования применяемого метода, но и в целях его внедрения в отдаленных уголках страны. Используемый метод производства стерильных насекомых в Ситрусдале, городе в Западно-Капской провинции, и их транспортировки для выпуска в других районах оправдывает себя в соседней Восточно-Капской провинции, но применить его в отдаленных районах технически невозможно. Исследователи XSIT при поддержке МАГАТЭ и ФАО работают над методом, предусматривающим транспортировку куколок, которых затем будут облучать в других местах северо-восточной части страны.

НАУКА

Ограничение рождаемости насекомых-вредителей

Метод стерильных насекомых (МСН) – это форма борьбы с насекомыми-вредителями, предусматривающая использование ионизирующих излучений для стерилизации насекомых, которые в массовых количествах производятся в специальных установках для разведения. Эти насекомые систематически выпускаются над зараженными районами, где они спариваются с дикими особями, которые впоследствии потомства не приносят.

В результате с помощью этого метода можно подавлять и в некоторых случаях уничтожать популяции насекомых-вредителей. МСН относится к числу наиболее экологически чистых существующих методов борьбы с насекомыми-вредителями, и обычно он применяется в рамках комплексной кампании, нацеленной на ликвидацию популяций этих насекомых.

МАГАТЭ в сотрудничестве с ФАО поддерживает около 40 полевых проектов МСН по всему миру, которые осуществляются в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ. В то время как в основном эти насекомые-вредители поражают сельскохозяйственные культуры и животных, ведутся также исследовательские работы по применению данного метода против различных видов комаров – переносчиков заболеваний, включая переносчиков вируса Зика и малярии.

Тайские ученые используют ядерные технологии для борьбы с двойным бременем неправильного питания

Лаура Хиль

Для роста детям необходимо давать больше питательных микроэлементов, чем их содержится в обычном рационе питания. В Таиланде многие дети страдают от дефицита питательных микроэлементов.

(Фото: В. Чавасит/Институт питания Университета им. Махидола)

Ядерные методы вносят свой вклад в борьбу Таиланда с неправильным питанием, помогая ученым определить наилучшие способы повышения уровня питательных веществ у детей. Ведущиеся с 2009 года при поддержке МАГАТЭ исследования показывают, что пища, обогащенная витаминами и минералами, такими, как железо, цинк, витамин А и кальций, увеличивают поступление питательных микроэлементов и повышают уровень питательных веществ в организмах детей.

“В рационе питания этих детей не хватало питательных микроэлементов, возместить которые за счет местных продуктов питания практически невозможно”, – говорит Эморн Удомкесмали, старший советник и бывший директор Института питания Университета им. Махидола в окрестностях Бангкока. “Применение изотопных методов позволило нам найти способ определения этого дефицита и количественного измерения того, как детские организмы поглощают и используют некоторые микроэлементы.

Для роста детям необходимо давать больше питательных микроэлементов, чем их содержится в обычном рационе питания, в котором содержится достаточно калорий, но часто не хватает железа, цинка, витамина А или кальция. Во многих развивающихся странах основную часть рациона питания составляет растительная пища с низким содержанием питательных веществ. Это может вылиться в микроэлементную (витаминную) недостаточность, часто называемую “скрытым голодом”, которой могут страдать сотни тысяч детей”, – говорит Удомкесмали. По результатам проведенного в 2012 году обследования выяснилось, что примерно 800 000 детей младше пяти лет в Таиланде получают недостаточное питание, влекущее за собой риск дефицита микроэлементов.

“Если дети не потребляют питательные микроэлементы в достаточном количестве, у них возникают проблемы роста и они могут стать весьма восприимчивыми к инфекционным заболеваниям”, – говорит Кристин Слейтер, специалист по вопросам питания из МАГАТЭ. Последние двадцать лет в Таиланде на основе политики здравоохранения и в рамках местных проектов в области питания ученые активно работали над снижением уровня неправильного питания и недостаточности питания.

Один из способов предотвращения и контроля дефицита микроэлементов – распределение пищевых продуктов, обогащенных витаминами и минералами, – в настоящее время является в Таиланде обычной практикой. Такие обогащенные продукты готовятся путем добавки к традиционно потребляемой пище, например, растительному маслу или хлебным злакам, питательных микроэлементов, или путем биофортификации, т. е. выращивания сельскохозяйственных культур с повышенным содержанием этих необходимых микроэлементов. Эти обогащенные пищевые продукты обычно используются в качестве добавок к нормальному рациону питания.

С 2009 по 2012 годы подготовленные на курсах МАГАТЭ тайские ученые осуществили экспериментальную программу обогащения пищевых продуктов среди детей от шести месяцев до двух лет. Они давали группе детей обогащенный железом, цинком и витамином А рис. После измерения с помощью изотопных методов (см. вставку "Наука") накопленных у них запасов питательных микроэлементов ученые обнаружили, что по сравнению с контрольной группой у детей, потреблявших обогащенный рис, содержание железа, цинка и витамина А в организме существенно возросло. Ученые использовали компьютерное моделирование для дальнейшего подтверждения пригодности обогащенного риса для удовлетворения потребности в питательных веществах.

"Перед внедрением изотопных методов тайским ученым для проверки эффективности программ в области питания приходилось полагаться на расчеты, основанные на измерениях отдельных высокопитательных пищевых продуктов", – говорит Паттани Виничагун, доцент Института питания Университета им. Махидола. "Оценка была основана на наших знаниях и расчетах и в недостаточной мере учитывала такие факторы, как поглощение питательных микроэлементов организмом", – говорит она.

От информации к практике

В настоящее время рассматривается вопрос о применении результатов этих исследований для помощи в дальнейшей оптимизации программ нутритивной поддержки в стране.

"Мы связались с министерством здравоохранения и с педиатрической группой по вопросам питания и уже начали обсуждения о том, каким образом применить результаты наших анализов", – говорит Виничагун. "Если результаты исследования будут приняты, это приведет к созданию нового практического руководства по дополнительному питанию младенцев и детей", – добавляет она.

Сегодня учиться, чтобы завтра обучать

МАГАТЭ работает с Таиландом в области питания с 1998 года. Страна получает пользу от реализации программы технического сотрудничества МАГАТЭ и проектов координированных исследований в виде проведения учебных курсов, научных командировок, стажировок и предоставления оборудования. Тайские ученые также работали и работают с МАГАТЭ в области использования изотопных методов для оценки полностью грудного вскармливания младенцев от рождения до шести месяцев и для подтверждения того, что обогащенные железом пищевые продукты не вредят людям с железодефицитом и дефицитом других питательных микроэлементов.

"Мы организуем учебные курсы, с тем чтобы другие научились использовать изотопные методы – это своеобразная компенсация затраченных на нас усилий", – говорит Виничагун. "Было бы стыдно не поделиться своими знаниями. У нас столько вопросов, и мы не одни такие".

"Вопросы питания представляют интерес для Таиланда и для всего мира", – говорит Слейтер. "Улучшение питание имеет огромное значение для общества. Хорошо питающийся ребенок будет иметь хорошие способности для учебы в молодости и сможет зарабатывать на жизнь будучи взрослым. В общем, имеющее полноценное питание население помогает стране развиваться".

Подготовленные на курсах МАГАТЭ тайские ученые используют изотопные методы для проверки того, как детский организм реагирует на рис, обогащенный железом, цинком и витамином А.

(Фото: В. Чавасит/Институт питания Университета им. Махидола)

НАУКА

Изотопные методы и питание детей

Изотопами называются атомы одного и того же элемента, которые обладают одинаковым количеством протонов, но разным количеством нейтронов. С помощью изотопных методов отслеживают процессы усвоения, использования и сохранения в организме содержащихся в пище питательных веществ, которые жизненно необходимы для поддержки здорового роста и развития. Ученые используют эти методы для определения биологической усвояемости, т. е. доли питательного вещества, которую наш организм усваивает и использует для роста и обмена веществ.

Например, для проверки усвоения железа или цинка пациенты употребляют в пищу тестовые блюда, смешанные со стабильными изотопами. Взятые после этого анализы крови или мочи показывают, какая часть изотопов была усвоена организмом. Результаты измерений анализируются с помощью масс-спектрометрии – метода, в котором используется чувствительный детектор для избирательной идентификации и измерения различных химических соединений.

Для оценки обеспеченности витамином А пациенты принимают меченную углеродом-13 или дейтерием витамина А. Эксперты используют масс-спектрометр для анализа крови, взятой до и после приема дозы витамина А. На основе разбавления только измеренной меченной изотопом дозы витамина А можно рассчитать суммарное количество витамина А, участвующего в обмене веществ в организме.

Как МАГАТЭ оказывает помощь странам, приступающим к развитию ядерной энергетики, прокладывать путь к устойчивому энергоснабжению

Мэй Фаваз-Хубер

В мире ожидают, что в связи с реализацией политики в области оздоровления климата, которая будет окончательно определена после подписания Парижского соглашения 2015 года и принятия целей в области устойчивого развития (ЦУР), существует вероятность увеличения числа стран, заинтересованных во включении ядерной энергетики в свою национальную структуру энергопроизводства. Страны-новички, т. е. страны, впервые приступающие к развитию ядерной энергетики, обращаются в МАГАТЭ с просьбами о содействии в разработке надлежащих инфраструктур с целью создания безопасных, надежных и устойчивых ядерно энергетических программ и в преодолении трудностей, возникших в связи с повышением глобального спроса на энергию и необходимостью смягчения последствий изменения климата.

“Потенциальная роль ядерной энергии с исторического момента принятия ЦУР и подписания Парижского соглашения существенно возросла”, – говорит Дэвид Шропшир, руководитель Секции планирования и экономических исследований МАГАТЭ. “Решение об использовании ядерной энергии в настоящее время принять легче, поскольку существуют лишь единицы крупномасштабных непрерывных вариантов энергоснабжения с минимальным негативным воздействием на окружающую среду”.

Парижское соглашение было принято на Парижской конференции по изменению климата (COP21), на которой 195 стран приняли решение присоединиться к первому универсальному юридически обязывающему соглашению по климату. В Соглашении была подтверждена цель сдерживания роста мировой температуры в пределах двух градусов Цельсия до конца века относительно уровней доиндустриального периода.

Для достижения этой цели и решения задачи получения энергии и сохранения климата (см. вставку на стр.16) несколько стран проводят переоценку своих структур энергопроизводства и потенциальной роли ядерной энергии. “В настоящее время ядерная энергия ассоциируется с борьбой с изменением климата, а не только как источник энергии для развития экономики”, – говорит Шропшир. “Страны, которые инвестируют в ядерную энергетику, получают не только надежный источник энергии, но и ценный ресурс, позволяющий не превышать требуемый уровень в 2 градуса Цельсия.

Такие страны, как Иордания, Польша и Турция работают с МАГАТЭ над разработкой устойчивых ядерно-энергетических программ.
(Фото: Иорданская комиссия по атомной энергии)

Польский ответ

Польша, например, планирует производить ядерную энергию не только для обеспечения электроснабжения в долгосрочной перспективе стимулирования роста национальной экономики, но и для смягчения последствий изменения климата.

“Польша признает важность целей в области устойчивого развития, в том числе сокращения выбросов углекислого газа и других загрязнителей воздуха в энергетическом секторе, – говорит Юзеф Соболевский, директор Департамента атомной энергии Министерства энергетики Польши. “В рамках нашей стратегии предусматривается, что создание ядерной энергетики – экологически чистого и эффективного источника энергии с нулевыми выбросами – является одним из средств достижения такого сокращения. Наличие ядерно-энергетической программы будет также служить мощным толчком к развитию национального сектора исследований и разработок,” – добавляет он.

МАГАТЭ является весьма важным источником ресурсов для государств-новичков, таких, как Польша, и для других стран, рассматривающих вопрос о развитии ядерной энергетики. Они могут получить доступ к средствам энергетического планирования МАГАТЭ и воспользоваться накопленными организацией знаниями в области ядерной энергетики, с тем чтобы принимать обоснованные решения о роли этого источника энергии в своих странах.

“Если государство-член принимает решение об использовании ядерной энергетики, МАГАТЭ может предоставить консультации и проанализировать степень развития необходимой инфраструктуры”, – говорит Шропшир.

Поэтапное достижение намеченных рубежей

Применение разработанного МАГАТЭ трехэтапного подхода, изложенного в документе "Основные этапы", способствует реализации ядерно-энергетической программы от начала до конца. Этот подход включает вопросы, которые государству-члену следует рассмотреть до принятия решения о строительстве атомной электростанции, связанную с этим подготовку, а также сам процесс строительства и ввода в эксплуатацию АЭС. В дополнение к этому государства-члены часто обращаются с просьбами о проведении миссии по комплексному рассмотрению ядерной инфраструктуры (ИНИР), в ходе которой международные эксперты определяют, лежат ли в основе программы эффективная национальная политика и стратегия, крепкое управление программой, надлежащая правовая база и наличие квалифицированных кадров. На основе этого рассмотрения МАГАТЭ разрабатывает конкретный для каждой страны комплексный план работы, предусматривающий оказание государствам-новичкам помощи в устранении пробелов в рамках их национальной ядерной инфраструктуры, и проводит последующие миссии с целью рассмотрения достигнутого прогресса.

В этом году Польша достигла первого рубежа после выполнения рекомендаций МАГАТЭ по результатам миссий ИНИР, проведенных во время реализации первого этапа вышеуказанного подхода. Страна поставила цель завершить строительство первого реактора своей первой АЭС к 2024 году и начать строительство второго энергоблока в 2030 году. Ожидается, что миссия ИНИР в рамках второго этапа состоится в 2017 году и ее целью будет рассмотрение прогресса, достигнутого Польшей в деле реализации ядерно-энергетической программы.

Иордания на пути к обеспечению устойчивого энергоснабжения

Подобно другим государствам-новичкам Иордания включила ядерную энергетику в свою национальную стратегию с целью сокращения углеродсодержащих выбросов.

"Энергетика Иордании почти целиком зависит от импортируемого органического топлива, и такая ситуация не может оставаться устойчивой по ряду причин", – говорит Халед Тукан, председатель Иорданской комиссии по атомной энергии. "Строительство АЭС, помимо прочего, окажет существенное положительное воздействие на Иорданию с точки зрения стоимости и надежности энергоснабжения, национального дохода, развития инфраструктуры и людских ресурсов, приобретения экспертных знаний, а также в плане сокращения углеродсодержащих выбросов".

По запросу Иордании МАГАТЭ с 2009 года уже провело три миссии ИНИР и предоставило Иордании план действий на основе оценки ядерной инфраструктуры страны и регулирующей основы в области ядерной и радиационной безопасности. В этом году Иордания введет в эксплуатацию свой первый исследовательский и учебный реактор, а МАГАТЭ окажет стране содействие в создании потенциала кадровых ресурсов для его будущей эксплуатации и эффективного использования.

Ядерная энергетика включена также в энергетическую стратегию Турции в целях смягчения последствий изменения климата – об этом говорится в докладе Турции об определенных на национальном уровне вкладах в достижение целей, представленном в соответствии с Рамочной конвенцией Организации Объединенных Наций об изменении климата. Направив миссии ИНИР, МАГАТЭ оказало Турции содействие в оценке готовности к разработке ядерно-энергетической программы. По запросу Турции эксперты МАГАТЭ предоставили рекомендации в отношении национального плана действий и рассмотрели проекты законов страны в области ядерной энергии. Турция планирует построить две АЭС с восемью реакторами и ввести их в эксплуатацию к 2028 году, а также начать строительство третьей АЭС в 2023 году.

Задача производства энергии при сохранении климата

Без капитального преобразования глобальной системы энергоснабжения выбросы парниковых газов (ПГ) нанесут серьезный ущерб климату Земли. Согласно прогнозам, возникающие при производстве выбросы углекислого газа (CO_2) к 2040 году возрастут на 20% по сравнению с их уровнем 2013 года. Решение двойной задачи – увеличение производства энергии при сохранении климата – в ближайшие 10-20 лет будет состоять в существенном увеличении объема безопасной, надежной и доступной энергии при резком сокращении выбросов ПГ.

Сегодня ядерная энергетика является одним из энергетических источников и технологий, который может помочь решить эту задачу. Выбросы парниковых газов с АЭС ничтожны, и ядерная энергетика наряду с гидроэнергетикой и ветроэнергетикой входит в число источников энергии с наименьшим объемом выбросов ПГ, если рассматривать выбросы в течение всего жизненного цикла соответствующих электростанций. Согласно прогнозам, к 2050 году электроэнергия, выработанная на АЭС, могла бы помочь предотвратить выбросы CO_2 объемом 3 гигатонны в год. Этот прогноз частично основан на предположениях об относительной стоимости и производственных характеристиках низкоуглеродных технологий.

Ядерная энергия – энергия будущего

Михаил Чудаков, заместитель Генерального директора, руководитель Департамента ядерной энергии, МАГАТЭ

Работа МАГАТЭ актуальна для многих целей в области устойчивого развития (ЦУР), принятых в прошлом году Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций, однако наиболее заметный вклад в производство энергии будущего ядерная энергетика способна внести в рамках достижения трех ЦУР: цели 7 (доступ к недорогостоящей и чистой энергии), в соответствии с которой наши усилия будут сосредоточены на обеспечении устойчивого развития в условиях роста мирового населения и увеличения спроса на энергию; цели 9 (индустриализация, инновации и инфраструктура), достижение которой невозможно без широкого доступа к энергоресурсам; цели 13 (борьба с изменением климата), в рамках которой заданы целевые показатели для чистой и экологичной энергетики.

На ядерную энергетику, мощности которой составляют 450 действующих ядерных реакторов в 30 странах, приходится около 11% всей производимой в мире электроэнергии. По нашим прогнозам, в ближайшие десятилетия ядерная энергия сохранит свою ключевую роль в глобальной структуре энергопроизводства. Хотя мощности ядерной энергетики растут, ее доля в мировом энергобалансе снижается, а конкурентоспособность ставится под сомнение. Строительство атомных электростанций сопряжено с высокими предварительными затратами, однако АЭС вполне конкурентоспособны, если подсчитать суммарные затраты на выработку электроэнергии в течение всего срока службы станции. Конкурентоспособность тех или иных источников энергии существенно различается по странам и зависит от многих факторов, например, от имеющихся природных ресурсов.

Все больше государств – членов МАГАТЭ, в том числе те, которые испытывают опасения по поводу изменения климата и стремятся повысить стабильность энергоснабжения, в настоящее время рассматривают возможности включения ядерной энергетики в свою национальную структуру энергопроизводства или ее более широкого использования (см. статью на стр. 15).

МАГАТЭ содействует устойчивому развитию ядерной энергетики, оказывая помощь в реализации действующих и новых ядерно-энергетических программ во всем мире, а также в разработке новых ядерных технологий. Мы помогаем также государствам-членам создавать на национальном уровне необходимый потенциал для энергетического планирования и анализа, управления ядерной информацией и знаниями и в то же время заложить прочный фундамент для обеспечения ядерной и физической безопасности.

Инновации, технические новшества и новые экономические модели могут способствовать увеличению вклада ядерной энергетики в глобальную структуру энергопроизводства и устойчивое развитие. Реакторы новых конструкций характеризуются повышенной безопасностью, обладают более высокими показателями эффективности, образуют меньше отходов или даже потребляют их. Достижения в области ядерного топливного цикла позволят еще более сократить объем отходов, что повысит экологическую безопасность ядерной энергетики. Гибкие договоренности о финансировании и кредитовании, заключаемые между правительствами и частным сектором, способствуют развитию технологий и позволяют более рационально осуществлять крупные капиталовложения, необходимые для создания инфраструктуры ядерной энергетики и строительства АЭС.

Если говорить об объеме выбросов в течение всего жизненного цикла производства электроэнергии с помощью того или иного источника, то в ядерной энергетике, наряду с гидро- и ветроэнергетикой, при выработке электричества не образуется диоксид углерода (CO_2), и она относится к отраслям с наименьшим объемом выбросов парниковых газов. Если брать во внимание полный жизненный цикл, то ядерная энергетика по минимальному объему выбросов сравнима с возобновляемыми источниками энергии.

Возобновляемая энергия обладает многими преимуществами и является экологически чистой, однако один из ее недостатков заключается в том, что она зависит от наличия ветра или солнечного света. Ядерная энергия может эффективно дополнять возобновляемую: АЭС способны производить электроэнергию непрерывно и экономично круглые сутки в течение почти всего года (в ряде стран регулярно фиксируются показатели свыше 90%). Кроме того, ядерную энергетику можно использовать в больших масштабах, поэтому она лучше подходит для удовлетворения спроса на электроэнергию в городах и промышленности. В настоящее время разрабатываются

Отдельные факты

В 2015 году к энергосети были подключены десять новых реакторов, что представляет собой наивысший показатель с 1990 года.

рассчитанные на перспективу инновационные гибридные системы, в которых ядерная энергетика используется в сочетании с возобновляемыми источниками энергии для генерации электричества или в которых тепло, вырабатываемое ядерными реакторами, применяется для других целей, например, для опреснения морской воды.

И климат, и энергия

Как отмечено в Парижском соглашении (см. вставку на стр. 16), ядерная энергетика, будучи одной из низкоуглеродных технологий, существующих на данный момент, способна помочь странам решить двойную задачу получения энергии/сохранения климата.

Парижское соглашение, принятое в 2015 году 195 странами в рамках Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, содержит призыв к государствам ограничить рост среднемировой температуры по сравнению с доиндустриальными показателями на отметке существенно ниже двух градусов Цельсия. На производство электроэнергии приходится около трети всех выбросов парниковых газов, поэтому для сдерживания катастрофических последствий глобального потепления нам следует исключить выбросы углерода в энергетике.

МАГАТЭ располагает всем необходимым инструментарием для содействия государствам-членам в изучении задачи получения энергии и сохранения климата, поиске ее решения и началу реализации ядерно-энергетической программы. Наши усилия направлены на то, чтобы с опорой на факты дать оценку ядерной энергетики. Мы помогаем руководящим органам прорабатывать все технические варианты производства электроэнергии. И если какое-либо государство-член обратится к нам с соответствующей просьбой, мы оказываем ему необходимую помощь для безопасной, надежной и экологичной реализации его ядерной программы.

Ядерная энергетика будет и далее вносить свой вклад в устойчивое развитие, обеспечивая энергией растущее население планеты и продолжающийся процесс индустриализации. При этом по сравнению с большинством других источников энергии она в меньшей степени воздействует на климат и окружающую среду.

Как ядерные технологии помогают жительницам Судана получить от земли максимум возможного

Николь Яверт

С помощью ядерной науки женщины в Судане превращают засушливые земли в овощные поля.
(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)

Под палящим солнцем на границе Судана женщины, с головы до ног укутанные в разноцветные одежды, весело болтая собирают богатый урожай свежих овощей, чтобы накормить свои семьи, поделиться едой с соседями и немного заработать. Расположенные посреди обширных пространств выжженной земли, их поля покрыты зеленью благодаря ядерной науке, которая помогла максимально эффективно использовать ограниченные водные ресурсы и оптимизировать применение удобрений.

“Раньше у нас не было ничего. Еды было мало, и мы должны были покупать ее на рынке. Мы даже не знали, как выращивать овощи,” – говорит Фатима Исмаил, крестьянка из маленькой деревни на востоке Судана, где с 2015 года при содействии МАГАТЭ реализуется проект капельного орошения.

Сотни женщин здесь жили тяжелой жизнью, почти не имея возможности что-либо изменить. Многие из них беженцы или внутренне перемещенные лица, их семьям не хватало еды, и они всецело зависели от скудного заработка своих мужей. Женщины не могли ни сами выращивать продукты, ни зарабатывать на жизнь, работая вне дома.

Теперь благодаря небольшим плантациям и домашним огородам, которые при помощи ядерной науки и технологий эксплуатируются наиболее эффективным образом, женщины, их семьи и целые деревни имеют в своем меню любые виды овощей – от лука и баклажанов до бамии и листовой зелени.

“Раньше мой сын плохо питался, и мне нужно было часто водить его к врачу, – говорит Халима Али Фарадж, крестьянка, участвующая в проекте. – Теперь, когда у нас стало больше еды, появились питательные овощи, он уже не был у врача много месяцев.”

Жизнь этих женщин изменилась благодаря науке. Эксперты из МАГАТЭ в партнерстве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций провели обучение местных ученых из Сельскохозяйственной научно-исследовательской корпорации (СНИК) и предоставили им необходимую техническую помощь. На исследовательской ферме в Кассале ученые научились при помощи нейтронного влагомера почвы измерять влажность почвы, чтобы определить требуемое для сельскохозяйственных культур количество воды и оптимизировать применение азотных удобрений (см. вставку “Наука”). Впоследствии на основании результатов этих исследований определялось количество воды и удобрений, которое следует подавать через систему капельного орошения.

Исследователи изучают атомы веществ, содержащихся в почве, воде, удобрениях и растениях, чтобы определить оптимальные методы выращивания сельскохозяйственных культур и управления почвенными и водными ресурсами.
(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)

Отдельные факты

При капельном орошении воды используется на 60% меньше, чем при поверхностном орошении. Это повышает урожайность лука приблизительно на 8000 кг на гектар. Это, в свою очередь, более чем на 3700 долл. увеличивает доход с одного гектара овощей.

Дорога каждая капля

Недорогая система капельного орошения легко устанавливается и проста в обращении: она состоит из огромного, стоящего высоко над землей бака для воды с двухпозиционным вентилем; при открытии вентиля вода с добавленным в нее удобрением под действием силы тяжести поступает в систему труб, подведенных прямо к основаниям растений. Метод капельного орошения водой с удобрением называется “фертигацией”.

“Хотя технология сама по себе не нова, капельное орошение становится эффективным и позволяет расходовать крайне мало воды лишь тогда, когда процесс правильно организован и оптимизирован на основе научных данных”, – говорит Ли Хэн, руководитель Секции рационального использования почв, воды и питания растений Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях. Метод фертигации распространяется ФАО в странах и регионах, испытывающих острую нехватку воды.

“Инновационной нашу систему капельного орошения делают наработки СНИК”, – говорит Рашид Сир Эль-Хатим, координатор из организации развития “Талавиет”. На полях в штате Кассала, вдоль границы с Эритреей были проведены опытные исследования. СНИК предоставляет местным НПО, включая “Талавиет”, полный комплект оборудования и удобрений для установки и применения системы капельного орошения, который был оптимизирован в ходе исследований, проведенных при содействии МАГАТЭ. Этот регион часто называют “житницей” Судана, поскольку его почвы богаты питательными веществами и при правильном орошении прекрасно подходят для выращивания сельскохозяйственных культур. Однако из-за роста температур и изменения климата запасы воды здесь постепенно истощаются.

“Вода, почва, температура – все взаимосвязано, – говорит Эль-Саддиг Сулиман Мохамед, генеральный директор СНИК. – Без правильной ирригационной системы невозможно добиться максимальной урожайности, а с другой стороны – без грамотного применения удобрений невозможно реализовать весь потенциал почвы. Поэтому нужно рассматривать все эти элементы в совокупности.”

Успех опытного проекта МАГАТЭ, в результате которого объем используемой воды был сокращен более чем на 60%, а урожайность повысилась более чем на 40%, привлек внимание других организаций, в том числе Суданского общества Красного полумесяца (СОКП) и “Талавиет”. В тесном сотрудничестве с исследователями из СНИК, прошедшими обучение в МАГАТЭ, они создали более 50 небольших плантаций и домашних огородов, которые возделывают свыше 400 женщин. После успеха этих проектов СНИК, “Талавиет” и СОКП совместно со своими партнерами теперь устанавливают еще 40 новых систем капельного орошения более чем для тысячи женщин.

Новые возможности для женщин ведут к устойчивым переменам

Хотя такие сельскохозяйственные проекты идут на пользу всей деревне, прежде всего они ориентированы на женщин, поскольку женщины играют важную роль в поддержании благосостояния семьи. Женщины вкладывают гораздо больше заработанных средств (90%) в образование своих

Небольшие плантации и домашние огороды, оснащенные системами капельного орошения, открывают новые возможности для женщин в Судане..
(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)

детей и поддержание их здоровья, чем мужчины (30-40%). По данным Всемирного банка, эта тенденция способна положить конец бедности, переходящей из поколения в поколение.

“Новые возможности позволяют женщинам участвовать в принятии решений в семье и деревне. – говорит г-н Сир Эль-Хатим. – Это помогает бороться с бедностью и более эффективно планировать будущее. Новые возможности для женщин означают новые возможности для всей деревни.”

По мере реализации проекта женщины стремятся развить успех.

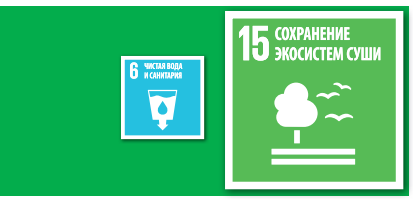
“Мы хотим большего, – говорит Фатима Исмаил. – Мы хотим увеличить посевные площади и выращивать не только больше овощей, но и овощи новых сортов. Мы хотим научить делать это других. Нам нужен еще один резервуар для воды, чтобы все соседи и женщины в деревне тоже могли работать. Мы хотим, чтобы у всех был шанс что-то изменить. Мы готовы к этому.”

НАУКА

Нейтронный влагомер почвы и отслеживание азота

Для определения содержания влаги в почве на исследовательской ферме ученые используют нейтронный влагомер. Этот прибор испускает нейтроны, которые сталкиваются с атомами водорода воды, содержащейся в почве. При столкновении нейтроны замедляются. Изменение скорости нейтронов фиксируется прибором и преобразуется в показание, соответствующее уровню влажности почвы. Чем больше атомов водорода, тем больше нейтронов замедляется, поэтому количество медленных нейтронов, которое можно измерить, служит показателем содержания влаги.

Азот – ключевой компонент почвы и удобрений. При взаимодействии с другими атомами в почве, удобрении и воде атомы азота принимают форму, в которой они поглощаются растениями, высвобождаются в атмосферу или погружаются глубже в почву. При помощи удобрений, меченных стабильными изотопами азота-15, то есть атомами с большим или меньшим количеством нейтронов, ученые могут отслеживать изотопы, чтобы определить, насколько успешно растения реагируют на удобрения и поглощают их. Это позволяет повысить урожайность и оптимизировать применение удобрений.



Управление водными ресурсами: ядерные технологии раскрывают секреты водоносных горизонтов Боливии

Лаура Хиль

В отдельных районах Боливии люди всецело зависят от воды из водоносных горизонтов, которая используется для многих целей.
(Фото: Л. Поттертон/МАГАТЭ)

Возраст воды более 2000 лет – таков один из секретов, которые хранят атомы воды из подземного водоносного горизонта Пурапурани в Боливии. Несмотря на то, что Пурапурани снабжает водой города Эль-Альто и Вьяча, расположенные поблизости от столицы, города Ла-Пас, об этом водном ресурсе было почти ничего неизвестно. Однако с помощью ядерных технологий ученые узнают важные подробности о возрасте, качестве и источниках воды в этом водоносном горизонте. Эти данные помогают им найти способы сохранения и рационального использования столь ценного ресурса.

“Благодаря изотопам мы раскрываем секреты нашего водоносного горизонта, – говорит Паола Мансилья Ортуньо, гидролог из министерства охраны окружающей среды и водных ресурсов. – Теперь мы знаем, что в северной части горизонта неглубоко залегающая вода сильно загрязнена. Мы знаем также, что возраст воды на некоторых участках в восточной части, вероятно, составляет более 2000 лет. И еще мы знаем, что источником подземных вод другой части горизонта являются дождевые осадки Андского хребта”.

Пурапурани – один из главных ресурсов для развития района, в котором от этого водоносного горизонта площадью 300 км² зависит жизнь более одного миллиона людей. “Два города обязаны Пурапурани своим экономическим развитием”, – объясняет г-жа Мансилья Ортуньо. Растущее население пользуется его водой для своих повседневных нужд, предприятия интенсивно эксплуатируют его, чтобы идти в ногу с урбанизацией, а крестьянам вода нужна для растений и домашнего скота.

МАГАТЭ помогло Боливии открыть первую в стране лабораторию изотопной гидрологии, и с 2012 года эксперты МАГАТЭ обучают группу боливийских ученых изотопным методам, применяемым для оценки ресурсов поверхностных и подземных вод и определения их происхождения, возраста, уязвимости к загрязнению, перемещений и взаимодействия (см. вставку “Наука” на стр. 23). “Изотопные методы дают нам полезную информацию, которую мы не могли бы получить иным способом. Это открывает новые перспективы”, – говорит г-жа Мансилья Ортуньо.

Новые возможности позволяют ученым получить ответы на вопросы, которые до этого оставались неясными. Каков возраст воды и ее происхождение? Она до сих пор хорошего качества? Сколько еще воды осталось? Ответы на эти вопросы помогают исследовать Пурапурани и вырабатывать политику в области защиты и рационального использования водных ресурсов с учетом потенциала и ограничений этого водоносного горизонта.

Исследование и его результаты

Боливийские ученые исследуют возраст воды, поскольку он помогает понять, сколько приблизительно времени требуется для пополнения ресурсов горизонта (в данном случае – тысячи лет), и оценить пределы запасов воды в горизонте. Точно так же они проверяют воду на наличие загрязняющих веществ, чтобы узнать, что может угрожать эксплуатации водоносного горизонта в дальнейшем. В Пурапурани загрязнение воды было обнаружено лишь на ограниченном участке горизонта, и, вероятно, оно связано с попаданием в него речной воды.

“Теперь, когда мы знаем происхождение воды, нам необходимо защищать источники ее появления в горизонте, чтобы обеспечить его долговечность и чистоту”, – говорит Рафаэль Кортес, консультант министерства охраны окружающей среды и водных ресурсов и преподаватель Университета Сан-Андрес. На следующем этапе он и его коллеги-ученые планируют разработать модели искусственного пополнения водных ресурсов, позволяющие гарантировать стабильное поступление дождевой воды.

Два мира

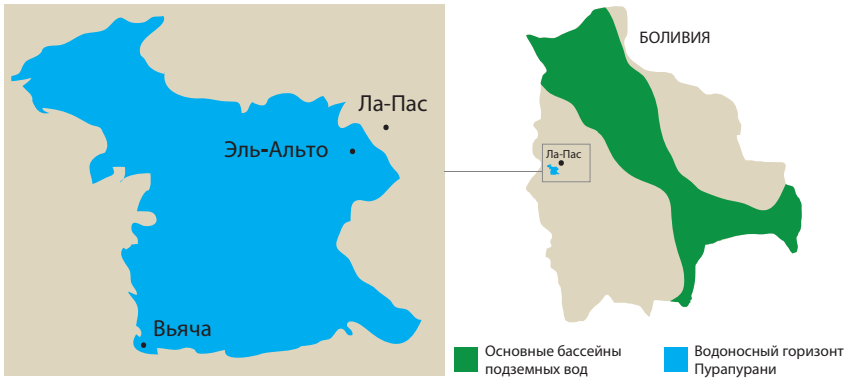
Сотрудничество с МАГАТЭ имело для Боливии еще один положительный результат: в стране образовался многопрофильный исследовательский коллектив химиков и гидрологов.

“В этих проектах принимают участие эксперты различных специальностей, гидрологи и химики, – говорит Луис Арагуас Арагуас, специалист по изотопной гидрологии из Отдела физических и химических наук МАГАТЭ. – Гидролог, как правило, не изучает изотопы, а химик, как правило, не является специалистом по водным ресурсам. Благодаря нашим проектам они работают вместе и обмениваются знаниями”.

В настоящее время группа работает над исследованием при помощи изотопных методов водоносного горизонта города Оруро и планирует проведение таких же исследований в других городах Боливии. В Боливии насчитывается пять крупных водоносных горизонтов городских зон, однако до настоящего времени изучались лишь три из них. Последние гидрологические исследования, проводимые при содействии МАГАТЭ, уже обсуждаются на национальных конференциях, а вузы включают изотопную гидрологию в свои учебные планы.

“С каждым проектом мы развиваемся, – говорит г-н Кортес. Сначала мы ползали, затем встали, научились ходить и теперь побежали”.

Водоносный горизонт Пурапурани



В Боливии большинство бассейнов подземных вод расположены во влажных низменностях (джунглях), в то время как города с большим населением, включая Ла-Пас, Эль-Альто и Вьячу, находятся в высокогорьях со скудными запасами воды. Три города зависят от водных ресурсов водоносного горизонта Пурапурани площадью 300 км²

НАУКА

Изотопная гидрология

Молекулы воды обладают уникальными особенностями, которые обусловлены различным соотношением содержащихся в них изотопов – химических элементов, атомы которых содержат одинаковое количество протонов, но отличаются друг от друга количеством нейтронов. Изотопы могут быть природными или искусственными. Радиоизотопы нестабильны, и по мере их распада до восстановления стабильности постоянно испускают энергию, которая называется радиоактивностью. Ученые могут измерить промежуток времени, который требуется для распада половины радиоизотопов – он называется периодом полураспада. Зная период полураспада радиоизотопа и содержание изотопов в воде или в других веществах, ученые могут определить возраст воды, в которой содержатся эти радиоизотопы.

Стабильные изотопы не распадаются и остаются в неизменном виде в течение всего периода их присутствия в воде. Различия в содержании изотопов в поверхностных и подземных водах позволяют ученым определять различные факторы и процессы, в том числе источники воды и изменение ее характеристик во времени, прежние и нынешние условия выпадения дождевых осадков, пополнение водоносных горизонтов, смешивание и взаимодействие водных бассейнов, процессы испарения, геотермальные ресурсы и процессы загрязнения.

17 ПАРТНЕРСТВО В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Партнерство и атом для мира и развития

Николь Яверт

(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)

Достижение целей в области устойчивого развития (ЦУР) – задача, которую нельзя выполнять обособленно: 17 целей и соответствующие им задачи образуют комплексный подход к глобальному развитию, реализация которого зависит от эффективной координации действий. Данный принцип находит отражение в 17-й цели, посвященной партнерству. МАГАТЭ и его партнеры вносят важный вклад в реализацию этой глобальной повестки дня, помогая странам использовать ядерную науку для решения своих задач в области развития и достижения долгосрочного положительного эффекта.

“ЦУР – масштабное начинание, которое ни одна страна, организация или человек не могут реализовать в одиночку; их успешное достижение невозможно без партнерского взаимодействия, – говорит Эмма Вебб, руководитель Секции стратегии и партнерства МАГАТЭ. – МАГАТЭ активно участвует в налаживании и поддержании международного сотрудничества в достижении этих целей”.

По мере того, как страны реализуют свои национальные стратегии и планы развития, многие из них обращаются к МАГАТЭ и его партнерам за помощью в применении ядерной науки и технологий для достижения поставленных целей. Длительные партнерские отношения, подобные тем, которые сложились у МАГАТЭ с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), позволяют международным организациям объединять знания и ресурсы в сферах своей компетенции и полномочий в целях содействия развитию во всем мире. В более чем 90 странах уже действуют рамочные программы, в которых направления сотрудничества с МАГАТЭ определены с учетом национальных приоритетных задач в области развития.

МАГАТЭ совместно с партнерами помогает странам создавать необходимый потенциал, расширять сетевое взаимодействие и обмениваться знаниями в рамках проектов технического сотрудничества и координированных исследований. Такая помощь предоставляется в форме обучения, стажировок, передачи оборудования, рекомендаций экспертов и т.д. Тем самым специалисты расширяют свои знания, совершенствуют навыки и получают в свое распоряжение инструментарий, необходимый для достижения устойчивых результатов, например, повышения качества здравоохранения благодаря радиационной медицине (см. стр. 6) и обеспечения энергоснабжения в будущем путем включения безопасной и надежной ядерной энергетики в национальную структуру энергопроизводства (см. стр. 15).

Ключевыми составляющими устойчивого прогресса являются наука, технологии и инновации. Сотрудничество стимулирует обмен знаниями, передачу технологий и принятие решений на основе имеющихся данных.

В соответствии с задачами цели 17 международные и региональные проекты МАГАТЭ позволяют развивающимся и развитым странам объединять усилия, более широко пользоваться научными и экспертными знаниями и внедрять технические инновации в целях развития. Кроме того, эти проекты дают специалистам возможность совместно работать над изучением и решением таких вопросов, как варианты смягчения последствий изменения климата, обусловленного выбросами парниковых газов, которые образуются в сельскохозяйственном производстве (см. стр. 26), а также совершенствовать имеющиеся и приобретать новые навыки, подобные планированию трехмерной лучевой терапии для лечения раковых заболеваний (см. стр. 8).

Благодаря этой исследовательской работе ученые могут получать данные, на основе которых руководители будут разрабатывать соответствующие стратегии и программы (см. вставку). Особую роль в достижении цели 17 играют данные и мониторинг, что позволяет МАГАТЭ и его партнерам и далее совершенствовать планирование и разработку программ, ориентируясь на достижение конкретных результатов.

“Использование ядерной науки и технологий в мирных целях имеет особое значение для решения приоритетных национальных задач тех или иных стран и для обеспечения устойчивого развития, – говорит г-жа Вебб. – Отчасти благодаря партнерским отношениям между МАГАТЭ, правительствами и другими структурами наука и технологии способны помогать населению, вносить вклад в реализацию масштабного глобального начинания – достижение ЦУР, и служить интересам людей, планеты, процветания, партнерства и мира – пяти элементов, упомянутых в преамбуле повестки дня до 2030 года”.

(Фото: Б. Бензингер/МАГАТЭ)

(Фото: С. Лёф/МАГАТЭ)

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

Точное измерение прогресса

На каждом этапе пути к достижению ЦУР ученым и официальным лицам необходимо отслеживать и анализировать достигнутый прогресс, чтобы далее корректировать или активизировать свою работу. Во многих случаях точные и эффективные способы измерения достигнутого прогресса и сбора данных в целях выработки дальнейшей политики предлагают ядерная наука и технологии. В одних странах, например, в Таиланде (см. стр. 13), ядерные методы позволяют проанализировать эффективность программ в области питания, направленных на улучшение состояния здоровья людей, в других, например, в Боливии (см. стр. 22), такие методы используются для оценки водных ресурсов с целью обеспечить долговечные запасы чистой воды на будущее. Вооружившись такими данными, политики имеют возможность принимать обоснованные решения, которые впоследствии могут быть преобразованы в национальные стратегии и программы, способствующие реализации национальных планов, достижению национальных целей и заданных показателей.

Точные научные данные, подкрепленные партнерскими связями, способствуют развитию и распространению экологически чистых технологий. В некоторых странах, например, в Судане (см. стр. 19), местные организации объединили усилия с учеными, получающими помощь от МАГАТЭ, в работе по внедрению ирригационных систем, оптимизированных на основе ядерных данных в целях экономии ресурсов и эффективного развития частного земледелия. Аналогичным образом государственно-частное партнерство в таких странах, как Южная Африка (см. стр. 10), позволило расширить применение ядерного метода ограничения рождаемости насекомых-вредителей в целях сдерживания размножения насекомых, угрожающих сельскому хозяйству. Это помогло спасти сельскохозяйственные культуры, повысить качество жизни людей, сохранить и увеличить объемы экспортной продукции.

Подобные связи между государственным и частным сектором и организациями гражданского общества служат важным примером того, как МАГАТЭ налаживает сотрудничество по различным направлениям и добивается более широкого применения ядерной науки и технологий.

17 ПАРТНЕРСТВО В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Ученые объединяют усилия: исследование почв в целях сокращения выбросов парниковых газов

Николь Яверт

Практика показала, что объем выбросов парниковых газов (ПГ), которые вызывают изменение климата и глобальное потепление, можно уменьшить, если найти нужный баланс между использованием удобрений, воды и почв в сельском хозяйстве. Однако для достижения оптимального баланса необходимо понимать, как на эти факторы влияют различия в составе почв, условиях окружающей среды и практике ведения хозяйства. Чтобы прийти к такому пониманию, ученые разрабатывают научно обоснованные руководящие материалы, помогающие сократить выбросы ПГ и смягчить их последствия, и все чаще используют для этого изотопные методы.

“В Бразилии мы уже выращиваем сельскохозяйственные культуры и мясной скот с использованием методов, помогающих уменьшить влияние ПГ с минимальным воздействием на окружающую среду, однако нам нужно лучше понять, как эти методы отражаются на сельском хозяйстве и работе по сокращению выбросов, – говорит Сегунду Уркиага, научный сотрудник Бразильской корпорации сельскохозяйственных исследований, участвующий в текущем проекте смягчения последствий выбросов ПГ, который реализуется при поддержке МАГАТЭ и Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО). – Это пример того, как сотрудничество с МАГАТЭ помогает нашей работе”.

Более 30 лет Бразилия вместе с МАГАТЭ изучает воздействие на окружающую среду сельского хозяйства, на которое в целом приходится более 35% выбросов ПГ. Стране удалось снизить объем этих выбросов примерно на 20%.

Участники эксперимента по обогащению атмосферного углекислого газа на площадке Гисенского университета им. Юстуса Либиха, Германия.

(Фото: М. Заман/МАГАТЭ)

МАГАТЭ и ФАО организовали платформу для совместной работы ученых всего мира по использованию изотопных и смежных методов при изучении естественных процессов в почве, растениях и удобрениях в различных климатических условиях и оптимизации методов ведения хозяйства в целях защиты ресурсов с параллельным сокращением выбросов ПГ.

По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата, на сельское хозяйство приходится более 20% глобальных выбросов ПГ, связанных с деятельностью человека. Парниковые газы, например диоксид углерода (CO_2), закись азота (N_2O) и метан (CH_4), задерживают тепло в атмосфере Земли, поглощая ее тепловое излучение, что в итоге приводит к повышению температуры планеты. Парниковый эффект – это естественный процесс, посредством которого регулируется температура Земли и поддерживается жизнь на ней, однако избыточные выбросы ПГ ведут к глобальному потеплению.

Международное сообщество заключает соглашения (такие как Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата) по минимизации выбросов ПГ и смягчению их последствий.

Учиться друг у друга

Проводя исследования по всему миру, ученые рассчитывают уточнить научный подход к смягчению последствий и получить более полное представление о том, как происходят эти процессы. Некоторые страны, например Бразилия, продвинулись в исследованиях довольно далеко, поэтому их опыт – большая ценность для тех, кто только приступает к научной работе. Вместе с тем, поскольку в каждой стране есть свои природные особенности и свой опыт, даже самым продвинутым странам есть чему учиться у других.

“Сотрудничество с учеными на различных стадиях исследований позволяет увеличить базу знаний и создать надежную исследовательскую сеть. Имеющийся у них опыт во множестве разных областей помогает нам ускорить процесс исследований, который в ином случае занял был

годы”, – говорит Мария Адриана Нарио Моуат, научный сотрудник Чилийской комиссии по ядерной энергии.

Одним из главных аспектов борьбы с изменением климата является сокращение выбросов ПГ (см. вставку “Наука”), однако работа по сокращению должна быть сбалансирована таким образом, чтобы крестьянам по-прежнему удавалось производить достаточно продукции и зарабатывать на жизнь, считает Кристофер Мюллер, эксперт по почвам и растениям Гисенского университета им. Юстуса Либиха (Германия): “На эти процессы в разных экосистемах воздействует очень много факторов. Если мы лучше поймем, как работают эти факторы, мы сможем помочь сформировать такую хозяйственную практику, которая благотворно повлияет на глобальную ситуацию в этой области и позволит защитить почвенные ресурсы”.

По мере сбора научных данных они могут включаться в национальные подходы к смягчению последствий выбросов ПГ, считает Нарио Моуат. “Эта информация нужна директивным органам, чтобы принимать решения о том, как смягчать последствия выбросов этих газов в той или иной стране и как стимулировать фермеров перенимать эти методы. Наши усилия – часть этой работы”.

В деталях

Изотопные методы помогают ученым подробно исследовать естественные процессы в почве, растениях и удобрениях. В основе этих методов лежат изотопы, т.е. атомы одного и того же элемента, которые обладают одинаковым количеством протонов, но разным количеством нейтронов. Например, азот-15 – это стабильный изотоп азота, а углерод-13 – стабильный изотоп углерода. Оба встречаются в естественных условиях в почве, удобрениях, воде и растениях. Эти изотопы можно использовать для измерения и отслеживания того, как и когда образуются, высвобождаются и абсорбируются CO_2, N_2O и другие газы.

Эксперимент по обогащению атмосферного углекислого газа на долголетнем пастбище в Гисенском университете им. Юстуса Либиха, Германия.
(Фото: М. Заман/МАГАТЭ)

“Изотопные методы чрезвычайно точны. В отличие от традиционных методов, они позволяют ученым лучше понять, что происходит на каждом этапе процесса, – говорит Мохаммад Заман, почвовед Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях. – Они также помогают найти устойчивые способы выращивания культур, экономии воды и сокращения объемов используемых дорогостоящих удобрений, сохраняя при этом ценные ресурсы Земли”.

Отдельные факты

Согласно расчетам, потери экономики из-за высвобождения закиси азота из химических удобрений составляют примерно 469 млн долл. в год.

НАУКА

Сокращение выбросов парниковых газов

Почва представляет собой смесь минеральных и органических веществ, газов и воды. Одним из главных ее компонентов и залогом ее здоровья является углерод. Однако в газообразной форме он становится одной из главных составляющих парниковых газов. Растения улавливают из воздуха углерод в форме CO_2, превращают его в органическое вещество и таким образом переносят в почву, повышая ее продуктивность и устойчивость к суровым климатическим условиям. Поэтому для уменьшения концентрации ПГ в атмосфере в числе прочих технологий применяется метод секвестрации углерода, т.е. создание условий для удержания углерода в земле в составе органических соединений с помощью растений, регулирования состава почв и удобрений.

Азот – это распространенный элемент, присутствующий в почве и – в виде газа N_2O – атмосфере. Потенциал глобального потепления у N_2O почти в 300 раз выше, чем у CO_2. В природе много источников азота, однако в почве он образуется в основном, когда микроорганизмы и бактерии вырабатывают из аммония (входящего в состав удобрений и навоза) нитраты, которые легко усваиваются растениями. Процессы преобразования аммония и нитратов называются нитрификацией и денитрификацией. Если скрупулезно оптимизировать объем использования некоторых видов удобрений и навоза в сельском хозяйстве, можно свести к минимуму выбросы N_2O, не повлияв при этом на рост культур.

Новый справочник МАГАТЭ помогает врачам справляться с социальными аспектами ядерных или радиологических аварий

(Photo: D. Calma/IAEA)

“Традиционно медики уделяли основное внимание симптомам. Пациент воспринимался как обладатель набора симптомов, наблюдая за которыми можно было классифицировать их с медицинской точки зрения и применить соответствующие методы лечения. Поэтому медицинское обследование едва ли выходило за рамки изучения тела человека. Даже в масштабах всей системы здравоохранения понимание социально-культурных факторов, пусть и очевидно влияющих на здоровье, не считалось обязанностью медицинских специалистов.

Однако авария на АЭС “Фукусима-дайити”, случившаяся 11 марта 2011 года, внесла свои коррективы”.

Таким предисловием начинается новый справочник для медицинских работников, составленный после фукусимской аварии под эгидой МАГАТЭ и представленный на конференции медицинских специалистов в Сингапуре в июне 2016 года. Цель издания – лучше подготовить медицинский персонал к неожиданностям, в том числе к психологическим последствиям катастроф.

“Повышая эффективность общения медиков с пострадавшим населением, мы сможем улучшить и благотворное воздействие на здоровье людей, – говорит Май Абдель-Вахаб, директор Отдела здоровья человека МАГАТЭ. – Приведенная в этом справочнике информация, позволяет медицинскому персоналу помогать людям лучше контролировать их жизнь и принимать достаточно взвешенные решения”.

МАГАТЭ и Национальный университет Сингапура совместно организовали третье техническое совещание “Ядерная наука, излучение и здоровье человека с точки зрения науки, технологии и общества (НТО): взгляд из Азии”, в котором приняло участие более 100 медицинских специалистов из девяти стран.

С организацией этого совещания совпало завершение ряда проектов МАГАТЭ по содействию в создании потенциала медицинских специалистов, физиков и других специалистов в Азии и других регионах. Проекты были посвящены информированию об обусловленных излучением рисках для здоровья в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. В основе этой инициативы лежала потребность в ясном и научно обоснованном информировании о возможном воздействии излучения на здоровье во время и после таких аварийных ситуаций.

Медицинские и социальные факторы

Понимание социальной стороны катастроф – ключ к нахождению решения, полагает Коити Танигава, вице-президент Фукусимского медицинского университета, участвовавший в подготовке справочника: “Фукусимская авария научила нас тому, что для реагирования в случае ядерной аварии медикам необходимы не только медицинские знания”.

Беспокойство из-за возможного облучения может усугубиться отсутствием научного понимания, и медицинскому сообществу необходимо будет научиться справляться с этим. “Специалисты по защите от излучений думали, что им удастся донести до людей точную информацию об уровне излучения и рисках, связанных с фукусимской аварией, – говорит Ацуси Кумагаи, адъюнкт-профессор Образовательного центра медицины катастроф Фукусимского медицинского университета. – Люди же просто действуют по наитию”.

Медицинским специалистам нужно придавать большее значение отношениям между пациентами и обществом. Это особенно касается чрезвычайных ситуаций, поскольку знание социальных аспектов, как сказано в справочнике, приобретает все большее значение при завязывании и поддержании отношений между специалистами и гражданами.

“В 2011 году самыми большими проблемами стали дефицит информации об излучении среди населения и отсутствие координации между экстренными службами, – продолжает Танигава, руководивший откомандированной в Фукусиму после аварии группой радиологической медицинской помощи. – Поэтому необходим подход, учитывающий научные, технологические и социальные аспекты и предписывающий людям, действующим в сложных ситуациях, конкретные роли”.

По его мнению, информирование о рисках сложно дается и врачам, и работникам сферы здравоохранения: “Медицинским специалистам необходимо научиться грамотно общаться с жителями, имеющими другие взгляды на излучение, знакомить население с научными данными о потенциальной опасности, помогать людям понять, что угрожает их здоровью, с тем чтобы в конечном итоге жители смогли адаптироваться к новой реальности”.

В справочнике приведен общий исторический обзор изучения радиации и обстоятельства выброса

радиационно-опасных материалов в Японии. В нем рассматривается восприятие рисков и даются рекомендации о том, как бороться с психосоматическими симптомами. Изучены также вопросы подготовки к катастрофам, действий в чрезвычайных ситуациях и рисковой коммуникации, и приведены юридические и этические соображения.

Хотя справочник подготовлен в контексте Японии после аварии на АЭС “Фукусима-дайити”, он будет полезен и медикам в других странах, считает Танигава. “Эти итоги следует включить в основу учебных планов медицинских учреждений не только в Японии, но и в других странах. Это позволит лучше подготовиться к неожиданным событиям, таким как крупные ядерные или химические аварии или вспышки инфекционных заболеваний”.

Справочник будет полезен и более широкой аудитории, например журналистам и населению, полагает Абдель-Вахаб: “В преодолении последствий аварии помочь населению могут не только врачи”.

— *Миклош Гашпар*

Семнадцать способов изменить мир: МАГАТЭ рассказывает о роли ядерных технологий в устойчивом развитии во время Европейских дней развития

В 2016 году МАГАТЭ организовало в Брюсселе, Бельгия, выставку “Ядерные науки и применения в целях устойчивого развития” в рамках мероприятия “Европейские дни развития” На панельных дискуссиях, прошедших во время выставки, обсуждалось, каким образом ядерные методы могут помочь странам в решении глобальных задач.

(Фото: Б. Бензингер/МАГАТЭ)

Что общего у дефицита продовольствия и воды, недостаточного доступа к здравоохранению, изменения климата и деградации земель? Все эти приоритетные проблемы, требующие международных действий и включенные в Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, можно решать с использованием ядерных методов. В 2016 году МАГАТЭ впервые приняло участие в Европейских днях развития (ЕДР), и темой панельной дискуссии Агентства стала связь между глобальными проблемами, устойчивым развитием и ядерными технологиями.

Кроме того, в рамках десятых ЕДР – одной из первых крупных конференций по выполнению Повестки дня до 2030 года – МАГАТЭ организовало выставку, посвященную применению ядерных методов в области продовольствия и сельского хозяйства и их воздействию на развитие (см. вставку на стр. 30).

Принятие обоснованных решений

“Чтобы сохранить глобальное биоразнообразие и предотвратить его дальнейшую утрату, нам необходимо понять – на уровне атомов – динамику природных систем и взаимодействия между ними”, – говорит Мартин Несирский, директор информационной службы Отделения Организации Объединенных Наций в Вене и ведущий дискуссии “Интерактивная лаборатория”.

Мохаммед Ясин, руководитель Исследовательского центра лесного хозяйства Верховной комиссии Марокко по водным ресурсам, лесному хозяйству и борьбе с опустыниванием, рассказал о роли изотопных методов в борьбе с последствиями изменения климата, в частности с засухой, из-за которой может быть потеряно до 75% урожая зерновых: “Благодаря использованию изотопных методов мы можем точно оценить эрозию почвы и действенность методов сохранения почв, а также дать директивным органам конкретные рекомендации. Это позволяет по-настоящему помочь людям, жизнь которых зависит от плодородия земли”.

Научное сообщество может сыграть важную роль в реализации 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР), особенно в плане повышения роли использования массивов данных для более точного понимания изменения климата и поддержки принятия действенных политических решений, считает Андреас Рихтер, директор австрийского Института полярных исследований при Венском университете: “Одна из главных задач научного сообщества – предоставить независимые, доказательные данные, позволяющие политикам и общественности в целом принимать

Демонстрация достижений

Наряду с дискуссией “Интерактивная лаборатория” МАГАТЭ участвовало также в выставке “Глобальная деревня ЕДР”, где продемонстрировало три проекта, реализуемых в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ и Совместной программы ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях. Эти проекты посвящены борьбе с эрозией почв во Вьетнаме, разработке мер контроля безопасности пищевых продуктов в Чили и борьбе со вспышкой вируса Зика с использованием метода стерильных насекомых в странах Латинской Америки и Карибского бассейна.

На стенде МАГАТЭ можно было увидеть куколки, личинки и взрослые особи различных насекомых-вредителей, против которых может применяться метод стерильных насекомых. Посетители могли также ознакомиться с методами отбора проб почвы и научиться определять белковый и жировой состав различных продуктов с помощью переносного молекулярного датчика.

обоснованные решения для реализации их целей в области развития”.

Директор Лабораторий окружающей среды МАГАТЭ Дэвид Осборн рассказал о роли изотопных методов в анализе экосистем и устойчивом управлении ими: “Чтобы удостовериться в степени устойчивости использования природных ресурсов, таких как почва, продовольствие и вода, нам необходимо лучше понять, как работают природные системы и как мы влияем на них. Ядерная наука – это прежде всего точная наука, а точность идет на пользу управлению окружающей средой”. Он отметил также, что небольшие изменения в окружающей среде могут потенциально привести к широкомасштабным последствиям, и МАГАТЭ применяет ядерные и изотопные инструментальные средства для их изучения, предупреждения и адаптации.

МАГАТЭ оказывает государствам-членам содействие в использовании ядерных методов для помощи в достижении ЦУР или отслеживании хода работы по достижению целевых показателей, говорит Ана Раффу-Каяду, директор Отдела вспомогательного обслуживания и координации программ Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ: “Государства-члены призвали Организацию Объединенных Наций и международное сообщество содействовать накоплению статистической информации и данных для укрепления мониторинга и измерения результатов. Ядерные методы позволяют быстро собирать точные данные, которые могут использоваться для принятия политических решений и быстрого достижения результатов на местах. Однако очевидно, что в одиночку мы не справимся. Нам необходимо работать в партнерстве с другими сторонами, чтобы создавать схемы устойчивого развития, отвечающие потребностям государств-членов”.

— *Омар Юсуф*

Группа МАГАТЭ на Европейских днях развития 2016 года, Брюссель, Бельгия, 15-16 июня 2016 года.
(Фото: Б. Бензингер/МАГАТЭ)

Подготовка к добыче урана: Ботсвана создает систему мониторинга радиоактивности окружающей среды

Безвозмездно переданный со стороны МАГАТЭ гамма-спектрометр применяется в Ботсване для измерения природного излучения.
(Фото: М. Гашпар/МАГАТЭ)

Что общего у слоновьих экскрементов и отходов золотодобычи? В Ботсване, где скоро будет лицензировано первое в стране урановое месторождение, и те и другие могут использоваться как пробы для определения базовых уровней фоновой радиоактивности.

“Нам нужно уметь отслеживать возможные выбросы излучения в окружающую среду в связи с добычей урана, но для этого нам нужно прежде всего понять, каков уровень природного излучения”, – говорит Ричард Шамукуни, старший сотрудник по радиационной защите ботсванского Инспектората по радиационной защите.

“На людей воздействуют естественное излучение солнца, космические лучи и радиоактивные материалы природного происхождения из почвы. Необходимо правильно регулировать отрасли, в которых используются материалы, имеющие естественное излучение, чтобы защитить население от его воздействия”, – продолжает Шамукуни.

Вот тут и нужны слоновьи экскременты. Слоны поглощают сотни различных растений, и содержащаяся в них естественная радиация сохраняется и в навозе. “Мы можем брать пробы экскрементов, а не анализировать одно растение за другим”, – поясняет Шамукуни. Пустая порода золотодобычи также подвергается анализу, так как в золотоносной руде часто встречаются небольшие количества природного урана.

Помощь МАГАТЭ

До 2014 года в Ботсване не было оборудования и технологий для измерения радиоактивности окружающей среды. С помощью МАГАТЭ Инспекторат по радиационной защите создал лабораторию мониторинга окружающей среды, оснащенную гамма- и альфа-спектрометрами, а также другим оборудованием и материалами для мониторинга радиоактивности. Большая часть радиоактивных источников излучают гамма-лучи и альфа-частицы, которые имеют различные энергетические уровни и уровни интенсивности.

Для определения и измерения этого излучения могут использоваться соответствующие спектрометрические системы.

В рамках своей программы технического сотрудничества МАГАТЭ недавно профинансировало стажировки ядерного химика и радиоэколога из Ботсваны. В ходе работы с опытными учеными из Португалии и Южной Африки эти специалисты изучили способы обращения с оборудованием и организации экспериментов для мониторинга радиоактивности окружающей среды.

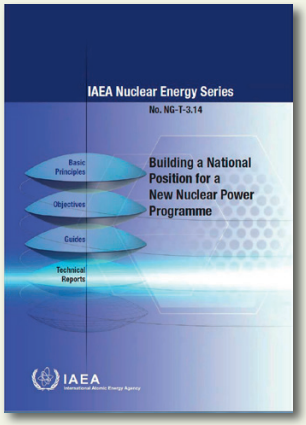
В новой ботсванской лаборатории мониторинга окружающей среды сейчас анализируется примерно пять проб в неделю. У большей части этих проб показатели радиоактивности соответствуют нормальному фоновому уровню. В нескольких пробах из Центрального района страны, где планируется начать добычу урана, обнаружены слегка повышенные уровни фонового излучения. “Прежде чем начать добычу, нужно провести дополнительные исследования”, – говорит Шамукуни.

Добычу урана планируется начать вблизи деревни Серуле в 350 км от столицы страны Габороне. Недавно правительство приняло решение оценить, как планируемый урановый рудник будет воздействовать на окружающую среду. План предусматривает регулярный мониторинг проб почвы, грунтовых вод и воздуха.

“Ботсвана создает в регионе центр передового опыта для измерения радиоактивности окружающей среды, – говорит радиохимик МАГАТЭ Мартина Розмарик, участвующая в ботсванском проекте. – Это крайне важно для страны, планирующей через пару лет начать добычу урана”.

— Миклош Гашпар

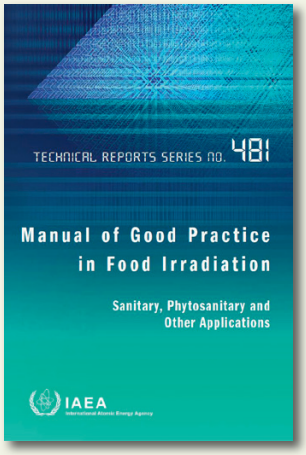
Новые публикации



Building a National Position for a New Nuclear Power Programme (Формирование национальной позиции в отношении новой ядерно-энергетической программы)

В этой публикации представлены руководящие материалы для тех стран, которые формируют национальную позицию по поводу создания или возобновления ядерно-энергетической программы. Для лиц, принимающих политические решения, экспертов в области энергетики и других заинтересованных сторон в ней приведены указания по формированию национальной позиции в странах, вырабатывающих национальную политику в области ядерной энергии. Публикация также поможет странам сформировать последовательную национальную позицию по поводу ядерной энергетики на продолжительный период времени на основе рационального энергетического планирования и более активного привлечения общественности в целях сохранения постоянства этой позиции в долгосрочной перспективе вне зависимости от возможных политических изменений в стране.

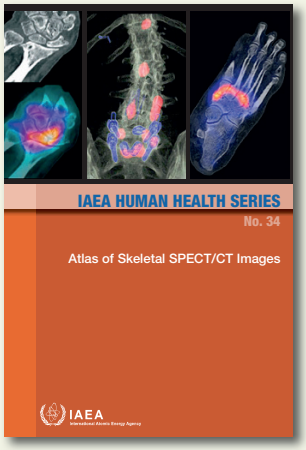
IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.14; ISBN: 92-0-102216-5; 20,00 евро; 2016 год
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10954/Building



Manual of Good Practice in Food Irradiation (Руководство по передовой практике облучения пищевых продуктов)

Издание призвано помочь операторам облучательных установок в оценке и совершенствовании своей практической работы и содержит подробную, но при этом понятно изложенную техническую информацию о передовой практике для органов регулирования в сфере продовольствия, производителей и продавцов продуктов питания, которым также необходимо понимать “передовую практику” облучения пищевых продуктов. Если процесс облучения пищевых продуктов будет налажен грамотно, то технология будет стабильно обеспечивать желаемые результаты, что позволит повысить доверие потребителей к облученным продуктам питания.

Technical Reports Series No. 481; ISBN: 978-92-0-105215-5; 48,00 евро; 2015 год
www-pub.iaea.org/books/iaeabooks/10801/Manual



Atlas of Skeletal SPECT/CT Images (Атлас ОФЭКТ/КТ-изображений скелета)

В этом издании рассматриваются вопросы использования однофотонной эмиссионной компьютерной томографии/компьютерной томографии (ОФЭКТ/КТ) для получения изображений костно-мышечной системы и иллюстрируются очевидные преимущества объединения в одной процедуре метаболического и анатомического компонентов. Кроме того, в атласе представлена информация о преимуществах наличия нескольких наборов средств специфической индикации. Эта публикация, которая является в большей степени инструментом подготовки, а не учебником, поможет лучше интегрировать опыт применения ОФЭКТ и КТ в клиническую практику за счет представления серии типичных случаев со множеством паттернов ОФЭКТ/КТ, наблюдаемых при остеосцинтиграфии.

IAEA Human Health Series No. 34; ISBN: 978-92-0-103416-8; 75,00 евро; 2016 год
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10936/Atlas-of-Skeletal-SPECT-CT-Clinical-Images

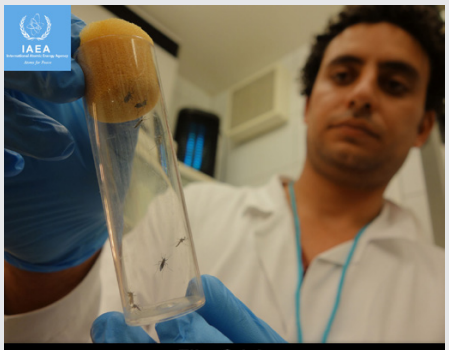
За дополнительной информацией или для заказа книги просьба обращаться по адресу:
sales.publications@iaea.org

ФИЛЬМЫ МАГАТЭ

SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH NUCLEAR TECHNOLOGY

THIS IS ATOMS FOR PEACE AND DEVELOPMENT

THE DECOMMISSIONING OF IGNALINA NUCLEAR POWER PLANT



THE IAEA RESPONDS

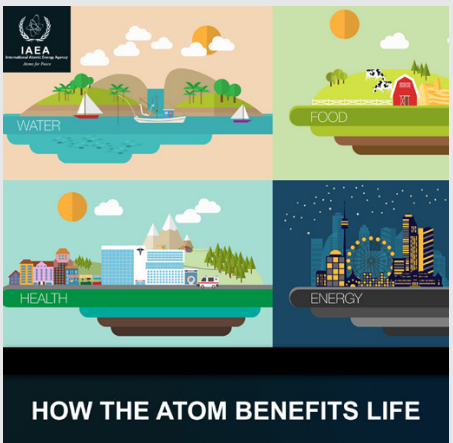
THE ROAD TO RECOVERY - FIVE YEARS OF IAEA ACTION

INSPECTING THE NUCLEAR FUEL CYCLE

RADIATION TECHNOLOGIES IN DAILY LIFE

CATTLE BREEDING MEETS NUCLEAR SCIENCE

PRACTICE MAKES PERFECT



HOW THE ATOM BENEFITS LIFE

FUKUSHIMA DECOMMISSIONING MISSION

COPING WITH CANCER

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

ISSN 0250-9938

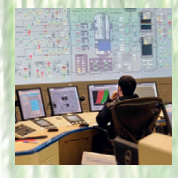
16-27744

International Conference on the
IAEA Technical Cooperation Programme

Sixty years and *beyond*

Contributing to development

30 May–1 June 2017
Vienna, Austria



IAEA *60 Years*
Atoms for Peace and Development

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

#Atoms4Dev2017
CN-257