

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Главное о МАГАТЭ | Сентябрь 2018 года



Ядерные технологии и климат смягчение последствий, мониторинг и адаптация

Как изменение климата влияет на водные ресурсы Коста-Рики, стр. 14

Финляндия рассматривает атомную энергетику в контексте выполнения целей по климату, стр. 8

Филиппины: обработанные радиацией водоросли делают рисовые плантации устойчивее к тайфунам, стр. 18



IAEA
Международное агентство по атомной энергии
Атом для мира и развития

Также в выпуске:
Новости МАГАТЭ



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации
и коммуникации (ОРИС)

Международное агентство по атомной энергии
Венский международный центр
а/я 100, 1400 Вена, Австрия
Тел: (43-1) 2600-0
iaebulletin@iaea.org

Редактор: Миклош Гашпар
Младший редактор: Лаура Хиль
Дизайн и верстка: Риту Кенн

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

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

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

Обложка: А.Шлосман/МАГАТЭ

Читайте наши новости на сайтах:



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

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

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

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

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

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

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

Ядерная наука как путь к решению задач, связанных с изменением климата

Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ

Все больше стран находят применение ядерным технологиям в борьбе с изменением климата — крупнейшим экологическим вызовом нашего времени. Важным источником экологически чистой энергии, сопряженной лишь с минимальными выбросами углерода, является атом, и сегодня атомную энергетику развивают порядка 30 стран и еще почти столько же рассматривают возможность ее создания. Несомненно, атомной энергетике суждено сыграть важную роль в ограничении выбросов парниковых газов. Однако необходимо решать и вопросы, связанные с уже причиненным окружающей среде ущербом вследствие изменения климата, и угрозами, которые изменение климата несет благополучию целых человеческих сообществ.

Значительный вклад в решение данных вопросов уже вносят неэнергетические применения ядерной науки и технологий. Для того чтобы проиллюстрировать этот вклад, а также достижения в сфере использования атомной энергии, Научный форум МАГАТЭ 2018 года был посвящен теме «Ядерные технологии и климат: смягчение последствий, мониторинг и адаптация».

Смягчение последствий

Реализация нашей конечной цели — смягчение последствий изменения климата — потребует соответствующих стратегий, подходов и технологий, направленных на снижение концентрации парниковых газов в атмосфере. МАГАТЭ оказывает активное содействие своим 170 государствам-членам в определении того, какими преимуществами ядерных технологий они могут воспользоваться для достижения поставленной цели.

На странице 8 этого выпуска мы расскажем о планах Финляндии по увеличению доли атомной энергии в общем энергобалансе к 2030 году с одной трети до половины, отчасти в интересах того, чтобы выполнить свои обязательства по договоренностям об изменении климата.

Еще одним крупным источником парниковых газов является сельское хозяйство, в том числе по причине производства и применения химических удобрений. Аргентина, Бразилия и Кения входят в число стран, где МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) поддерживает внедрение изотопных методов, позволяющих фермерам сократить использование синтетических удобрений почти на 90% (стр. 10).

Мониторинг

Ядерная наука служит источником ценных данных, которые помогают ученым лучше понять суть процессов изменения климата. Опираясь этими данными, директивные органы могут более обоснованно выбирать соответствующие меры по защите окружающей среды, а также наблюдать

за последствиями их применения с помощью ядерных и изотопных методов.

Угрозой для экосистем и благополучия сообществ, чья жизнь тесно связана с океаном, является вредоносное цветение водорослей, а именно вырабатываемые ими токсины. Ранее наблюдавшееся только в тропических и субтропических регионах, сегодня это явление все чаще встречается и в зонах умеренного климата. Лаборатории окружающей среды МАГАТЭ сотрудничают со многими странами в вопросах определения характеристик и мониторинга вредоносного цветения водорослей (стр. 12).

В Коста-Рике находят применение методы изотопной гидрологии для изучения режимов осадков и рационального управления ресурсами подземных вод в условиях изменения климата (стр. 14). Измеряя взаимодействие быстро движущихся нейтронов с молекулами воды, ученые могут оценивать содержание воды в почве на больших территориях. Эти знания позволяют фермерам лучше распоряжаться имеющимися водными ресурсами, а директивным органам — разрабатывать соответствующие природоохранные меры (стр. 16).

Адаптация

На фоне продолжающейся работы по смягчению последствий изменения климата мы должны адаптироваться к тем последствиям, которые сегодня уже ощущаются в мире. В их числе — рост дефицита воды, увеличение частоты стихийных бедствий и преобладание нехарактерно высоких для сезона температур. Все эти факторы несут угрозу биологическому разнообразию и могут привести к значительному снижению объемов сельскохозяйственного производства. В этой связи большую практическую значимость могут иметь новые методы ведения сельского хозяйства.

Например, на Филиппинах ученые с помощью облучения получили новый тип стимулятора роста, который повышает стойкость рисовых культур, позволяя им выдерживать порывы ветра при прохождении тайфунов (стр. 18). Отчасти благодаря новой разновидности вигны китайской, выведенной в лабораториях под руководством МАГАТЭ и ФАО, фермеры в Зимбабве получили возможность противостоять засушливой погоде (стр. 20). Капельное орошение — используемый по всему миру способ экономии воды — может стать более эффективным за счет применения изотопных методов (стр. 22).

МАГАТЭ готово оказывать помощь странам в поиске оптимальных способов применения ядерной науки и технологий для защиты окружающей среды и борьбы с изменением климата.



Предисловие

1 Ядерная наука как путь к решению задач, связанных с изменением климата



4 Подход МАГАТЭ к проблеме изменения климата: адаптация, мониторинг и смягчение последствий

Смягчение последствий



6 МАГАТЭ оказывает помощь государствам-членам в выполнении Парижского соглашения об изменении климата



8 Финляндия рассматривает атомную энергетику в контексте выполнения целей по климату



10 Сокращение выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве с помощью ядерных методов

Мониторинг



12 Вредоносное цветение водорослей: снижение токсичности и предотвращение воздействия на здоровье людей с помощью ядерных методов



14 Как изменение климата влияет на водные ресурсы Коста-Рики



16 Как космические лучи помогают фермерам адаптироваться к изменению климата

Адаптация



18 Филиппины: обработанные радиацией водоросли делают рисовые плантации устойчивее к тайфунам



20 Новый мутантный сорт вигны китайской помогает зимбабвийским фермерам в засушливых районах



22 О капельном орошении понятным языком

Мировой обзор

24 Роль ядерных методов в климатически оптимизированном сельском хозяйстве

— Кристоф Мюллер, Институт экологии растений, Гисенский университет им. Юстуса Либиха, Германия)

26 Роль ядерной энергии в достижении климатических целей Парижского соглашения

— Том М. Л. Уигли, климатолог, Университет Аделаиды

Сегодня в МАГАТЭ

28 Институциональные доноры из трех стран внесли вклад в модернизацию лабораторий МАГАТЭ

28 Борьба с детским ожирением в Европе с помощью ядерных методов: симпозиум МАГАТЭ на Европейском конгрессе по ожирению

29 Опубликованы Руководящие материалы МАГАТЭ по обращению с изъятыми из употребления радиоактивными источниками

30 На совещании МАГАТЭ государства-члены, приступающие к развитию ядерной энергетики и уже эксплуатирующие АЭС, обсудили вопросы финансирования обращения с отходами и вывода из эксплуатации

32 Публикации

Подход МАГАТЭ к проблеме изменения климата: адаптация, мониторинг и смягчение последствий

Ноа Мэйхью

Изменение климата — это одна из крупнейших стоящих сегодня перед человечеством экологических проблем, вследствие которой происходит опасное повышение уровня моря и нарушение гидрологического цикла, что, в свою очередь, приводит к более частому возникновению экстремальных погодных явлений. МАГАТЭ оказывает помощь государствам-членам по ряду направлений борьбы с изменением климата: в частности, это ограничение объемов производства и выбросов парниковых газов (ПГ), мониторинг и адаптация к негативным последствиям выбросов.

Уровень содержания ПГ в атмосфере колебался на протяжении миллиардов лет, прежде всего вследствие естественных факторов положения орбиты Земли, солнечного излучения и вулканической активности. Начиная с середины восемнадцатого века концентрация CO₂ в атмосфере стала неуклонно расти вследствие антропогенных факторов, от величины примерно в 278 частей на миллион до более чем 400 частей на миллион по состоянию на 2016 год, согласно Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Помимо этого, наблюдается существенное увеличение концентрации других ПГ, оказывающих мощное влияние на климат, включая метан и закись азота.

«Решение проблем, связанных с изменением климата — это задача не для какой-то отдельной страны, но для всего мира, — говорит Мартин Краузе, директор Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ. — Именно поэтому МАГАТЭ оказывает поддержку государствам-членам для лучшего понимания того, как ядерная наука и технологии могут компенсировать некоторые последствия изменения климата».

Адаптация

Наиболее серьезные воздействия климатических изменений выражаются в глобальном росте дефицита воды и продовольствия, утрате биологического разнообразия и увеличении частоты стихийных бедствий, вызванных климатическими процессами. Из-за нехарактерно высоких для сезона температур в зимние и весенние месяцы, непредсказуемой погоды и очень короткого сезона дождей во многих регионах возникает дефицит воды. Это, в свою очередь, оказывает сильное влияние на сельскохозяйственные системы, мировые пищевые цепочки и, в особенности, на эффективность мелких фермерских и животноводческих хозяйств.

Помогая общинам и целым странам адаптироваться к этим явлениям, МАГАТЭ поддерживает разработки в области селекции растений, использования почв и посадочного материала, производства животноводческой продукции и борьбы с насекомыми-вредителями. Так, Судан применяет методы ядерной науки и программы МАГАТЭ, чтобы помочь более чем 35 миллионам жителей справиться с изменением климата. Среди реализуемых в стране инициатив — выведение новых разновидностей растений, устойчивых к засухе и высоким температурам; создание и оптимизация ирригационных систем, способствующих экономии воды и удобрений, а также повышению урожайности; борьба с насекомыми — переносчиками заболеваний с помощью ядерных методов контроля популяции вредных насекомых, в частности так называемого метода стерильных насекомых (МСН).

МАГАТЭ помогает Судану в применении ядерных технологий для борьбы с последствиями изменения климата.

(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)





МАГАТЭ помогает странам применять ядерную науку и технологии для борьбы с изменением климата.

(Инфографика: Р.Кенн/МАГАТЭ)

Мониторинг

Принимая во внимание, что международное сообщество ведет поиск долгосрочных решений в борьбе с последствиями изменения климата, критическое значение приобретает наличие достоверных данных о том, как ПГ вызывают изменения в процессах, происходящих на суше, в океанах и во всей атмосфере. МАГАТЭ использует ряд ядерных методов, которые преимущественно основаны на использовании изотопов, для выявления и мониторинга рисков и угроз, связанных с выбросами ПГ, и передает полученные данные государствам-членам для помощи в дальнейших исследованиях и формировании рациональной политики по вопросу изменения климата. Коста-Рика, например, сотрудничает с МАГАТЭ в области количественной оценки поглощения углерода и мониторинга выбросов ПГ в отрасли молочного животноводства и сельского хозяйства. Полученные костариканскими учеными данные анализаторов стабильных изотопов, которые применяются для оценки выбросов углерода, помогают оптимизировать сельскохозяйственную деятельность в сторону нулевого углеродного баланса.

Смягчение последствий

Смягчение последствий изменения климата является долгосрочной целью, для достижения которой необходимы соответствующие подходы и технологии, призванные сократить выбросы ПГ. МАГАТЭ оказывает помощь государствам-членам по оценке развития их энергетических систем и изучению возможностей использования атомной технологии для производства энергии. Для разработки и поддержания устойчивого курса национальной энергетической политики необходимы консультации с группой хорошо информированных и компетентных специалистов.

МАГАТЭ совместно с государствами-членами осуществляет проект координированных исследований, посвященный тому, как внутренняя энергетическая политика может способствовать выполнению странами своих обязательств по Парижскому соглашению 2015 года об изменении климата. Помогая адаптироваться к неблагоприятным последствиям изменения климата, организовать мониторинг и добиться сокращения выбросов ПГ, МАГАТЭ дает государствам-членам возможность сохранить и восстановить окружающую среду и обезопасить энергетические системы от погодных явлений и стихийных бедствий, вызванных изменением климата.

МАГАТЭ оказывает помощь государствам-членам в выполнении Парижского соглашения об изменении климата

Ноа Мэйхью



Строящаяся атомная электростанция в Китае.

(Фото: К. Брейди/МАГАТЭ)

В рамках проекта координированных исследований (ПКИ) МАГАТЭ сотрудничает с 12 государствами-членами для выработки эффективных стратегий по смягчению последствий изменения климата. Цель ПКИ состоит в том, чтобы поддержать национальные исследования в области оценки потенциальной роли атомной энергетики в сокращении выбросов парниковых газов (ПГ) как часть подготовки национальной стратегии по выполнению Парижского соглашения, заключенного в 2015 году участниками Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН).

«Этот проект позволяет выяснить, как атомные технологии, наряду с другими низкоуглеродными источниками энергии, могут способствовать осуществлению конкретных инициатив каждого государства-члена в области энергетики и развития на десятилетия вперед», — поясняет Хэл Тёртон, экономист-энергетик из МАГАТЭ.

Рассматриваемый ПКИ основывается на предыдущих инициативах, в том числе проекте 2006–2009 годов,

направленном на поддержку государств-членов с точки зрения стратегий и энергетических вариантов сокращения выбросов ПГ для достижения целей Киотского протокола на 2008–2012 годы.

Одной из главных задач Парижского соглашения является удержание роста среднемировой температуры на отметке существенно ниже 2°C по сравнению с доиндустриальными значениями и, по возможности, даже ниже 1,5°C. Эта задача хоть и весьма непростая, но технически выполнимая, однако, как свидетельствуют прогнозы исследования Climate Action Tracker, в случае продолжения текущей политики в области климата к 2100 году температура на планете установится на отметке от 2,6°C до 4,0°C выше доиндустриального уровня. Даже с учетом обязательств, уже взятых на себя участниками Парижского соглашения, рост температуры к 2100 году может составить целых 3,2°C. Исследовательские группы из стран, принимающих участие в ПКИ, оценивают развитие национального энергетического сектора и анализируют варианты ограничения роста среднемировой температуры.

Содействие обмену знаниями

МАГАТЭ проводит регулярные совещания по координации исследований, поддерживая обмен информацией и опытом в рамках текущего ПККИ. Данные совещания открывают путь к всестороннему обсуждению разработки национальной энергетической стратегии, а также обмену информацией между государствами-членами и экспертами из МАГАТЭ и других организаций.

Второе из трех запланированных совещаний состоялось в июне 2018 года в Вене и ознаменовало собой половину пути к завершению ПККИ. Исследовательские группы представили материалы с описанием стратегий, хода исследований и предварительных результатов. Многие группы пользуются известными инструментами энергетического планирования, разработанными в МАГАТЭ, для изучения альтернативных путей развития энергетики с учетом конкретных условий своей страны. ПККИ завершится третьим и итоговым совещанием в конце 2019 года, на котором участвующие в проекте страны представят свои подробные выводы о потенциальной роли атомной энергетики в национальных стратегиях смягчения последствий изменения климата на ближайшие десятилетия.

Ожидается, что как конкретные результаты, так и общие основы, заложенные данным ПККИ, будут использованы в ходе текущей разработки и регулярного пересмотра определяемых на национальном уровне вкладов (ОНВ), предусмотренных Парижским соглашением.

«Этот ПККИ стал отличной платформой для стимулирования и обсуждения исследований по перспективам атомной энергетики в Южной Африке, — говорит Тара Каэтано, старший научный сотрудник южноафриканского Центра энергетических исследований. — Ежегодные совещания в рамках ПККИ дают исследователям возможность поделиться результатами своей работы, благодаря чему они могут почерпнуть знания от других коллег и опыт аналогичной работы в других странах».

Применение инструментов МАГАТЭ в целях энергетического планирования и смягчения последствий изменения климата

Разработанный МАГАТЭ инструментарий помогает государствам-членам, в том числе участвующим в ПККИ, оценивать различные варианты и стратегии развития своего энергетического сектора, и в частности ту роль, которую в будущем может сыграть атомная энергетика.

«Раньше Хорватия уже с пользой участвовала в различных аспектах деятельности МАГАТЭ и извлекла из этого пользу, сумев расширить свои возможности в области планирования энергетики и внедрить инструменты МАГАТЭ для оценки энергетических систем, — говорит Марио Тот, консультант из Хорватского энергетического



АЭС «Барака» в Объединенных Арабских Эмиратах.

(Фото: МАГАТЭ)

института. — Мы учимся у других стран и вносим свой собственный вклад, который может быть полезен другим».

За последние четыре десятилетия МАГАТЭ разработало целый набор аналитических инструментов, который включает:

- **EBS** (Программный пакет для расчета энергетического баланса) — для облегчения сбора и систематизации энергетических данных;
- **MESSAGE** (Модель для анализа альтернативных стратегий энергоснабжения и их общего воздействия на окружающую среду) — для анализа стратегий энергоснабжения;
- **MAED** (Модель для анализа энергетического спроса) — для изучения будущих потребностей в энергии;
- **WASP** (Венский автоматизированный пакет планирования) — для планирования вариантов расширения энергетического сектора;
- **FINPLAN** (Модель для финансового анализа планов расширения энергетического сектора) — для оценки финансовых последствий энергетического проекта;
- **SIMPACTS** (Упрощенный подход к оценке экологических последствий и внешних затрат производства электроэнергии) — для анализа воздействия энергетического проекта на здоровье человека и сельское хозяйство;
- **IDED** (Показатели устойчивого энергетического развития) — для анализа и мониторинга стратегий устойчивого энергетического развития;
- **CLEW** (Климат, земельные, энергетические и водные ресурсы) — для анализа взаимодействий между системами ключевых ресурсов.

Финляндия рассматривает атомную энергетику в контексте выполнения целей по климату

Джеффри Донован



Новая АЭС на базе европейского реактора с водой под давлением (EPR), сооружаемая франко-германским консорциумом на острове Олкилуото в юго-западной Финляндии. Ожидается, что после ввода в эксплуатацию, предположительно в конце 2018 года, она будет вырабатывать 10% всей электроэнергии в Финляндии.

(Фото: С. Славчев/МАГАТЭ)

Среди сосен и пасторальных пейзажей западного побережья Финляндии потихоньку обретает форму концепция выработки экологически чистой энергии в этой скандинавской стране. На небольшом острове Олкилуото рабочие ведут последние приготовления перед запуском нового европейского реактора с водой под давлением (EPR), который будет обеспечивать 10% потребностей Финляндии в электричестве. Как и все ядерные энергетические реакторы, новый энергоблок большой мощности 1600 МВт будет работать практически без выбросов парниковых газов (ПГ), при этом обеспечивая стабильную выдачу электроэнергии для удовлетворения базисной нагрузки от миллионов домов.

«Добро пожаловать в будущее!» — говорит Паси Туохимаа, один из руководителей частной финской компании «Теоллисууден Войма», которая является владельцем и оператором двух энергоблоков старого поколения на АЭС «Олкилуото», а также нового энергоблока EPR. Стоя в реакторном отделении нового энергоблока, который планируется ввести в эксплуатацию в конце 2018 года, г-н Туохимаа философски замечает: «Каждое утро, когда я смотрю на себя в зеркале, меня посещает мысль о том, что я иду спасать мир — с помощью атомной энергии».

Эта страна с населением в 5,5 миллионов человек уже давно использует АЭС для снабжения электроэнергией и отопления жилых домов и предприятий с энергоёмкими производственными процессами, особенно в долгий и темный зимний сезон. Сегодня в рамках национальной стратегии развития энергетики и борьбы с изменением климата, которая определяет вклад Финляндии в

выполнение Парижского соглашения 2015 года по проблеме глобального потепления, правительство страны планирует использовать возобновляемую энергию в сочетании с атомной энергией как способ достижения своей самой грандиозной цели: к середине столетия выйти на нейтральные показатели выбросов углерода.

«В современном мире нельзя отделять политику в области климата от политики в области энергетики, поэтому главной задачей энергетической политики Финляндии является сокращение выбросов парниковых газов, — говорит Рикку Хуттунен, генеральный директор Департамента энергетики в министерстве занятости и экономики. — Важнейшим инструментом для выполнения этой задачи служат возобновляемые источники энергии, но, безусловно, мы должны использовать все возможности для снижения выбросов, и одно из наиболее подходящих решений — это атомная энергетика».

Знакомство Финляндии с атомной энергетикой началось еще в конце 1970-х, когда был введен в эксплуатацию первый из четырех действующих сегодня энергоблоков — а на них приходится треть всей вырабатываемой в стране электроэнергии. По словам г-на Хуттунена, помимо отсутствия у страны собственных запасов ископаемого топлива, другой определяющей причиной перехода к атомной энергетике была необходимость в обеспечении большого объема электроэнергии для продолжительного зимнего сезона, а также для нужд лесной, металлургической и химической промышленности.



От энергетической безопасности к сокращению выбросов парниковых газов

На фоне смещения целей энергетической политики в последние годы в сторону сокращения выбросов ПГ раскрываются и другие преимущества атомной энергетики. Пока правительство стремится к поэтапной ликвидации электростанций на угле и увеличению доли возобновляемых ресурсов, таких как энергия солнца, энергия ветра и различные виды биотоплива, чтобы к 2030 году сократить выбросы почти на 95%, руководители отрасли заявляют, что одни только непостоянные источники энергии не способны обеспечить достижение целей в области энергетической безопасности и борьбы с изменением климата.

«Нам поможет внедрение умных энергосетей, но, если мы хотим обходиться только энергией солнца и ветра, нам пришлось бы запастись огромными объемами электроэнергии, а таких технологий на сегодняшний день еще нет», — поясняет г-н Хуттунен.

После того как будет начата эксплуатация новых энергоблоков на АЭС «Олкилуото» и «Ханхикиви» и с учетом того, что в ближайшие годы планируется сооружение еще одной станции, атомная энергетика может давать больше половины всего вырабатываемого в Финляндии электричества — и при этом практически без выбросов парниковых газов. Кроме того, Финляндия идет к тому, чтобы стать первой страной, использующей глубинное геологическое хранилище для постоянного захоронения отработавшего ядерного топлива. Предполагается, что его эксплуатация начнется в середине 2020-х годов.

АЭС «Олкилуото» в юго-западной Финляндии, где к концу 2018 года планируется запустить новый энергоблок на базе реактора EPR.

(Фото: С. Славчев/МАГАТЭ)

«Общество в Финляндии хорошо воспринимает и понимает тот факт, что атомная энергетика не создает выбросов углерода, и это, конечно же, способствует реализации новых проектов строительства АЭС, — говорит Лииса Хейкинхеймо, которая в качестве заместителя генерального директора Департамента энергетики курирует атомную энергетику в министерстве занятости и экономики Финляндии. — Помимо этого, важным аргументом для принятия обществом атомной энергетики становятся предпринимаемые Финляндией шаги по управлению захоронением отработавшего ядерного топлива».

Стратегия Финляндии в области развития энергетики и борьбы с изменением климата также предполагает возможность удовлетворения, в конечном итоге, всех энергетических потребностей страны только за счет возобновляемых источников. Однако сейчас, по словам г-на Хуттунена, это представляется нереалистичным — и не только для Финляндии.

«Если мы хотим достичь целей Парижского соглашения по климату — а сейчас мы находимся еще только в самом начале пути — нам необходимо использовать преимущества всех низкоуглеродных технологий, — резюмирует он. — Как будут поступать в данной связи отдельные страны, зависит от их политического решения, но для достижения целей по борьбе с изменением климата в мировом масштабе без ядерной энергии не обойтись».

Сокращение выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве с помощью ядерных методов

Мэтт Фишер

Фермеры все чаще прибегают к устойчивым сельскохозяйственным методам, чтобы увеличить продуктивность и при этом также сократить выбросы парниковых газов. В рамках серии исследовательских проектов, координируемых МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО), с помощью метода стабильных изотопов проверяется эффективность экологически безопасных способов земледелия.

В сельском хозяйстве и прежде всего в крупномасштабных коммерческих проектах, обычно применяется монокультурный подход в сочетании с введением в почву большого количества химических удобрений, что нередко наносит ущерб экосистемам. Монокультурный подход подразумевает, что год за годом определенный земельный участок засеивается одной и той же культурой, в результате чего снижается плодородие почвы. Фермеры компенсируют его введением химических удобрений в избыточных количествах, что вносит свой вклад в изменение климата, так как ежегодно во всем мире из удобрений выделяется порядка 1,2 млн тонн закиси азота — газа, который по своему парниковому эффекту в 260 раз мощнее углекислого газа.

Устойчивые сельскохозяйственные методы, которые являются объектом исследований, сочетают в себе экономичные решения для повышения продуктивности и борьбы с изменением климата.



Выпас коров на убранном рисовом поле как пример комплексной растениеводческо-животноводческой системы.

(Фото: М. Заман/МАГАТЭ)

Бразилия: органические удобрения помогают сократить затраты и уменьшить вред для окружающей среды

Применение химических удобрений позволяет обогатить почву азотом, требуемым для выращивания сельскохозяйственных культур. Согласно распространенному мнению, применение удобрений необходимо, чтобы обеспечить рентабельность сельского хозяйства. Однако многократное или избыточное введение в почву таких удобрений не только затратно, но и наносит вред экосистеме. В Бразилии фермеры переходят к практике так называемой сидерации, которая основана на природном механизме биологической фиксации азота.

Они высаживают различные виды бобовых культур, такие как канавалия мечевидная и бархатный боб, в корневой системе которых есть бактерии, преобразующие поглощенный из воздуха азот в органическую форму, пригодную для усвоения другими растениями — таким образом происходит удобрение почвы. После того как урожай бобовых собран, а жнивьё оставлено в почве, на том же участке высаживаются основные культуры — зерновые и злаковые культуры, — которые получают уже накопленный в почве азот, требуя внесения лишь минимальных объемов химических удобрений.

«Согласно последним данным исследований сельского хозяйства Бразилии, более 76% всего содержания азота в собранном урожае зерновых и злаковых культур обусловлено биологической азотфиксацией, и лишь менее 20% приходится на долю химических удобрений, — говорит Сегундо Уркиага, научный сотрудник Бразильской корпорации сельскохозяйственных исследований. — Сидерация также помогает фермерам экономить деньги: по оценкам, стоимость органических удобрений составляет всего лишь примерно один доллар США в расчете на килограмм азота, что может обеспечить экономию до 13 млрд долларов США в год».

Осваивая метод сидерации, Бразилия приближается к своей цели — сократить выбросы парниковых газов к 2030 году на 43% по сравнению с уровнем 2005 года. Учитывая, что на сельское хозяйство приходится порядка 24% общемировых выбросов парниковых газов, все более широкое внедрение данного метода позволит Бразилии достичь поставленной цели.

Комплексные системы сельского хозяйства как средство повышения урожайности и борьбы с изменением климата

Еще одной устойчивой сельскохозяйственной практикой, где в рамках проекта координированных исследований с участием Аргентины, Бразилии, Индии, Индонезии, Кении, Уганды и Уругвая находят применение ядерные методы, считаются комплексные

растениеводческо-животноводческие системы. Данная практика основывается на простой идее: для увеличения урожайности можно повторно использовать питательные вещества, присутствующие как в животном навозе, так и в пожнивных остатках. Таким образом снижается потребность в синтетических удобрениях, которые выделяют большие объемы парниковых газов и тем самым способствуют изменению климата. Комплексная растениеводческо-животноводческая система подразумевает, что скот либо пасется непосредственно на территории, засеянной полевыми культурами, либо получает их в виде корма после уборки. Собирая навоз и используя его в качестве удобрения, фермеры в итоге возвращают в почву большое количество питательных веществ.

Бразильские фермеры применяют практику комплексного растениеводства и животноводства в целях более эффективного использования своих угодий. «Мы движемся в сторону природосберегающего сельского хозяйства и уже на собственном опыте убедились в эффективности такого подхода с применением комплексной растениеводческо-животноводческой системы», — отмечает Жеферсон Децков, почвовед из Федерального университета Параны в Бразилии. В результате выбросы парниковых газов, образующихся из мочи и помета, были сокращены на 89%. По словам Хуана Круса Коласо, ученого из аргентинского Национального института сельскохозяйственных технологий, в Аргентине научились выращивать сельскохозяйственные культуры, более устойчивые к последствиям изменения климата. «Этот проект принес нам пользу в том плане, что за счет севооборота мы смогли улучшить плодородие



сельскохозяйственных почв, — указывает он. — Мы зафиксировали 50-процентное увеличение содержания органического углерода в почве, что повышает сопротивляемость системы земледелия климатическим изменениям, которые в противном случае могли бы снизить урожайность».

НАУКА

Изотопные индикаторы

Для оценки эффекта от комплексных растениеводческо-животноводческих методов и сидерации ученые применяют стабильные изотопы, не испускающие излучение, например азот-15 и углерод-13, на небольших опытных участках. Таким образом они могут отслеживать и анализировать, насколько эффективно происходит усвоение азота растениями, а также накопление или сохранение углерода в почве.

В рамках метода исследования с помощью изотопа азот-15 ученые могут в течение нескольких месяцев регистрировать количество этого изотопа, поглощаемое растениями. Это позволяет ученым подсказывать фермерам, какое именно количество животного навоза

и/или химических азотных удобрений необходимо вносить для тех или иных сельскохозяйственных культур.

Для оценки качества почв используется изотоп углерод-13. По мере удобрения почвы навозом и пожнивными остатками возрастает содержание в ней органического углерода. Соответственно, отслеживая изотоп углерод-13, ученые получают возможность оценивать стабильность содержания и источники углерода в почве и, таким образом, определять степень ее плодородия, что крайне важно для оптимального применения этих устойчивых сельскохозяйственных методов.

Вредоносное цветение водорослей: снижение токсичности и предотвращение воздействия на здоровье людей с помощью ядерных методов

Сара Джонс Кутюр и Миклош Гашпар



Исследователи из МАГАТЭ отбирают пробы для рецепторсвязывающего анализа на наличие токсинов.

(Фото: МАГАТЭ)

В последнее десятилетие все больший размах и интенсивность приобретает вредоносное цветение водорослей (ВЦВ), что связано с изменением климата. Все больше стран обращаются к методам ядерной науки, чтобы выявить эти водоросли и вырабатываемые ими биотоксины и дать им характеристику, а затем, располагая соответствующими данными, выработать надлежащие стратегии и контрмеры для более эффективной борьбы с их негативным воздействием.

Каждый год из-за ВЦВ тысячи людей по всему миру получают отравление, употребляя в пищу зараженные морепродукты или вдыхая токсины. «Ввиду явного увеличения частоты и интенсивности вредоносного цветения и ускорения его географического распространения борьба с ним в глобальных масштабах

стала крайне актуальной задачей», — считает Мари-Ясмин Дешрауи Боттен, исследователь из Лабораторий окружающей среды МАГАТЭ в Монако.

Микроскопические водоросли, выступающие начальным звеном морской пищевой цепи, являются источником питательных веществ для морских организмов и вырабатывают больше половины всего кислорода на Земле. Однако такие факторы, как температура приповерхностного слоя воды, циркуляция воздушных и водных масс, естественное перемещение богатых питательными веществами вод к поверхности и накопление в морской воде жидких отходов сельскохозяйственной деятельности, могут стать причиной цветения водорослей, в котором иногда могут участвовать токсичные виды.

Подкисление океана

Еще одним следствием изменения климата для океанов является подкисление океана — крупная область научных исследований в МАГАТЭ.

Рост содержания диоксида углерода в атмосфере ведет к увеличению его содержания и в океанских водах, что повышает уровень их кислотности, создавая угрозу морским биоценозам. Совместно с государствами-членами МАГАТЭ применяет ядерные методы для измерения уровня подкисления океана, что, в свою очередь, дает возможность руководящим органам принимать меры по борьбе с ним.

Ядерные и изотопные методы — мощные инструменты для изучения подкисления океана. Они помогают

понять, как менялась кислотность океана в прошлом и как изменение кислотности может повлиять на морские организмы в будущем. Ученые в Лабораториях окружающей среды МАГАТЭ используют кальций-45 для определения скорости роста таких кальцифицирующих организмов, как кораллы, мидии и другие моллюски, скелеты и раковины которых состоят из карбоната кальция. Индикаторные вещества также используются для определения того, как подкисление океана влияет на физиологию морских организмов, а также каково совокупное влияние нескольких факторов стресса, таких как подкисление океана, рост температуры и загрязнение.

Для устранения последствий вредоносного цветения токсичных планктонных водорослей, которые плавают в воде, уже выработаны соответствующие стратегии, а вот в научных знаниях о водорослях, находящихся на дне океана и относящихся к бентосным видам, еще существуют пробелы. По мнению Клеменс Гатти, исследователя из Института им. Луи Маларде во Французской Полинезии, в тропических зонах экологические изменения, вызванные изменением климата, могут усугубить ситуацию, поскольку мертвые коралловые рифы являются благодатной средой обитания для макроводорослей. Гибель все большего количества кораллов повышает вероятность распространения вредоносного цветения бентосных водорослей и связанных с ним рисков для здоровья. Аналогичным образом, с ростом глобальных температур наблюдается все более широкое распространение тропических вредоносных водорослей в субтропиках и в морях и океанах умеренного пояса.

Одним из наиболее распространенных заболеваний является сигуатерное отравление рыбой — небактериальное отравление рыбой, содержащей сигуатерный токсин, который вырабатывается при цветении бентосных водорослей. Сигуатера, ареал которой ранее был ограничен тропическими и субтропическими регионами, теперь встречается и в прибрежных водах Европы.

«Это сложное заболевание, которое пока плохо изучено, — отмечает г-жа Гатти. — Оно имеет 175 различных симптомов, которые могут проявляться месяцами или даже десятилетиями, что затрудняет его диагностику и лечение».

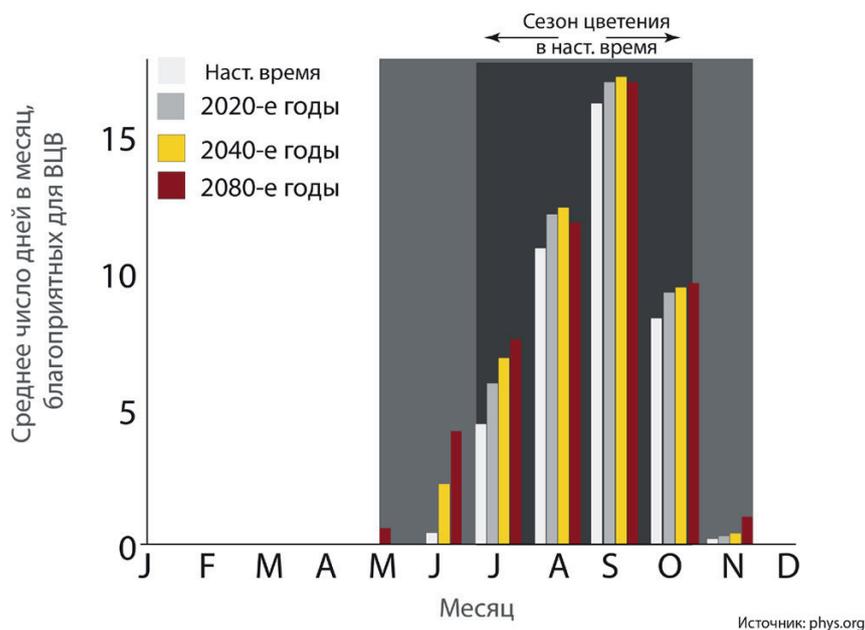
МАГАТЭ сотрудничает с учеными всего мира с целью развития потенциала в области точного обнаружения токсинов в окружающей среде и морепродуктах с тем расчетом, чтобы они смогли принимать необходимые ответные меры, такие как запрет на рыбную ловлю

и употребление в пищу морепродуктов в местах с повышенным риском отравления (см. вставку «Наука»).

Анжелика Тритчер, координатор Департамента ВОЗ по безопасности пищевых продуктов и зоонозам, подчеркивает, что «алиментарные заболевания имеют столь же масштабные последствия, как и малярия и туберкулез». «Чтобы государства могли справиться с этой проблемой, необходимо больше работать над сбором данных и подготовкой методологий», — добавляет она.

МАГАТЭ продолжит взаимодействие с другими учреждениями ООН в целях устранения рисков, порождаемых ВЦВ. «Проводя более тщательную оценку связанных с ВЦВ рисков, мы сможем снизить его воздействие на здоровье человека, экономику и общество в целом, — говорит г-жа Дешрауи Боттен. — Это будет способствовать достижению целей в области устойчивого развития».

Прогноз изменений в сезонности вредоносного цветения водорослей в условиях более теплого климата в будущем



НАУКА

Измерение содержания биотоксинов в морепродуктах

Вместе с экспертами из государств-членов МАГАТЭ занимается созданием потенциала для обнаружения и измерения содержания биотоксинов в морепродуктах. С помощью ядерных и изотопных методов исследователи могут с точностью измерить уровень биотоксинов и изучить пути их попадания из одного организма в другой при движении вверх по пищевой цепи, в результате чего они могут оказаться у нас на столе.

Один из таких ядерных методов — радиолигандный анализ связывания с рецепторами (РСА). В его основе лежит особое взаимодействие токсинов и связываемых ими рецепторов (представляющих собой фармакологическую мишень): токсин с радиоизотопной меткой сравнивается с токсином из анализируемого образца по способности занять ограниченное количество рецепторосвязывающих участков, что позволяет количественно оценить токсичность образца.

Как изменение климата влияет на водные ресурсы Коста-Рики

Лаура Хиль



Ученые готовят пробы родниковой воды для анализа на содержание инертных газов. Эредия, Коста-Рика.

(Фото: Л. Кастро/ESPH)

В последние годы в Коста-Рике — узкой полоске суши, отделяющей Тихий океан от Карибского моря, — были зафиксированы более высокие по сравнению со средними значения температуры океанской воды и на страну обрушился первый в ее истории ураган. При содействии МАГАТЭ коста-риканские ученые сегодня осваивают изотопные методы в целях мониторинга этих экстремальных погодных явлений и защиты водных ресурсов и населения этой страны, входящей в регион, который был назван зоной, где последствия изменения климата могут проявиться особенно сильно.

«У воды есть память, — говорит Рикардо Санчес-Мурильо, координатор группы по изучению стабильных изотопов в Национальном университете Коста-Рики в Эредии. — При помощи изотопов мы можем фиксировать эту память и использовать собираемую сегодня информацию об осадках для изучения прошлых климатических событий и — за счет лучшего планирования — для повышения готовности Коста-Рики к будущим метеорологическим явлениям, в том числе ураганам». В 2015 году после периода сильной засухи Центральная Америка испытала на себе одно из сильнейших проявлений Южной осцилляции Эль-Ниньо — потепления поверхности океана, столетиями происходившего в этом регионе. Спустя год на Коста-Рику обрушился ураган — первый в истории этой самой южной части Центральной Америки.

«За всю свою историю Коста-Рика не помнит ни одного урагана, — говорит г-н Санчес-Мурильо. — Поэтому мы были к нему не готовы и пострадали от последствий, так как не знали, как на него реагировать».

Подобные явления оставляют после себя набор «изотопных следов», которые ученые, такие как г-н Санчес-Мурильо, могут фиксировать при помощи специальных методов, основанных на ядерных технологиях. После их фиксации ученые используют изотопные данные вместе с климатическими моделями и данными прошлых метеонаблюдений для прогнозирования частоты, масштабов и интенсивности будущих метеорологических явлений и информирования об этом властей, чтобы те могли лучше к ним подготовиться. В основе этой работы лежит наука, называемая изотопной гидрологией (см. вставку ниже).

«Сегодня у нас есть индикаторы, которые как бы посылают нам сигнал, — говорит г-н Санчес-Мурильо. — Эти методы позволяют нам увидеть то, что невозможно увидеть при помощи обычных инструментов. То, на что не способны обычные методы, можно сделать при помощи изотопов».

Используя изотопные методы для исследования плохо изученных водных систем, специалисты также находят способы решения водохозяйственных проблем, которые возникают вследствие изменения климата даже в самых влажных зонах, включая Коста-Рику. При помощи этих методов ученые могут судить о количестве и качестве доступной нам воды. В качестве индикаторов, указывающих, откуда поступают подземные воды, каков их возраст, пополняются ли они, загрязнены ли они и каков маршрут их движения, используются природные изотопы.

Благодаря программе технического сотрудничества МАГАТЭ коста-риканские гидрологи прошли обучение и



(Инфографика: Ф. Нассиф/МАГАТЭ)

получили помощь в создании сети мониторинга, которая отслеживает процессы, происходящие в осадках и подземных водах.

Знание режима распределения осадков помогает гидрологам выяснить, где, когда и как пополняются водные запасы — эта информация играет важнейшую роль при составлении планов земле- и водопользования. С помощью изотопных методов они изучают водные ресурсы в Центральной долине — биологическом коридоре, разделяющем тихоокеанский и карибский склоны и снабжающем питьевой водой примерно пятую часть населения Коста-Рики, т.е. около миллиона человек. И сегодня им известны точная высота и расположение зон, откуда водоносные горизонты подпитываются новой водой.

«Без знания ключевых факторов, влияющих на режим осадков и его связь с пополнением подземных вод, государственные и природоохранные ведомства не смогут направить силы и средства туда, где они нужнее всего, — говорит г-н Санчес-Мурильо. — Теперь, зная критические

зоны подпитки и пути движения подземных вод, мы можем придать этим зонам статус охраняемой территории, запретив в них коммерческую деятельность».

Влияние на политику

Работа г-на Санчеса-Мурильо и его коллег направлена на создание условий для принятия государством природоохранных мер в важнейших зонах подпитки подземных вод. Это, в свою очередь, позволит местным жителям, фермерам и предприятиям продолжать свою деятельность без ущерба для водных источников.

«У нас всегда действовали нормативные положения о защите водных ресурсов, но разница в том, что сегодня мы можем делать это точнее и эффективнее, — отмечает г-н Санчес-Мурильо. — Мы доподлинно знаем, какие зоны требуют к себе особого внимания, и мы знаем, как обеспечить их защиту, чтобы гарантировать водоснабжение и сегодня, и в грядущие десятилетия».

НАУКА

Изотопная гидрология

Каждая молекула воды состоит из атомов водорода и кислорода, но не все они одинаковы: некоторые атомы легче, некоторые тяжелее.

«У природной воды разный набор изотопов водорода и кислорода, — объясняет изотопный гидролог МАГАТЭ Лусия Ортега. — У воды изотопный состав — такой же уникальный признак, как у людей отпечатки пальцев».

Когда вода испаряется с поверхности моря, в первую очередь в воздух поднимаются молекулы с легкими изотопами. Когда идет дождь, земли быстрее достигают молекулы с тяжелыми изотопами. Чем дальше облако перемещается в глубь суши, тем больше в осадках молекул с легкими изотопами.

«Когда вода падает на землю, она наполняет озера, реки и водоносные горизонты, — говорит г-жа Ортега. — Измеряя соотношение легких и тяжелых изотопов, мы можем оценить происхождение разных вод».

Кроме того, содержание в воде природных радиоактивных изотопов, таких как тритий и растворенные в воде изотопы инертных газов, может использоваться для оценки возраста подземных вод — от нескольких дней до одного тысячелетия. «Именно так мы оцениваем качество, количество и устойчивость водных ресурсов», — отмечает она.

Космические лучи помогают измерить уровень влажности почвы

Беттина Бенцингер и Николь Яверт



При помощи нейтронного зонда космического излучения фермеры измеряют влажность почвы.

(Фото: МАГАТЭ)

Достигая вместе с космическим излучением поверхности Земли, нейтроны помогают ученым из более чем 25 стран измерить содержание воды в почве, а фермерам — сберечь воду и адаптироваться к изменению климата. При помощи нейтронного зонда космического излучения ученые отслеживают эти быстро движущиеся в атмосфере нейтроны, чтобы определить, сколько воды уже содержится в почве и когда фермерам необходимо увлажнить почву, чтобы вырастить урожай даже в суровых климатических условиях.

«У себя в стране нам приходится иметь дело с изменением климата и засухой, — говорит Имадельдин А. Али Бабакер, агроном из суданской Сельскохозяйственной научно-исследовательской корпорации министерства сельского и лесного хозяйства и участник одного из нескольких учебных курсов, организованных МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) и другими международными организациями. — Обучившись работе с нейтронным зондом космического излучения, мы открыли для себя новую возможность для регулирования уровня влажности почвы».

Нейтронный зонд космического излучения — это устройство, которое может измерять уровень влажности путем детектирования быстро движущихся нейтронов в почве и в воздушном слое непосредственно над почвой (см. вставку «Наука»). Он быстрее, портативнее и может проще замерить ту или иную площадь по сравнению с традиционными устройствами.

Ученые из Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях с 2013 года занимаются тестированием и калибровкой нейтронного зонда космического излучения, в том числе его мобильной модификации, которая помещается в рюкзак. «Исследования по таким культурам, как кукуруза, показали, что, планируя проведение ирригационных работ с использованием нейтронного зонда космического излучения, можно сберечь до 100 мм ирригационной воды за сезон — что эквивалентно одному миллиону литров воды на гектар и представляет собой огромное количество для бедных водой регионов — за счет оптимизации объемов и сроков использования воды фермерами, но при этом даже с ростом урожайности», — говорит Аммар Вахби, почвовед из Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ.

Обучение использованию этой технологии детектирования нейтронов прошли свыше 300 ученых по всему миру на курсах, где они приобрели технические навыки и умение применять их при принятии решений. Среди прочего, на курсах обучают работе с имитационной моделью AquaCrop — программным продуктом, созданным ФАО для точного моделирования предполагаемого роста культур и расхода воды при разных сценариях.

Как указывает Амира Ханун Атия, ученый из иракского министерства науки и технологии, в Ираке эти курсы помогли ученым подобрать сельскохозяйственные культуры, подходящие для климатических условий страны. «Изучение различных сценариев полезно для принятия

решений: например о том, какие культуры высаживать, чтобы рациональнее использовать скудные запасы воды».

Традиционными методами можно получить информацию на расстоянии в считанные сантиметры от зонда, так что обследования больших площадей требуют огромных затрат времени и сил. Нейтронный зонд космического излучения, напротив, может мгновенно снять показания с площади в 20 гектаров, не потревожив почву и сложную систему взаимосвязанных живых организмов и структур, которые ее составляют.

«Традиционные методы предполагают взятие нескольких образцов почвы, высушивание их в печи в течение 48 часов

и измерение разницы в массе оригинального и высушенного образца», — поясняет Трентон Франц, гидрогеофизик из Университета Небраски в Линкольне и эксперт, участвующий в учебных курсах ФАО/МАГАТЭ.

На 2018 год в 15 странах запланированы или уже проводятся более десяти национальных и региональных проектов научных исследований и технического сотрудничества, имеющих отношение к нейтронным зондам космического излучения. В рамках этих проектов специалисты уже получили или получают собственные устройства для применения знаний, приобретенных на учебных курсах.

НАУКА

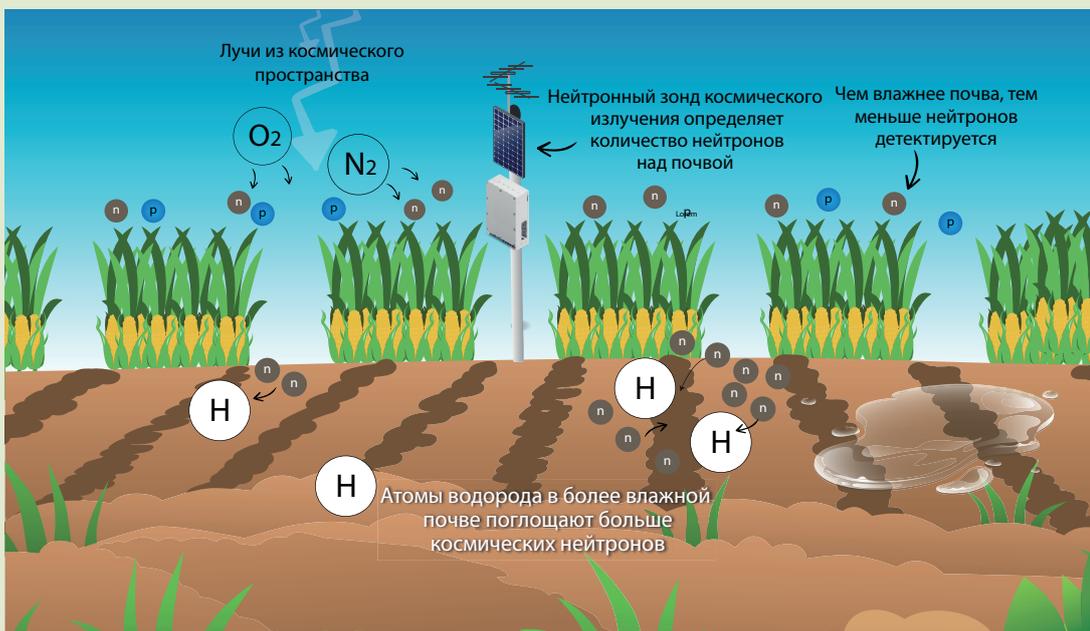
Как работает нейтронный зонд космического излучения

Нейтронный зонд космического излучения детектирует нейтроны в почве и в воздушном слое непосредственно над почвой и подсчитывает их количество. Ученые используют эту информацию для определения уровня влажности почвы.

Нейтроны генерируются высокоэнергетическими космическими лучами (в основном протонами), поступающими из-за пределов Солнечной системы. Они сталкиваются с атомами — в основном азота и кислорода — в верхних слоях земной атмосферы. Эти атомы распадаются на субатомные частицы, такие как протоны и нейтроны, которые проходят через атмосферу и по мере падения продолжают сталкиваться с другими атомами.

К моменту контакта с поверхностью Земли нейтроны набирают очень высокую скорость. Их энергия поглощается атомами окружающей среды, по большей части — атомами водорода. Это поглощение приводит к замедлению скорости нейтронов.

Поскольку в земной среде водород встречается главным образом в почвенной воде, ученые могут подсчитать количество быстрых нейтронов в самой почве и вблизи нее, чтобы понять, сколько воды в ней содержится. В более сухой почве быстро движущихся нейтронов больше, в более влажной — меньше, поскольку в воде содержится больше поглощающего энергию водорода.



(Инфографика: Р. Кенн/МАГАТЭ)

Филиппины: обработанные радиацией водоросли делают рисовые плантации устойчивее к тайфунам

Лаура Хиль



После обработки облученными водорослями рис становится более метеоустойчивым.

(Фото: МАГАТЭ)

Исследователи на Филиппинах обнаружили, что обработанный радиацией экстракт водорослей может сделать растения более устойчивыми к тайфунам, что увеличит объем производства риса на 20–30%. Этот экстракт, называемый каррагинан, производится из широко распространенных морских водорослей. Хотя каррагинан и без того широко используется как желеобразователь и загуститель в производстве пищевых полуфабрикатов, в этот раз исследователи — при содействии МАГАТЭ — впервые в больших масштабах применили его как стимулятор роста растений.

«Этот метод сработал с самого первого дня его использования», — говорит Исагани Консепсьон, старший инженер, также занимающийся фермерским хозяйством, из Сан-Мануэля, центральная провинция Тарлак. Для испытания было выбрано его рисовое поле площадью четыре гектара. После применения модифицированного каррагинана он обнаружил, что выход риса увеличился на 30%. «Обычно я снимал 291 каван, теперь — 378. Опрыскать поле даже небольшой дозой оказалось так же эффективно, как внести органическое удобрение». Один каван — это мешок весом примерно 50 кг.

Кроме того, растения стали пускать более разветвленные корни, у них укрепились стебли и появилось больше побегов. По словам г-на Консепсьона, это повысило сопротивляемость стебля к воздействию тайфунов. В 2015 году пронесшийся над Булаканом тайфун Ландо уничтожил все контрольные растения, не обработанные облученным каррагинаном. Обработанные же новым стимулятором роста остались невредимыми.

Этот облученный продукт особенно ценен для фермеров Восточной Азии в нынешние времена, когда, по прогнозам Межправительственной группы экспертов Организации Объединенных Наций по изменению климата, рост температур приведет к подогреву воды в океанах. Для фермеров потепление океанов опасно тем, что может повлечь за собой более интенсивные и частые тайфуны.

Специалисты по изучению сельского хозяйства из Национального центра защиты растений при Филиппинском университете в Лос-Баньосе испытали преимущества каррагинана как стимулятора роста растений на площади более чем в 5000 гектаров. МАГАТЭ предоставило облучатели и обучило работе с ними местных экспертов. В ходе исследования в Пулалане, центральная провинция Булакан, эксперты обнаружили, что опрысканные этим веществом поля дали урожай, на 65% превысивший урожай в контрольной группе, причем была использована только половина рекомендованной дозы удобрения.

«Первое отличие, которое мы заметили, — это то, что удобряющий эффект был долгим, — говорит Хоселито Кольдурон, фермер из Булакана, — и что метелка колосков полна до края».

На смену химикатам приходит радиация

Суть данной технологии состоит в облучении материала радиацией в целях снижения молекулярного веса каррагинана и повышения тем самым его эффективности.

Каррагинан представляет собой смесь полученных из водорослей природных полимеров с высоким молекулярным весом, объясняет Сунил Сабхарвал, специалист МАГАТЭ по радиационной обработке. Под действием гамма-лучей природный каррагинан распадается на меньшие по размеру олигомеры со сравнительно низким молекулярным весом, которые, как известно, стимулируют рост растений.

«При помощи радиации мы добиваемся того же, чего другие добиваются с помощью химикатов, но при использовании химикатов часто образуются остатки, которые могут быть вредны для людей и окружающей среды», — говорит Люцилл Абад, руководитель отдела атомных исследований Филиппинского института ядерных исследований (ФИЯИ), подведомственного министерству науки и технологии.

Фермеры обнаружили, что обработанные облученным каррагинаном растения также становятся невосприимчивыми к насекомым и членистоногим, таким как сколопендра. В то же время наблюдается рост популяции пауков, питающихся зелеными цикадками — разносчиками вирусов. «Нам не понадобились пестициды, так как мы поняли, что вредителей отпугивают более дружелюбные насекомые. Они помогли нам сократить популяцию вредителей, и мы прекратили использование пестицидов», — говорит г-н Кольдурон.

Данная технология влияет и на вес продукта. По наблюдениям фермеров, вес каждого мешка увеличился примерно на 9%. А увеличение веса зерна влияет на длину семяножки и колоса, которая выросла, по данным сравнительных наблюдений за обработанными каррагинаном и обычными растениями.

«Применение каррагинана как стимулятора роста решает проблему низкой урожайности, — отмечает г-жа Абад. — Благодаря этой технологии растет выход продукта, а с ним и благосостояние фермеров».

Промышленные применения радиационной технологии

В ФИЯИ были проведены первые работы по изучению модифицированного облученного каррагинана. Чтобы удовлетворить потребности клиентов из промышленных, образовательных и научных кругов, исследователи института используют две установки — полуавтоматический гамма-облучатель и электронно-лучевую установку, смонтированные при содействии МАГАТЭ.

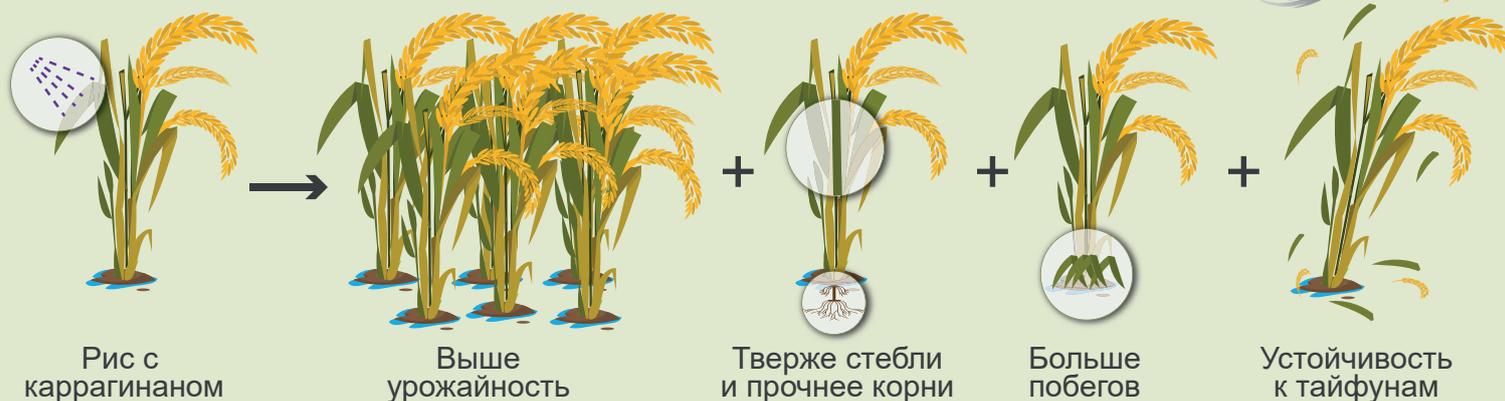
«Мы облучаем пищевые продукты, чтобы снизить микробиологическую нагрузку ради их безопасности, — говорит Лювимина Лануса, руководитель облучательной службы ФИЯИ. — Обрабатываем таким образом специи, продукты из трав, сушеные овощи, сырье и аксессуары для косметической продукции».

По словам г-жи Лануса, у облучения масса преимуществ по сравнению с другими методами, основанными на использовании химикатов. К примеру, облучение — это холодный процесс, позволяющий модифицировать пластичные материалы, не расплавляя их. Гамма-лучи обладают высокой проникающей способностью — это означает, что они могут облучать пищевые продукты в товарной упаковке. В одном только 2017 году в ФИЯИ было обработано облучением 1400 кубометров продовольственных и непродовольственных продуктов.

«Мы намерены увеличить этот объем к следующему году», — говорит г-жа Лануса. В рамках проекта технического сотрудничества МАГАТЭ они проводят модернизацию гамма-облучательной установки, переходя от полуавтоматического к полностью автоматическому процессу. «Надеемся, что благодаря модернизированной установке мы сможем расширить ассортимент наших услуг и начнем выполнять также заказы медицинской отрасли на стерилизацию медицинских изделий».

(Инфографика: Р. Кенн/МАГАТЭ)

Действие облученного каррагинана



Новый мутантный сорт вигны китайской (коровий горох) помогает зимбабвийским фермерам в засушливых районах

Аабха Диксит и Светломир Славчев



Новый сорт вигны китайской (CBC5), полученный в Зимбабве методом мутационной селекции с применением облучения.

(Фото: Принс М. Матова / Институт селекции сельскохозяйственных культур, Зимбабве)

Благодаря ядерным методам удалось вывести новый сорт вигны китайской, что позволяет зимбабвийским фермерам, возделывающим эту культуру, увеличить собираемый урожай на 10–20%. Этот новый сорт, выведенный при поддержке МАГАТЭ и Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), был высеян в ноябре 2017 года. Он продемонстрировал повышенную устойчивость к засушливым условиям и насекомым-вредителям, что помогло фермерам лучше адаптироваться к последствиям изменения климата, особенно в более засушливых районах.

«Климатические изменения, засухи, насекомые-вредители, болезни растений и низкая плодородность почвы сказываются на нас, сельской бедноте. Раньше мы в основном выращивали кукурузу, но теперь разнообразили питание коровьим горохом, — говорит фермер Тафиренья Гамбомунда. — Мы противостояем изменению климата с помощью новейших технологий, которые позволили вывести засухоустойчивый сорт этого растения».

Новый сорт вигны китайской, получивший обозначение CBC5, был разработан с использованием облучения — процесса, часто применяемого для получения новых и полезных признаков сельскохозяйственных культур (см. вставку «Наука»).

Новый засухоустойчивый сорт вигны китайской

Вигна китайская входит в число четырех важнейших бобовых культур, выращиваемых и потребляемых в Зимбабве; это растение играет ключевую роль в обеспечении населения страны продовольствием. По словам Принса Матова, ученого-растениевода из Института селекции сельскохозяйственных культур (ИССК) при министерстве сельского хозяйства Зимбабве, вигна китайская выращивается в основном для собственного потребления малоимущими фермерами. В отличие от других сельскохозяйственных культур вигна китайская не боится бедных почв и сухого климата. Ведутся исследования, направленные на то, чтобы сделать это растение еще более засухоустойчивым, богатым питательными веществами и более доступным для фермеров и потребителей. Вигна китайская — богатый природный источник белка, цинка, железа и витаминов.

«Это “нишевая” культура, произрастающая в более сухих районах Зимбабве и других областей Африки к югу от Сахары, где уровень осадков не превышает 250–300 мм в год, — говорит Матова. — Вызывает беспокойство тот факт, что климатические изменения сказываются на продуктивности растениеводства».

«Сельскохозяйственные животные также погибают от голода, поскольку в этих районах, особенно в сухой сезон, почти нет травы», — говорит он. Ботва вигны китайской может идти на корм скоту, дополняя рацион животных в месяцы, когда трава на пастбищах высыхает. «Этот новый мутантный сорт вигны китайской позволяет получать большой объем корма для животных, который фермеры могут использовать для поддержания своих растение- и животноводческих систем», — добавил Матова.

По словам фермера Гамбомунды, вигну китайскую можно не только употреблять в пищу, но и продавать, а на вырученные средства оплачивать учебу в школе.

Передача технологии, исследования, лабораторная поддержка и помощь в реализации проекта

ИССК отправил семена вигны китайской для облучения в Лабораторию селекции и генетики растений Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях (Зайберсдорф, Австрия), затем семена вернулись в Институт, где из многочисленных мутантных разновидностей были отобраны сорта с благоприятными признаками.

«После того, как мы получили семена, были выращены популяции мутантов, а отобранные растения с улучшенными признаками были испытаны на предмет засухоустойчивости и урожайности», — сказал Матова.

В рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ оказало помощь зимбабвийским ученым, проведя обучение и предоставив оборудование. Сотрудники ИССК и организаций-партнеров прошли обучение по методам селекции, включая методику отбора предпочтительных мутантных сортов.

По словам Матовы, четыре селекционера были направлены на стажировки, где освоили методы быстрого и эффективного скрининга признаков, отвечающих за



Фермеры с урожаем нового мутантного сорта вигны китайской (СВС5), Южный Мателеланд, Зимбабве).

(Фото: Принс М. Матова / Институт селекции сельскохозяйственных культур, Зимбабве)

устойчивость к засухе и насекомым-вредителям. Также проводилось обучение методам селекции с помощью маркеров, которая представляет собой процесс непрямой селекции, в рамках которого необходимые признаки отбираются в лаборатории на основе генетических маркеров.

Кроме того, была оказана помощь в развитии инфраструктуры: в ИССК была открыта молекулярная лаборатория и три помещения для скрининга на предмет устойчивости к засухе и насекомым-вредителям. Благодаря этой помощи удалось ускорить процесс создания новых сортов вигны китайской, а также оценки и отбора мутантных линий. Благодаря оказанному содействию в будущем работа по созданию новых сортов будет вестись более активно и эффективно, подчеркнул он.

НАУКА

Мутационная селекция сельскохозяйственных культур

Спонтанная мутация растений — естественный процесс; таким образом они непрерывно адаптируются к изменению окружающей среды, но идет он на протяжении тысячелетий. Ученые могут ускорить этот процесс, применяя ядерные методы.

Мутационная селекция позволяет получать растения с необходимыми характеристиками, но быстрее, чем за счет традиционных методов селекции. В ее основе лежит индуцирование наследуемых генетических изменений (мутаций) растительного материала при помощи гамма-лучей, рентгеновских лучей или других источников облучения.

Сорта сельскохозяйственных культур совершенствуются с разными целями: получить возможность культивировать их в суровых условиях, повысить их питательную ценность либо сопротивляемость болезням или насекомым-вредителям, выращивать их на засоленных почвах или сделать так, чтобы они более эффективно использовали воду и питательные вещества. После селекции и получения улучшенных агрономических признаков растения размножают и распределяют среди фермеров.



О капельном орошении понятным языком

Капельное орошение — это метод подведения воды, направленный на более рациональное использование водных ресурсов и повышение урожайности. Вода подается непосредственно в прикорневую зону растений, что позволяет сократить до минимума потери при испарении и утечках. Ядерные методы используются для определения точного объема воды, необходимого растению, а также надлежащего времени и периодичности орошения.

Для определения содержания влаги в почве ученые используют нейтронный влагомер. При проведении замеров этот прибор испускает быстрые нейтроны, которые сталкиваются с атомами водорода воды,

содержащейся в почве. При столкновении нейтроны замедляются, и чем больше атомов водорода, тем сильнее нейтроны замедляются. Изменение скорости нейтронов фиксируется прибором и преобразуется в показание, соответствующее уровню влажности почвы.

Вода жизненно необходима для производства продовольствия: по оценкам, около 70% пресной воды в мире используется в сельском хозяйстве, и потребность в воде продолжает расти. По прогнозу Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), к 2050 году потребности сельского хозяйства в воде вырастут на 50%, в том числе из-за роста численности населения.

— Марго Дюбертран

(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)



Роль ядерных методов в климатически оптимизированном сельском хозяйстве

Кристоф Мюллер



Кристоф Мюллер преподает экспериментальную экологию растений в Гисенском университете имени Юстуса Либиха, а также в Университетском колледже Дублина. Основные области исследований: влияние изменения климата на экологические процессы, элементные циклы в наземных экосистемах и процессы формирования газовых примесей, влияющих на климат.

На сегодняшний день наша задача в области сельского хозяйства — повысить урожайность, чтобы накормить растущее население, с минимальными последствиями для окружающей среды. Под климатически оптимизированным сельским хозяйством (КОСХ) понимаются сельскохозяйственные системы, отличающиеся высокой производительностью и экологичностью. В них используются агротехнические приемы, способствующие более интенсивному поглощению атмосферного углерода (или углекислого газа) почвой для длительного удержания, что приводит к снижению выбросов в атмосферу парниковых газов.

Сложность заключается в том, что на производительность этих систем влияет не только абсолютное содержание углерода. Она также зависит от отношения количества углерода к количеству всех прочих питательных веществ, необходимых для роста растений. Таким образом, для создания устойчивых систем КОСХ необходимо обеспечить наличие питательных веществ (особенно азота) в нужной пропорции.

Благодаря революционным открытиям Юстуса Либиха и других ученых XIX века стало известно, что растения

усваивают азот главным образом в минеральной форме. На основе этого вывода были разработаны стратегии использования химических удобрений и начата «зеленая революция» — применение комплекса методов передачи технологии, который позволил увеличить мировое производство сельскохозяйственной продукции и накормить постоянно растущее (особенно в развивающихся странах) население в 60-х годах XX века.

Однако у этого достижения был побочный эффект. Больше азота стали потреблять не только растения, но и микробы. Поглощение азота микроорганизмами стало основной причиной повышения содержания закиси азота (N_2O) в атмосфере на 25%. Закись азота не только вызывает потепление климата, но также активно разрушает озоновый слой и сохраняется в атмосфере более 100 лет.

Задача систем КОСХ состоит в том, чтобы отделить использование синтетических удобрений от роста населения: накормить людей без увеличения количества азота. Один из способов сделать это — обеспечивать растения азотом, превращая трудноусвояемый азот из органических соединений почвы в легкоусвояемый, например в аммоний, нитраты или доступные органические субстраты. Показатель эффективности такого использования азота в сельскохозяйственных системах рассчитывается как отношение между внесенным азотом и азотом, вынесенным надземной биомассой.

Системы КОСХ увеличивают способность почвы удерживать питательные вещества и воду путем применения методов обработки, повышающих содержание в почве органических соединений и обеспечивающих ее устойчивость к изменению климата. Такое повышение урожайности почв в долгосрочной перспективе приводит к увеличению способности почвы к формированию азота. Если азот будет поступать из почвы, это позволит сократить количество удобрений и повысит эффективность использования азота.

Роль МАГАТЭ в климатически оптимизированном сельском хозяйстве

МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) помогает государствам-членам применять ядерные и связанные с ними методы для устойчивого повышения производительности в сфере сельского

хозяйства, адаптации и повышения устойчивости систем сельскохозяйственной и продовольственной безопасности к изменению климата, а также в сфере сокращения выбросов парниковых газов в сельскохозяйственной сфере с учетом национальных и местных особенностей и приоритетов.

Роль ядерных методов

Влияние тех или иных способов ведения сельского хозяйства на удержание углерода и динамику поступления азота из почвы можно количественно оценить только с помощью ядерных и изотопных методов, в которых используются азот-15 и другие изотопы. С помощью азота-15 можно количественно оценить поступление азота из разных источников, включая удобрения и почву. Указанный метод также позволяет ученым определять, какие бобовые культуры лучше всего захватывают атмосферный азот посредством биологической фиксации азота, повышая плодородие и улучшая качество и здоровье почвы.

Это важно для оценки методов КОСХ, направленных на снижение выбросов парниковых газов, таких как N_2O . С помощью меченая азотом-15 или кислородом-18 можно точно выявить и количественно оценить источник N_2O . Тогда у исследователей и землепользователей появится

возможность выбирать правильные стратегии для снижения его выбросов. Другим способом сокращения выбросов N_2O является повышение конверсии N_2O в безвредный для окружающей среды N_2 с помощью сельскохозяйственных методов, которые оптимизируют поступление углерода или повышают рН почвы. Так или иначе, ученым необходимо измерять эмиссию N_2O и N_2 . Единственный доступный метод оценки эмиссии N_2 из почвы основан на мечении нитрата азотом-15.

Ядерные методы играют важную роль в оценке сельскохозяйственных методов, используемых в КОСХ. Основные научные методики, связанные с использованием ядерных методов, позволяют ученым количественно оценить влияние различных агротехнических приемов на динамику содержания азота в системах растение — почва — атмосфера. Часто ядерные методы оказываются единственным способом оценки практик КОСХ как с точки зрения влияния на удержание углерода в почве, так и с точки зрения процессов, приводящих к высвобождению газов, влияющих на климат.

Ядерные методы играют важную роль в оценке сельскохозяйственных методов, используемых в климатически оптимизированном сельском хозяйстве. Кристоф Мюллер во главе группы экспертов из государств — членов МАГАТЭ, проводящей полевое исследование по анализу содержания азота в почве. (Фото: МАГАТЭ)



Роль ядерной энергии в достижении климатических целей Парижского соглашения

Том М. Л. Уигли



Том М. Л. Уигли — климатолог из Университета Аделаиды. Ранее занимал пост директора группы климатических исследований Университета Восточной Англии. Основные области исследований: анализ климатических данных и моделирование климата, уровня моря и углеродного цикла. Был избран членом Американской ассоциации содействия развитию науки за достижения в этих областях.

Возможный вклад ядерной энергии в достижение целей по сдерживанию процесса глобального потепления в соответствии с Парижским соглашением об изменении климата в первую очередь зависит от того, какие именно сокращения выбросов необходимы. Это двухэтапный процесс: прежде чем делать выводы о том, на какую помощь со стороны ядерной энергии мы можем рассчитывать, необходимо убедиться, что поставленные цели реалистичны.

Реалистичные цели

В Парижском соглашении, знаковом документе по борьбе с изменением климата, который развивает идеи Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН), цели в области глобального потепления определены двумя путями:

Статья 2.1. (а):

Удержание прироста глобальной средней температуры намного ниже 2°C сверх доиндустриальных уровней и приложение усилий в целях ограничения роста температуры до 1,5°C сверх доиндустриальных уровней ...

Статья 4.1:

Стороны стремятся ... к достижению сбалансированности между антропогенными выбросами из источников и абсорбцией поглотителями парниковых газов во второй половине этого века ...

В Соглашении, также в статье 4.1, далее говорится, что сокращение выбросов должно проводиться «в соответствии с наилучшими имеющимися научными знаниями ...».

Здесь есть некоторые сложности.

Во-первых, статья 2.1 (а) предусматривает, что температура должна всегда держаться ниже установленных целей в области потепления. Технически это возможно, хотя и крайне маловероятно, но гораздо проще было бы допустить некоторое превышение лимитов потепления до того времени, когда температура вернется

в целевой диапазон. В этой связи, однако, возникает еще один научный вопрос: насколько значительным и продолжительным может быть такое превышение, чтобы не противоречить более общей цели РКИК ООН по недопущению «опасного антропогенного воздействия на климатическую систему» (под «антропогенным воздействием» здесь понимается загрязнение в результате деятельности человека).

Во-вторых, если обратиться к самым современным имеющимся научным знаниям, может оказаться, что цель, сформулированная в статье 4.1, противоречит статье 2.1 (а). Если допустить временное превышение целевого уровня, что, как мне кажется, необходимо, отпадет необходимость сводить к нулю выбросы CO₂ к концу столетия для достижения цели в 2°C (такой смысл часто усматривают в статье 4.1). Цели в 1,5°C с надлежащим превышением можно достичь, даже не задействуя отрицательные выбросы (см. рис.). Однако в сценарии с меньшим превышением отрицательные выбросы понадобятся начиная примерно с 2060 года, что соответствует статье 4.1. В этом случае основные и долгосрочные океанские и наземные поглотители в итоге позволят вывести выбросы на уровень выше нуля.

Эти вопросы проиллюстрированы на рисунке: уровень выбросов CO₂ получен сначала путем задания траектории потепления (см. верхний сегмент, для цели в 1,5°C дано два варианта), а затем путем применения климатической модели в обратном направлении, чтобы определить требуемый уровень выбросов CO₂ в результате сжигания ископаемого топлива (см. средний сегмент). Это позволяет нам рассчитать соответствующие траектории концентрации CO₂.

Ядерная энергия?

Какую роль ядерная энергия может сыграть в достижении целевых траекторий выбросов, показанных в средней части рисунка? Мы можем частично ответить на этот вопрос, используя результаты, сгенерированные комплексными моделями оценки (КМО) — моделями экономики энергетики, используемыми для прогнозирования будущего энергопотребления и его последствий, — опубликованными в рамках Программы США по изучению климатических изменений.

Три хорошо зарекомендовавшие себя и признанные на международном уровне группы по разработке комплексных моделей оценки получили задание разработать ряд сценариев, зависящих от стратегий смягчения последствий, с помощью моделей IGSM, MERGE и MiniCAM. В этих сценариях цели достигались следующими способами:

- сокращение конечного энергопотребления, например путем экономии и повышения энергоэффективности;
- увеличение объемов энергии, получаемой из биомассы, других возобновляемых источников — главным образом ветра и солнца — и благодаря ядерной энергетике;
- улавливание и хранение углерода.

Снижение выбросов CO₂ во всех сценариях, включая базовые, происходит как самопроизвольно (т.е. в отсутствие новых стратегий смягчения последствий), так и в результате реализации таких стратегий. Это означает, что даже в базовых сценариях имеет место наращивание использования методов безуглеродной энергетики, в результате которого к 2100 году 19–29% первичной энергии (ПЭ) будет производиться по безуглеродным технологиям. Однако для достижения цели в 2°C требуется дальнейшее масштабное сокращение производства ПЭ, приводящего к выбросам CO₂.

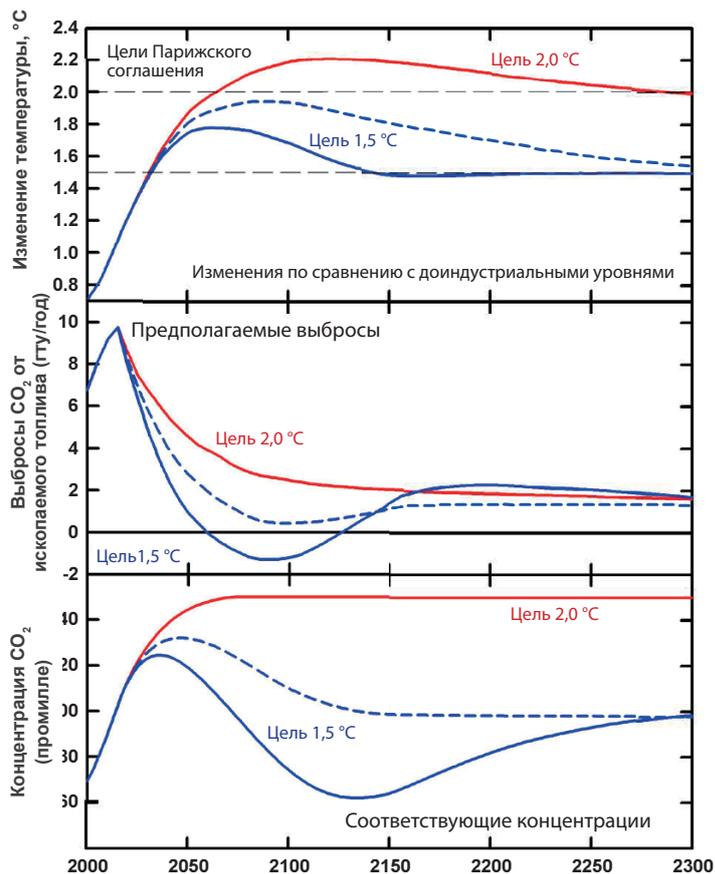
В таблице ниже показано общее сокращение производства ПЭ к 2100 году по сравнению с базовыми уровнями ПЭ для разных моделей.

Модель IGSM явно выделяется из общего ряда по показателю сокращения энергопотребления. Разработчики данной модели исходили из того, что производство ядерной энергии изменится минимально, что будет обусловлено главным образом антиядерными настроениями части общественности. Если свести к минимуму вклад ядерной энергетики, снизить выбросы придется в основном за счет сокращения энергопотребления. В двух других моделях распределение по источникам энергии существенно отличается от IGSM: в них ядерной энергетике отводится гораздо более заметное место.

Для наглядности приведем объемы производства ПЭ в атомной отрасли к 2100 году в эксаджоулях (ЭДж) для разных моделей: 238 ЭДж по модели MERGE (общий объем ПЭ: 491 ЭДж); 185 ЭДж по модели MiniCAM (общий объем: 1288 ЭДж) и всего лишь 20 ЭДж по модели IGSM (общий объем: 1343 ЭДж). В 2000 году 451 ядерный реактор, который работает и по сей день, производили около 8 ЭДж электроэнергии, что эквивалентно примерно 26 ЭДж ПЭ. Таким образом, модель IGSM фактически прогнозирует снижение объемов производства атомной энергии. Модели MERGE и MiniCAM прогнозируют увеличение объемов в период с 2000 по 2100 год в девять и семь раз соответственно.

Вместе с тем имеются убедительные доказательства того, что доля ядерной энергетики в производстве энергии может расти гораздо более высокими темпами: такой интенсивный рост можно было наблюдать во Франции и Швеции, когда эти страны решили «пойти ядерным путем». Если это произойдет, ядерная энергия может — и должна — сыграть гораздо более значимую роль, чем могли предположить разработчики указанных выше моделей.

Более интенсивное развитие ядерной энергетики имеет явные преимущества. Во-первых, атом — это единственный



Если допустить временное превышение целей Парижского соглашения, то необязательно добиваться отрицательного значения выбросов CO₂.

(Источник: Wigley, Climatic Change 147, 31–45, 2018)

непрерывный безуглеродный источник энергии, который наносит окружающей среде гораздо меньше вреда, чем использование возобновляемых источников энергии. Возможные недостатки по большей части надуманы: последние оценки стоимости строительства и производства электроэнергии для небольших модульных реакторов по меньшей мере сопоставимы с оценками для технологий, основанных на ископаемом топливе и возобновляемых источниках; проблемы с отходами могут быть решены с помощью технологий четвертого поколения; современные реакторы пассивно безопасны; а риски распространения минимальны. На мой взгляд, с учетом сложности достижения поставленных целей в области климатических изменений было бы безрассудством игнорировать важность ядерной энергетики.

Модель	Спрос	Биомасса	Возобновляемые виды	Ядерная энергия	Улавливание CO ₂	Остаток
IGSM	50,4 %	17,3 %	3,3 %	1,5 %	16,8 %	10,7 %
MERGE	27,6 %	17,5 %	12,3 %	16,0 %	21,1 %	5,6 %
MiniCAM	18,7 %	17,9 %	13,7 %	14,4 %	22,8 %	12,5 %

Вклад различных источников в снижение производства первичной энергии. Под остатком понимается объем производства ПЭ, приводящий к выбросам CO₂.

Институциональные доноры из трех стран внесли вклад в модернизацию лабораторий МАГАТЭ

Институты ядерных исследований Польши, Марокко и Филиппин выделили около 30 000 евро на продолжающуюся модернизацию лабораторий ядерных применений МАГАТЭ в Зайберсдорфе, Австрия.

«Работа МАГАТЭ в таких областях, как радиационная защита, радиационная дозиметрия и ядерная медицина, имеет неопределимое значение для удовлетворения потребностей государств-членов и развития науки, — говорит Анджей Хмелевский, генеральный директор Института ядерной химии и технологии Польши. — Надеемся, что наш вклад расширит потенциал МАГАТЭ по проведению научных исследований, разработок и обучения».

Финансирование выделили еще два учреждения: Филиппинский институт ядерных исследований и Национальный

центр ядерной энергии, науки и технологии Марокко.

В рамках модернизации ведется строительство двух новых зданий: новой Лаборатории по борьбе с насекомыми-вредителями и модульной лаборатории с изменяемой планировкой, в которой разместятся лаборатория животноводства и ветеринарии, лаборатория защиты пищевых продуктов и окружающей среды, а также лаборатория почвенных и водных ресурсов и питания растений. Кроме того, планируется отремонтировать остальные лаборатории, закупить новое оборудование и модернизировать инфраструктуру.

«Мы рады, что получили такую поддержку со стороны учреждений, которые признают важность нашей работы в области ядерных

применений, — говорит Энди Гарнер, координатор лабораторий, ответственный за проект модернизации лабораторий МАГАТЭ. — Мы будем продолжать развивать партнерские отношения с национальными учреждениями и частными компаниями в целях укрепления потенциала МАГАТЭ по оказанию качественной поддержки нашим государствам-членам».

Он добавляет, что государства-члены находят новые способы внести вклад в текущую работу по модернизации и что помощь через учреждения является одним из таких способов.

Денежные взносы на модернизацию, в основном в виде внебюджетных взносов национальных правительств, с 2014 года составили более 32 млн евро.

— Мэтт Фишер

Борьба с детским ожирением в Европе с помощью ядерных методов: симпозиум МАГАТЭ на Европейском конгрессе по ожирению

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), во всем мире обостряется ситуация с ожирением у детей, которое быстро становится одной из наиболее серьезных проблем здравоохранения XXI века. В мае этого года на Европейском конгрессе по ожирению 2018 года (ЕСО 2018) был представлен проект МАГАТЭ, призванный помочь специалистам по вопросам питания и медицинским работникам из 10 европейских стран в проведении оценок композиционного состава тела методами стабильных изотопов. Полученные данные позволят директивным органам выработать необходимые меры профилактики и лечения ожирения у детей.

«На полях» ЕСО 2018 МАГАТЭ организовало симпозиум «Оценка композиционного состава тела в целях изучения рисков, связанных с ожирением у детей, и выработки эффективных мер противодействия». На нем были представлены практические примеры применения в Боснии и Герцеговине и Латвии метода разбавления дейтериевой метки для

точного измерения жировой массы тела — одного из факторов риска ожирения у детей школьного возраста в этих странах. Полученная в ходе реализации проекта информация поможет выработать политику и меры борьбы с ожирением в Европе. Обе страны уже участвуют в возглавляемой ВОЗ Инициативе по эпиднадзору за детским ожирением (COSI).

Растущее бремя детского ожирения

По данным ВОЗ, каждый третий ребенок в возрасте 11 лет в Европе и Центральной Азии имеет избыточный вес или страдает ожирением. Главными причинами роста показателей ожирения являются изменение пищевых привычек, сидячий образ жизни и недостаток физической активности. Без надлежащих мер дети с избыточным весом или ожирением с высокой долей вероятности останутся такими и во взрослом возрасте, из-за чего будут подвергаться повышенному риску раннего развития

таких неинфекционных заболеваний, как диабет и сердечно-сосудистые заболевания.

«Этот проект тесно связан с реализацией региональных стратегий ВОЗ по борьбе с ожирением у детей и профилактике неинфекционных заболеваний; он позволит получить крайне необходимые экспериментальные данные для выработки политики и эффективных мер», — рассказывает Инесе Сиксна, специалист по питанию из латвийского Научного института пищевой безопасности, здоровья животных и окружающей среды.

Точный контроль ожирения

На симпозиуме эксперты МАГАТЭ обсудили вопрос о том, каким образом композиционный состав тела может помочь с большой точностью контролировать ожирение, а представители ВОЗ и другие партнеры говорили о важности использования при выработке политики точных данных, полученных методами стабильных изотопов.

Аида Филипович Хаджиомераджич из Института здравоохранения Боснии и Герцеговины отметила большое значение сотрудничества для обмена опытом и знаниями: «Проведенные ранее семинары-практикумы и тренинги существенно помогли представителям Боснии и Герцеговины — врачам, среднему медицинскому и техническому персоналу — приобрести необходимые навыки и знания по оценке композиционного состава тела с применением метода разбавления дейтериевой метки, инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (ИКФС) и биоимпедансного анализа, а также по измерению

уровня физической активности и малоподвижного образа жизни детей методом акселерометрии».

МАГАТЭ предоставило властям Албании, Боснии и Герцеговины, Греции и Черногории оборудование ИКФС для анализа концентрации дейтерия в образцах слюны, полученных во всех десяти участвующих в проекте странах. Проект реализуется по линии программы технического сотрудничества МАГАТЭ.

По словам г-жи Сиксны, метод разбавления дейтериевой метки может также применяться в качестве эталонного метода для проверки эффективности скрининга и мониторинга ожирения в Латвии.

Симпозиум был организован в сотрудничестве с Европейским региональным бюро Всемирной организации здравоохранения (ЕРБ ВОЗ), Европейской ассоциацией по исследованию ожирения и N8 AgriFood — междисциплинарной исследовательской программой восьми университетов в Северной Англии.

В проекте участвуют Албания, Босния и Герцеговина, бывшая югославская Республика Македония, Венгрия, Греция, Латвия, Молдова, Португалия, Украина и Черногория. МАГАТЭ оказывает странам помощь посредством общей координации проекта, передачи оборудования и знаний и организации обучения.

— Мариам Аргаманян

Опубликованы Руководящие материалы МАГАТЭ по обращению с изъятыми из употребления радиоактивными источниками

Руководящие материалы по обращению с изъятыми из употребления радиоактивными источниками, одобренные на 61-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ в сентябре 2017 года, размещены на веб-сайте МАГАТЭ. Это руководство дополняет Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, а также Руководящие материалы по импорту и экспорту радиоактивных источников.

Миллионы радиоактивных источников используются по всему миру в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и научных исследований. Источники могут еще долго сохранять радиоактивность после окончания срока полезной службы, поэтому важно обеспечить безопасное обращение с ними и их надежную защиту. Кодекс поведения и дополняющие его документы способствуют безопасному обращению и защите, предоставляя рекомендации по разработке, гармонизации и реализации национальных стратегий, законов и правил, а также поощряя международное и региональное сотрудничество между государствами-членами.

«Руководящие материалы развивают культуру радиационной безопасности и физической безопасности, уровень

которой повысится, когда государства-члены начнут применять на практике их рекомендации», — отмечает Илер Мансу, руководитель Секции регулирующей инфраструктуры и безопасности перевозки МАГАТЭ.

В Руководящих материалах, которые не являются юридически обязательным документом, рассмотрены различные способы обращения с изъятыми из употребления радиоактивными источниками и их защиты и определены обязанности соответствующих сторон, в том числе регулирующих органов. Особое внимание в этом документе уделено захоронению как последнему этапу обращения с изъятыми из употребления источниками, а странам рекомендовано ввести национальные меры и стратегии безопасного обращения с радиоактивными источниками. Кроме того, в нем содержатся положения о двусторонних отношениях, в том числе рекомендации о возврате источников в тех случаях, когда он согласован.

Мухаммад Халик, руководитель Секции физической ядерной безопасности материалов и установок, отмечает, что применение Руководящих материалов также укрепит физическую ядерную безопасность.

«Эффективный и непрерывный регулирующий и управленческий

контроль над радиоактивными источниками от производства до захоронения имеет первостепенное значение для предотвращения злонameranенных действий с пагубными радиологическими последствиями», — говорит он.

Государства-члены принимают на себя так называемое политическое обязательство по соблюдению Кодекса и дополнительных руководящих материалов в официальном письме в адрес МАГАТЭ, в котором они подтверждают свою решимость действовать в соответствии с рекомендациями. На сегодняшний день из 170 государств — членов МАГАТЭ 137 взяли на себя обязательство соблюдать Кодекс поведения и 114 — Руководящие материалы по импорту и экспорту радиоактивных источников.

МАГАТЭ оказывает государствам-членам поддержку в осуществлении положений Кодекса поведения и Руководящих материалов посредством реализации проектов и обмена информацией. При этом применяется официальная процедура, установленная в 2006 году. Первое международное совещание по обмену опытом осуществления Руководящих материалов по обращению с изъятыми из употребления радиоактивными источниками планируется провести в Вене в 2020 году.

— Мэтт Фишер

На совещании МАГАТЭ государства-члены, приступающие к развитию ядерной энергетики и уже эксплуатирующие АЭС, обсудили вопросы финансирования обращения с отходами и вывода из эксплуатации

Одним из необходимых условий устойчивости программ в области ядерной энергетики является своевременное и эффективное обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами, которые образуются в процессе работы и вывода из эксплуатации атомных электростанций. Оценка соответствующих обязательств и выделение средств на их выполнение связаны со значительной неопределенностью: это процессы, которые необходимо выполнять регулярно в течение очень продолжительного времени. На прошедшем недавно техническом совещании МАГАТЭ были рассмотрены главные проблемы — от схем финансирования до оценки технических рисков в области обращения с отходами и вывода ядерных установок из эксплуатации.

34 эксперта из 21 страны, которые уже осуществляют ядерно-энергетические программы или только приступают к этому, приняли участие в первом техническом совещании МАГАТЭ по финансированию обращения с отходами и вывода из эксплуатации, которое прошло в Вене с 9 по 12 июля 2018 года.

Участники обменялись мнениями о путях решения вопросов, касающихся финансирования и составления смет расходов в области обращения с отходами и вывода из эксплуатации, а также представили примеры из опыта конкретных стран и тематические исследования.

«Чтобы обеспечить применение правильных и надежных стратегий и схем финансирования правительствами, регулирующими органами и владельцами/операторами, МАГАТЭ рекомендует тщательно прорабатывать планы на ранних этапах, чтобы, когда придет время для вывода из эксплуатации или обращения с отходами, средства имелись в наличии», — отметил в своем выступлении перед участниками директор Отдела ядерной энергетики МАГАТЭ г-н Хан То Хи.

Председатель совещания г-жа Шанталь Спиной из бельгийской компании «Электрабель» отметила важность участия заинтересованных сторон на всех этапах процесса: «Привлечение соответствующих заинтересованных сторон, несущих совместную

ответственность, принципиально важно при принятии долгосрочных решений, связанных с финансовыми обязательствами: это единственный способ обеспечить наличие достаточных средств для покрытия предстоящих расходов на вывод из эксплуатации и окончательное захоронение радиоактивных отходов. Это сложно, поскольку невозможно точно спрогнозировать расходы на десятилетия вперед».

Обсуждения на встрече были посвящены трем основным вопросам: 1) фундаментальные принципы разработки схем финансирования и определения источников рисков и подходов к их снижению; 2) оценка стоимости обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами и вывода из эксплуатации ядерных установок; 3) смягчение рисков и снижение неопределенности при обращении с отработавшим топливом и радиоактивными отходами.

Были рассмотрены и такие важные темы, как оценка расходов на проекты и мероприятия, связанные с выводом из эксплуатации атомной электростанции и захоронением отработавшего топлива, а также определение факторов, влияющих на величину расходов, и путей финансирования этих расходов. Представители стран, эксплуатирующих атомные электростанции и имеющих практический опыт разработки и осуществления политики по финансированию обращения с отходами и вывода из эксплуатации, рассказали о своих подходах, проблемах и уроках, извлеченных из анализа конкретных случаев.

Что касается схем финансирования, то совещание позволило опытным странам поделиться наилучшей практикой в области смягчения рисков при разработке финансовых планов для таких долгосрочных проектов.

«Совещание ясно продемонстрировало, насколько важно при разработке схем финансирования исходить из принципа “загрязнитель платит”, — отмечает Ричард Стрём из Шведского управления по радиационной безопасности. — В этой связи Швеция отдает предпочтение таким стратегиям смягчения рисков, как создание отдельного фонда для покрытия

ожидаемых расходов, постоянный перерасчет соответствующих платежей и предоставление гарантий в связи с еще не проведенными платежами, а также меры, предусматривающие непредвиденный выход за рамки бюджета».

Кроме того, совещание дало новичкам в ядерной области возможность поучиться на опыте стран с развитой ядерной энергетикой в том, что касается мер и стратегий вывода из эксплуатации, которые пригодятся им, когда они начнут разрабатывать свои собственные подходы к оценке затрат, выделять средства и создавать резервы для финансирования будущих мероприятий по выводу из эксплуатации.

Учитывая, что Гана в настоящее время находится на начальном этапе реализации ядерно-энергетического проекта и готовит всеобъемлющий доклад по этому вопросу, финансовый аналитик Комиссии по атомной энергии Ганы г-н Фестус Брю Кванса подчеркивает, что участие в совещании было своевременным и важным.

«Опыт, которым поделились другие страны, очень поучителен. Он поможет организации — исполнителю ядерно-энергетической программы Ганы придать конкретные очертания программе финансирования обращения с отходами и последующего вывода из эксплуатации, — говорит он. — В частности, для нас было очень важно освежить наши знания о том, что политика должна иметь четкий вектор, что нужны надлежащие схемы финансирования, прочная институциональная инфраструктура для реализации программы и четкий механизм регулирования для обеспечения ее достаточного финансирования».

«По возвращении в Гану я смогу поделиться новыми идеями с коллегами и правительством», — добавляет он.

— *Дженнет Ораева*



CN-268

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ

по изучению двойного бремени неправильного питания в целях обеспечения эффективности мер нутрицивной поддержки

10–13 декабря 2018 года
Вена, Австрия

#dbmal



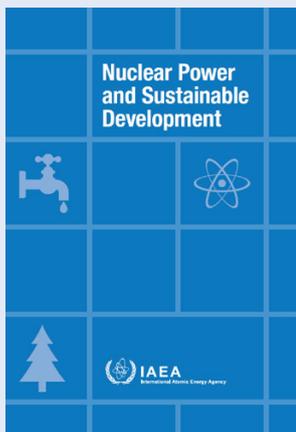
UNITED NATIONS DECADE OF
ACTION ON NUTRITION
2016–2025

Проводится МАГАТЭ



Соорганизаторы:



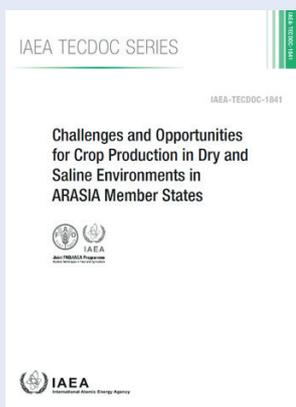


«Nuclear Power and Sustainable Development» («Ядерная энергетика и устойчивое развитие»)

В данной публикации с помощью большого количества разнообразных показателей изучается возможный вклад ядерной энергетика в устойчивое развитие. Через призму экономической, социальной и экологической составляющих устойчивого развития дается обзор характеристик ядерной энергетика в сравнении с альтернативными источниками электроснабжения. Сделанные в публикации выводы помогут читателю осмыслить или переосмыслить вклад в создание более устойчивых энергосистем, который может внести сооружение новых и эксплуатация имеющихся атомных электростанций.

Non-serial Publications; ISBN: 978-92-0-107016-6; English edition; 45.00 euros; 2016

<https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/11084/Nuclear-Power-and-Sustainable-Development>

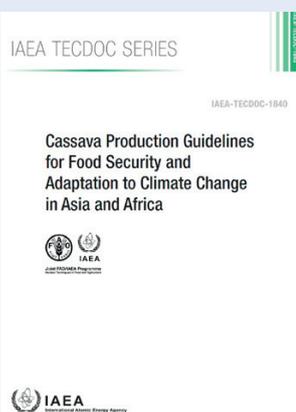


«Challenges and Opportunities for Crop Production in Dry and Saline Environments in ARASIA Member States» («Проблемы и возможности растениеводства в засушливых условиях и на засоленных почвах в государствах — участниках Соглашения АРАЗИЯ»)

Документ служит справочным руководством по сельскохозяйственному растениеводству в засушливых условиях и на засоленных почвах, особенно на Ближнем Востоке. Все данные и рекомендации в этом руководстве основаны на эффективных и рациональных методах, применяемых в устойчивом растениеводстве на засоленных почвах. Оно поможет ученым и фермерам в выборе агротехнических методов в подобных условиях в их странах. В публикации также освещены перспективы применения изотопных методов для решения сказывающихся на урожайности проблем, связанных с засоленностью и засушливостью.

IAEA-TECDOC-1841 ; ISBN : 978-92-0-101918-9; English edition; 18,00 euros; 2018

<https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/12305/Crop-Production>



«Cassava Production Guidelines for Food Security and Adaptation to Climate Change in Asia and Africa» («Руководство по выращиванию маниока в интересах продовольственной безопасности и адаптации к климатическим изменениям в Азии и Африке»)

Цель публикации — помочь государствам-членам повысить урожайность маниока. В ней содержится информация о передовых методах хозяйствования и о роли ядерных и изотопных методов в улучшении понимания вопросов поглощения азота. Руководство предлагает комплексный и основанный на потребностях растения план выращивания маниока, предусматривающий также борьбу с сорняками, насекомыми-вредителями и болезнями растений. Благодаря этим усовершенствованным агротехническим методам фермеры смогут повысить урожайность маниока и сократить производственные затраты. В то же время эти методы противодействуют деградации земель, вызванной эрозией почв, особенно на землях с уклоном, тем самым защищая местную окружающую среду. Намеченный результат — повышение качества и рыночной стоимости продукции из маниока.

IAEA-TECDOC-1840 ; ISBN : 978-92-0-101718-5; English edition; 18,00 euros; 2018

<https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/12311/Cassava-Production>

За дополнительной информацией и для заказа книг просьба обращаться по адресу:

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100, A-1400 Vienna (Austria)
Email: sales.publications@iaea.org

Международная конференция по изменению климата и роли ядерной энергетики

7–11 октября 2019 года, Вена, Австрия



Организатор:



IAEA

Международное агентство по атомной энергии
Атом для мира и развития

#Atoms4Climate

CN-275

Конференция на уровне министров

«Ядерная наука и технологии:
решение текущих и новых задач
развития»

28–30 ноября 2018 года
Вена, Австрия



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

Атом для мира и развития

#Atoms4Life



CN-262