

IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Флагманская публикация МАГАТЭ | Апрель 2025 года | www.iaea.org/ru/bulletin

ЯДЕРНЫЕ ДАННЫЕ СОЗДАВАЯ БУДУЩЕЕ

Использование больших данных для предотвращения пандемий:
Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК, стр. 6

Базы данных МАГАТЭ: богатство знаний о
ядерной науке у вас под рукой, стр. 14

Планирование перехода к экологически чистой энергии:
модель устойчивого будущего Эстонии, стр. 24



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации и коммуникации

Международное агентство по атомной энергии

Венский международный центр

а/я 100, 1400 Вена, Австрия

Тел.: (43-1) 2600-0

iaeabulletin@iaea.org

Редактор: Кирсти Грегори Хансен

Ответственный редактор: Мэри Элбон

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ на всех языках Организации

Объединенных Наций

доступен 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.

Мнения, которые выражены в любой подписанной статье, опубликованной в Бюллетене МАГАТЭ, необязательно отражают точку зрения Международного агентства по атомной энергии, и МАГАТЭ не несет за них никакой ответственности.

Изображение на обложке:

AdobeStock

Следите за новостями на страницах МАГАТЭ:



IAEA

Атом для мира
и развития

Миссия [Международного агентства по атомной энергии \(МАГАТЭ\)](#) состоит в том, чтобы содействовать предотвращению распространения 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, промышленность 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.

В нормах безопасности МАГАТЭ изложены фундаментальные принципы, требования и рекомендации, касающиеся обеспечения ядерной безопасности, и они отражают международный консенсус в отношении того, что можно считать высоким уровнем безопасности для защиты людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ разрабатывались для всех типов ядерных установок и деятельности, преследующих мирные цели, а также для защитных мер, необходимых для снижения существующих рисков облучения.

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

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

Центральные учреждения МАГАТЭ находятся в Венском международном центре в Вене, Австрия. 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.

Ядерные данные как стимул для человеческой изобретательности и глобального прогресса

Рафаэль Мариано Гросси, Генеральный директор МАГАТЭ

От выжженных засухой полей до тающих ледников — везде ученые и эксперты МАГАТЭ занимаются сбором, анализом и распространением данных, чтобы способствовать делу мира, безопасности и устойчивого развития.

Данные помогают нам выявлять коренные причины важнейших проблем, с которыми сегодня сталкивается наш мир, и разрабатывать эффективные решения. В ядерной области данные имеют важное значение как для исследований и разработок, так и для политических решений. Они не только способствуют расширению нашего кругозора, но и позволяют измерять воздействие применяемых нами мер, отслеживать прогресс и определять успешные стратегии и технологии. Собирая данные и обмениваясь ими, МАГАТЭ создает условия для международного сотрудничества и принятия основанных на фактах политических решений, которые приносят пользу всем.

В этом выпуске Бюллетеня МАГАТЭ рассказывается о том, как данные ложатся в основу проектов Агентства во многих областях, где мы активно работаем — от здравоохранения и питания до сельского хозяйства и охраны окружающей среды, от энергетики до ядерной и физической безопасности, — и приводится информация о широком спектре баз данных МАГАТЭ, поддерживающих работу ученых и политиков во всем мире.

Этот выпуск полон увлекательных историй. Наша деятельность осуществляется как на микро-, так и на макро-уровне: от сбора образцов вручную во льдах Антарктиды до использования искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения для анализа «больших данных».

На последующих страницах вы можете прочитать о боливийском ученом, который совершил шестидневный переход, чтобы установить технические инструменты на леднике в Непале — это позволит местным ученым собирать данные о таянии ледников и отслеживать потенциальное воздействие этих процессов на почву и водные ресурсы страны. Или же вы можете узнать о том, как база данных МАГАТЭ помогла немецким службам безопасности организовать защиту стадионов в десяти немецких городах, принимавших чемпионат УЕФА по футболу «Евро-2024».

Данные закладывают фундамент для основанных на доказательствах подходов, а страны полагаются на данные, аналитические инструменты и поддержку МАГАТЭ при планировании своих дальнейших шагов. Например, Республика Малави опиралась на данные и результаты анализа МАГАТЭ, а также поддержку по линии инициативы «Лучи надежды» для планирования и строительства первого в стране государственного центра по лечению рака. Эстония использовала инструмент

Агентства для анализа энергетических систем, чтобы разработать модель, описывающую пути достижения чистого нулевого уровня выбросов.

Данные имеют решающее значение для научных открытий. Чтобы ускорить переход от экспериментальных работ к промышленному освоению в термоядерной области, МАГАТЭ собирает данные и обменивается ими на всех этапах исследований и разработок — от физики процессов термоядерного синтеза до проектирования и эксплуатации соответствующих установок.

В этом выпуске Бюллетеня МАГАТЭ рассказывается также о том, как искусственный интеллект и машинное обучение помогают ускорить исследования и аналитические расчеты, способствуя расширению знаний и ускоряя прогресс. Например, флагманская инициатива МАГАТЭ «Комплексные действия по борьбе с зоонозными заболеваниями» (ЗОДИАК) предусматривает использование ИИ и машинного обучения для выявления паттернов, которые характерны для зоонозных респираторных заболеваний, передающихся от животных к человеку, чтобы обнаруживать появление новых вариантов, способных вызвать пандемию.

ИИ быстро становится важным инструментом для науки и промышленности, и ядерный сектор не является исключением. В этом контексте ядерная энергетика может сыграть важную роль, учитывая, что искусственный интеллект постепенно занимает центральное место в нашей жизни. В 2022 году центры обработки данных, обеспечивающие работу ИИ, по всему миру потребляли около 460 тераватт-часов (ТВт·ч) энергии; это примерно столько, сколько нужно для обеспечения Франции электроэнергией в течение года. В декабре МАГАТЭ проведет международный симпозиум, на котором будет обсуждаться, как ядерная энергетика может удовлетворить растущий спрос на электроэнергию со стороны центров обработки данных, а также какую пользу ИИ может принести ядерной энергетике.

Данные являются особым ресурсом, потому что они стимулируют человеческую изобретательность. Поощряя международное сотрудничество во всем, что касается сбора и использования данных, МАГАТЭ способствует расширению знаний, которые помогают нам решать общие проблемы и строить лучшее будущее для всех.





1 Ядерные данные как стимул для человеческой изобретательности и глобального прогресса



4 От Анд до Гималаев

Как отступление ледников влияет на почву и воду



6 Использование больших данных для предотвращения пандемий

Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК

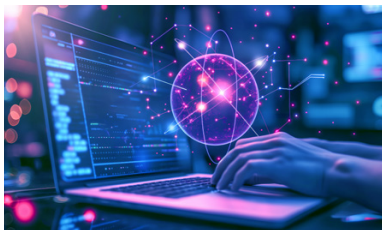


8 Как благодаря сбору данных Малави создала первый государственный центр лучевой терапии



10 Отслеживание микропластика во льдах

Собираемые учеными в Антарктике данные имеют важнейшее значение для сохранения экосистемы океана



14 Базы данных МАГАТЭ

Богатство знаний о ядерной науке у вас под рукой



18 Основные сведения о выбросах радиоактивных веществ

Ученые совершенствуют методы мониторинга окружающей среды с помощью базы данных МАГАТЭ



20 Путь к экологически чистой энергии

Научный прогресс в области термоядерного синтеза



22 Данные как двигатель прогресса

Информационная система МАГАТЭ по энергетическим реакторам



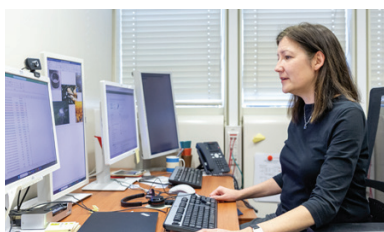
24 Планирование перехода к экологически чистой энергии

Модель устойчивого будущего Эстонии



26 Использование данных в поддержку мер физической ядерной безопасности

База данных МАГАТЭ по инцидентам и незаконному обороту



28 Один день из жизни аналитика МАГАТЭ по ядерной торговле

СЕГОДНЯ В МАГАТЭ

30 Новости

32 Публикации

От Анд до Гималаев:

как отступление ледников влияет на почву и воду

Эмма Миджли

В конце ноября после шестидневного перехода через замерзшие Гималаи боливийский ученый Эдсон Рамирес достиг ледника Яла в Непале, где аккуратно установил на место зонд с детектором нейтронов космического излучения (CRNS). После монтажа зонд по спутнику начал передавать информацию, предоставляя точные данные о накоплении снега на леднике в режиме реального времени.

На санскрите слово «Гималаи» означает «обитель снегов». Однако по мере ускорения глобального потепления ледники этого обширного горного массива Центральной Азии начинают таять, ослабевать, разрушаться и исчезать в беспрецедентном темпе.

Принцип действия зондов CRNS основан на измерении потока нейтронов у поверхности почвы, а также на большой площади, благодаря чему ученые могут проводить точные измерения уровня влажности снега и почвы. Такие данные могут использоваться для того, чтобы узнать, накапливается ли на ледниках достаточно снега, который не растает в теплое время года, а также высыхают ли водно-болотные угодья. Благодаря инновационным НИОКР, которые МАГАТЭ проводит по линии Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия и сельского хозяйства (Совместного центра ФАО/МАГАТЭ), было оказано содействие в разработке таких зондов с детекторами нейтронов, благодаря чему ученые могут использовать данный инструмент для повышения готовности к чрезвычайным ситуациям, вызванным изменением климата.

До установки зонда CRNS на леднике Яла ученые в Непале полагались на ежемесячные либо ежегодные показатели для изучения изменения состояния ледника, однако теперь они регулярно получают обновленную информацию о последних изменениях в накоплении снега. Регулярное и последовательное получение таких данных может способствовать формированию стратегий и политики, которые в будущем помогут стране адаптироваться к нехватке водных ресурсов.

Рамирес, гляциолог из Университета Сан-Андрес в Боливии, прошел подготовку по использованию данных CRNS в рамках программы технического сотрудничества (ТС) МАГАТЭ, которая является частью реализуемых в течение десятилетия проектов МАГАТЭ по созданию потенциала стран в области оценки последствий изменения климата в ледниковых и приполярных регионах с использованием ядерных методов. «Благодаря поездке в Непал я смог поделиться опытом с учеными из других регионов, — рассказывает Рамирес. — Прибор CRNS поможет ученым лучше понять, как ледник меняется с

течением времени и как потенциально он воздействует на почву и водные ресурсы».

Исчезновение снега и льда в Непале грозит серьезными последствиями. Миллионы людей зависят от воды, которая поступает в результате таяния ледников или снега. Когда эти источники воды пересыхают, заброшенными оказываются целые деревни. По мере исчезновения ледников существует также риск потери устойчивости почв, в результате чего возникают эрозия и оползни и становится невозможным ведение сельского хозяйства.

До поездки в Непал Рамирес в сотрудничестве с МАГАТЭ помогал установить самый высоко расположенный прибор CRNS в мире, чтобы измерять накопление снега и его водного эквивалента на горной вершине Уайна-Потоси в Боливии на высоте 4500 метров над уровнем моря, где население также испытывает нехватку воды из-за исчезновения ледников. В границах того же водораздела другой прибор CRNS отслеживает влажность почвы в высокогорных водно-болотных угодьях. Эти водоразделы представляют собой важнейшие углеродные резервуары, играющие ключевую роль в обеспечении регионального водоснабжения, и поэтому они особенно уязвимы перед лицом изменения климата.

Работая в высокогорных и приполярных регионах, таких как Антарктика и Арктика, эксперты МАГАТЭ также обучают местных ученых использованию изотопного анализа и вспомогательных методов для хронологической реконструкции воздействия изменения климата в этих регионах на протяжении тысячелетий. По химическим и изотопным «отпечаткам пальцев» можно определить, как таяние ледников влияло на движение и качество почвы, и благодаря этим данным страны могут подготовиться к ситуации в будущем.

«Изучая исторические закономерности, мы должны понять, какие движущие факторы лежат в основе изменения климата и его воздействия на почвенные и водные ресурсы, — рассказывает Герд Деркон, руководитель Секции рационального использования почвенных и водных ресурсов и питания сельскохозяйственных культур Совместного центра ФАО/МАГАТЭ. — Приведет ли изменение климата к образованию петли обратной связи из-за ускорения глобального потепления, то есть, например, снизится ли отражательная способность поверхности вследствие уменьшения снежного и ледяного покрова? Изучая прошлое, мы можем лучше понять будущее».

МАГАТЭ реализует ряд проектов, связанных с изменением климата в приполярных и высокогорных регионах. На сегодняшний день подготовку в рамках

этих проектов прошли ученые из 14 стран. Эти ученые наряду с экспертами МАГАТЭ входят в состав группы, которая приняла участие в 15 научных экспедициях по всему миру. Такие возможности для обучения и участия в экспедициях — от острова Кинг-Джордж в Антарктике до норвежского архипелага Шпицберген в Арктике, от Анд до восточного Тибетского нагорья — являются яркими примерами сотрудничества по линии Юг — Юг и трехстороннего сотрудничества в действии, то есть ключевого механизма реализации программы ТС.

Важным результатом этих экспедиций стало создание международной сети мониторинга, при этом МАГАТЭ была создана профильная платформа электронного обучения, позволяющая пройти обучение и подготовку в области хранения, обмена и визуализации данных. Благодаря работе сети удалось выявить ранее неизвестные процессы перераспределения органического углерода в почве и осадочных породах, а также глубже понять характер воздействия изменения климата на части света, покрытые льдом (известные как «криосфера»).

Почти два миллиарда человек — четверть населения планеты — живут в районах, где запасы воды обеспечиваются за счет ледников и сезонного таяния

снегов. Изменение климата уже сказывается на обеспеченности водными ресурсами и продовольственной безопасности, представляя собой потенциальную угрозу некоторым наиболее хрупким экосистемам мира. Это свидетельствует о важности получения точных данных в режиме реального времени, которые помогут человечеству приспособиться к жизни в условиях потепления.

«Зонд с источником нейтронов космического излучения поможет ученым лучше понять, как ледник меняется с течением времени и как потенциально он воздействует на почву и водные ресурсы».

— Эдсон Рамирес, гляциолог из Университета Сан-Андрес в Боливии, позирует на фоне недавно установленного зонда CRNS на леднике Яла, Непал.

(Фото: Трибхуванский университет, Непал)



Использование больших данных для предотвращения пандемий:

Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК

Энрике Эстрада Лобато и Мэри Элбон

Ежегодно около 2,6 млрд человек страдают от зоонозных заболеваний — болезней, источником которых являются животные. Для предотвращения пандемий важно обнаруживать такие заболевания и определять их характеристики до того, как произойдет их вспышка, или на ранней стадии.

В рамках инициативы МАГАТЭ «Комплексные действия по борьбе с зоонозными заболеваниями» (ЗОДИАК), реализация которой началась в 2020 году, Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК создаст защищенное хранилище результатов медицинской визуализации, благодаря которому Агентство сможет способствовать развитию международного сотрудничества в области анализа крупномасштабных наборов данных, касающихся характерных при тех или иных заболеваниях паттернов. Результаты такого анализа будут использоваться для раннего обнаружения заболеваний, имеющих пандемический потенциал.

Обсерватория будет применять искусственный интеллект (ИИ), включая технологии машинного и глубокого обучения, для выявления паттернов респираторных заболеваний — таких как ближневосточный респираторный синдром (БВРС), тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС), COVID-19 и пневмония — и обнаружения новых вариантов.

«Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК МАГАТЭ будет играть важную роль в выявлении новых инфекционных заболеваний по всему миру, мониторинге их распространения и содействии быстрой разработке моделей искусственного интеллекта в поддержку лечения, — считает профессор Георг Лангс, руководитель исследовательской лаборатории вычислительной визуализации Венского медицинского университета, одной из основных лабораторий в рамках проекта. — Благодаря сотрудничеству с исследовательскими институтами по всему миру Обсерватория сможет проанализировать гораздо более обширные и демографически разнообразные наборы данных о респираторных заболеваниях, чем это было сделано в рамках предыдущих исследований».

Медицинская визуализация и большие данные

Огромное значение для диагностики и мониторинга инфекционных заболеваний имеет медицинская визуализация. Однако провести анализ изображений может быть затруднительно из-за их сложности.

Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК будет использовать радиомику — метод извлечения крупномасштабных наборов данных визуализации, или больших данных, полученных в ходе исследований с использованием медицинской визуализации. В радиомике используются алгоритмы определения характеристик данных для получения выводов о заболеваниях, что повышает точность диагностики и помогает планировать индивидуальное лечение.

Дополнять радиомику может ИИ, выявляя в больших объемах данных характерные для тех или иных заболеваний паттерны и аномалии. Эти методы могут быть также использованы для выявления закономерностей развития новых заболеваний, что поможет предотвратить вспышки новых болезней, перерастающие в пандемии.

Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК будет использовать радиомику — метод извлечения крупномасштабных наборов данных визуализации, или больших данных, полученных в ходе исследований с использованием медицинской визуализации.



Отсканируйте код, чтобы узнать больше

Профессор Георг Лангс из Венского медицинского университета показывает, как алгоритмы искусственного интеллекта могут быть использованы для анализа изображений легких, полученных при помощи компьютерной томографии (КТ).



(фото: Венский медицинский университет)



Молодые врачи из Национального института рака Мексики анализируют выявляемые при радиологическом исследовании паттерны на снимках КТ пациента с COVID-19.

Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК

В первые два года работы Обсерватория создаст хранилище результатов медицинской визуализации и будет использовать его для разработки и валидации алгоритмов анализа данных визуализации. Обсерватория оценит исследования, выполненные 20 научными учреждениями по всему миру, и предоставит исследовательским группам возможность изучить эту область и разработать новые методы с использованием ИИ. Система Обсерватории по наблюдению за возникающими болезнями на основе искусственного интеллекта будет функционировать автоматически, подавая сигнал тревоги в случае выявления алгоритмами новых паттернов. Это позволит быстро сопоставлять и оценивать поступающие данные, чтобы следить за появлением новых заболеваний, которые могут перерасти в пандемию, а также своевременно принимать меры реагирования.

Кроме того, в случае с новыми инфекционными респираторными заболеваниями Обсерватория будет анализировать демографические показатели. Определяя характеристики заболевания и его специфические проявления при помощи медицинской визуализации, Обсерватория облегчает выявление тех или иных клинических различий в развитии осложнений заболевания в зависимости от таких факторов, как возраст, пол, раса, этническая принадлежность, географический регион и ранее имевшиеся болезни.

Созданная в рамках проекта координированных исследований МАГАТЭ Обсерватория фенотипов респираторных заболеваний ЗОДИАК получает поддержку от многих партнеров, которые предоставляют ресурсы и инструменты сообразно сфере своей компетенции.

Для поддержки Обсерватории компания «Amazon Web Services» (AWS), один из ведущих спонсоров проекта, в рамках своей инициативы «AWS Grand Challenges» выделила грант на создание облачного сервера.

«Мы считаем это важным вложением в дело профилактики болезней для защиты здоровья людей во всем

мире, — рассказывает Крис Расс, старший архитектор решений в AWS. — При помощи облачных технологий Обсерватория ЗОДИАК МАГАТЭ может в режиме реального времени выявлять признаки начала пандемии и предупреждать правительства о необходимости принятия мер».

В дополнение к гранту AWS взносы в пользу Обсерватории в натуральной форме включают услуги по управлению базой данных и ее компонентами (медицинский центр при Университете им. св. Радбода), курированию данных для серверной части и поддержке веб-интерфейса (Институт цифровой медицины Фраунгофера); разработку технологий ИИ для выявления закономерностей заболеваемости при поддержке компании «contextflow GmbH», а также обмен научными и медицинскими знаниями (Венский медицинский университет). В число участвующих исследовательских учреждений входят больницы в 19 странах. Кроме того, проекту оказывает поддержку Республика Корея.

«Обсерватория ЗОДИАК имеет глобальный охват, поэтому мы рассчитываем на сотрудничество и поддержку со стороны партнеров в области науки и промышленности по всему миру, — рассказывает Наджат Мохтар, заместитель Генерального директора МАГАТЭ и руководитель Департамента ядерных наук и применений. — Совместная работа, обмен данными и опытом позволят нам укреплять потенциал стран с целью быстрее и эффективнее реагировать на новые заболевания и не допускать, чтобы они перерастали в новые пандемии».



Инициатива МАГАТЭ ЗОДИАК укрепит готовность и возможности стран по оперативному обнаружению вспышек зоонозных заболеваний и реагированию на них.



Отсканируйте код, чтобы узнать больше

Как благодаря сбору данных Малави создала первый государственный центр лучевой терапии

Эллен Свэйби-Ван де Борн и Феликс Омония Ванджала

Малави заканчивает последние приготовления перед открытием нового государственного центра лучевой терапии в Лилонгве и впервые в своей истории готовится проводить диагностику и лечение онкологических пациентов непосредственно в стране.

«Открытие этого медицинского центра знаменует начало новой эры для моей страны, — говорит Сандерсон Куйели, заместитель директора по планированию управления инфраструктурой здравоохранения министерства здравоохранения Малави. — Больше нет необходимости направлять онкологических пациентов на лечение за границу. Мы можем заботиться о них прямо здесь, ближе к их семьям».

Новый центр лучевой терапии, который планируется открыть к концу года, придерживается в своей работе доказательного подхода и опирается на опыт и поддержку со стороны МАГАТЭ.

Это знаменательное достижение Малави во многом стало возможным благодаря тщательному сбору данных, твердой приверженности делу со стороны министерства здравоохранения, а также содействию со стороны МАГАТЭ и его партнеров. На основе доказательного подхода Малави удалось разработать стратегическое предложение по финансированию и, как следствие, в 2018 году получить заем от Фонда международного развития ОПЕК.

«Все началось в 2012 году с экспертизы имПАКТ, — рассказывает директор Отдела Африки МАГАТЭ Шаукат Абдулразак. — По итогам той первой миссии по установлению фактов, которую совместно провели МАГАТЭ, Всемирная организация здравоохранения и Международное агентство по изучению рака, Малави был предоставлен базовый анализ ситуации и ряд рекомендаций в отношении планирования борьбы с онкологическими заболеваниями и выделения ресурсов на различные мероприятия по всему спектру этой деятельности — от профилактики до паллиативной помощи».

«На протяжении более 65 лет специалисты МАГАТЭ по здоровью человека получают данные об уровне

ДИРАК

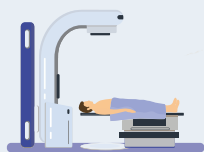
представляет собой наиболее полную базу данных о радиотерапевтических ресурсах в мире.



Отсканируйте код, чтобы узнать больше

Доступность услуг в области лучевой терапии в мире

Доступность аппаратов лучевой терапии из расчета на количество онкологических больных*



Допущения

- В лучевой терапии нуждаются 50% онкологических пациентов.
- Ежегодно один аппарат лучевой терапии может обеспечить лечение 500 больных.

Охват услуг в области лучевой терапии (%)

Свыше 100 %	26 %–50 %
76 %–100 %	0 %–25 %
51 %–75 %	0 %
	Нет данных

*Источники:

База данных по заболеваемости раком Globocan за 2022 год; Доступность аппаратов лучевой терапии: данные ДИРАК по состоянию на октябрь 2024 года, а также экспертиз имПАКТ

Использование тех или иных названий стран или территорий не выражает какого-либо суждения со стороны МАГАТЭ относительно правового статуса таких стран или территорий, их компетентных органов и учреждений, либо относительно определения их границ.



В новом центре Малави имеется:

- 4 бункера для лучевой терапии
- 2 бункера для брахитерапии
- 2 линейных ускорителя
- 1 установка на кобальте-60
- 1 тренажер для компьютерной томографии
- 1 кабинет брахитерапии

(Фото: М. Кумвембе/Центральная больница Камузу, Лилонгве)

доступа к лучевой терапии, используя Справочник по радиотерапевтическим центрам (ДИРАК), — рассказывает директор Отдела здоровья человека МАГАТЭ Мэй Абдель Вахаб. — Они также помогают странам в создании и расширении потенциала по использованию ионизирующего излучения для безопасного и эффективного решения насущных задач в области здравоохранения. Широкая поддержка Малави со стороны МАГАТЭ является примером эффективной помощи, которую наши специалисты оказывают благодаря своему экспертному опыту, и эта помощь теперь предоставляется в рамках инициативы МАГАТЭ «Лучи надежды», направленной на расширение доступа к лечению рака во всем мире».

На основании собранных данных МАГАТЭ в рамках своей программы в области здоровья человека оказало техническую поддержку при строительстве центра лучевой терапии. Она охватывала все этапы — от проектирования бункера до определения технических требований к оборудованию, закупок и координации работы с поставщиками с целью обеспечить своевременную установку и ввод оборудования в эксплуатацию.

В новом центре Малави предусмотрены 4 бункера для лучевой терапии и 2 бункера для брахитерапии. Первоначально там будут функционировать 2 линейных ускорителя, установка на кобальте-60, тренажер для компьютерной томографии и кабинет брахитерапии. МАГАТЭ подготовило также более 20 профильных медицинских работников и сотрудников регулирующего органа по атомной энергии, ответственных за инспектирование и лицензирование нового центра лучевой терапии.

«Мы являем собой свидетельство тех мер, которые МАГАТЭ предпринимает в области подготовки молодых специалистов ядерной области, предоставления экспертных услуг и закупки оборудования для лучевой терапии, — заявила в 2023 году в ходе 67-й Генеральной конференции МАГАТЭ министр здравоохранения Малави Кхумбизе Кандодо Чипонда. — Как страна, мы очень

рады тому, что совсем скоро сможем проводить лечение онкологических пациентов у себя в Малави».

«МАГАТЭ помогает государствам-членам получить полное представление о своих возможностях и потребностях в области борьбы против рака, — говорит Лиза Стивенс, директор Отдела Программы действий по лечению рака МАГАТЭ. — Например, на карте доступности услуг в области лучевой терапии в мире, составленной МАГАТЭ на основе данных ДИРАК и других источников, сопоставляется наличие аппаратов для лучевой терапии во всех странах мира, где существует потребность в таком лечении, в котором нуждается половина всех больных раком взрослых».

«Подобные инструменты напоминают нам о проблеме неравного доступа к онкологической помощи, а также о том, что она в большей степени затрагивает пациентов в странах с низким и средним уровнем доходов, нежели чем в других местах нашей планеты», — отмечает Стивенс.

ДИРАК — это наиболее всеобъемлющая база данных по радиотерапевтическим ресурсам в мире, которая помогает странам принимать решения исходя из фактических данных с целью расширить доступ к онкологической помощи. Ее можно использовать для оценки существующей инфраструктуры лучевой терапии, планирования новых центров радиационной онкологии, а также анализа эффективности и качества услуг лучевой терапии. Данные обо всех аспектах борьбы против рака собираются в ходе экспертиз имПАКТ и представляют собой важнейшие сведения, необходимые для реализации инициативы «Лучи надежды», которая направлена на устранение пробелов в оказании онкологической помощи.

Для получения дополнительной информации о

IAEA
RAYS OF HOPE
CANCER CARE FOR ALL

и возможностях партнерства с МАГАТЭ отсканируйте QR-код



Отслеживание микропластика во льдах: собираемые учеными в Антарктике данные имеют важнейшее значение для сохранения экосистемы океана

Вольфганг Пикот

«Никакими словами не передать того впечатления, которое производит развернутая перед нашими глазами чудная панорама», — писал в своем дневнике во время экспедиции в Антарктику в январе 1911 года легендарный полярный исследователь Роберт Фалкон Скотт. Его мнение разделяют отправившиеся на седьмой континент в январе 2024 года специалисты МАГАТЭ Марк Метьян, Франсуа Оберхенсли и Карлос Алонсо. «Айсберги, постоянно меняющаяся погода, дикая природа — просто поразительно, как все эти условия сосуществуют в столь экстремальной среде», — рассказывает Метьян.

Более века назад взору Фалкона Скотта предстал ландшафт, прежде не тронутый человеком. Сегодня глобальное загрязнение окружающей среды затрагивает даже самые отдаленные регионы Земли — не является исключением и Антарктика. С целью узнать больше о проблеме загрязнения морской среды ученые снарядили первую исследовательскую экспедицию МАГАТЭ в Антарктику, чтобы исследовать наличие микропластика на белом континенте и вокруг него. В ходе путешествия, организованного Аргентинским институтом Антарктики, ученые проделали путь длиной более 15 000 километров от своего места службы — Лабораторий морской среды МАГАТЭ в Монако.

Сегодня глобальное загрязнение окружающей среды затрагивает даже самые отдаленные регионы Земли — не является исключением и Антарктика.

«Микропластик — это частицы пластика размером от одного микрона до пяти миллиметров. Тогда как

большинство исследований проводится с учетом более крупных фрагментов, мы делали упор на материалы чрезвычайно малых размеров от 20 микрон», — объясняет Оберхенсли, рассказывая об уникальном подходе миссии к обнаружению беспрецедентно малых по своим размерам частиц загрязнений.

Передвигаясь на вертолете, военном грузовом самолете и ледоколе, ученые провели отбор проб в 22 различных местах нахождения. Образцы включали как морскую воду и отложения, так и помет пингвинов и морские организмы.

Отбирать пробы — задача не из легких. Ученые работали при температуре до -25 градусов по Цельсию и испытывали на себе порывы ветра до 160 километров в час. И хотя для исследователей это были сложнейшие условия, местных диких животных они, казалось, совсем не волновали.

«Одну из остановок мы делали на базе Эсперанса, которая располагается в самом центре колонии пингвинов», — рассказывает Оберхенсли. — Открываете дверь, а на вас смотрят пингвины. Из-за ледяного шторма мы практически не могли перемещаться, а пингвины просто пришли и спокойно ушли — охотиться за рыбой и кормить своих птенцов. Это было невероятно».

Исследования и создание потенциала для решения одной из самых насущных мировых проблем

Экспедиция в Антарктику состоялась по линии флагманской Инициативы МАГАТЭ по использованию



ядерных технологий для борьбы с загрязнением пластиком («НУТЕК пластик»). Одним из важнейших направлений деятельности в рамках инициативы «НУТЕК пластик» является мониторинг морской среды, поскольку именно в океане в конечном счете оказывается большая часть пластиковых отходов. «НУТЕК пластик» сотрудничает также со странами с целью устранить первопричину этой проблемы путем создания инновационных технологий для совершенствования переработки пластика.

«НУТЕК пластик» оказывает содействие при проведении морских исследований, предоставляя лабораториям по всему миру оборудование для отбора проб морской воды и обучая исследователей работе с ним. Эта инициатива облегчает обмен данными о загрязнении океана микропластиком, а также передовыми наработками в области сбора и анализа данных с использованием ядерных и изотопных методов.

Организованная в рамках проекта технического сотрудничества в Аргентине экспедиция в Антарктику представляла собой также миссию по созданию потенциала. Ученые МАГАТЭ провели подготовку аргентинских исследователей, поделившись опытом использования ядерных и изотопных методов для анализа микропластика. «Одной из наших главных задач является передача знаний», — говорит Алонсо, отмечая, что в будущем в рамках инициативы «НУТЕК пластик» такое же передовое оборудование получат исследовательские группы из Аргентины и других стран.

После состоявшегося в 2022 году визита Генерального директора МАГАТЭ Рафаэля Мариано Гросси МАГАТЭ оказывает содействие ученым Аргентинского института Антарктики в их текущем изучении загрязнения морской среды в форме подготовки кадров, поставки аналитического оборудования и в рамках стипендиальной программы по линии технического сотрудничества в Лабораториях морской среды МАГАТЭ.

«Содействие МАГАТЭ имеет важное значение для научного развития Аргентины, — говорит представитель Национального совета по научным и техническим исследованиям Аргентины Франк Шнайдер. — Применяемый им подход на основе анализа многочисленных и разнообразных образцов с использованием ядерной технологии, которая в настоящее время еще не получила широкого распространения в Аргентине, дает более полное представление о воздействии микропластика на морскую среду нашей страны и наших антарктических баз». Шнайдер рассчитывает на то, что это совместное исследование положит начало постоянному сотрудничеству, которое расширит научный потенциал Аргентины. Он говорит: «Безусловно, чем больше данных по всему миру будет в нашем распоряжении, особенно по таким отдаленным и уязвимым районам, как антарктические моря, тем эффективнее будут наши меры по сдерживанию и решению проблемы подобного загрязнения».

Ядерные технологии играют важнейшую роль в исследованиях микропластика. Анализ частиц столь малого размера представляет собой технически сложную задачу. При помощи таких методов, как колебательная спектроскопия, ученые могут определять характеристики

IAEA
NUTEC
PLASTICS

облегчает обмен данными о загрязнении океана микропластиком, а также передовыми наработками в области сбора и анализа данных с использованием ядерных и изотопных методов.



Отсканируйте код, чтобы узнать больше

Для оценки скорости и характера разложения пластика ученые МАГАТЭ подвергают его воздействию антарктической морской воды.

(Фото: Аргентинский институт Антарктики)



Ученые Метьян, Оберхенсли и Алонсо на аргентинской исследовательской станции «Эсперанса».
(Фото: МАГАТЭ)



Ученые Метьян и Оберхенсли берут пробы антарктического пляжного песка недалеко от аргентинской исследовательской станции «Карлини».
(Фото: Аргентинский институт Антарктики)



разных видов пластика и по возможности выяснять их происхождение. Эта информация имеет решающее значение для разработки адресных стратегий по смягчению последствий загрязнения.

«Определив типы полимеров, мы получаем ориентиры в отношении источника загрязнения, — объясняет Оберхенсли. — Так, полиэтилентерефталат, или ПЭТФ, обычно используется для изготовления упаковки, например бутылок для воды, а полиамид может присутствовать в текстильных волокнах».

Исследователи МАГАТЭ заручились решительной поддержкой со стороны международного сообщества специалистов по Антарктике. Там, где деятельность человека — лишь пятнышко на бескрайнем пейзаже моря и льда и где погода может меняться ежечасно, люди становятся ближе и помогают друг другу.

«Миссия была организована при любезном содействии Аргентины, при этом мы посетили чилийскую базу и уругвайскую базу, — рассказывает Метьян. — Мы познакомились с полярными исследователями со всего мира, и везде нас тепло встретили».

Небольшие, но важные частицы: предварительные результаты

Вернувшись в Монако, Оберхенсли, Метьян и Алонсо растворили образцы моллюсков, рыбы, помета пингвинов и другие пробы с помощью сложного процесса, включающего использование ядерных и радиологических методов, который при этом не воздействует на микропластик. Это позволило определить типы и происхождение обнаруженного в них микропластика — то есть получить важнейшую информацию для разработки эффективной политики по борьбе с загрязнением во всем мире.

Предварительные результаты вызывают тревогу: каждый изученный образец содержал микропластик, включая политетрафторэтилен (ПТФЭ), поливинилхлорид (ПВХ), полипропилен и ПЭТФ. Эти выводы указывают на глобальный характер загрязнения пластиком, которое охватывает даже прежде считавшуюся нетронутой природу.

Особенно важно, пожалуй, то, что в исследовании подчеркивается потенциальная экологическая опасность микропластика. Мелкие частицы такого размера могут проникать сквозь клеточные мембраны организмов, потенциально оказывая биологическое воздействие, которое до конца еще не изучено. «Чрезвычайно малый размер частиц микропластика означает, что они могут попадать в организм так, как не может более крупный пластик», — объясняет Оберхенсли.

Эти данные будут распространены по различным каналам, включая Программу Организации Объединенных Наций по окружающей среде и Глобальное партнерство для борьбы с загрязнением пластмассами и морским мусором. Благодаря этому полученные результаты внесут вклад в растущее во всем мире понимание проблемы загрязнения морской среды пластиком.

С учетом того, что МАГАТЭ продолжает расширять рамки инициативы «НУТЕК пластикс», миссия в Антарктику представляет собой важнейший шаг в области мониторинга и решения проблемы глобального загрязнения пластиком. Это исследование не только предоставляет научные данные, но и служит убедительным напоминанием о том воздействии, которое человек оказывает даже на самые отдаленные уголки нашей планеты.

(Фото: М.Метьян/МАГАТЭ)



БАЗЫ ДАННЫХ МАГАТЭ:

богатство знаний о ядерной науке у вас под рукой

В основе деятельности МАГАТЭ лежат данные из самых разных областей — от сельского хозяйства и окружающей среды до здравоохранения и питания, энергетики, ядерной и физической безопасности и многих других. Ниже приводится выборка баз данных МАГАТЭ, которые используются в поддержку деятельности директивных органов, ученых и других экспертов по всему миру.



СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

■ ГЛОБАЛЬНАЯ СЕТЬ «ИЗОТОПЫ В ОСАДКАХ»

Созданная в 1960 году Глобальная сеть «Изотопы в осадках» (ГСИО) предоставляет ученым подробную информацию о происхождении проб воды со всего мира, помогая им тщательнее изучить гидрологический цикл в мировом и региональном масштабах. ГСИО позволяет ученым исследовать изменения в характере атмосферных осадков, механизмы перехода сильных осадков в систему грунтовых вод, а также влияние меняющегося в мировом масштабе характера осадков на региональные водные ресурсы. Это, в свою очередь, помогает представителям директивных органов организовать более эффективное управление водными ресурсами.



Дополнительная информация о ГСИО



■ БАЗА ДАННЫХ ФАО/МАГАТЭ ПО МУТАНТНЫМ СОРТАМ

Получение более здоровых, полезных и устойчивых сельскохозяйственных культур позволяет укрепить продовольственную безопасность и способствовать развитию. Мутационная селекция растений представляет собой экологически чистый процесс с применением облучения для ускорения естественного процесса спонтанных генетических изменений, благодаря чему можно выводить новые сорта растений с повышенной урожайностью, устойчивостью к болезням, вредителям и последствиям изменения климата, а также с меньшими сроками вызревания. База данных ФАО/МАГАТЭ по мутантным сортам фиксирует новые сорта основных сельскохозяйственных культур от хлопка до кукурузы, томатов и сои, а также более 200 других культур. Сейчас база включает в себя более 3400 культур из 78 стран.



Дополнительная информация о
мутационной селекции сельскохозяйственных культур





ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ПИТАНИЕ

■ БАЗА ДАННЫХ О ПОТРЕБЛЕНИИ ГРУДНОГО МОЛОКА

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, исключительно грудное вскармливание детей в первые шесть месяцев жизни положительно сказывается на их росте, развитии и состоянии здоровья. База данных МАГАТЭ о потреблении грудного молока включает данные исследований с применением неинвазивного изотопного метода для определения количества грудного молока, потребляемого младенцами. База данных объединяет и приводит в соответствие исследования со всего мира, предоставляя ученым доступ к ценным знаниям о практике грудного вскармливания и способствуя ее популяризации.



Дополнительная информация

■ БАЗА ДАННЫХ ПО ПРОБАМ ВОДЫ С ДВОЙНОЙ МЕТКОЙ

Уровень энергозатрат измеряется с целью определить количество калорий, необходимых для функционирования организма человека. В Базе данных МАГАТЭ по пробам воды с двойной меткой приведены результаты таких измерений, полученных по итогам проводившихся по всему миру исследований с применением метода проб воды с двойной меткой — эталонного неинвазивного метода для измерения энергозатрат в нормальных, повседневных условиях. Являясь в равной степени ценным ресурсом для ученых и сотрудников директивных органов, эта база данных помогла переосмыслить процесс энергетического метаболизма человека и позволяет специалистам в области питания точнее оценивать энергетические потребности организма.



Дополнительная информация

■ БАЗА ДАННЫХ АГЕНТСТВА ПО КОМПОЗИЦИОННОМУ СОСТАВУ ТЕЛА

База данных МАГАТЭ по композиционному составу тела создана для содействия странам в разработке более эффективной политики в области здравоохранения, направленной на борьбу с растущими проблемами, связанными с неполноценным питанием и ожирением. В базе приведены собранные с применением ядерных методов во всех регионах и возрастных группах данные о соотношении жировой ткани и сухой массы в теле человека. Эти данные помогут лучше изучить проблему неполноценного питания, ожирения и факторы, оказывающие влияние на композиционный состав тела, а также разработать стратегии питания для борьбы с подобными проблемами и их профилактики.



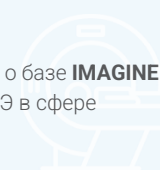
Дополнительная информация

■ ГЛОБАЛЬНАЯ БАЗА ДАННЫХ ПО РЕСУРСАМ МЕДИЦИНСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ (IMAGINE)

Медицинская визуализация и ядерная медицина имеют первоочередное значение для диагностики и лечения рака, болезней сердца и инфекционных заболеваний, например туберкулеза, и множества других. Однако вместе с тем сохраняются обширные пробелы в отношении доступа к этим важнейшим инструментам. База данных IMAGINE предоставляет подробные данные о ресурсах медицинской визуализации и ядерной медицины, имеющихся в более чем 190 странах и территориях. Эти данные необходимы при стратегическом планировании для улучшения результатов лечения, особенно в странах с низким и средним уровнем доходов.



Дополнительная информация о базе IMAGINE и других базах данных МАГАТЭ в сфере здравоохранения



МИР ЯДЕРНЫХ ЗНАНИЙ

В разработанной Агентством Международной системе ядерной информации (ИНИС) хранится одно из крупнейших в мире собраний публикаций, посвященных использованию ядерной науки и технологий в мирных целях с соблюдением требований ядерной и физической безопасности.

В ИНИС приводятся библиографические ссылки и полные тексты информационных материалов из числа общедоступной и труднодоступной литературы, в том числе материалы научных и технических отчетов, конференций, патентов и дипломных работ. Система охватывает все сферы деятельности МАГАТЭ, включая ядерную технику и технологию, ядерную безопасность и радиационную защиту, сферу гарантий и нераспространения ядерного оружия, применение ядерных и изотопных методов, ядерную физику и физику высоких энергий, ядерную и радиационную химию, ядерные применения в области естественных наук, экологические и экономические аспекты использования ядерных и неядерных источников энергии и правовые аспекты.

ИНИС была создана в 1970 году и работает под совместным контролем МАГАТЭ и представителями более 130 стран. Система ИНИС создает условия для создания и расширения государствами-членами собственного потенциала в области ядерной информации в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ, курсов электронного обучения и обучающих мероприятий по всем аспектам работы ИНИС.



Дополнительная информация о

ИНИС



ЭНЕРГЕТИКА

■ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ РЕАКТОРАМ

Информационная система по усовершенствованным реакторам (ARIS) предоставляет странам выверенную, исчерпывающую и актуальную информацию об усовершенствованных конструкциях и концепциях ядерных энергетических реакторов, а также о важных тенденциях развития отрасли. В системе ARIS содержатся данные об энергетических реакторах всех типов и класса мощности, в том числе об инновационных концепциях реакторов, находящихся в разработке. Эта база данных является ценным ресурсом как для стран с действующими ядерно-энергетическими программами, так и для тех, которые рассматривают возможность сооружения своей первой атомной электростанции.



Дополнительная информация о **ARIS**

■ БАЗА ДАННЫХ ПО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ РЕАКТОРАМ

Более трети всех ядерных реакторов, находящихся в эксплуатации во всем мире, являются исследовательскими реакторами, которые служат источниками нейтронов для медицинских, промышленных и сельскохозяйственных применений и используются в рамках научно-исследовательской деятельности, обучения и подготовки кадров. База данных МАГАТЭ по исследовательским реакторам содержит технические данные о более чем 800 исследовательских реакторах в 71 стране.



Дополнительная информация об **исследовательских реакторах**

■ БАЗА ДАННЫХ «РАЗМЕЩЕНИЕ УРАНОВЫХ И ТОРИЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В МИРЕ»

База данных по урановым и ториевым месторождениям в мире (UDEPO) содержит информацию о геологических и технических характеристиках урановых и ториевых месторождений по всему миру и их географическом распределении. UDEPO предоставляет важнейшие сведения об образовании урановых руд, а также используется для оценки регионального ресурсного потенциала и соответствующих методов моделирования и оценки. Среди пользователей базы данных UDEPO — работающие в данной отрасли исследователи, представители директивных органов и общественности, а также лица, принимающие решения.



Дополнительная информация о **UDEPO**



ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ФИЗИЧЕСКАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

■ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИЕЙ ПО РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Система управления информацией по радиационной безопасности (RASIMS) МАГАТЭ предоставляет странам базу для сбора, просмотра и анализа информации, касающейся национальной инфраструктуры радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов. В системе представлена информация по всем основным аспектам, включая инфраструктуру нормативного регулирования, радиационную защиту персонала, радиационную защиту при медицинском облучении, радиационную защиту населения и окружающей среды, обучение и подготовку кадров в сфере радиационной защиты и безопасности и вопросы безопасности перевозки.



Дополнительная информация о роли **RASIMS** в обеспечении безопасности перевозки радиоактивных материалов

■ БАЗА ДАННЫХ О ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ ИППАС

Международные консультационные услуги по физической защите (ИППАС) помогают государствам-членам в усилении национальных режимов, систем и мер физической ядерной безопасности. Их задача состоит в обеспечении физической защиты ядерных и других радиоактивных материалов и связанных с ними установок и деятельности. Накопленная по итогам более 100 реализованных за последние 30 лет миссий ИППАС, База данных о положительной практике ИППАС в настоящий момент насчитывает более 530 примеров положительной практики по обеспечению безопасности соответствующих материалов, установок и деятельности.



Дополнительная информация об ИППАС

■ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПО ИНЦИДЕНТАМ НА ЯДЕРНЫХ УСТАНОВКАХ

МАГАТЭ курирует три самостоятельные информационные системы по инцидентам на ядерных установках, которые способствуют повышению безопасности атомных электростанций, установок топливного цикла и исследовательских реакторов. Эти информационные системы предназначены для сбора, анализа, хранения и распространения отчетов стран-участниц о событиях на ядерных установках, связанных с безопасностью. Таким образом ключевые участники имеют возможность обмениваться опытом эксплуатации и извлеченными уроками с представителями международного ядерного сообщества в интересах того, чтобы другие пользователи могли обращаться к этой информации для повышения безопасности собственных ядерных установок.



Получите представление об **информационных системах по инцидентам** в качестве пользователя

Основные сведения о выбросах радиоактивных веществ: ученые совершенствуют методы мониторинга окружающей среды с помощью базы данных МАГАТЭ

Джона Хелвиг

Радионуклиды представляют собой нестабильные химические элементы, которые при распаде испускают излучение, становясь более устойчивыми. Они регулярно встречаются в природе, а также могут быть созданы искусственно.

DIRATA

включает данные, поступающие из ядерных объектов во всех регионах

Отсканируйте код, чтобы узнать больше



В режиме нормальной эксплуатации атомной электростанции в атмосферу и поверхностные водные объекты — например, реки, озера и океаны — попадают очень малые количества радионуклидов. Уровень испускаемой радиации тщательно оценивается задолго до начала эксплуатации. Тип и количество радионуклидов, образующихся при

эксплуатации ядерных установок, зависит от конструкции реактора. При этом организации, эксплуатирующие АЭС, обязаны проводить оценку радиологического воздействия на окружающую среду для подтверждения того, что в результате выбросов доза радиации не превысит международно признанного предела безопасности в 1 миллизиверт (мЗв) на человека в год согласно нормам безопасности МАГАТЭ.

На самом деле уровень радиационного облучения населения от выбросов атомной электростанции намного ниже указанного предела. Эффективная доза радиационного облучения лиц, проживающих

вблизи атомной электростанции, в среднем составляет 0,0001 мЗв в год, что составляет ничтожно малую часть от утвержденного предела безопасности. Такая доза радиации аналогична той, что человек получает, съев банан, и намного ниже дозы, которую можно получить при десятичасовом полете на самолете. Тем не менее эксплуатирующие АЭС организации и регулирующие органы осуществляют мониторинг вблизи атомных электростанций для подтверждения того, что дозовые нагрузки вследствие выбросов остаются ниже безопасного предела.

Новое исследование группы ученых из Испании, которое было опубликовано в журнале *Heliyon*, где освещаются исследования в области науки, медицины и инженерии, предоставляет контролирующим организациям и регулирующим органам информацию о наилучшей практике мониторинга водных объектов вблизи атомных электростанций и особенно о концентрации радионуклидов в подземных водах, предназначенных не для потребления человеком, а, например, для полива.

Цель исследования состояла в определении наиболее распространенных радионуклидов, содержащихся в выбросах атомных электростанций, и в рекомендации практических методов испытаний для применения в лабораториях с целью контроля таких радионуклидов. Для доступа к комплексным данным о выбросах в окружающую среду ученые обращались к Базе данных МАГАТЭ по выбросам радионуклидов в атмосферу и водную среду (DIRATA), в которой содержатся данные, поступающие из ядерных объектов во всех регионах.

«Мы выбрали базу DIRATA как источник актуальных и надежных данных, — рассказывает Сусана Петиско-Ферреро, ведущий исследователь — доцент кафедры энергетики Университета Страны Басков. — Кроме того, она содержит данные со всего мира, что позволило сделать наше исследование более репрезентативным с учетом данных Северной, Южной Америки и стран Европейского союза».

Каждый год 25 стран (73% стран, эксплуатирующих атомные электростанции) добровольно предоставляют данные о выбросах, которые становятся доступны на портале DIRATA. Для стран-участниц DIRATA выполняет функцию платформы для прозрачной

Средний уровень облучения населения в разбивке по источникам излучения*



* Округленная оценка эффективной дозы на человека в год (среднемировое значение)

(Диаграмма: Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде)

передачи отчетных данных о весьма малых количествах радионуклидов, которые выбрасываются в режиме нормальной эксплуатации атомной электростанции и в процессе соответствующей деятельности.

Кроме того, в базе DIRATA имеются относящиеся к предыдущим периодам данные о выбросах, собранные Научным комитетом Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН), Европейской комиссией и другими международными и национальными организациями. Данные базы DIRATA могут использоваться представителями регулирующих органов, организаций, эксплуатирующих АЭС, и учеными для отслеживания текущих тенденций и совершенствования программ мониторинга.

Благодаря базе данных DIRATA испанским ученым удалось составить полный перечень наиболее распространенных радионуклидов, содержащихся в выбросах АЭС, таких как водород-3 и кальций-41. Ученые предложили доступные методы обнаружения радионуклидов в воде, которые могут применяться в стандартных лабораториях без специализированного оборудования. Также было рекомендовано изменить объем проб воды и выбрать соответствующие методики спектрометрического анализа для определения концентрации каждого типа радионуклидов в пробах воды. Ученые в том числе предложили актуализировать руководящие документы по мониторингу подземных вод вблизи атомных электростанций.

«Работа испанских исследователей является ярким примером того, как DIRATA может выступать в качестве средства информационного обеспечения научных исследований и помогать формировать политику по защите населения и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения, — рассказывает Анна Кларк, руководитель Секции безопасности отходов и окружающей среды МАГАТЭ. — Эта база данных служит ценным инструментом в руках ученых всего мира, который помогает им внести вклад в построение более безопасного будущего».



Путь к экологически чистой энергии: научный прогресс в области термоядерного синтеза

Мэри Элбон

Термоядерный синтез представляет собой перспективный источник экологически чистой энергии благодаря тому, что он не сопряжен с выбросами углекислого газа, безопасен по своей сути и дает возможность непрерывно обеспечивать себя топливом в неограниченном количестве. МАГАТЭ всегда содействовало научно-исследовательской деятельности в области термоядерного синтеза, организовав в 1961 году первую международную конференцию по энергии термоядерного синтеза. Недавние выдающиеся научные открытия в области термоядерного синтеза дали мощный толчок научно-исследовательской деятельности в государственном и частном секторах. В дополнение к

достигнутым успехам, МАГАТЭ содействует международному сотрудничеству и координации для устранения пробелов в области физики, технологии и нормативного регулирования термоядерного синтеза. Это осуществляется путем сбора и обмена данными для обоснования всех этапов исследований в области термоядерного синтеза: от научных основ процесса термоядерного синтеза до проектирования и эксплуатации станции.

«Технология термоядерного синтеза способна изменить производство энергии во всем мире до неузнаваемости, — считает директор Отдела ядерной энергетики МАГАТЭ Алин де Клуазо. — Применение энергии термоядерного синтеза в сочетании с усовершенствованными технологиями на основе деления ядер обеспечит переход к устойчивой, экологически чистой энергетике».

Научные данные для исследовательской деятельности в области термоядерного синтеза

Термоядерный синтез представляет собой реакцию слияния легких изотопов, образующих плазму — горячий заряженный газ с уникальными свойствами, непохожими на свойства твердых тел, жидкостей и газов. База данных МАГАТЭ **CollisionDB**, содержащая данные об атомных и молекулярных процессах, помогает совершенствовать подходы к управлению плазмой и ее диагностике, улучшая понимание происходящих в ней процессов столкновения.

Другие базы данных МАГАТЭ представляют ценность для эксплуатации и оптимизации работы экспериментальных установок и термоядерных установок в будущем. **База данных о взаимодействии плазмы со стенкой (pwIDB)** содержит данные о взаимодействиях с поверхностью внутренней стенки, а базы **CascadesDB** и **DeFecTdb** — о процессах, протекающих внутри стенки. В **Библиотеке оцененных ядерных данных для термоядерного синтеза (FENDL)** хранятся важнейшие для нейтронной физики сведения о ядерных реакциях, плазме и материалах, необходимые для оценки безопасности и образования отходов.

Прогресс на пути к получению полезной энергии при термоядерной реакции

Ученые и инженеры всего мира продолжают разрабатывать и испытывать новые материалы и технологии для получения полезной энергии в результате термоядерной реакции. При проведении экспериментов регулярно удается достичь условий, весьма близких к требуемым для термоядерной энергетической системы, однако для поддержания реакции и получения энергии в устойчивом режиме все еще необходимы усовершенствования. Государственные и частные компании, работающие в сфере термоядерной энергетики, стремительно движутся к достижению этой цели.

В **Информационной системе МАГАТЭ по термоядерным устройствам (FusDIS)** представлен глобальный обзор государственных или частных термоядерных установок, находящихся в эксплуатации, на стадии строительства или планирования, а также соответствующие технические и статистические данные. Система содержит полезные рекомендации по стратегиям и процессу принятия решений в области термоядерной энергетики, в том числе по налаживанию государственно-частного сотрудничества, и является ценным инструментом для определения направлений исследований. Система FusDIS доступна на **Портале МАГАТЭ по термоядерному синтезу** — информационном онлайн-ресурсе Агентства по термоядерной энергии.

Кроме того, на базе своей платформы **CONNECT** МАГАТЭ ведет работу над инициативой **FUSE** для оказания помощи компаниям — разработчикам технологий термоядерного

БАЗЫ ДАННЫХ МАГАТЭ

для НИОКР в области
термоядерной энергии

Отсканируйте код,
чтобы узнать больше



■ **CollisionDB**

■ **CascadesDB**

■ **DeFecTDB**

■ **pwIDB**



■ **FENDL**



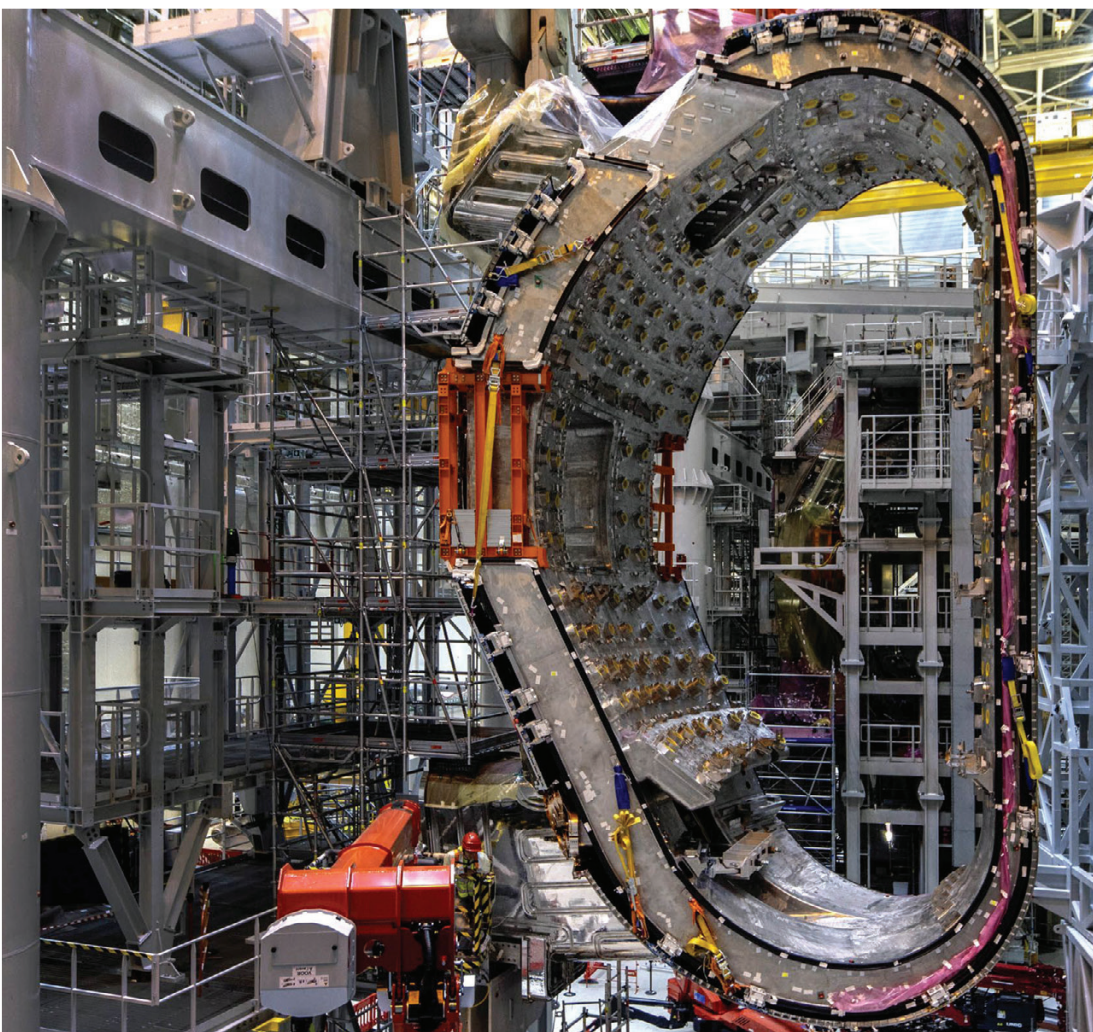
■ **FusDIS**



■ **Портал
МАГАТЭ
по термо-
ядерному
синтезу**



■ **ИИ для
термо-
ядерного
синтеза
(AI4F)**



ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ЭНЕРГИЯ ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА?

Термоядерный синтез — это процесс, в ходе которого два легких атомных ядра объединяются в одно более тяжелое ядро с высвобождением огромного количества энергии. Аналогичные процессы протекают внутри Солнца и других звезд. Чтобы создать условия для термоядерного синтеза на Земле, требуются температуры свыше 100 миллионов градусов по Цельсию, при этом необходимо также контролировать давление и магнитные силы для поддержания этого процесса в течение достаточно длительного времени, чтобы произвести полезную энергию.

В 2025 году продолжается сооружение термоядерного устройства ИТЭР, которое призвано доказать, что термоядерный синтез может стать крупномасштабным безуглеродным источником энергии.

синтеза при проектировании, производстве и строительстве термоядерных установок. Она будет включать базу данных по нормам и правилам в сфере термоядерного синтеза, а также базу по термоядерным технологиям и топливным циклам с информацией и конкретными параметрами в отношении каждого проектируемого устройства. В рамках FUSE будут освещаться новейшие разработки в быстро развивающейся термоядерной отрасли, как, например, побочные технологии термоядерного синтеза.

Раскрытие потенциала термоядерного синтеза с помощью искусственного интеллекта

«Искусственный интеллект — это новый способ максимально раскрыть потенциал термоядерного синтеза. Значительные потенциальные преимущества искусственного интеллекта предполагают возможность комплексного управления процессом проектирования термоядерных устройств, а также анализа огромного массива научных и инженерно-технических данных, получаемых при работе таких устройств, — объясняет Ален Бекуле, заместитель Генерального директора — руководитель научных исследований в Организации ИТЭР. — Для реализации этого потенциала нужно разрабатывать специализированные платформы для управления данными термоядерного синтеза в такой же атмосфере сотрудничества, которая уже несколько десятилетий является движущей силой исследований в

области термоядерного синтеза. Это крайне важно для скорейшего внедрения технологий термоядерного синтеза в будущем».

Как раз с этой целью был начат проект координированных исследований МАГАТЭ под названием «ИИ для термоядерного синтеза (AI4F)». AI4F способствует развитию инноваций и сотрудничества в интересах стимулирования научных открытий в области термоядерного синтеза с использованием искусственного интеллекта (ИИ), технологий машинного обучения и больших данных. В проекте принимают участие 24 учреждения из 11 стран на 4 континентах. «ИИ и машинное обучение могут интенсифицировать исследования в области термоядерного синтеза на пути к созданию первой в своем роде термоядерной электростанции, — считает Кристина Ри, ведущий научный сотрудник — руководитель группы Центра изучения плазмы и синтеза Массачусетского технологического института. — МАГАТЭ взяло на себя роль куратора этой важной миссии».

«Освоение энергии термоядерного синтеза являет собой вершину научной мысли и технических достижений, — убеждена директор Отдела физических и химических наук МАГАТЭ Цанка Кокалова-Уэлдон. — МАГАТЭ предоставляет важнейшие данные, опираясь на применение передовых технологий и налаживание партнерских отношений для того, чтобы создать условия для развития и расширения потенциала использования этого непревзойденного источника экологически чистой энергии».

Данные как двигатель прогресса:

Информационная система МАГАТЭ по энергетическим реакторам

Марта Господарчик

На протяжении 55 лет Информационная система МАГАТЭ по энергетическим реакторам (PRIS) помогает собирать, обрабатывать и распространять официальные данные и статистику по ядерным энергетическим реакторам в интересах обеспечения прозрачности, надежности и доступности информации для участвующих стран и предприятий отрасли. Благодаря возможности стандартизированного и непрерывного сбора данных

PRIS —

исключительно ценный инструмент для стран, эксплуатирующих или выводящих из эксплуатации ядерные установки, а также для стран, только приступающих к развитию ядерной энергетики, и международных и неправительственных организаций.



Отсканируйте код, чтобы узнать больше

непосредственно из официальных источников в 38 странах PRIS становится исключительно ценным инструментом для стран, эксплуатирующих или выводящих из эксплуатации ядерные установки, а также для стран, только приступающих к развитию ядерной энергетики, и международных и неправительственных организаций.

Данные PRIS используются для поддержки широкого спектра важных эксплуатационных задач, а также для проведения периодических рассматриваний, которые закладывают основу для эксплуатации с учетом требований ядерной, физической безопасности и надежности. Например, компания «Теоллисууден войма оий» — оператор АЭС в Финляндии — использует отчеты PRIS для оценки опыта эксплуатации и статистики работы своих АЭС в разных режимах мощности, и затем на основе полученных результатов подготавливает отчеты, чтобы оптимизировать эффективность использования мощностей.

Дополнением к PRIS является созданный в 2010 году и полностью переработанный в 2023 году портал обзорной информации о ядерной энергетике по странам (CNPP), где представлен всеобъемлющий обзор инфраструктуры, нормативно-правовой основы и долгосрочных стратегий развития в области ядерной энергетики в той или иной стране.

Используемая в PRIS система эксплуатационных показателей помогает пользователям оценивать эффективность, надежность и безопасность ядерных реакторов. Кроме того, в системе доступны инструменты для всестороннего исследования тенденций и сравнительного анализа, а также статистические данные, которые помогают государствам-членам оптимизировать показатели работы АЭС. Например, отчеты о незапланированных отключениях помогают операторам выявлять коренные причины, такие как отказы оборудования, и учиться на опыте друг друга.

Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (BAO АЭС), использует PRIS для оценки эксплуатационных показателей и регулярного сравнения с информационными сводками операторов — членов ассоциации, что способствует повышению качества данных, используемых как в PRIS, так и в системах эксплуатационных показателей BAO АЭС.

Поддержка текущих процессов, дальнейшего развития и перемен в сфере ядерной энергетики

«По мере того как страны все чаще обращаются к ядерной энергетике как к способу решения проблем, связанных с изменением климата и энергетической безопасностью, базы данных PRIS и CNPP становятся важнейшим ориентиром для наших государств-членов в вопросах планирования и мониторинга программ в области ядерной энергетики, — говорит начальник Секции ядерно-энергетической техники МАГАТЭ Ким Син Хван. — Они предоставляют государствам-членам доступ к ценным урокам, извлеченным по итогам прошлых примеров внедрения, проектов строительства и опыта эксплуатации». Например, специалисты компании «Пакш-2 лтд.», отвечающие за подготовительные работы для сооружения новых блоков АЭС в Венгрии, не только передают информацию о ходе собственных проектов строительства, но и используют данные PRIS о строящихся АЭС по всему миру. Анализируя отчеты об этапах строительства и уроки, извлеченные по итогам других проектов, они улучшают планирование, собирают информацию о потенциальных проблемах и внедряют передовой опыт, что в конечном итоге повышает эффективность и уменьшает факторы неопределенности при сооружении и вводе в эксплуатацию новых блоков.

«Наша компания использует базу данных PRIS в качестве актуального инструмента для бенчмаркинга и анализа эффективности, — говорит директор по развитию внешних связей Пакш-2 Аттила Хугьеч. — Эта база представляет собой незаменимый ресурс для воплощения нашего стремления к высокому качеству эксплуатации и постоянному совершенствованию».

В случае стран с развитыми ядерными программами PRIS является важным инструментом для оптимизации процессов эксплуатации станции. Используя эксплуатационные показатели и данные бенчмаркинга, операторы могут узнать, как повысить эффективность, сократить количество незапланированных отключений и спланировать проекты будущей модернизации. Например, китайский Научно-исследовательский институт проблем эксплуатации в ядерной энергетике (NPRI) использует PRIS для доступа к технико-экономическим показателям, тенденциям в области обеспечения надежности и сравнительным критериям эксплуатации по всем странам мира, которые помогают ему разрабатывать и совершенствовать свою собственную систему эксплуатационных показателей.

«NPRI разработал платформу для анализа технико-экономических характеристик атомных электростанций с использованием базы данных PRIS, которая помогает визуализировать данные по реакторам и улучшать эксплуатационные показатели, — рассказывает инженер NPRI Хонгсу Лу. — Мы также использовали PRIS для поддержки наших усилий, ставящих своей целью обеспечить более высокое качество данных и состоятельность инструментов технико-экономического анализа». По мере старения АЭС PRIS помогает планировать долгосрочную эксплуатацию или переход от эксплуатации к выводу из эксплуатации. В настоящее время 35 процентов действующих ядерно-энергетических мощностей (136,4 гигаватт (эл.), 168 энергоблоков) находятся в эксплуатации более 40 лет. В PRIS обобщены данные о причинах остановки, стратегиях вывода из эксплуатации, обращения с топливом и контрольных точках соответствующих проектов, что позволяет странам разрабатывать обоснованные планы перехода от эксплуатации к выводу из эксплуатации.

Данные PRIS используются также многочисленными неправительственными и международными организациями для того, чтобы отслеживать показатели работы АЭС, состояние проектов строительства и вывода из эксплуатации, а также динамику и тенденции изменения действующих мощностей в глобальном масштабе. Например, Межправительственная группа экспертов по изменению климата ссылалась на данные PRIS в своем докладе 2022 года о смягчении последствий изменения климата для обоснования своих выводов о том, что в последние годы ядерные генерирующие мощности увеличиваются, а ядерная

энергетика рассматривается в качестве зарекомендовавшей себя технологии, которая поможет сократить выбросы. Всемирная ядерная ассоциация использует базу данных PRIS для наполнения своих обзорных страниц по АЭС и информационной библиотеки, а также включает сведения из нее в публикации, посвященные таким темам, как характеристики реакторов, цепочки поставок в ядерной отрасли и ядерное топливо.

Будущее PRIS

С учетом того, что МАГАТЭ будет продолжать совершенствовать систему PRIS, в том числе внедряя самые современные средства поиска и визуализации данных, пользователи получают в свое распоряжение инструментарий для более глубокого анализа. Используя современные аналитические технологии, PRIS может дополнительно поддерживать страны в принятии обоснованных решений, касающихся развития ядерной энергетики, эксплуатационной безопасности и эффективности, долгосрочной эксплуатации и стратегий вывода из эксплуатации.

Благодаря своему постоянно совершенствующемуся и расширяющемуся функционалу сбора данных PRIS создает условия для того, чтобы у государств-членов всегда был доступ к важнейшей информации, необходимой для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации атомных электростанций и обоснования направлений развития ядерно-энергетических программ.

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС В 2023 ГОДУ

КОЭФФИЦИЕНТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ГОТОВНОСТИ



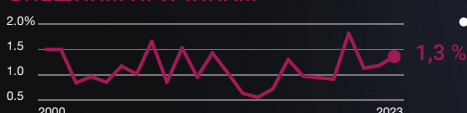
КОЭФФИЦИЕНТ ПЛАНОВОЙ НЕГОТОВНОСТИ



КОЭФФИЦИЕНТ НЕПЛАНОВОЙ НЕГОТОВНОСТИ



КОЭФФИЦИЕНТ НЕГОТОВНОСТИ ПО ВНЕШНИМ ПРИЧИНАМ



Источник: МАГАТЭ



Планирование перехода к экологически чистой энергии: модель устойчивого будущего Эстонии

Мэтт Фишер

Согласно исследованию ученых Тартуского университета, Эстония сможет достичь целевых показателей по сокращению выбросов углерода с помощью диверсифицированной структуры энергопроизводства, основу которой составит ядерная энергетика. Проведенный с использованием инструмента энергетического моделирования МАГАТЭ анализ позволил спрогнозировать предполагаемую структуру экологически чистой энергетической системы стран Балтии в будущем, а также уровень затрат, связанных с различными путями ее создания. МАГАТЭ содействовало реализации данного проекта, предоставляя услуги по развитию потенциала и технические рекомендации в рамках инициативы Atoms4NetZero, учитывая намерение Эстонии сократить использование горючих сланцев к 2050 году.

В отчете рабочей группы по атомной энергии Эстонии, опубликованном в конце 2023 года, оценивается положительный вклад, который ядерная энергетика может внести в достижение целей страны по смягчению последствий изменения климата, обеспечению энергетической безопасности и экономического роста при условии адекватного планирования, достаточного финансирования и поддержки со стороны общественности. По итогам рассмотрения отчета в

июне 2024 года парламент Эстонии утвердил меры по подготовке перехода к ядерной энергетике и обязался начать разработку норм правового регулирования в этой области.

Инициатива Atoms4NetZero помогает странам использовать комплекс надежных аналитических инструментов для оценки всего потенциала ядерной энергетике при планировании тех или иных сценариев развития энергетики. До недавнего времени в опубликованных

исследованиях в области энергетического моделирования роль ядерной энергетики в достижении целей по смягчению последствий изменения климата детально не освещалась. Однако теперь, когда ядерная энергетика получила широкое признание как одно из решений для достижения целей декарбонизации, заинтересованные страны стремятся лучше изучить связанные с ней возможности декарбонизации своих энергетических систем.

В данном исследовании применялась так называемая модель для анализа альтернативных систем энергоснабжения и их общего воздействия на окружающую среду (MESSAGE), которая разработана для средне- и долгосрочного планирования энергетических систем и позволяет моделировать целый спектр технологий генерации тепловой энергии с использованием возобновляемых источников, систем улавливания и хранения углерода и других технологий. Алгоритм MESSAGE позволяет продемонстрировать способ достижения поставленной задачи при минимальных затратах. В проведенных Эстонией исследованиях учитывались затраты, связанные с капиталовложениями, эксплуатацией, снабжением топливом, импортом энергоресурсов и ограничениями в отношении углеродных выбросов, что позволило получить комплексное представление об энергетической системе.

«Данное исследование показывает, что, если инвестиционные затраты на ядерную отрасль и сроки строительства будут выдержаны в пределах прогнозируемого диапазона, выбор в пользу ядерной энергетики может оказаться выгодным для Эстонии, — поясняет аналитик энергетических систем МАГАТЭ Марио Тот. — Предполагая, что Эстония пойдет по пути декарбонизации и примет во внимание полученные нами результаты, это исследование показывает, что ядерная энергетика в долгосрочной перспективе способна продемонстрировать показатели, сравнимые с возобновляемыми источниками энергии».

В исследовании использовались данные из открытых источников и публикаций правительства Эстонии и рассматривались два основных сценария энергоснабжения: референтный, предполагающий более широкое применение только возобновляемых источников энергии, включая уже применяемую в

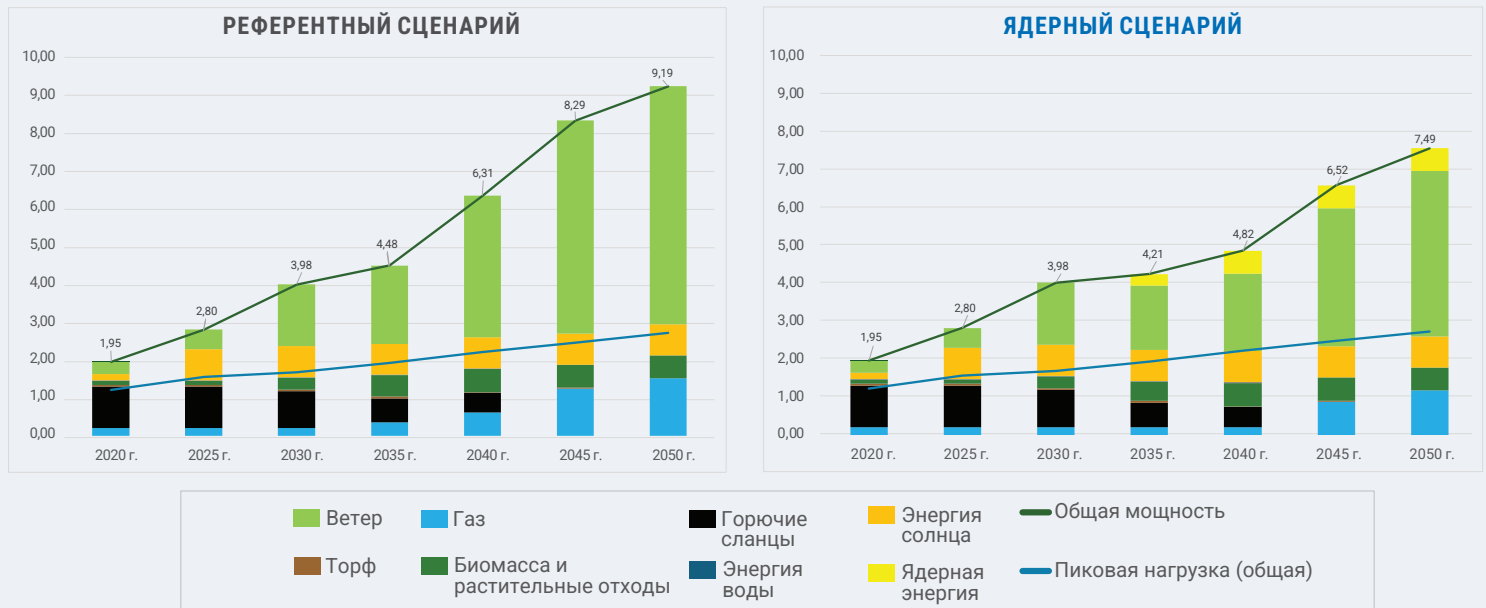
IAEA
**ATOMS 4
NET ZERO**

помогает странам принимать научно обоснованные решения, чтобы в полной мере использовать возможности ядерной энергетики.



Отсканируйте код, чтобы узнать больше

Установленные мощности в разбивке по источникам энергии, ГВт



Эстонии энергию ветра и биоэнергию; а также ядерный сценарий, предполагающий внедрение двух энергоблоков с малыми модульными реакторами (ММР) в сочетании с другими технологиями экологически чистой энергетики, например возобновляемыми источниками энергии. Результаты исследования подтвердили, что оба сценария позволят Эстонии достичь целей декарбонизации и стать нетто-экспортером энергоресурсов после 2040 года. В обоих сценариях крупнейшим элементом структуры экологически чистого энергопроизводства Эстонии ввиду своей экономичности в будущем считаются ветроэнергетические мощности.

«Благодаря неоценимой поддержке и гибкости экспертов МАГАТЭ удалось достичь целей исследования в разумные сроки. Мы были признательны за возможность постоянно взаимодействовать с экспертами МАГАТЭ, что позволило нам быстро нарастить собственный потенциал в области моделирования и освоить передовые ноу-хау в данной области, — рассказывает Алан Ткачик, доцент Тартуского университета и руководитель группы специалистов по моделированию в Эстонии. — Мы передали полученные нами результаты моделирования коллегам из соответствующего министерства Эстонии, которые с интересом приступили к их изучению в этот важный период, когда в стране открыто обсуждается вопрос о становлении ядерной энергетики».

Согласно результатам анализа, затраты на реализацию ядерного сценария с ожидаемым размером

капиталовложений в размере 6000 евро за киловатт в случае ММР составят всего на 1,3% больше, чем затраты при референтном сценарии. Однако полный учет затрат на модернизацию электрических сетей и мощностей Эстонии для хранения энергии, которые потребуются для более масштабного применения ветроэнергетики, позволит провести более детальный анализ, наилучшим образом обосновывающий экономическую конкурентоспособность ядерной энергетики. Энергетическая система с применением ядерной энергии, способная обеспечивать непрерывную базовую нагрузку в электросети при любых погодных условиях, может характеризоваться большей устойчивостью и безопасностью, чем система, разработанная в соответствии с референтным сценарием с очень высокой долей ветровой энергии. Для комплексной оценки затрат на модернизацию электрической сети и прочих сопутствующих затрат на проработку альтернативных стратегий потребуются дополнительные исследования.

«Наша задача — помочь исследователям применить инструменты с целью разработки планов развития энергетической отрасли в соответствии с целями по переходу к экологически чистой энергии. Для стран, заинтересованных в использовании атомной энергии, решающее значение имеет ее детальное обоснование в подобных исследованиях, — поясняет Марио Тот. — Создание инфраструктуры для экологически чистой энергетики завтра требует тщательного планирования сегодня».

Использование данных в поддержку мер физической ядерной безопасности:

База данных по инцидентам и незаконному обороту МАГАТЭ

Василики Тафили

24 футбольные команды, соревнующиеся на стадионах в 10 городах Германии, миллионы зрителей на трибунах — прошедший летом 2024 года Чемпионат Европы по футболу (Кубок УЕФА) стал незабываемым событием. Однако это мероприятие также представляло собой серьезную проблему с точки зрения обеспечения физической безопасности. К тому времени, когда сборная Германии по футболу вышла на поле, другая немецкая команда — специалисты, занимающиеся вопросами безопасности в стране, — уже несколько месяцев работала над подготовкой к потенциальным угрозам физической безопасности, которые могли возникнуть в ходе этого крупного спортивного события. Продолжавшийся целый месяц Кубок УЕФА 2024 года стал настоящей проверкой их планов и готовности реагировать на угрозы.

Одним из важных элементов плана Германии по обеспечению безопасности на Кубке УЕФА 2024 года было развертывание системы детектирования излучений. Поскольку в 2006 году, когда страна принимала Кубок мира ФИФА, Германия уже прибегала к помощи МАГАТЭ для обеспечения мер физической ядерной безопасности, она вновь обратилась к Агентству за поддержкой в проведении Кубка УЕФА 2024 года.

При подготовке к проведению Чемпионата Европы по футболу (Кубок УЕФА) 2024 года Германия опиралась на анализ оценки угроз, проведенный МАГАТЭ на основе информации из Базы данных по инцидентам и незаконному обороту.

Чтобы содействовать Германии в ее работе по оценке угроз, в МАГАТЭ обобщили строго конфиденциальную информацию из Базы данных по инцидентам и незаконному обороту (ITDB) о зафиксированных случаях незаконного оборота и другой несанкционированной деятельности в отношении ядерного и другого радиоактивного материала, а

также предоставили специальный анализ угроз, тенденций и динамики в связи с угрозами физической ядерной безопасности в Германии и соседних странах.

По словам Хельге Крёгера, руководителя Отдела безопасности и сохранности источников излучения Федерального ведомства по радиационной защите Германии и национального контактного лица ITDB, в представленном докладе содержалась ценная информация о возможностях по детектированию, необходимых для защиты мест проведения футбольных мероприятий, что способствовало успеху плана Германии по обеспечению физической ядерной безопасности во время чемпионата. «Доклад был передан полиции, а также всем соответствующим региональным органам, занимающимся радиационной защитой, чтобы они учли эту информацию при подготовке к проведению Кубка УЕФА 2024 года», — рассказал Крёгер.

«Оценка угроз физической ядерной безопасности — важнейший элемент планов по обеспечению безопасности на таких масштабных мероприятиях, как Кубок УЕФА 2024 года, — считает Елена Буглова, директор Отдела физической ядерной безопасности МАГАТЭ. — На примере оказанного Германии содействия видно, как благодаря ITDB страны могут лучше оценивать риски, связанные с ядерным и другим радиоактивным материалом, который находится вне регулирующего контроля».

Инциденты, информация о которых была передана в администрируемую МАГАТЭ базу ITDB, анализируют с целью выявить тенденции в области физической ядерной безопасности. После своего создания в 1995 году эта база данных стала надежным механизмом, используемым странами-участницами, которых в настоящее время насчитывается 145, и соответствующими международными организациями, такими как Международная организация уголовной полиции (Интерпол).

С 1993 по 2024 год 125 стран передали в ITDB сообщения о 4390 инцидентах. Примерно в 8 процентах случаев

было подтверждено, что инциденты связаны с незаконным оборотом или злоумышленным использованием ядерного или другого радиоактивного материала.

Около 59 процентов от общего числа зафиксированных в базе инцидентов связаны с радиоактивными источниками, которые используются в медицинских и промышленных применениях, а 14 процентов — с ядерным материалом, в частности с ураном и плутонием. В остальных 27 процентах случаев речь идет о загрязненных предметах и нерадиоактивном материале, которые фигурируют в схемах мошенничества или обмана. Хотя количество попыток совершения мошенничества с использованием неядерного материала, выдаваемого за ядерный или радиоактивный, по-прежнему невелико, их частота растет.

За последние годы общее число инцидентов с ядерным материалом, информация о которых была передана в базу, сократилось. В то же время участились случаи попадания радиоактивных источников на предприятия металлоперерабатывающей отрасли, что подчеркивает необходимость усиления регулирующего контроля за использованием, хранением, перевозкой и захоронением таких источников. Актуальной проблемой остаются факторы уязвимости, связанные с перевозкой: более половины заявленных случаев хищения происходят во время санкционированной перевозки.

«Сейчас, когда База данных по инцидентам и незаконному обороту функционирует уже четвертое десятилетие, — рассказывает Буглова, — ее вклад в обеспечение глобальной физической ядерной безопасности широко признан. ITDB — это практический инструмент для уведомления стран-участниц и оказания им содействия в принятии обоснованных решений, особенно в преддверии крупных общественных мероприятий. В основе ITDB лежат международное сотрудничество и обмен информацией, и мы призываем страны присоединяться к этой работе».

БАЗА ДАННЫХ ПО ИНЦИДЕНТАМ И НЕЗАКОННОМУ ОБОРОТУ

В 2024 году

32 страны сообщили о

147

инцидентах, связанных с незаконной или несанкционированной деятельностью в отношении ядерного и другого радиоактивного материала, находящегося вне регулирующего контроля, что в целом соответствует средним историческим значениям.



С 1993 года

было зарегистрировано

4390

инцидентов



Узнайте больше о

Базе данных по инцидентам и незаконному обороту

Отсканируйте QR-код



Один день

из жизни аналитика МАГАТЭ по ядерной торговле

Хейли Мид

Далее читателю предлагается узнать немного больше о том, как проходит обычный рабочий день аналитика МАГАТЭ по ядерной торговле.

УТРО

Ни один день Малин Ардхаммар, старшего аналитика МАГАТЭ по гарантиям и специалиста по ядерной торговле, не похож на другой, и все же, как правило, ее утро начинается с принципиального вопроса: торгует ли страна какими-либо товарами, которые имеют отношение к гарантиям? Она устраивается за рабочим столом с чашкой кофе и приступает к поиску ответа на этот вопрос, собирая информацию из различных источников о ядерной отрасли и связанной с ней торговле. К таким источникам относится информация, заявленная государством — как того требует его соглашение о гарантиях и, когда это применимо, дополнительный протокол, — а также информация, полученная в результате деятельности МАГАТЭ в области технического сотрудничества и собранная на отраслевых сайтах и в базах данных по торговле.

«Мы анализируем международную торговлю с целью оценить, насколько заявленная государством ядерная деятельность, а также сведения о передаче ядерных материалов и соответствующего сырья соответствуют общедоступным данным о торговле, — говорит Малин. — Наша цель заключается в том, чтобы выявить значимые отклонения, благодаря чему мы можем задать

необходимые вопросы, прояснить ситуацию и помочь в подготовке обоснованных заключений о применении гарантий».

Данные о торговле, например, полученные от статистической службы страны или из баз данных по международной торговле, таких как база данных Comtrade Организации Объединенных Наций, могут указывать на потенциальные признаки незаявленной деятельности или передач, которые имеют отношение к ядерной области. Некоторые виды продукции, имеющей отношение к ядерной деятельности, например различные формы урана и детали для ядерных реакторов, подлежат регулярному контролю. В отдельных случаях исследуются другие виды продукции, как, например, продукция, которая потенциально имеет отношение к гарантиям (в частности, масс-спектрометры, лазеры, датчики давления и углеволокно).

После того как Малин соберет необходимые данные из каждого источника, она может провести сравнительный анализ с целью проверить согласованность всей имеющейся информации.

КАК ИНФОРМАЦИЯ ПО ЯДЕРНОЙ ТОРГОВЛЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГАРАНТИЙ

МАГАТЭ наделено мандатом по проверке мирного использования ядерного материала и технологий в 191 государстве, с которыми у него заключены действующие соглашения о гарантиях. Для подготовки обоснованных заключений о применении гарантий Агентство применяет многосторонний подход к ядерной проверке, который сочетает в себе деятельность на местах и анализ относящейся к гарантиям информации — как предоставленной странами, так и собранной из других источников.

Одним из способов, при помощи которого МАГАТЭ проверяет достоверность и полноту сообщений

государств о ядерном материале, является анализ ядерной торговли. Для выполнения этой задачи МАГАТЭ полагается на группу аналитиков по гарантиям, занимающихся оценкой информации, которую получает, генерирует и собирает Агентство.

Аналитики по ядерной торговле тесно взаимодействуют с инспекторами по гарантиям и другими аналитиками по гарантиям. Они получают также информацию от других департаментов МАГАТЭ, в частности Департамента технического сотрудничества, в отношении более широкого круга работы Агентства с государствами.



ДЕНЬ

После обеда Малин оценивает всю имеющуюся информацию с целью выявить потенциальные отклонения, которые могут потребовать дальнейшего изучения. Как правило, она проверяет на предмет соответствия следующие элементы в заявленной и торговой информации:

- количества и типы передаваемых ядерных материалов и оборудования;
- даты и места проведения операций;
- наименования и адреса поставщиков и получателей;
- описания ядерной деятельности и установок.

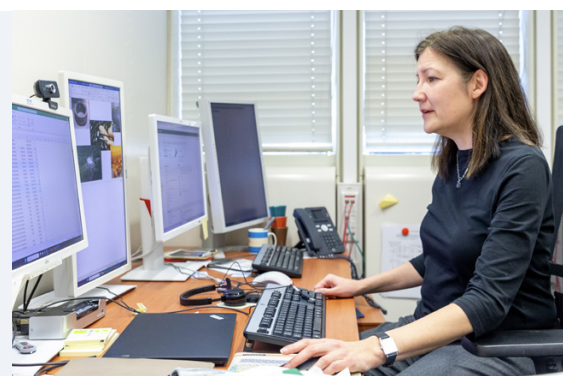
«Аналитикам по ядерной торговле отводится особая роль, поскольку мы изучаем дополнительные источники информации о ядерном материале и соответствующих видах деятельности, — говорит Малин. — Наша работа заключается в том, чтобы выяснить, какие торговые операции стоит изучить подробнее».

Если в ходе анализа обнаруживаются какие-либо признаки незаявленных передач, МАГАТЭ в установленном порядке проводит дальнейшую работу с соответствующим государством. В этих случаях рамками применения

соглашения о гарантиях могут предусматриваться такие меры, как направление запросов государству или проведение мероприятий на местах, включая инспекции или проверки информации о конструкции, с целью урегулировать данный вопрос.

«Пусть аналитики по ядерной торговле и ставят перед собой задачу доказать обратное, успех в этой работе добавляет весомости заключениям о применении гарантий, — объясняет Малин. — Ежедневно возвращаясь домой, я знаю, что благодаря своей работе я помогаю МАГАТЭ обеспечивать уверенность международного сообщества в том, что поставленные под гарантии ядерный материал и технологии по-прежнему используются в мирных целях».

Аналитик
МАГАТЭ по
ядерной
торговле
Малин
Ардхаммар
за работой



(Фото: А. Барбер Уэскар/МАГАТЭ)

Крупнейшее хранилище ядерной информации внедряет новую цифровую платформу с функцией поиска

Международная система ядерной информации (ИНИС)

(Иллюстрация: МАГАТЭ)

Более чем:

633 тыс. полных текстов

4,8 млн библиографических записей

1,7 млн пользователей по всему миру ежегодно

Международная система ядерной информации МАГАТЭ (ИНИС) — цифровая библиотека, насчитывающая миллионы документов — получает еще более широкий функционал благодаря добавлению современной платформы хранения данных.

В хранилище документов системы ИНИС, которая была создана в 1970 году, находится обширное собрание докладов, книг, научных статей, материалов конференций и прочих информационных продуктов — в общей сложности почти пять миллионов записей. Представлены такие темы, как ядерная наука, реакторные технологии, материаловедение, медицинские применения, вывод из эксплуатации и другие области, имеющие отношение к деятельности МАГАТЭ.

Благодаря адаптации под свои нужды платформы с открытым исходным кодом Invenio, которая была разработана Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН), Агентство продвинулось вперед в области автоматизации процессов и обеспечения доступности, а также значительно расширило

функционал внесения в ИНИС новых записей об информационных продуктах. Новые возможности платформы позволяют ИНИС соединяться с другими хранилищами, что облегчает обмен содержимым и повышает практическую ценность всех подключенных баз данных. ИНИС станет первым крупным хранилищем, в котором с помощью Invenio можно будет выполнять полнотекстовый поиск — как по метаданным, так и по текстам документов в формате PDF.

«В современной экономике, основанной на знаниях, одним из наиболее ценных ресурсов считается информация. Она имеет принципиальную ценность для исследований, инноваций, принятия решений, повышения эффективности и производительности, обмена знаниями и непрерывного обучения, — говорит руководитель Секции ядерной информации МАГАТЭ Дибулент Мохлаквана. — Эта новая платформа поможет ИНИС активизировать свою роль в качестве глобального игрока в области открытой науки, укрепляя его потенциал в качестве информационного центра,

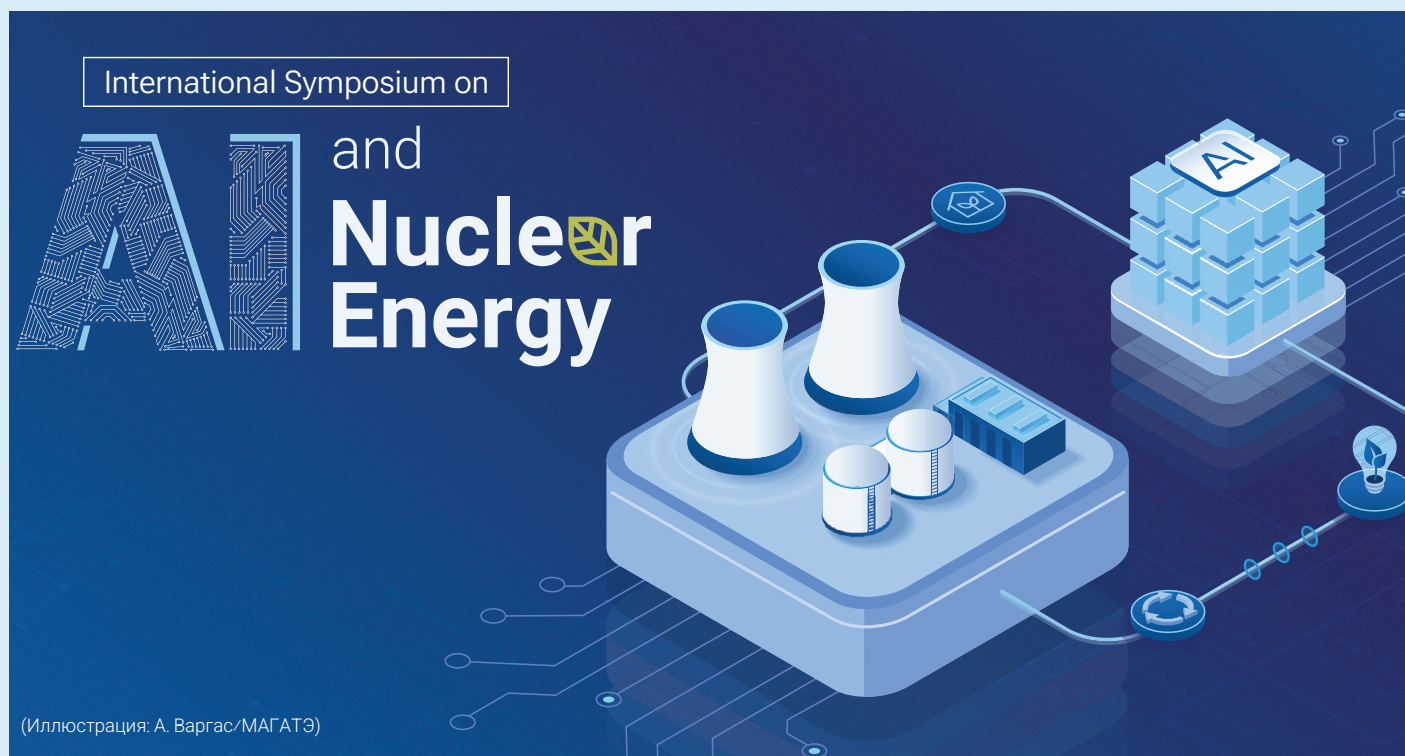
способствующего развитию ядерной науки в мирных целях».

За годы, прошедшие с момента основания ИНИС, ситуация в сфере научных публикаций претерпела обширные изменения: все больший акцент сейчас делается на открытом доступе. Издательства предоставляют больше информации и размещают ее в свободном доступе, а появление таких онлайн-репозиториев, как arXiv, Directory of Open Access Journals и PubMed позволило сделать научные знания более доступными, чем когда-либо прежде.

«Одна из замечательных особенностей этой платформы заключается в том, что все, что мы здесь разрабатываем, можно передавать всем другим организациям. Так что мы не только делимся со всем миром научной информацией, но и обмениваемся своими разработками, созданными с помощью Invenio», — рассказывает Астрит Адемадж, аналитик по поддержке ядерных систем и руководитель проекта по внедрению Invenio.

— Мэтт Фишер

МАГАТЭ проведет в декабре международный симпозиум по искусственному интеллекту в контексте ядерной энергетики



3–4 декабря 2025 года МАГАТЭ проведет в Вене первый в истории международный симпозиум по искусственному интеллекту в контексте ядерной энергетики

На симпозиуме будут рассматриваться сценарии того, как за счет ядерной генерации можно удовлетворить растущий спрос на электроэнергию со стороны центров обработки данных, являющихся движущей силой искусственного интеллекта (ИИ), а также многочисленные возможности для применения ИИ на пользу ядерной энергетики. Учитывая стремительное развитие искусственного интеллекта и возможности ядерной энергетики как экологически чистого и устойчивого источника энергии, это мероприятие будет весьма актуальным и подчеркнет зарождающуюся связь между двумя отраслями.

«В условиях, когда ИИ становится все более интегрированным в общество, а развитие ядерной энергетики определяется как жизненно важное условие для того, чтобы с избытком обеспечить мир надежной и чистой энергией, у этих двух отраслей появляется невероятная возможность максимально увеличить вносимый ими вклад, — сказал генеральный директор МАГАТЭ Рафаэль Мариано Гросси. — АЭС могут служить надежным, чистым источником электроэнергии, которая необходима

для устойчивого развития ИИ и других приложений «больших данных», а ИИ, в свою очередь, может оптимизировать работу реакторов, ускорить разработку перспективных видов топлива и найти применение в других важнейших областях, чтобы ядерная энергетика смогла полностью раскрыть свой потенциал».

В симпозиуме примут участие заинтересованные стороны со всего мира, включая высокопоставленных представителей ядерной отрасли и сектора ИИ, а также регулирующих органов в ядерной сфере. В программу этого двухдневного мероприятия войдут панельные дискуссии, выставки и параллельные мероприятия, посвященные двум темам: «Энергоснабжение центров обработки данных с помощью ядерной энергетики» и «Проблемы и перспективы искусственного интеллекта в ядерном секторе».

Роль ИИ во многих отраслях стремительно растет, и в этой связи резко увеличивается спрос на энергию. По данным Международного энергетического агентства, в 2022 году центры обработки данных потребляли около 460 тераватт-часов (ТВт·ч) электроэнергии, а к

2026 году их уровень потребления может превысить 1000 ТВт·ч. Чтобы удовлетворить этот спрос, ряд крупных технологических компаний, включая Amazon, Google и Microsoft, обращаются к потенциалу ядерной энергетики и, в частности, заключают соглашения о покупке электроэнергии и инвестируют в разработку и внедрение малых модульных реакторов.

В ядерной энергетике инструменты на основе ИИ уже используются для совершенствования проектных решений, оптимизации процессов строительства и повышения эффективности эксплуатации. Дальнейшая интеграция ИИ в эти и другие области открывает большие перспективы для всей отрасли. Однако при этом необходимо тщательно учитывать действующие в отрасли строгие требования ядерной и физической безопасности.

Лица, желающие принять участие в симпозиуме, согласно общим правилам должны либо быть зарегистрированы по линии государства — члена МАГАТЭ, либо работать в одной из приглашенных к участию организаций.

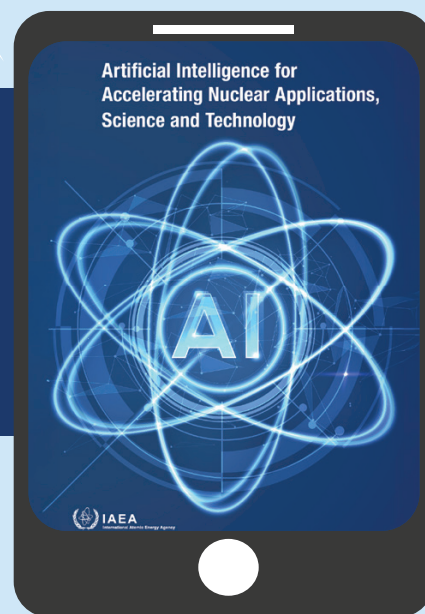
— Мэтт Фишер

Знаете ли вы,

что использование возможностей ИИ в ядерной отрасли может помочь в решении некоторых наиболее острых современных проблем?

Отсканируйте код, чтобы узнать больше

о том, как ИИ способствует мирному использованию ядерной науки, технологий и применений.



Ознакомьтесь с публикациями МАГАТЭ

Читайте бесплатно онлайн



<https://www.iaea.org/ru/publikacii>

Для заказа книг просьба обращаться по адресу:

sales.publications@iaea.org

Публикации МАГАТЭ

Сотрудничайте с нами

ради лучшего будущего

МАГАТЭ приглашает к сотрудничеству

в рамках своих флагманских инициатив государства-члены, предприятия отрасли, финансовые учреждения и другие заинтересованные стороны, готовые поделиться экспертным опытом, инструментами моделирования, отраслевыми знаниями, оказать информационную поддержку и предоставить финансовые ресурсы.

ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА



ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА



ЖЕНЩИНЫ В ЯДЕРНОЙ СФЕРЕ



ПРОДОВОЛЬСТВИЕ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО



ЭНЕРГЕТИКА



Узнайте больше о
флагманских инициативах
МАГАТЭ



IAEA

Атом для мира
и развития

International Symposium on



and Nuclear Energy

3–4 декабря 2025 года
Вена, Австрия

