





## БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации  
и коммуникации (ОРИС)

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

Ответственный редактор: Лаура Хиль

Редактор: Миклош Гашпар

Дизайн : Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется в интернете по адресу:  
[www.iaea.org/es/bulletin](http://www.iaea.org/es/bulletin)

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

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

Обложка: МАГАТЭ

Читайте наши новости на сайтах:



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

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

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

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

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

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

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

# 10 лет после аварии на АЭС «Фукусима-дайти»: более надежная ядерная безопасность на глобальном уровне

Рафаэль Мариано Гросси,  
Генеральный директор МАГАТЭ

11 марта 2011 года морское дно азиатского континента сотрясло Великое японское землетрясение, в результате которого главный остров Японии оказался сдвинут на восток на два с половиной метра.

Последовавшее за этим цунами, достигнув суши, разрушило береговые защитные сооружения Японии, в том числе периметр атомной электростанции «Фукусима-дайти», что привело к выбросу радионуклидов. При этом ученые не обнаружили каких-либо свидетельств того, что это радиационное воздействие имело последствия с точки зрения здоровья.

Авария заставила мировое сообщество принять согласованные и скоординированные меры, в результате чего произошло существенное повышение культуры ядерной и физической безопасности в ядерном секторе. Через три месяца после аварии МАГАТЭ организовало Конференцию по ядерной безопасности на уровне министров, а в сентябре 2011 года был одобрен План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности.

Инженеры-ядерщики во всем мире приступили к тщательному изучению своих реакторов, анализу оборудования и его модернизации. Они делились своими знаниями и выводами, и четыре года спустя МАГАТЭ опубликовало свой всеобъемлющий доклад об этой аварии.

Весьма важно признать прогресс, достигнутый в области ядерной безопасности в Японии и во всем мире за последнее десятилетие. Ядерная энергия безопасна как никогда. Тем не менее нам нельзя успокаиваться. Я не устаю подчеркивать, что нужно продолжать сохранять бдительность и ставить безопасность на первое место. Землетрясение магнитудой 7,3 балла, произошедшее в Фукусиме в 2011 году, напомнило о необходимости и дальше уделять первостепенное внимание безопасности.

Сегодня ставки стали еще выше, потому что нам необходимо увеличить долю ядерной энергетики, если мы хотим избежать тяжелых последствий изменения климата.

Для обеспечения ядерной безопасности необходимо эффективное международное сотрудничество. Основная часть такого взаимодействия осуществляется в рамках МАГАТЭ. Поэтому я приглашаю вас прочитать этот выпуск Бюллетеня МАГАТЭ,

в котором мы представили обзор важных направлений работы в сфере глобальной безопасности с 2011 года.

Вы узнаете о деятельности организаций-партнеров во время и после аварии (стр. 4). Прочитаете о принятых мерах безопасности (стр. 6). На стр. 8 описывается наша подготовка к ядерным и радиологическим аварийным ситуациям, а на стр. 10 — порядок информационного взаимодействия с общественностью в целях минимизации страха. В статье на стр. 12 рассказывается об аварии и ее причинах. Мы объясняем, как были пересмотрены нормы безопасности МАГАТЭ в свете извлеченных уроков (стр. 14).

Вы узнаете, как при поддержке МАГАТЭ префектура Фукусима осуществила одну из самых сложных в истории операций по обеззараживанию пострадавшей от ядерной аварии территории (стр. 16). Мы представляем обзор того, как использование инноваций в конструкции может способствовать повышению безопасности (стр. 18), и рассматриваем способы стимулирования интереса к ядерной энергетике среди молодежи (стр. 20). Мы объясняем, каким образом мы содействуем формированию культуры безопасности (стр. 22), и показываем, как благодаря международно-правовым документам режимы ответственности и безопасности после 2011 года стали более надежными (стр. 24).

Читая это издание, вы увидите, что за последнее десятилетие МАГАТЭ и международное сообщество добились огромных успехов. Тем не менее, наша работа по укреплению безопасности не останавливается. Поэтому в ноябре мы организуем международную конференцию «10 лет после аварии на АЭС "Фукусима-дайти": учет уроков для дальнейшего укрепления ядерной безопасности». А пока вы можете рассчитывать на то, что мы будем оставаться бдительными и делать свою работу.



(Фото: МАГАТЭ)





**1 10 лет после аварии на АЭС «Фукусима-дайити»: более надежная ядерная безопасность на глобальном уровне**



**4 Солидарность в обеспечении безопасности**  
Сотрудничество как путь к укреплению ядерной безопасности во всем мире



**6 Обеспечение безопасности ядерных установок**  
Уроки аварии на АЭС «Фукусима-дайити»



**8 Неусыпная бдительность**  
Поддержание механизмов готовности и реагирования на случай ядерной или радиологической аварийной ситуации



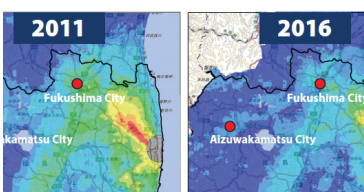
**10 Связь в случае аварийных ситуаций**  
Чему мы научились после Фукусимы?



**12 Знакомство с нормами безопасности МАГАТЭ**



**14 Фукусима-дайити: предпосылки аварии**



**16 Восстановление после ядерной аварии**  
Опыт префектуры Фукусима



## 18 Безопасность за счет конструкции

Как решаются вопросы безопасности у нового поколения ядерных реакторов

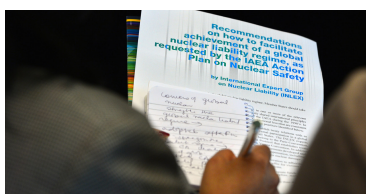


## 20 Стимулирование интереса молодежи к ядерной энергетике

Задача в области обеспечения безопасности



## 22 Школа лидерства для обеспечения безопасности МАГАТЭ содействует формированию высокой культуры безопасности



## 24 Международно-правовые документы в основе режимов ответственности и безопасности



## 26 Формирование доверия к культуре безопасности в ядерной области

### Мировой обзор

## 28 Как заставить мир посмотреть на ядерную отрасль под другим углом

— Сама Бильбао-и-Леон

## 30 Ядерная безопасность с прицелом на будущее

— Майк Уэйтман

## 32 Вклад МАГАТЭ в укрепление ядерной безопасности за прошедшие десятилетия

— Густаво Карузо

### Сегодня в МАГАТЭ

## 34 Новости МАГАТЭ

## 36 Публикации

# Солидарность в обеспечении безопасности

## Сотрудничество как путь к укреплению ядерной безопасности во всем мире

Джоанн Лю

Когда случаются ядерные или радиологические аварии, которые потенциально ставят под угрозу безопасность и благосостояние людей, реакция ядерного сообщества не заставляет себя ждать, а в более долгосрочной перспективе извлеченные уроки находят практическое отражение, что способствует укреплению безопасности и предотвращению подобных аварий в будущем. Первоначальные действия по ликвидации аварии на АЭС «Фукусима-дайти» в 2011 году и последовавшие за ними меры на всех уровнях — местном, национальном, региональном и глобальном — стали наглядной демонстрацией работы разносторонних механизмов реагирования и сотрудничества, характерных для ядерного сообщества.

По словам секретаря Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН) Бориславы Батанджиевой-Меткалф, «важнейшее значение для обеспечения адекватной защиты персонала, населения и окружающей среды в настоящее время и в будущем имеет международное сотрудничество в области ядерной безопасности». НКДАР ООН, который занимается независимой научной оценкой и анализом воздействия ионизирующего излучения, является одним из многих партнеров, с которыми МАГАТЭ на регулярной основе сотрудничает по вопросам безопасности, а также в разработке международных норм безопасности.

### Реакция на события в Фукусиме

Обеспечение безопасности в рамках ядерно-энергетической программы — начиная с выбора площадки и проектирования АЭС и заканчивая ее вводом в эксплуатацию, эксплуатацией и поддержанием мер в области аварийной готовности и реагирования — следует рассматривать как динамический процесс, который определяется нормами, применяемыми, как правило, на национальном уровне. Ключевое значение при этом отводится также координации на международном уровне.

«Обеспечение ядерной безопасности относится к сфере ответственности государства. Страны берут на себя эту ответственность в лице своих ведомств, регулирующих органов и операторов, контролирующих ядерные технологии и их применения, — говорит заместитель Генерального директора МАГАТЭ, руководитель Департамента ядерной и физической безопасности Хуан Карлос Лентихо. — Немаловажную роль в накоплении передового опыта и распространении этой информации играет международное сотрудничество, благодаря которому все страны могут ознакомиться с наилучшей практикой в области ядерной безопасности».

Сразу же после землетрясения и цунами, приведших к аварии на АЭС «Фукусима-дайти», МАГАТЭ в режиме реального времени приступило к выполнению возложенной на него важной роли. «Главная цель МАГАТЭ в то время

заключалась в сборе информации, поступающей из Японии, и ее распространении среди остального [международного] сообщества в интересах того, чтобы все государства-члены были полностью осведомлены о происходящем. В то же время МАГАТЭ содействовало предоставлению Японии международной помощи», — добавляет г-н Лентихо.

Международное сообщество, кроме того, ввело в действие соответствующие механизмы координации, такие как Межучрежденческий комитет по радиологическим и ядерным аварийным ситуациям (ИАКРНЕ). ИАКРНЕ был создан после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году в целях разработки, поддержания и совместного финансирования Плана международных организаций по совместному управлению радиационными аварийными ситуациями. Совместный план закладывает основу скоординированного и согласованного международного реагирования по линии целого ряда организаций, в том числе таких, как Всемирная организация здравоохранения, Программа развития Организации Объединенных Наций и Международная организация уголовной полиции (ИНТЕРПОЛ).

«Во время аварии на АЭС "Фукусима-дайти" НКДАР ООН участвовал в работе ИАКРНЕ по координации общественной информации в целях выявления возможных противоречий, путаницы или непоследовательности в терминологии. В последние годы появилась новая информация и результаты измерений, и поэтому НКДАР ООН планирует в этом году выпустить обновленную оценку последствий аварии на АЭС "Фукусима-дайти"» — сообщает г-жа Батанджиева-Меткалф.

### Уроки Фукусимы

Постоянное совершенствование — это главный принцип ядерной безопасности. В целях укрепления глобальной системы ядерной безопасности в 12 областях, включая оценку безопасности ядерных реакторов, проведение независимых экспертиз МАГАТЭ, развитие международно-правовой основы и информирование общественности в случае ядерной аварии, в сентябре 2011 года, примерно через пять месяцев после аварии, государства-члены утвердили План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности. «План действий был одним из основных инструментов, которые мы внедрили для облегчения работы по обобщению и распространению извлеченных уроков и укреплению ядерной безопасности, — вспоминает г-н Лентихо. — К странам был обращен призыв укрепить свою регулируемую инфраструктуру, так как мы пересматривали международные нормы безопасности, чтобы определить, соответствуют ли они урокам аварии на АЭС "Фукусима-дайти"».

Одной из задач, которую необходимо решить для внедрения требований безопасности на практике, является «превращение научных изысканий и парадигм

в международные межправительственные стандарты, которые будут соблюдаться всеми государствами, — говорит Абель Х. Гонсалес, старший советник Управления по ядерному регулированию Аргентины и представитель НКДАР ООН. — Под эгидой МАГАТЭ создан обширный международный и межправительственный свод норм безопасности, представляющий собой уникальную нормативную систему, служащую целям обеспечения безопасности на глобальном уровне».

МАГАТЭ взяло на себя ведущую роль в содействии ядерной безопасности во всем мире и ведет работу по подготовке и внедрению и постоянному аудиту международных норм безопасности и различных услуг для государств-членов, таких как миссии по созданию потенциала и экспертной оценке.

В 2015 году при участии более 180 экспертов из 42 стран и организаций-партнеров МАГАТЭ опубликовало доклад Генерального директора об аварии на АЭС «Фукусима-дайити». «Невозможно преуменьшить роль Японии в предоставлении информации и данных, а сам доклад является плодом широкого сотрудничества с нашими государствами-членами и другими международными органами», — говорит г-н Лентихо. Доклад основывается на оценке фактов, касающихся как причин, так и последствий этой аварии, и обобщает основные извлеченные уроки в интересах дальнейшего повышения ядерной безопасности. (Подробнее о плане действий и докладе рассказывается на стр. 32.)

## Непрекращающаяся работа

«Продолжая работу по согласованию норм для обеспечения высокого уровня безопасности на национальном уровне, мы вносим свой вклад в глобальную безопасность. Любой инцидент, произошедший на ядерной установке в какой-либо отдельной стране, будет иметь последствия для всего остального мирового сообщества, — отмечает г-н Лентихо. — Страны должны проявлять инициативу и стремиться внести свой вклад в обеспечение глобальной безопасности, а МАГАТЭ будет и впредь выполнять возложенную на него роль по содействию этой деятельности».

Ядерную безопасность, границы осознания которой простираются от документально зафиксированных стандартов до устоявшихся культурных норм, можно рассматривать как непрерывно меняющийся, но постоянно присутствующий аспект любых ядерных технологий и применений. «Ядерная безопасность не возникает сама по себе. Извлекать уроки из прошлых аварий и решать вновь выявляемые проблемы — это наш долг, обусловленный профессиональной этикой специалистов по безопасности, — говорит г-н Гонсалес. — В этой области достигнуты несомненные успехи, но предстоит сделать еще многое».

Хуан Карлос Лентихо (внизу) и другие члены миссии МАГАТЭ по установлению фактов в Японии спускаются по лестнице на участке насосной станции забора морской воды на АЭС «Токай-Дайни» в мае 2011 года.

(Фото: Г. Вебб/МАГАТЭ)



# Обеспечение безопасности ядерных установок

## Уроки аварии на АЭС «Фукусима-дайти»

Карли Уиллис

**А**вария на АЭС «Фукусима-дайти» лишний раз подчеркнула важность наличия надлежащих национальных и международных норм и руководящих принципов безопасности, которые являются залогом безопасного использования ядерной энергетики и ядерных технологий и помогают и далее снабжать мир надежной низкоуглеродной энергией.

Учитывая уроки аварии 2011 года, МАГАТЭ пересматривает свои глобальные нормы безопасности в целях обеспечения того, чтобы государства-члены и далее могли получать в свое распоряжение наиболее актуальные и качественные руководящие материалы.

«Авария на АЭС "Фукусима-дайти" оставила очень большой след в области концептуального осмысления ядерной безопасности, который проявляется в четком переходе от концепции предотвращения проектных аварий к концепции предотвращения тяжелых аварий и, в случае возникновения такой аварии, практическим мерам по ликвидации ее последствий», — рассказывает директор Отдела безопасности ядерных установок МАГАТЭ Грег Жентковский.

### Новые меры безопасности

После этой аварии, по итогам рассмотрения соответствующих норм, включая нормы безопасности МАГАТЭ, касающиеся безопасности конструкции, эксперты установили, что в существующие проекты АЭС может быть

заложен более высокий уровень безопасности, для чего должны выполняться более строгие требования по защите от опасных внешних воздействующих факторов природного характера, и обеспечиваться большая независимость эшелонов защиты, так что даже в случае отказа на одном уровне, следующий уровень затронут не будет и позволит предотвратить развитие аварии.

Хотя в конструкцию ядерных реакторов всегда закладывались требования по защите от воздействующих факторов природного характера, после аварии они были ужесточены. В целом, конструктивные требования в настоящее время рассчитываются с учетом воздействия природных явлений, оценочная повторяемость которых составляет более 1 раза за 10 000 лет, в то время как ранее использовалось значение 1 раз за 1000 лет.

Концепция глубокоэшелонированной защиты предполагает, что различные уровни защиты на станции должны функционировать как можно более независимо, обеспечивая тем самым эффективность реализации функций безопасности. Необходимость в такой независимости особенно очевидна в контексте обеспечения защиты энергоблоков от отказов по общей причине. Например, на случай возникновения цунами резервные системы безопасности должны располагаться на высоте, достаточной для защиты их от возможного затопления и обеспечения их работоспособности при отказе систем нормальной эксплуатации.





## Внедрение усовершенствованных мер безопасности

Существующие энергоблоки, в конструкцию которых были заложены новые нормы безопасности, были впоследствии испытаны в рамках проведения комплексных оценок безопасности и инспекций. Для того, чтобы доказать, что вероятность возникновения условий, способных привести к ранним или большим выбросам радиоактивности, практически исключена, в ходе оценок принимались во внимание конструктивные особенности установок, усовершенствования систем безопасности и возможности использования временного оборудования.

«Новые АЭС проектируются в расчете на возможность тяжелых аварий, - говорит старший сотрудник МАГАТЭ по вопросам ядерной безопасности Хавьер Ильера. — На существующих станциях реализуются различные меры по повышению безопасности, а также предусматриваются меры по управлению авариями».

Проводившиеся в Европейском союзе после аварии на АЭС «Фукусима-дайити» оценки безопасности или «стресс-тесты» были в основном направлены на оценку воздействия таких опасных факторов природного характера, как землетрясения и наводнения, а также анализ вариантов развития ситуации на АЭС в случае экстремальных природных явлений и тяжелых аварий. Общая цель заключалась в том, чтобы проанализировать устойчивость энергоблоков к таким событиям и, при необходимости, повысить ее. Были проанализированы запасы надежности энергоблоков и определены возможные улучшения. Проведение подобных стресс-тестов, как и прежде, являлось прерогативой государств-членов и привело в итоге к внесению многочисленных усовершенствований в конструкцию и режимы эксплуатации АЭС в Европе.

В частности, Управление по ядерной безопасности Франции (АСН) инициировало процедуру оценки 56 эксплуатируемых в стране ядерных энергетических реакторов, а также двух сооружаемых реакторов проекта EPR. После этого АСН предписало использовать как стационарное, так и передвижное оборудование, которое потенциально может предотвратить большой выброс радиоактивности, включая дизель-генераторы и насосы высокого уровня отказоустойчивости, способные функционировать в экстремальных ситуациях, таких как сильные землетрясения или наводнения. Исходя из таких же условий, было также предписано обеспечить доступность запасных источников воды для целей охлаждения. Кроме того, АСН потребовало разработать план действий на случай аварийной ситуации, предусматривающий привлечение групп быстрого реагирования, которые могут быть доставлены на место с использованием таких транспортных средств, как вертолеты в течение 24 часов с легким оборудованием и в течение трех дней с тяжелым оборудованием, и которые могут работать в условиях серьезных разрушений.

«Один из уроков, извлеченных из аварии на АЭС "Фукусима-дайити", заключается в том, что серьезной проблемой могут стать разрушения, имевшие место как на площадке, так и за ее пределами вследствие воздействия экстремальных природных факторов, — поясняет Филипп Жамэ, бывший комиссар АСН и председатель Комиссии по проведению стресс-тестов на европейских станциях. — На случай возникновения аварии должны быть предусмотрены соответствующие транспортные средства, позволяющие добраться до объекта, и наличествовать персонал, подготовленный к работе в сложных условиях».

Атомная электростанция в Охи, Япония.

(Фото: Kansai Electric Power Co.)



# Неусыпная бдительность

## Поддержание механизмов готовности и реагирования на случай ядерной или радиологической аварийной ситуации

Петер Кайзер

Незадолго до восхода солнца 11 марта 2011 года в Вене был получен сигнал тревоги. Дежурный руководитель действиями по реагированию изучал сводку сейсмических данных, выведенную на экран его ноутбука. Через считанные минуты в Центр по инцидентам и аварийным ситуациям (ЦИАС) МАГАТЭ были вызваны сотрудники, подготовленные к выполнению специализированных функций по реагированию. Исходя из результатов оценки, проведенной в соответствии с заранее установленными процедурами, руководитель инициировал протокол «полномасштабного реагирования» ЦИАС на аварию, произошедшую на АЭС «Фукусима-дайти».

«Полномасштабное реагирование» подразумевает, что более 200 сотрудников, надлежащим образом подготовленных в рамках регулярных учений, работают 24 часа в сутки сменами по 12 часов, собирая информацию от пунктов связи в государстве, где произошла авария, — в данном случае в Японии — и в других государствах-членах, направляют по запросу соответствующую помощь МАГАТЭ,

информируют международное сообщество, доводят обновленную информацию до средств массовой информации и общественности и координируют международные меры по реагированию.

### Обязаны отреагировать

Во время той четверти века, которая разделяла ядерные аварии на Чернобыльской АЭС и на АЭС «Фукусима-дайти», МАГАТЭ отточило свои «рефлексы» в области аварийной готовности и реагирования (АГР), которые включают необходимые процедуры, инфраструктуру, сети связи и ноу-хау. В течение периода времени между этими событиями МАГАТЭ постепенно наращивало свой потенциал реагирования. За шесть лет до того как на Японию обрушились последствия землетрясения в регионе Тахоку, был открыт ЦИАС, в круг полномочий которого входило реагирование на ядерные и радиологические аварийные ситуации, независимо от того, были ли они вызваны стихийными бедствиями, сбоями в системах безопасности или злоумышленными действиями.

Специалисты МАГАТЭ в Центре по инцидентам и аварийным ситуациям МАГАТЭ в дни после ядерной аварии в Японии.

(Фото: МАГАТЭ)



«ЦИАС предназначен для управления чрезвычайными ситуациями, связанными с ядерной или физической безопасностью, включая экстремальные явления, и призван эффективно реагировать на них независимо от сложности обстановки», — говорит Елена Буглова, начальник ЦИАС с 2011 по 2020 год, которая в то время руководила действиями по реагированию на аварию.

Рафаэль Мартинчич, ветеран МАГАТЭ с 20-летним стажем и эксперт по АГР, в то время работал в оперативной части ЦИАС и участвовал в 1300-часовом марафоне по реагированию на аварию на АЭС «Фукусима-дайити». «Основным уроком в области АГР, который мы извлекли в связи с реагированием на те события, следует несомненно признать приоритет того, что все страны должны делиться друг с другом и с МАГАТЭ информацией об осуществляемых ими защитных мероприятиях и прочих мерах реагирования», — вспоминает г-н Мартинчич.

Обмен информацией обеспечивает последовательную эффективность мер по реагированию и позволяет правительствам доводить до заинтересованных сторон «четкое и понятное объяснение технических оснований для принятия решений по защитным мероприятиям и другим мерам реагирования, что крайне важно для того, чтобы заручиться пониманием и одобрением со стороны общественности как на национальном, так и на международном уровне», — поясняет он.

Наглядную картину того, как страны способны обмениваться информацией о реализуемых ими защитных мероприятиях в условиях чрезвычайной ситуации, дают крупные учения, в том числе учения уровня 3 в рамках конвенции (ConvEx-3) — самые масштабные и продолжительные в мире учения такого рода. «Каждый эпизод учений четко показывает, насколько далеко мы продвинулись за последнее десятилетие и сколько всего нам еще предстоит сделать для усвоения этого важного урока», — говорит г-н Мартинчич.

## Десять лет инноваций

Без колебаний Елена Буглова может назвать то, что следовало бы в свое время изменить в процедуре реагирования МАГАТЭ на аварию на АЭС «Фукусима-дайити»: «В идеале, задолго до этой серьезной аварии МАГАТЭ должно было бы получить от государств-членов полномочия, выходящие за рамки простого получения, проверки и распространения информации. Мы были бы лучше подготовлены, если бы у нас был дополнительный, четкий мандат на подготовку и распространение оценки МАГАТЭ в отношении имеющейся информации, а также, по возможности, на составление прогнозов в отношении дальнейшего развития аварии».

В задачи МАГАТЭ по реагированию в тот период, когда произошла авария на АЭС «Фукусима-дайити», прогнозирование потенциального развития событий при аварии или оценка ее возможных последствий не входили. После того как меры по аварийному реагированию были приняты, государства-члены признали преимущества

получения подобного анализа на основе всей имеющейся информации, что позволило бы им обосновывать свои собственные заключения, касающиеся безопасности на национальном уровне. Генеральная конференция МАГАТЭ предоставила МАГАТЭ мандат на проведение такой оценки и подготовку прогнозов. «До сих пор мы постоянно выходим на связь с государствами-членами, чтобы отрабатывать действия ЦИАС по оценке информации об аварии в процессе принятия мер аварийного реагирования и то, как эта оценка может использоваться для повышения эффективности реагирования», — продолжает г-жа Буглова.

Кроме того, МАГАТЭ опубликовало новые международные нормы безопасности и в 2015 году учредило специальный Комитет по нормам аварийной готовности и реагирования — ЭПРЕСК. «ЭПРЕСК является глобальным форумом, в центре внимания которого постоянно находятся вопросы АГР, которые не должны рассматриваться лишь в контексте последствий аварии. В рамках ЭПРЕСК, который является комитетом по нормам безопасности с самым большим членством, страны всего мира могут делиться своими принципами и методами организации защиты, чтобы быть уверенными, что как можно большее число стран сможет укрепить свои меры в области реагирования в соответствии с международно признанной передовой практикой», — говорит г-жа Буглова. Одним из наиболее показательных достижений ЭПРЕСК является принятие документа «Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency» («Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации») (IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7) — норм МАГАТЭ по безопасности, в подготовке которых участвовало наибольшее число международных организаций.

## К аварийным ситуациям завтрашнего дня нужно начинать готовиться сегодня

Как наглядно показывает текущая пандемия COVID-19, чрезвычайные ситуации в будущем, по всей вероятности, будут только усложняться и сопровождаться различными сочетаниями провоцирующих факторов и соображений по обеспечению реагирования. «Для того, чтобы быть способным к оперативному реагированию на все более сложные ситуации, необходимо быть готовым ко всякого рода неожиданностям», — уверена Елена Буглова.

«Как говорится, удача благоволит тому, кто хорошо подготовился. Мы не подходим к организации нашей работы столь радикальным образом, но делаем все возможное, чтобы проводить учения со всей требовательностью. Если вы не занимаетесь планированием, ошибки неизбежны. Но лишь в ходе учений можно выяснить, насколько ваш план эффективен», — подытоживает она.

ЦИАС и более 200 прошедших подготовку сотрудников, зарегистрированных в системе МАГАТЭ по инцидентам и аварийным ситуациям, ежедневно готовятся к тому, чтобы при необходимости поддержать этот призыв к обеспечению как можно более оперативного и эффективного реагирования.

# Связь в случае аварийных ситуаций

## Чему мы научились после Фукусимы?

Лаура Хиль

При возникновении ядерной аварийной ситуации роль служб распространения информации столь же важна, как и роль аварийно-спасательных служб. Когда каждая секунда имеет значение, предоставление четкой и достоверной информации на фоне тревоги и страха, испытываемых людьми при чрезвычайной ситуации, может спасти жизни.

Так чему же авария на АЭС «Фукусима-дайти» научила специалистов по коммуникации в чрезвычайных ситуациях?

«Наша работа как специалистов по коммуникации заключается в том, чтобы помогать населению принимать обоснованные решения по поводу своей безопасности и безопасности своих близких, — говорит Джессика Видер, директор по вопросам информирования о радиационной опасности и информационно-просветительской работе Агентства по охране окружающей среды (АООС) США, в обязанности которой входит также организация радиационного мониторинга. — Радиационные аварийные ситуации могут быть пугающими, поэтому в прошлом наша задача состояла в том, чтобы прежде всего снимать общественную обеспокоенность. Теперь наша главная цель — это обеспечивать, сообразно всей серьезности радиологических событий, доведение информации для соответствующей подготовительной работы и мероприятий, не допуская лишней паники».

Журналисты присутствуют на брифинге в Центральных учреждениях МАГАТЭ в Вене, Австрия, 17 марта 2011 года, посвященном суточной сводке событий на АЭС «Фукусима-Дайти».

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

### Можем ли мы считать себя в безопасности?

Любая связанная с радиоактивными материалами ситуация приводит к широкому распространению всевозможных опасений, часто потому, что для многих излучение представляется чем-то неведомым и трудно постижимым. Чтобы эффективно реагировать в таких ситуациях, специалисты по коммуникации должны озаботиться ответом на ключевой вопрос, поднимаемый потерпевшими: можем ли мы считать себя в безопасности?

Авария на АЭС «Фукусима-дайти» ясно дала понять, что для ответа на этот вопрос и снижения обеспокоенности специалисты по коммуникации должны предоставлять населению четкую информацию.

«Людам нужны были данные. Они хотели видеть цифры, — рассказывает г-жа Видер. — Произошедшая на АЭС "Фукусима-дайти" авария позволила нам осознать важность своевременного получения информации. В отсутствие этого мы своими глазами увидели, как быстро можно утратить доверие и как трудно потом восстановить его».

До аварии на АЭС «Фукусима-дайти» доступ к защищенным паролем данным АООС, касающимся уровней излучения, имел лишь небольшой круг людей. Однако во время первых двух недель после аварии АООС отменило меры парольной защиты данных и разместило их на своем общедоступном веб-сайте, где они с тех пор и представлены для ознакомления.

В течение 24 часов после аварии Токийская электроэнергетическая компания (ТЕПКО) — японская компания, являющаяся оператором АЭС в Фукусиме, — уже предоставляла предварительные данные радиационного контроля и обновляемую в режиме реального времени информацию о состоянии реактора. Однако понять, что именно означала эта информация, гражданам и средствам массовой информации оказалось не так просто.

По словам г-жи Видер, факты сами по себе не помогают устранить эмоциональное напряжение. «Мы не можем просто сообщать населению некие данные; нам приходится публиковать данные вместе с объяснениями, чтобы люди понимали, как следует интерпретировать эти данные с точки зрения своего здоровья».

После аварии МАГАТЭ оказывало префектуре Фукусима содействие во многих областях, предоставляя технические консультации и помогая распространять информацию для сведения общественности. Оно помогало выпускать соответствующие общественно-информационные материалы, в том числе информационные листки и веб-сайт, с помощью которых освещались результаты радиационного контроля и мероприятия по обеззараживанию. «Ключом к обеспечению правильного восприятия данных со стороны общественности и снятию опасений по поводу предполагаемых рисков является использование изображений, инфографики, четких пояснений и формулировок, не перегруженных техническими терминами», — говорит Миклош Гашпар, сотрудник Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ и специалист-куратор по вопросам информационной поддержки, предоставляемой префектуре Фукусима.

## Много голосов — один сигнал

После того как доверие завоевано, его необходимо поддерживать. После аварии на АЭС «Фукусима-дайити» службы распространения информации убедились в том, что для поддержания доверия в глазах общественности все авторитетные источники в чрезвычайной ситуации должны передавать один и тот же сигнал с одной и той же модальностью. «Если какая-либо организация заявляет одно, а какой-либо эксперт — другое, мы рискуем потерять доверие. В чрезвычайной ситуации такое для нас непозволительно», — говорит г-жа Видер.

Когда различные доверенные источники публикуют одни и те же данные и транслируют общественности один и тот же сигнал, это дает позитивный результат. «Когда ваше сообщение подхватывается сторонними источниками, это придает публикуемой вами информации некоторую дополнительную надежность, которую в противном случае вы бы не могли обеспечить своими силами, — говорит Мария Лаура Дуарте, руководитель отдела коммуникаций Управления по ядерному регулированию Аргентины. — Крайне важно координировать такие вопросы заблаговременно».

В Аргентине, как и во многих других странах, представители государственных органов, сотрудники аварийно-спасательных служб и эксперты из научных кругов

объединяют свои усилия для того, чтобы обеспечивать информирование в чрезвычайных ситуациях, создавая сети связи, чтобы в случае чрезвычайной ситуации коллеги точно знали, кому звонить. По словам г-жи Дуарте, целесообразно также заблаговременно привлекать и инструктировать представителей средств массовой информации при отработке действий в случае возможных инцидентов и задействовать их в учениях по аварийному реагированию.

## Ложь успевает обойти полмира, пока правда только начинает свой путь

Помимо укрепления доверия, координированное и последовательное распространение информации помогает бороться с дезинформацией. После аварии на АЭС «Фукусима-дайити» информация, которую пересылали друг другу граждане, в ряде случаев была ошибочной. «Предполагаемый риск в связи с выбросом радиации очень высок, — поясняет г-жа Видер. — И это создает простор для дезинформации».

Хотя реагировать на все слухи практически невозможно, специалисты по коммуникации сходятся во мнении, что главное — это сосредоточиться на тех из них, которые получили наибольшее распространение, и подключить несколько разных организаций-партнеров к работе по устранению недостоверной информации.

«Если вам приходится иметь дело с дезинформацией, попробуйте найти партнера, которому доверяют, например, представителя медицинского учреждения, и позвольте им прокомментировать ситуацию, чтобы поддержать ваш информационный посыл», — говорит Кора Бланкендааль, старший советник по коммуникациям в Группе по ядерным исследованиям и консультациям (NRG) — эксплуатирующей организации исследовательского ядерного реактора в Нидерландах.

## Укрепление доверия — день за днем

Меры по укреплению доверия важны не только в чрезвычайных ситуациях.

Мария Лаура Дуарте признается: «Нам приходится распространять информацию всегда и везде, будь то хорошие новости или плохие». Информационно-просветительская работа с населением и ежедневное общение с ним на основе открытости и прозрачности — это залог того, что люди будут более склонны доверять сообщениям властей при возникновении чрезвычайной ситуации. Эффективным способом добиться этого становится общение в социальных сетях, в рамках которого специалисты по коммуникации и представители общественности могут выстраивать двустороннее взаимодействие и вести публичный диалог, добавляет она.

По словам Милоша Гашпара, чтобы заработать доверие общественности, следует «привлекать представителей местного населения к работе по измерению радиации и доводить информацию до населения на постоянной и прозрачной основе».

# Знакомство с нормами безопасности МАГАТЭ

Михаэль Амди Мадсен

## Что такое нормы безопасности МАГАТЭ?

Ядерные технологии приносят огромную пользу обществу: с их помощью производится низкоуглеродная энергия, лечится рак, стерилизуются продукты питания и отслеживается эрозия почв. Однако применение этих технологий требует тщательного регулирования, чтобы снизить риски и не допустить возможного радиационного облучения работников, пациентов, населения и окружающей среды. Для этого необходимо соблюдать нормы безопасности.

Хотя основную ответственность за обеспечение безопасности несут лицо или организация, которые отвечают за деятельность, связанную с ядерными технологиями, регулирование безопасности является обязанностью государства, и МАГАТЭ может в этом помочь. МАГАТЭ разрабатывает нормы безопасности, которые отражают международный консенсус в отношении того, что представляет собой высокий уровень безопасности, позволяющий защищать людей и окружающую среду от вредного воздействия ионизирующего излучения.

Нормы безопасности МАГАТЭ охватывают все ядерные и радиационные применения, используемые в мирных целях, и содержат руководства и требования в отношении медицинского использования излучения, эксплуатации ядерных установок (таких как атомные электростанции), производства, перевозки и использования радиоактивных материалов, а также обращения с радиоактивными отходами.

## Какова их структура, как они разрабатываются?

Нормы безопасности МАГАТЭ отражены в трех сводах публикаций. В «Основах безопасности» изложены основополагающие цели безопасности и принципы защиты и безопасности на языке, понятном неспециалистам. В «Требованиях безопасности» установлены требования, которые необходимо выполнять для обеспечения защиты людей и окружающей среды как в настоящее время, так и в будущем; они также призваны помочь странам в создании национальной регулирующей основы. В «Руководствах



по безопасности» представлена надлежащая и наилучшая практика и содержатся рекомендации и руководства по выполнению требований безопасности.

Создание норм безопасности МАГАТЭ — это открытый и прозрачный процесс, в рамках которого собираются, систематизируются и обобщаются знания, основанные на опыте использования ядерных технологий во всем мире. Затем подготовленные Секретариатом МАГАТЭ проекты рассматриваются пятью различными комитетами по нормам безопасности и направляются государствам — членам МАГАТЭ для представления замечаний и внесения дополнений.

Эти комитеты занимаются вопросами ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов, безопасной перевозки радиоактивных материалов, а также аварийной готовности и реагирования. В их состав входят назначенные эксперты и должностные лица из разных стран и организаций. Все нормы безопасности одобряются Комиссией по нормам безопасности, а основы безопасности и требования безопасности в конечном итоге утверждаются Советом управляющих — одним из руководящих органов МАГАТЭ.

## Как они применяются?

Решение о применении норм безопасности МАГАТЭ принимают страны. Нормы безопасности МАГАТЭ не являются юридически обязательными для стран, и государства-члены применяют их по своему усмотрению. В то же время эти нормы применяются МАГАТЭ в его собственной деятельности и при оказании Агентством помощи странам.

Если страна решает применять нормы безопасности МАГАТЭ, она часто включает их в свои национальные регулирующие положения. Кроме того, нормы безопасности МАГАТЭ иногда применяются другими организациями или компаниями, которые проектируют, строят и эксплуатируют ядерные установки либо используют радиационные и радиоактивные источники.

Промышленный быстрый реактор БН-800 на Белоярской АЭС в России.

(Фото: Росэнергоатом)



# Фукусима-дайти: предпосылки аварии

Лаура Хиль

К произошедшей на АЭС «Фукусима-дайти» 11 марта 2011 года аварии привело стечение нескольких факторов.

## Фактор первый: землетрясение и цунами

Когда отголоски произошедшего далеко в океане землетрясения магнитудой 9 баллов достигли побережья Японии, реакторы АЭС «Фукусима-дайти» были автоматически остановлены, чтобы реакция ядерного деления не вышла из-под контроля. Электрические линии были повреждены, но системы станции отработали так, как и было предусмотрено проектом, и само землетрясение никаких других проблем не вызвало. Однако последовавшее за ним цунами привело к куда более серьезным последствиям.

«Энергоблоки были спроектированы с запасом надежности с сейсмической точки зрения, — говорит директор Бюро координации деятельности по обеспечению безопасности и физической безопасности МАГАТЭ Густаво Карузо. — Но они были уязвимы перед гигантскими волнами цунами».

Когда началось наводнение, «стены от цунами», возведенные для защиты станции от подобных явлений, оказались слишком низкими для того, чтобы предотвратить проникновение на станцию морской воды. Вода прибывала с такой силой, что разрушила некоторые конструкции и затопила здание дизель-генераторной станции, которое на

энергоблоках 1, 2 и 3 было построено на меньшей высоте относительно уровня моря и ближе к нему, чем на других станциях в Японии.

«Несмотря на все предпринятые меры и несмотря даже на то, что сама конструкция атомной электростанции выдержала землетрясение, именно цунами стало основным фактором, воздействие которого нарушило глубокоэшелонированную защиту станции, и, преодолев несколько уровней безопасности, привело к расплавлению активной зоны реакторов на энергоблоках 1, 2 и 3», — поясняет г-н Карузо.

## Фактор второй: проектные недоработки

«Дизель-генераторы необходимы для поддержания электроснабжения станции в аварийных ситуациях, — говорит начальник Секции ядерно-энергетической техники МАГАТЭ Паль Винце. — Они оказались затоплены».

В случае повреждения дизель-генератора для выработки электроэнергии могут использоваться специальные батареи, но их емкость ограничена, а на АЭС «Фукусима-дайти» некоторые помещения аккумуляторных батарей также оказались затоплены. «Специалисты в Японии прилагали поистине героические усилия для того, чтобы снова запустить электрические системы, но этого было недостаточно», — добавляет г-н Винце.





В отсутствие функционирующих систем контроля и управления, равно как и возможностей для поддержания электроснабжения и охлаждения, перегретое топливо расплавилось, опустилось в нижнюю часть реакторов и разрушило их корпуса, что привело к трем авариям с расплавлением активной зоны. Кроме того, были также затоплены системы регистрации данных и жизненно важные системы, управляемые на основе параметров безопасности, и это означало, что у операторов не было возможности контролировать те процессы, которые происходили внутри реакторов.

### Фактор третий: недостатки в культуре безопасности

Как указывается в докладе МАГАТЭ об аварии на АЭС «Фукусима-дайити», «одним из главных факторов, способствовавших аварии, стало широко распространенное в Японии мнение, что атомные электростанции страны настолько безопасны, что авария подобного масштаба просто немыслима. Это мнение поддерживали сами операторы атомных электростанций, и его не ставили под сомнение ни регулирующие органы, ни правительство. В результате Япония оказалась недостаточно подготовленной к тяжелой ядерной аварии, произошедшей в марте 2011 года».

Подобная самоуспокоенность была равносильна «исходному допущению» о том, что станция способна противостоять любым воздействиям, будь то технологического или природного характера. При планировании, проектировании и строительстве станции эксперты должным образом не учли имевшие место в прошлом случаи цунами.

«Бытовало убеждение, что станции обладают достаточным уровнем безопасности и что они полностью подготовлены к

экстремальным внешним событиям, — говорит г-н Карузо. — Следует заметить, что сочетания землетрясения такого масштаба и цунами случаются крайне редко, но, к сожалению, именно это и произошло».

Густаво Карузо добавляет, что это исходное допущение в сочетании с недостаточной подготовкой операторов в области управления аварией и отсутствием достаточных компенсирующих мер против цунами и создало предпосылки для возникновения аварии.

### Фактор четвертый: пробелы в системе регулирования

Авария на АЭС «Фукусима-дайити» выявила определенные недостатки системы регулирования в Японии. Согласно докладу, обязанности распределялись между целым рядом органов, и не всегда было ясно, за кем закреплены те или иные полномочия. В докладе также отмечается, что некоторые рекомендации по обеспечению безопасности, сделанные МАГАТЭ в адрес регулирующего органа, выполнены не были, а некоторые международные нормы не соблюдались.

Следует отметить, что, как резюмирует г-н Карузо, несмотря на повреждение активной зоны, приведшее к выбросу радиоактивного материала в окружающую среду, связывать какие-либо последствия для здоровья с воздействием облучения не представляется возможным, поскольку «исходя из данных о дозах облучения, а также мониторинга окружающей среды и индивидуального мониторинга, полученные жителями эффективные дозы облучения были низкими и в целом сопоставимыми с диапазоном эффективных доз, получаемых в связи с воздействием среднемировых уровней естественного фонового излучения».

Судно производит отбор проб вблизи АЭС «Фукусима-дайити». (Фото: NRA)



# Восстановление после ядерной аварии

## Опыт префектуры Фукусима

Лаура Хиль

**М**еньше часа. Именно столько времени потребовалось вызванному землетрясением в 2011 году цунами для того, чтобы достичь восточной береговой линии Японии. Вскоре после этого первые волны цунами обрушились на АЭС «Фукусима-дайити», что привело к аварии, вынудившей эвакуироваться десятки тысяч людей. С тех пор правительство Японии и власти префектуры Фукусима предпринимают значительные усилия для того, чтобы сделать большую часть эвакуированных районов вновь пригодными для проживания. Как выглядит жизнь в пострадавших районах префектуры Фукусима по прошествии десяти лет после аварии?

«Япония прилагает огромные усилия по устранению остаточного радиоактивного загрязнения, — говорит Мирослав Пинак, начальник Секции радиационной безопасности и дозиметрического контроля МАГАТЭ и руководитель проекта МАГАТЭ по оказанию поддержки префектуре Фукусима в проведении восстановительных работ. — С 2012 года МАГАТЭ оказывает префектуре помощь в этой и других областях деятельности, включая осуществление радиационного мониторинга, а также проведение анализа и надлежащее информирование о его результатах. Дети уже всю играют на школьных площадках, а любители пеших походов посещают леса префектуры Фукусима, доступ к которым был ограничен после аварии, и мы считаем это безусловным успехом».

МАГАТЭ предоставляет технические консультации, оборудование, организует миссии экспертов и публикует руководящие материалы, касающиеся проведения восстановительных работ, исходя из примеров международной практики и норм безопасности МАГАТЭ (подробнее о нормах безопасности рассказывается на стр. 12). Оно оказывает содействие японским властям и ученым в трех технических областях: радиационный мониторинг, восстановление и обращение с отходами, полученными в результате дезактивации.

Радиационный мониторинг является важным элементом деятельности по ликвидации последствий ядерной или радиологической аварийной ситуации. Эксперты должны получить ответы на ряд ключевых вопросов. Произошел ли выброс радиоактивного материала? Если да, то какие типы и количества радионуклидов были выброшены? Как обеспечить наиболее эффективную защиту людей и окружающей среды? Чтобы ответить на эти вопросы, во время аварийной ситуации необходимо часто производить замеры уровней радиации в окружающей среде.

«Радиационный мониторинг во время аварийной ситуации помогает определить, действительно ли защитные меры, такие как укрытие людей в убежищах или эвакуация, осуществляются именно там, где это необходимо и когда

это необходимо», — поясняет исполняющий обязанности руководителя Центра по инцидентам и аварийным ситуациям МАГАТЭ Флорьян Бачу.

Значительное количество радиоактивных изотопов цезия, так называемого радиоцезия, было выброшено в атмосферу и выпало на леса, почвы и водоемы в префектуре Фукусима. При содействии МАГАТЭ японские власти разработали долгосрочные программы мониторинга в целях обнаружения радиоцезия на суше и в воде в дополнение к измерению уровня радиоактивности у диких животных, грибов и прочих пищевых продуктов леса.

Мирослав Пинак добавляет, что ввиду естественного радиоактивного распада ожидается постепенное снижение уровня радиации: «По результатам долгосрочной программы мониторинга в лесах, за период с 2011 по 2019 год мощность воздушной дозы в целом снизилась примерно на 78%. С течением времени концентрация радиоактивных элементов в лесах будет продолжать снижаться, и программы мониторинга будут фиксировать эту тенденцию».

### Помощь природы

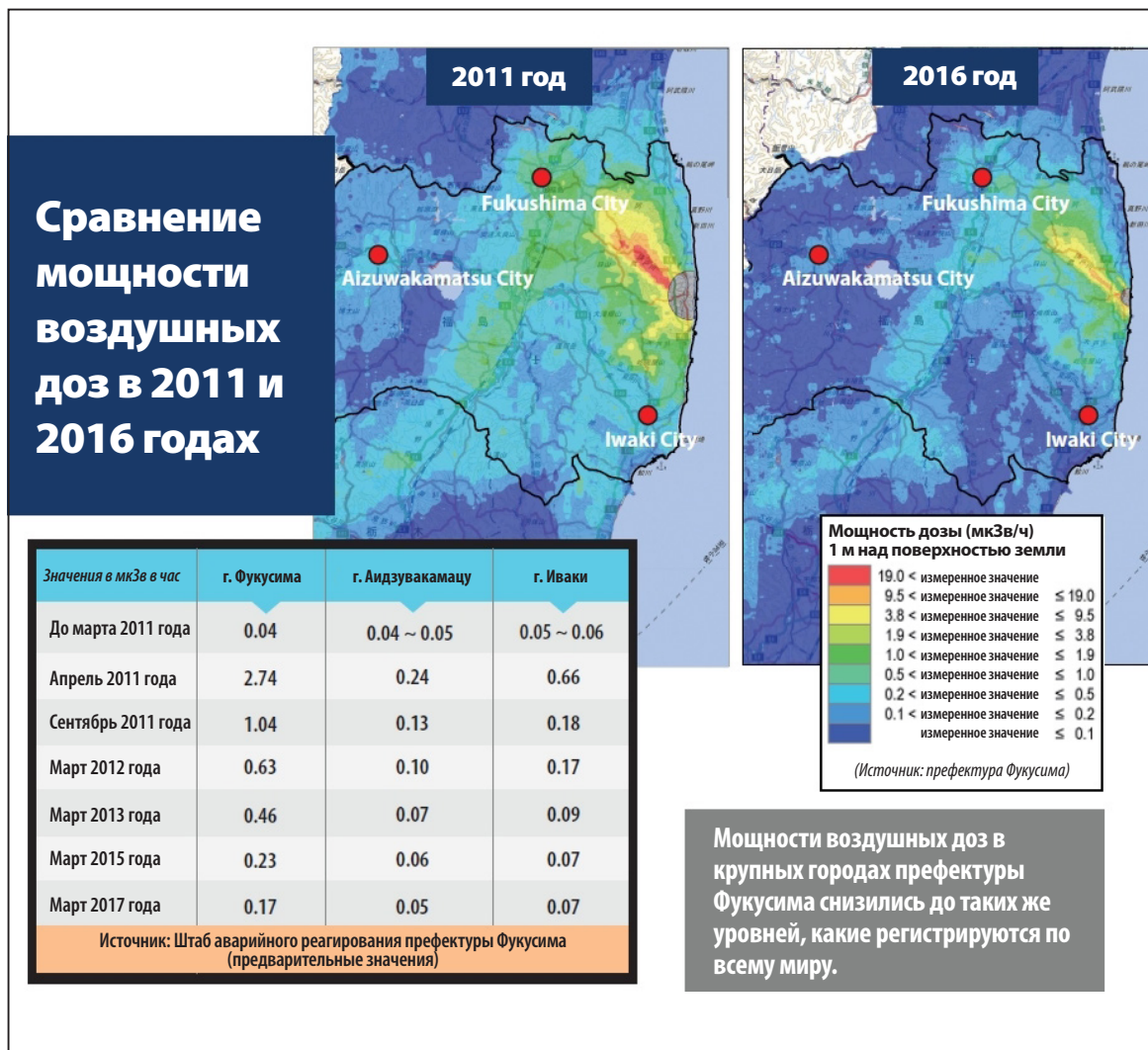
Показательно, что, согласно наблюдениям экспертов по итогам многих лет мониторинга и анализа результатов, большая часть радиоцезия удерживалась лесами и не циркулировала в воздухе. Другими словами, в дополнение к эффекту, обусловленному химическими и физическими свойствами радионуклидов, сама природа помогает сдерживать радиоактивное загрязнение и оберегать от него людей.

«Воздействие радиоцезия на организм человека может происходить как при внешнем, так и при внутреннем облучении. В случае внутреннего облучения элемент попадает в организм путем проглатывания или вдыхания и может концентрироваться в мягких тканях тела, особенно в мышечной ткани, — рассказывает Пинак. — Поэтому обнадеживают известия о том, что глинистые минералы в лесной почве связывают радиоцезий, не допуская его попадания в растения и на сельскохозяйственные угодья».

Реки, пруды и озера префектуры, расположенные вокруг зоны электростанции, также сыграли свою роль. В пресноводных экосистемах радиоцезий связывается с взвешенными наносимами, которые впоследствии осаждаются на дно водоема. Это приводит к быстрому снижению уровней содержания растворенных в воде радионуклидов цезия.

### Реабилитация и дезактивация

Несмотря на то, что природа играет свою роль, и в результате процесса радиоактивного распада активность отдельных



радионуклидов значительно снижается, необходимы дополнительные меры по очистке тех или иных районов от радиоактивного загрязнения. После аварии префектура осуществляет восстановительные мероприятия, например, работы по снятию загрязненного верхнего слоя почвы, и обеспечивает безопасное обращение с образующимися радиоактивными отходами.

«Образующиеся в префектуре отходы собираются и хранятся на временных складах, которые обустраиваются непосредственно на местах или поблизости, — продолжает Пинак. — В настоящее время идет перемещение этих отходов в промежуточное хранилище, которое создается и эксплуатируется центральным правительством. По истечении предусмотренного срока хранения в промежуточном хранилище продолжительностью до 30 лет отходы будут подлежать окончательному захоронению за пределами префектуры».

Все еще остается много проблем, обусловленных аварией, и в сельской местности по-прежнему действуют посты радиационного мониторинга. Тем не менее, жизнь в большинстве районов префектуры медленно, но верно возвращается в нормальное русло.

«В период после аварии из-за естественного распада радиоизотопов и мероприятий по обеззараживанию мощность дозы значительно снизилась, однако ликвидировать все радиоактивное загрязнение непросто, — говорит Минако Камота, эксперт, с 2011 года занимающаяся вопросами окружающей среды в рамках восстановительных мероприятий в префектуре Фукусима. — Некоторые прилегающие территории до сих пор классифицируются как зоны, в которые затруднено возвращение населения, однако в большинстве других районов окружающая среда уже восстановлена практически до состояния, предшествовавшего аварии».

# Безопасность за счет конструкции

## Как решаются вопросы безопасности у нового поколения ядерных реакторов

Джоанн Лю

В 1942 году под трибунами спортивной площадки Чикагского университета впервые была осуществлена самоподдерживающаяся ядерная цепная реакция. Графитовые блоки со вставками урана были уложены в деревянном каркасе в «поленницу» — ядерный реактор. Сверху на веревке был подвешен стрежень аварийной защиты, а рядом стоял человек в защитной одежде, готовый перерубить веревку топором в случае непредвиденных обстоятельств. Тогда стержни бы упали в активную зону реактора, тем самым остановив цепную реакцию. Этот человек был воплощением первой в мире системы обеспечения ядерной безопасности.

В последующие десятилетия безопасность оказывала влияние на эволюционные усовершенствования реакторов — от прототипов в 1950-е годы и коммерческих энергетических реакторов 1960-х годов до усовершенствованных конструкций, появившихся в 1990-е годы. Современные реакторы имеют конструкции и системы, обеспечивающие высокий уровень безопасности, а человек с топором остался далеко в истории.

В новое поколение ядерных реакторов входят как некоторые уже находящиеся в эксплуатации реакторы, так и конструкции реакторов, которые еще только предстоит воплотить в жизнь. МАГАТЭ подразделяет усовершенствованные ядерные реакторы на эволюционные и инновационные, при этом в обоих типах учитываются уроки, извлеченные из ядерной аварии на АЭС «Фукусима-дайити» в 2011 году. Эволюционные реакторы основаны на совершенствовании существующих конструкций с сохранением проверенных конструктивных особенностей, в то время как в инновационных реакторах используются новые технологии.

Большинство эволюционных реакторов являются работающими и уже подключенными к сетям. Основополагающий подход к безопасности этих реакторов по сравнению с обычными реакторами основывается на

применении расширенной стратегии глубокоэшелонированной защиты с большим упором на присущие этим реакторам внутренние характеристики безопасности и пассивные функции при уменьшении зависимости от действий оператора в целях минимизации риска возникновения аварий.

Инновационным реакторам присущи радикальные изменения с точки зрения использования теплоносителей, топлива, эксплуатационных условий и конфигураций систем. Предполагается, что некоторые инновационные концепции будут внедрены в ближайшие 10–20 лет.

«С технологической точки зрения [инновационные реакторы] сильно отличаются, потому что, как правило, они не используют в качестве теплоносителя воду», — рассказывает начальник Секции развития ядерно-энергетических технологий МАГАТЭ Стефано Монти. Он также добавляет, что с физической точки зрения другие теплоносители в свою очередь меняют способ отбора тепла и способ создания и поддержания реакции деления ядра.

Например, усовершенствованные реакторы на быстрых нейтронах с натриевым, свинцовым или свинцово-висмутовым теплоносителем, а также газоохлаждаемые быстрые реакторы используют нейтроны с гораздо более высокой энергией, чтобы вызвать деление. Реакторы на быстрых нейтронах предназначены для повышения эффективности использования топлива и, следовательно, сокращения количества радиоактивных отходов высокого уровня активности. «С точки зрения безопасности риски, связанные с их эксплуатацией, находятся на очень низком уровне в результате сокращения как самой вероятности аварий, так и их радиологических последствий», — говорит начальник Секции оценки безопасности МАГАТЭ Веселина Рангелова. В информационной системе МАГАТЭ по усовершенствованным реакторам представлены подробные технические сведения и информация о безопасности для всех этих типов усовершенствованных реакторов.

Первые в мире усовершенствованные малые модульные реакторы (ММР) были введены в эксплуатацию в прошлом году в России, и многие инновационные ММР находятся в процессе разработки с планами внедрения в краткосрочной перспективе. Во всем мире есть около 70 концепций и проектов ММР, их них две — в Аргентине и Китае — находятся на продвинутых стадиях сооружения реакторов.

## Системы безопасности

Уроки, извлеченные из фукусимской аварии, привели к значительному ужесточению международных требований безопасности, которые следует учитывать в конструкции усовершенствованных реакторов, чтобы вероятность возникновения аварии с серьезными радиологическими последствиями была крайне низкой, а если авария все же произошла, то радиологические последствия можно было практически устранить. (Более подробно об аварии на АЭС «Фукусима-дайити» можно прочитать на стр. 14.)

В рамках проверки концепции ММР требуется провести демонстрацию эффективности фундаментальных функций безопасности (управление реактором, охлаждение активной зоны и локализация реактивности) на основе разработки и оценки стратегий глубокоэшелонированной защиты.

Например, американская компания «НьюСкейл Пауэр» спроектировала ожидаемый к вводу в 2027 году модульный легководный реактор, в котором в единый блок объединены парогенератор и теплообменник. «Основная проблема с точки зрения безопасности, существующая у действующих ядерных реакторов, связана главным образом со способностью отводить остаточное тепло (радиоактивного распада) и поддерживать реактор в охлажденном состоянии, — делится директор по вопросам регулирования в компании "НьюСкейл Пауэр" Кэрри Фосаен. — Конструкция станции компании "НьюСкейл Пауэр" включает в себя более простые системы, что исключает необходимость использования сложных конфигураций, которые в настоящее время требуются на действующих ядерных установках».

Учитывая характер инноваций, внедрение пассивных и других инновационных функций безопасности создает трудности с точки зрения регулирования. Регулирующим органам поручено проверять заявления проектировщиков о безопасности, а для оценки новых проектов могут быть необходимы дополнительные исследования и анализ.

«Для демонстрации безопасности конструкции требуется всесторонняя оценка всех состояний установки — нормальная эксплуатация, ожидаемые при эксплуатации события и аварийные условия. На этой основе можно установить способность конструкции выдерживать внутренние и внешние события и продемонстрировать эффективность функций характеристик безопасности, включая аварийное планирование, — объясняет Рангелова. — Несмотря на то, что инновационные конструкции являются многообещающими, они должны пройти дополнительную строгую оценку безопасности со стороны регулирующего органа и процесс лицензирования, что окажет поддержку их использованию и внедрению».

## Технологически нейтральная основа обеспечения безопасности

МАГАТЭ оценивает степень, в которой существующие нормы безопасности МАГАТЭ могут быть применены к инновационным технологиям. «Наши нормы безопасности являются технологически нейтральными. При этом в основном они были разработаны с использованием опыта эксплуатации реакторов, большинство из которых являются водоохлаждаемыми реакторами», — добавляет Рангелова. Хотя нормы по сути являются нейтральными, их осуществление применительно к некоторым или всем типам ММР может различаться.

«Есть пробелы, для заполнения которых нам потребуется разработать дополнительные руководящие материалы или вспомогательные документы, которые позволят применять эти нормы к инновационным технологиям», — говорит Рангелова. МАГАТЭ планирует опубликовать Доклад по безопасности в отношении применимости норм безопасности МАГАТЭ к технологиям ММР в 2022 году.



# Стимулирование интереса молодежи к ядерной энергетике

## Задача в области обеспечения безопасности

Шинейд Харви

Поскольку ядерные технологии играют важную роль в производстве энергии, усилия по обеспечению долгосрочной устойчивости в сфере ядерной безопасности имеют решающее значение. В последнее время молодые люди во многих странах отворачиваются от идеи работать в ядерной области. Как международному ядерному сообществу привлечь молодых людей к работе в отрасли в целом и в сфере ядерной безопасности в частности, ведь обеспечение ядерной безопасности зависит от полноценной передачи знаний новым поколениям?

«Чтобы адаптироваться к происходящим в мире изменениям, мы должны наполнить ядерную отрасль новой энергией и новыми перспективами, а также сделать так, чтобы она привлекала лучших и самых умных молодых людей», — говорит Председатель Комиссии по ядерной безопасности Канады (КЯБК) Румина Велши. Она понимает, что национальные регулирующие органы, такие как КЯБК, обязаны привлекать молодых людей в ядерную отрасль и удерживать их на этой работе, чтобы обеспечивать самый высокий уровень безопасности. «Когда мы исключаем из своего поля зрения часть населения или не можем показать себя ему, то мы сами лишаем себя потенциала», — считает Велши.

### Молодежь и ядерная отрасль

Перерыв в сооружении новых реакторов, особенно на Западе, в сочетании с политическим дискурсом, направленным против ядерной энергетики, привел к сокращению во всем

мире числа молодых людей, обучающихся для работы в этом секторе. Для доклада «Global Energy Talent Index» за 2021 год было проведено обследование работников ядерной отрасли в 166 странах, при этом доля респондентов возрастной группы от 18 до 34 лет составила 29%, а 36% были старше 55 лет.

Последние несколько лет Джон Линдберг работает над докторской диссертацией, посвященной проблеме долгосрочных последствий отрицательного отношения к ядерной энергетике, в Королевском колледже Лондона и Имперском колледже Лондона в Соединенном Королевстве. «Проблема заключается в том, что некоторые люди воспринимают ядерные технологии как нечто устаревшее и опасное», — объясняет он.

Это отмечается и в недавнем обследовании, проведенном Ассоциацией инженеров-механиков, которое показало, что молодежь в целом скептически относится к ядерной энергетике и плохо осведомлена о том, что она является низкоуглеродным источником энергии. Согласно данным обследования, молодые люди обеспокоены связанной с ядерной энергией безопасностью, особенно когда речь идет об обращении с ядерными отходами.

Линдберг считает, что в этой области следует вести надлежащую просветительскую работу: «Крайне важно, чтобы международное сообщество и ядерно-энергетическая отрасль в глобальном масштабе вместе осуществляли взаимодействие со студентами, чтобы не только помочь развеять эти неправильные представления, но и — что более



важно — способствовать тому, чтобы ядерные технологии воспринимались с энтузиазмом, который они заслуживают, а также созданию многочисленных возможностей в плане карьерных перспектив, которые предлагает эта отрасль».

## Изменение восприятия со стороны молодежи

Джавахер Аль-Тувейти — докторант, занимающаяся исследованиями в области метрологии ионизирующего излучения, медицинской физики и радиационной защиты в Университете им. Ибн Туфайля в Кенитре, Марокко. В качестве генерального координатора Йеменского форума научных исследований и устойчивого развития и руководителя Сети молодых специалистов из Йемена (YYPN), она много лет работает над созданием возможностей для молодежи в области ядерных технологий у себя на родине — в Йемене.

«Большое значение имеет сотрудничество представителей ядерной отрасли с сектором образования, чтобы доносить информацию до молодых людей и рассказывать им об открывающихся возможностях, чтобы они могли раскрыть свои научные таланты и открыть для себя новые сферы интереса и изменить восприятие ядерной энергетики, — объясняет Аль-Тувейти. — Главной проблемой Йемена и многих других развивающихся стран является неравенство. Прилагаемые усилия недостаточны и не являются устойчивыми, поскольку они не приносят в равной степени пользы развитым и развивающимся странам».

«Диверсификация кадров в ядерной сфере стимулирует инновации в отрасли в целом», — добавляет Аль-Тувейти. Были предприняты определенные усилия для создания равных условий на мировом уровне. Например, Программа стипендий МАГАТЭ имени Марии Склодовской-Кюри направлена на оказание финансовой помощи женщинам, изучающим ядерные дисциплины для получения соответствующего диплома. Уже 100 студенток из 71 страны получают эти стипендии.

Докторант Линдберг также выступает за диверсификацию отрасли. «Разнообразие делает весь ядерный сектор более гибким и динамичным, а в итоге и более успешным. Оно помогает нам избегать хорошо известных опасностей возникновения группового мышления и "эхо-камер", внутри которых в коллективе звучат лишь одинаковые точки зрения и мнения, — говорит он. — Работа с общественностью является еще одной областью, где большее разнообразие мнений, как считается, имеет решающее значение, поскольку за счет этого появляются новые и инновационные методы информирования населения о преимуществах ядерной энергии».

## Карьерные перспективы

Чтобы избежать повторения проблем в области обеспечения безопасности, имевших место в прошлом, компании могут начать вкладываться уже сейчас, дабы обеспечить надлежащую передачу знаний. Программы сетевого взаимодействия и наставничества играют двуединую роль в передаче знаний и обеспечении карьерного роста, о котором молодые люди думают уже при поступлении на работу.

Международная конференция МАГАТЭ «Радиационная безопасность: совершенствование радиационной защиты на практике», которая состоялась в ноябре 2020 года, включала в себя программу повышения квалификации, в рамках которой происходило общение между ветеранами ядерной отрасли и молодыми людьми, направленное на создание новых идей, придание импульса и обеспечение устойчивости отрасли.

КЯБК также использует широкий спектр возможностей построения карьеры, имеющихся в сфере обеспечения ядерной безопасности, для привлечения молодых людей. «Мы стараемся вынести обсуждение вопросов ядерной безопасности за пределы ограниченной аудитории, которую составляют студенты, изучающие ядерную технику, или жители районов, где расположены ядерные установки, — говорит Велши. — Недавно я выступала с докладом перед аспирантами со специализацией на геотехнике, и они проявили большой интерес к проблематике доверия общества к ядерной энергетике, а также к вопросам их роли как инженеров в этой области».

## Изменение климата и цифровая революция

По всему миру молодые люди были главными зачинщиками акций протеста против самой большой глобальной проблемы современности — изменения климата. Эта молодежь осведомлена о проблемах, связанных с климатом, и готова принимать участие в глобальной дискуссии о будущем планеты. Смягчение последствий изменения климата остается ключевым фактором сохранения и расширения использования ядерной энергии, а последние ежегодные прогнозы МАГАТЭ показывают, что мировые мощности производства электроэнергии на АЭС к 2050 году могут удвоиться. Это дает ядерной отрасли и международному сообществу шанс показать, что ядерная энергетика и ядерная безопасность являются растущей и инновационной сферой, открывающей интересные и актуальные возможности для карьеры.

Если будут обеспечены полноценное образование в ядерной области, понимание ее преимуществ для людей и окружающей среды, перспективы карьерного роста и широкая диверсификация кадров, то ядерная энергетика сможет стать престижной сферой профессиональной деятельности.

Велши и КЯБК считают, что цифровая революция в сфере ядерной безопасности открывает возможности для молодежи. «Сегодня мы находимся в начале "четвертой промышленной революции", т. е. цифровой революции. Эта новая глава в истории развития человека, движимая главным образом научно-техническим прогрессом, характеризуется экспоненциальным ростом. Это относится также и к ядерному сектору. Мы знаем, что ядерная отрасль стремится найти инновационные решения, от робототехники до квантовых вычислений и использования искусственного интеллекта для решения существующих задач. Карьера в области ядерной безопасности дает вам возможность быть в авангарде этой революции».

# Школа лидерства для обеспечения безопасности МАГАТЭ содействует формированию высокой культуры безопасности

Аньярика Штроаль

**П**очему лидерство жизненно важно для обеспечения ядерной безопасности? Лидерство необходимо для инициирования надлежащих действий по обеспечению безопасности, мотивации персонала к обеспечению соблюдения процедур безопасности в круглосуточном режиме семь дней в неделю, а также предоставления руководящих указаний по осуществлению мер безопасности.

Изучение значения лидеров для обеспечения безопасности входит в программу организуемой МАГАТЭ с 2016 года Международной школы лидерства для обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Поощрение культуры безопасности среди персонала, чтобы работники понимали значение безопасности и мер, необходимых для ее поддержания, является ключевой задачей в ядерной отрасли. Формирование высокой культуры безопасности является одним из важнейших основополагающих принципов менеджмента при использовании ядерных технологий. Его задачей является укрепление реализации системного подхода к безопасности, т. е. взаимодействия между людьми, техникой и организациями в рамках национальной ядерной инфраструктуры. Важность культуры безопасности является одним из ключевых уроков, извлеченных из ядерной аварии на АЭС «Фукусима-дайти».

«Цель Школы заключается в том, чтобы дать возможность нынешним и будущим лидерам в ядерной сфере лучше и глубже понять свою роль в создании надежной культуры

безопасности на ядерных установках по всему миру, — говорит Шахид Маллик, начальник Секции координации программ и стратегий в Бюро координации деятельности по обеспечению безопасности и физической безопасности МАГАТЭ. — Первоочередное информирование о политике и планах по обеспечению безопасности имеет важное значение при использовании ядерных технологий».

Занятия в Школе сосредоточены на применении концепций лидерства в области ядерной и радиационной безопасности в реальной жизни. Они предназначены для развития лидерских навыков у специалистов среднего звена с использованием обычных и аварийных сценариев для проверки лидерских качеств и навыков управления. «Наблюдающийся с самого начала высокий спрос со стороны всех наших государств-членов на участие в занятиях Школы является свидетельством потребности в такой поддержке», — говорит Маллик.

## Безопасность: сверху вниз и снизу вверх

Слушатели Школы постепенно осваивают новые способы коммуникаций с помощью последовательной прогрессии от простых педагогических задач, таких как «цели», «ценности и подходы» и «взаимодействие», к пониманию более сложных реальных ситуаций, о которых рассказывается в рамках тематических исследований, презентаций, докладов и обсуждений. Учебная программа позволяет им сформировать фундаментальную основу и понимание безопасности как первоочередного приоритета. План занятий разрабатывается





специалистами, представляющими международные организации, операторов ядерных установок и научные круги, и включает в себя практическую подготовку на основе тематических исследований ядерных или радиологических аварийных ситуаций.

Говорит Кармолпорн Пакди, сотрудник по распространению информации в Управлении по мирному использованию атомной энергии Таиланда, который в феврале 2020 года принял участие в первой сессии Международной школы лидерства для обеспечения ядерной и радиационной безопасности МАГАТЭ, организованной Университетом Токай, Япония: «Для обеспечения ядерной и радиологической безопасности требуется взаимодействие всех работников. Мы все должны быть привержены этому как единая команда, и только за счет использования планирования и систематических подходов, включающих надлежащее использование различных инструментов и средств коммуникации, мы сможем обеспечить ядерную и радиологическую безопасность населения во всех уголках мира».

В рамках тематических исследований и игр по развитию лидерских качеств участники занимаются решением таких вопросов, как непреднамеренное медицинское облучение, отключения АЭС и утечки радиоактивного материала. Им предлагается выявить недостатки и определить пути оказания помощи организации в совершенствовании процессов и механизмов обеспечения ядерной безопасности.

Необходимость применения системного подхода к ядерной безопасности стала одной из областей, которые были особо выделены в докладе Генерального директора 2015 года «Авария на АЭС "Фукусима-дайити"». Как говорит старший сотрудник МАГАТЭ по вопросам ядерной безопасности

Мария Морахо Рамирес, практические занятия, проводимые в Школе, проверяют этот подход в рамках моделируемых сценариев на основе реальных ситуаций из жизни, при этом она также добавляет, что «независимо от должности и роли внутри организации сотрудники на всех уровнях должны демонстрировать ответственность и лидерство в области обеспечения безопасности».

Росбелл Босх Робайна, президент Иbero-Американского форума радиологических и ядерных регулирующих органов (ФОРО), говорит, что «Школа была уникальным опытом, даже моим лучшим опытом с точки зрения учебы. Она познакомила всех нас со множеством инструментов для эффективного применения лидерских качеств в области безопасности и международным опытом за счет обмена знаниями с коллегами и известными старшими экспертами по вопросам лидерства в ядерной области. Присоединение к новой сетевой группе также дает нам возможность обмениваться знаниями и опытом».

МАГАТЭ продолжает оказывать поддержку государствам-членам в укреплении культуры безопасности и развитии лидерских навыков для обеспечения безопасной эксплуатации ядерных установок. Пилотная сессия Школы состоялась во Франции в 2017 году. Эта успешная методология была воспроизведена в Индии и Мексике в 2018 году, после чего были организованы курсы в Бразилии, Марокко, Пакистане и Турции в 2019 году и Японии в 2020 году. В обычных условиях программой предусматривается очный формат занятий для достижения наиболее эффективных результатов; однако в ответ на просьбы государств-членов разрабатывается гибридный формат организации Школы, который будет включать в себя виртуальные элементы, в качестве дополнительного элемента обучения в режиме онлайн.



# Международно-правовые документы в основе режимов ответственности и безопасности

Джоанн Лю

В условиях нормальной эксплуатации и особенно в случае непредвиденных обстоятельств крайне важно иметь надлежащую нормативно-правовую базу для безопасного, надежного и мирного использования ядерных технологий. Современные национальные и международные системы ядерного права обеспечивают юридическую основу для осуществления деятельности, связанной с ядерной энергией и ионизирующим излучением, таким образом, который гарантирует необходимую защиту населения, имущества и окружающей среды и помогает определить ответственность в случае возникновения нештатных ситуаций.

Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году подтолкнула к скорейшему принятию Конвенции об оперативном оповещении о ядерной аварии (Конвенция об оперативном оповещении) и Конвенции о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации (Конвенция о помощи), которые формируют нормативно-правовую основу для международной системы аварийной готовности и реагирования. Дальнейшие переговоры привели к принятию Совместного протокола о применении Венской конвенции и Парижской конвенции в 1988 году, а также Протокола о внесении поправок в Венскую конвенцию о гражданской ответственности за ядерный ущерб и Конвенцию о дополнительном возмещении за ядерный ущерб в 1997 году. Кроме того, авария на АЭС «Фукусима-дайити» в 2011 году послужила катализатором усилий по дальнейшему укреплению существующей системы ядерной ответственности и безопасности.

«На момент аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году существовало лишь несколько договоров, заключенных под эгидой МАГАТЭ относительно мирного использования ядерной энергии», — рассказывает старший юрист МАГАТЭ Андреа Джоя. Вслед за принятием в 1986 году Конвенций об оперативном уведомлении и о помощи в 1994 году была принята Конвенция о ядерной безопасности (КЯБ), за которой в 1997 году последовала Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами.

После аварии на АЭС «Фукусима-дайити» государства-члены приняли План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности (более подробную информацию см. на стр. 32), в котором одно из 12 выделенных направлений деятельности было посвящено укреплению международно-правовой базы. «Основной упор был сделан на эффективном осуществлении существующих договоров, а также на укреплении режима ядерной ответственности», — говорит Джоя.

## Формирование режима глобальной ядерной ответственности

Глобальный режим ядерной ответственности, разграничивающий юридические обязанности, имеет особое значение «для двух основных областей, которыми являются доверие со стороны общественности и ядерная торговля. Для того чтобы ядерная энергетика сыграла свою необходимую роль в деле декарбонизации мирового энергоснабжения, крайне важно устранить барьеры на пути создания новых

## Конвенция о ядерной безопасности

Одной из целей Конвенции о ядерной безопасности (КЯБ), которая вступила в силу 24 октября 1996 года, является «достижение и поддержание высокого уровня ядерной безопасности во всем мире на основе укрепления национальных мер и международного сотрудничества». В соответствии с обязательствами по КЯБ все ее 90 договаривающихся сторон должны представлять для экспертного рассмотрения на совещаниях, проводимых один раз в три года, свои национальные доклады об осуществлении обязательств, вытекающих из КЯБ.

объектов, такие как неопределенность в отношении механизмов ответственности», — объясняет Стивен Макинтош, председатель Международной группы экспертов по ядерной ответственности (ИНЛЕКС).

В Плане действий МАГАТЭ говорится о необходимости создания «глобального режима ядерной ответственности, учитывающего интересы всех государств, которые могут быть затронуты ядерной аварией, с целью предоставления надлежащей и достаточной компенсации за ядерный ущерб», — говорит Макинтош, который по совместительству является старшим руководителем по связям с государственными органами и международным делам в Австралийской Организации по ядерной науке и технике (АНСТО).

Хотя Конвенция о дополнительном возмещении за ядерный ущерб (КДВ) была принята в 1997 году, она вступила в силу только в 2015 году после того, как свой документ о принятии представила Япония.

«Договаривающиеся стороны решили создать систему регулярных совещаний для рассмотрения проблем, представляющих общий интерес, и дальнейшего содействия присоединению к КДВ, тем самым укрепляя глобальную ответственность», — говорит Джоя.

Первое совещание сторон КДВ состоялось в 2018 году, а следующее совещание, как ожидается, пройдет в августе 2021 года в Вене. КДВ направлена на увеличение имеющейся в наличии суммы возмещения в случае

ядерной аварии за счет государственных средств, которые будут предоставлены договаривающимися сторонами, и ставки взносов Организации Объединенных Наций.

## Обеспечение соблюдения Конвенции о ядерной безопасности

Хотя попытки внести поправки в КЯБ после аварии на АЭС «Фукусима-дайити» не увенчались успехом, в 2015 году консенсусом была принята политическая декларация — Венское заявление о ядерной безопасности (ВЗЯБ). ВЗЯБ содержит принципы, которыми руководствуются договаривающиеся стороны при проектировании, выборе площадки и строительстве новых АЭС, а также руководство по периодическому проведению оценок безопасности существующих установок для определения усовершенствований систем безопасности, которые направлены на достижение целей КЯБ. «Договаривающиеся стороны также обязались отразить эти принципы в своей деятельности и при подготовке докладов, которые они представляют на рассмотрение на 7-м Совещании по рассмотрению в рамках КЯБ в 2017 году», — рассказывает юрист МАГАТЭ Юдит Шийе.

Кроме того, была создана Рабочая группа по вопросам эффективности и прозрачности для подготовки руководящих указаний по достижению целей КЯБ, а также для оказания помощи с подготовкой национальных докладов и повышения прозрачности, совершенствования процесса проведения рассмотрения и укрепления международного сотрудничества. «Стоит отметить, что после Совещания по рассмотрению все национальные доклады будут обнародованы, если только соответствующая договаривающаяся сторона не даст Секретариату иных указаний», — добавляет Шийе.

Recommendations  
on how to facilitate  
achievement of a global  
clear liability regime, as  
requested by the IAEA Action  
Plan on Nuclear Safety

by International Expert Group  
on Nuclear Liability (INLEKS)

# Формирование доверия к культуре безопасности в ядерной области

Михаэль Амди Мадсен

*Хотя ядерные и радиологические аварии происходят крайне редко, углубленный анализ показывает, что в большинстве случаев первопричиной являются недостатки в культуре безопасности. После аварии на АЭС «Фукусима-дайти» в 2011 году оперативно началось и по сей день продолжается внедрение концепции культуры безопасности, которая предусматривает несколько уровней первоочередного обеспечения безопасности.*

*Чтобы лучше понять, как меняется отношение к укреплению безопасности в ядерной отрасли, мы поговорили с Томом Митчеллом, председателем Всемирной ассоциации операторов атомной энергетики (ВАО АЭС). Будучи руководителем ВАО АЭС в течение двух лет и имея за плечами более 40 лет опыта работы в ядерной отрасли, Митчелл стоит во главе усилий сообщества операторов АЭС по укреплению культуры безопасности.*

*ВАО АЭС — это некоммерческая организация, которая оказывает помощь являющимся ее членами коммерческим операторам атомных электростанций в достижении эксплуатационной безопасности и надежности, предоставляя экспертные оценки, а также доступ к технической поддержке и глобальной библиотеке опыта эксплуатации.*



**Вопрос (В):** После аварии на АЭС «Фукусима-дайти» уровень общественной поддержки ядерной энергетики упал из-за опасений относительно ее безопасности. Как можно вернуть доверие общества?

Ответ (О.): Это хороший вопрос, и над ответом на него постоянно думают все, кто работает в ядерной отрасли. Доверие означает уверенность, и после аварии на АЭС «Фукусима-дайти» ядерная отрасль старается восстановить доверие по трем основным направлениям, а именно, доверие к технологии, к надзору, куда входят лицензирование и регулирование, и к операторам, осуществляющим эксплуатацию ядерных установок.

В своей работе ВАО АЭС практически не касается технологических аспектов, а вопросами регулирования в основном занимается МАГАТЭ. Что же касается операторов, то сам факт существования ВАО АЭС — добровольной организации, которая объединяет операторов ядерных установок со всего мира и стремится привлечь максимум внимания к обеспечению ядерной безопасности, — должен сформировать доверие к операторам и заслужить доверие общества.

---

**«После аварии на АЭС «Фукусима-дайти» ядерная отрасль старается восстановить доверие по трем основным направлениям, а именно: доверие к технологии, к надзору, куда входят лицензирование и регулирование, и к операторам, осуществляющим эксплуатацию ядерных установок».**

— Том Митчелл, председатель Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих АЭС

---

**В.: Наличие строгих норм безопасности имеет первостепенное значение для ядерных установок, однако в связи с их введением могут также вырасти эксплуатационные расходы. Является ли снижение затрат проблемой с точки зрения культуры безопасности? Если это так, то как найти соответствующий баланс?**

О.: Цена имеет значение для такого базового продукта, как электричество, и мы не видим противоречия между повышением эффективности действий человека в купе с совершенствованием аспектов лидерства в области безопасности и поддержанием конкурентоспособных цен. По нашему опыту, организации, ориентированные на обеспечение безопасности, эффективно эксплуатируют реакторы с нагрузками большой мощности. Изменения в области обеспечения безопасности могут оказывать положительное влияние на надежность, что в конечном итоге способствует увеличению экономической эффективности. Мы считаем, что повышение культуры безопасности дополнительно помогает снизить эксплуатационные расходы.

**В.: Каким образом руководители ядерных операторов могут стимулировать культуру безопасности в рамках своей деятельности?**

О.: Я работал директором на двух крупных АЭС в Канаде и Соединенных Штатах Америки, и я считаю, что крайне важен личный пример. Лидеры подают пример тем, как они взаимодействуют со своими работниками и решают проблемы в случае их возникновения.

Важно, чтобы у лидеров были правильные установки, и ВАО АЭС вместе с операторами определяет характеристики эффективного лидерства. У нас есть широкое определение понятия лидерства, и мы всячески стараемся стимулировать развитие положительных качеств в рамках учебных программ с учетом проблем, присущих различным технологиям, в том числе в области безопасности.

**В.: Существует ли у ядерной отрасли конкретный пример для подражания с точки зрения высокой культуры безопасности, и почему вы считаете, что там все сделано правильно?**

О.: Ключевой характеристикой ВАО АЭС, является то, что мы все учимся друг у друга, как внутри нашей отрасли, так и за ее пределами. Если вы посмотрите за пределы ядерной энергетики, то в качестве хорошего примера на ум приходит авиационная отрасль, и так исторически сложилось, что у нас есть примеры, когда мы учились друг у друга, например, командной работе в диспетчерском зале или в кабине пилотов.

Одна из главных задач нашей работы в ВАО АЭС — это выявление сильных сторон и изучение достижений в других отраслях, особенно положительных извлеченных уроков и усовершенствованной практики. Следование примеру и обмен опытом заложены в задачи деятельности операторов — это наша работа.

Я также тешу себя мыслью о том, что и другие отрасли переняли некоторые из достижений ядерной отрасли. Например, если вы отправитесь в больницу на хирургическую операцию в Соединенных Штатах, вы услышите, что хирурги часто используют такие приемы, как подтверждение понятности задания путем повторения распоряжения, и другие тактики, чтобы избежать недопонимания и человеческих ошибок. Эти методы были впервые опробованы в ядерной области.

**В.: Каким образом может МАГАТЭ оказать дополнительную поддержку культуре безопасности в ядерной отрасли?**

О.: МАГАТЭ играет чрезвычайно важную роль в повышении культуры безопасности в ядерной отрасли, и за последнее десятилетие отношения между ВАО АЭС и МАГАТЭ укрепились. Как председатель ВАО АЭС, я хочу, чтобы так было и дальше.

Одним из последних успешных примеров нашего сотрудничества является совместная работа с новыми участниками ядерной отрасли. Работая в тесном взаимодействии с МАГАТЭ и Научно-исследовательским электроэнергетическим институтом (ЭПРИ), мы составили дорожную карту, в которой для стран приводится руководство по всем этапам, необходимым для перехода к ядерной энергетике, от строительства до эксплуатации, при этом на первом месте стоят безопасность и правила.

В том, что касается продления сроков эксплуатации АЭС и внедрения новых технологий, Агентство играет важную роль с точки зрения обеспечения безопасности, и для достижения этой цели оно может сотрудничать с сообществом операторов. Это имеет большое значение, поскольку продление сроков эксплуатации и поддержание жизнеспособности ядерной энергетики чрезвычайно важно для достижения целей по глобальной декарбонизации и обеспечению более безопасных условий для всех жителей нашей планеты.

---

**«Следование примеру и обмен опытом заложены в задачи деятельности операторов — это наша работа».**

— Том Митчелл, председатель Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих АЭС (ВАО АЭС)

---

Работники демонтируют турбинный зал на Игналинской АЭС.  
(Фото: Дж. Донован/МАГАТЭ)



# Как заставить мир посмотреть на ядерную отрасль под другим углом

## Сама Бильбао-и-Леон

Сама Бильбао-и-Леон — генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации (ВЯА). ВЯА является организацией, которая представляет предприятия ядерной отрасли всего мира и содействует более широкому пониманию ключевыми международными заинтересованными сторонами вопросов, связанных с использованием ядерной энергии. Г-жа Бильбао-и-Леон имеет обширный опыт работы в целом ряде областей, таких как ядерная техника, ядерная безопасность, исследовательская и научная деятельность. Ранее она занимала должность руководителя Отдела по вопросам развития и экономики ядерных технологий Агентства по ядерной энергии ОЭСР, а до этого — должность технического руководителя Группы по разработке технологий водоохлаждаемых реакторов в МАГАТЭ.



в энергетическом секторе<sup>1</sup> за почти два года. Помимо своей роли в смягчении последствий изменения климата, ядерная энергетика способствует сохранению чистого воздуха, так как не предполагает выбросов твердых частиц и других загрязнителей. При всем этом она работает надежно, предсказуемо и экономически эффективно. Кроме того, ядерная энергетика создает много возможностей для занятости на местном уровне в виде долгосрочных и высококачественных рабочих мест, а также обеспечивает значительные социально-экономические выгоды, что важно в контексте восстановления после пандемии COVID-19<sup>2</sup>. Тем не менее, несмотря на все это отрасль по-прежнему сталкивается с негативным восприятием со стороны общественности — обеспокоенность в связи с безопасностью АЭС и ядерными отходами затмевает все ее достижения.

В отличие от ситуации, сложившейся в свое время вокруг аварии на Чернобыльской АЭС, во время аварии на АЭС «Фукусима-дайити» ядерная отрасль раскрывала огромные объемы соответствующих данных и информации. И все же, в эпоху круглосуточного освещения новостей и мгновенного распространения информации, когда любой пользователь может делиться своими взглядами в сети Интернет, даже такой более высокий уровень прозрачности оказался недостаточным для того, чтобы заручиться доверием широкой общественности.

Доверие трудно завоевать и легко потерять. Оно зарабатывается в результате длительных, каждодневных усилий; его нельзя поспешно сформировать в тот момент, когда это представится необходимым, и оно может сразу же пошатнуться после неблагоприятного события. Ядерная отрасль добросовестно предпринимает важные шаги, направленные на улучшение своей репутации, в том

Несмотря на социально-экономические выгоды ядерной энергетике и ее роль в смягчении последствий изменения климата после аварии на АЭС «Фукусима-дайити» ее репутация остается неоднозначной. Почему так произошло и что может предпринять отрасль для того, чтобы изменить ситуацию?

Ядерная энергетика является крупнейшим поставщиком низкоуглеродной электроэнергии в странах с развитой экономикой. В последние 50 лет благодаря выработке энергии на АЭС удалось избежать выбросов более 60 Гт CO<sub>2</sub>, что эквивалентно глобальному объему выбросов

<sup>1</sup>Nuclear Power in a Clean Energy System – Analysis - IEA

<sup>2</sup>Building a stronger tomorrow – Nuclear power in the post-pandemic world – World Nuclear Association (world-nuclear.org)

числе демонстрируя соблюдение высоких стандартов, приверженность обеспечению прозрачности и поддержку местных сообществ.

Однако несмотря на эти усилия ядерная энергия по-прежнему воспринимается с подозрением. Для многих это все еще что-то из разряда неестественного и слишком сложного для понимания. В этом смысле придание ядерной отрасли «человеческого лица» может существенно способствовать завоеванию доверия общества. Учитывая, что люди склонны доверять «таким же, как они сами», воспринимать ядерную энергию в более позитивном ключе общественности поможет знакомство с работающими в этой отрасли женщинами и мужчинами разных национальностей, возрастов, вероисповеданий и политических взглядов.

Очевидно, что для того чтобы люди были не боялись ядерной энергии и радиации, одних фактов недостаточно. Отрасль должна прийти к более глубокому пониманию эмоций и соображений людей, которые лежат в основе негативного восприятия, и выстроить свою информационную работу вокруг человеческого измерения ядерной энергии. Из-за разрыва между реальной картиной и представлением в глазах многих людей ядерная отрасль предоставляет богатый материал для исследований, проводимых специалистами в области социальных и поведенческих наук, которые уже накопили большой объем соответствующих знаний.

К сожалению, эти научные работы не получают значительного внимания со стороны отрасли, и большая часть заимствований из плоскости исследований в практическую плоскость во многом объясняется лишь стечением обстоятельств. По большей части образовательная, информационно-просветительская и коммуникационная деятельность, связанная с ядерной областью, строится на основе традиционного подхода практически без учета новейших знаний в области психологии, социологии и поведенческих наук<sup>3</sup>. Ядерному сообществу пора начать использовать эти знания, чтобы эффективно отстаивать репутацию ядерной энергетики в сложившемся после аварии на АЭС «Фукусима-дайити» мире.

Кроме того, ввиду растущего спектра предлагаемых отраслью технологических решений нам необходимо

выработать последовательный и всеохватывающий язык подачи информации. Для обеспечения того, чтобы ядерная энергетика в полной мере могла играть свою роль в достижении целей в области декарбонизации и устойчивого развития, ключевое значение имеет формирование четкой и единой позиции отрасли насчет значимости и практической применимости различных технологических решений, как для масштабных, так и для небольших энергетических проектов. Пока мы будем внедрять энергетические установки следующего поколения, для преодоления энергетического разрыва будет необходимо продлевать сроки службы существующих энергоблоков. Основой многих экологически чистых энергетических систем по-прежнему будут оставаться реакторы большой мощности, но при этом имеются впечатляющие возможности для развертывания малых модульных реакторов и усовершенствованных реакторов, открывающие новые рынки и сферы применения ядерной энергии. Важно, чтобы мы, как сообщество специалистов, подчеркивали преимущества каждого варианта ядерной технологии, не дискредитируя при этом альтернативные варианты. Всемирная ядерная ассоциация прилагает активные усилия для разработки такого конструктивного подхода к подаче информации<sup>4</sup>, действуя в общих интересах всего спектра технологий, находящих применение среди наших организаций-членов.

Ядерная энергетика, а также многочисленные направления применения ядерного излучения имеют слишком важное значение, чтобы можно было позволить дезинформации и страхам взять верх. Не только значительный вклад ядерной энергетики в декарбонизацию, поддержание чистоты воздуха и экономическое развитие, но и огромное множество других направлений применения излучения, в том числе в медицине, сельском хозяйстве, промышленности и освоении космоса, могут оказаться под угрозой, если нам не удастся завоевать доверие общества и политиков. Совершенно необходимо, чтобы ядерное сообщество выступило единым фронтом и задействовало весь набор знаний современных социальных и поведенческих наук для эффективного информирования о преимуществах ядерных технологий. На нас лежит ответственность за то, чтобы обеспечить будущим поколениям возможность выбрать ядерную энергию, если они того пожелают.

<sup>3</sup>Готовящийся к изданию специальный выпуск журнала «Nuclear Technology Journal», посвященный ядерной энергии и социальным наукам

<sup>4</sup>The need for large and small nuclear, today and tomorrow – World Nuclear Association (world-nuclear.org)

# Ядерная безопасность с прицелом на будущее

Майк Уэйтман

Майк Уэйтман — консультант по вопросам ядерной безопасности. До выхода на пенсию в 2013 году занимал должность главного инспектора ядерных установок и главного исполнительного директора Управления по ядерному регулированию Соединенного Королевства. Член Международной группы по ядерной безопасности (ИНСАГ), в мае-июне 2011 года возглавлял работавшую в Японии международную миссию экспертов МАГАТЭ по установлению фактов.



## Основные уроки ядерной аварии на АЭС «Фукусима-дайити»

Уроки аварии обобщены в нескольких аналитических материалах, наиболее авторитетным из которых является доклад Генерального директора МАГАТЭ 2015 года «Авария на АЭС "Фукусима-дайити"». По сути эти уроки можно разделить на две группы — технические и связанные с человеческим фактором/организационными аспектами. При этом их следует рассматривать в качестве составной части единой системы, и такой вывод сам по себе является важным уроком.

К числу уроков технического характера относятся выводы о необходимости:

- применять последовательный подход к определению проектных основ, касающихся внешних опасностей, руководствуясь при этом осторожным подходом к оценке факторов неопределенности;
- учитывать соответствующие опасности и сценарии, затрагивающие сразу несколько станций, в рамках анализа безопасности и при проработке мер по обеспечению безопасности;
- предусмотреть надежные средства для обеспечения основных функций безопасности (локализация, управление и охлаждение), в том числе применительно к сценариям тяжелой аварии;
- предусмотреть надежные средства для контроля параметров безопасности реактора и отработавшего топлива при тяжелых авариях;
- обеспечить возможность эффективной работы пунктов аварийного мониторинга и управления противоаварийными действиями, находящихся за пределами площадки, в тяжелых условиях;
- использовать подход, основанный на учете всех рисков, для принятия решений в случае чрезвычайных ситуаций за пределами площадки.

Разумеется, можно сказать, что требования существующих норм безопасности МАГАТЭ охватывают все эти вопросы, однако важнее всего то, насколько хорошо их понимают, соблюдают и осуществляют на практике. Для этого

Прошло уже десять лет после Великого восточно-японского землетрясения и вызванного им разрушительного цунами, которые стали причиной ядерной аварии на атомной электростанции «Фукусима-дайити» компании ТЕРКО. По итогам этой аварии были выпущено множество докладов. Состоялось несколько конференций. Проведен целый ряд детальных оценок и технических исследований. Достаточно ли мы извлекли уроков, и насколько хорошо они нами усвоены? Какие основные выводы из этой аварии смогут сделать будущие поколения?

Ядерная энергетика может играть важнейшую роль в решении глобальных проблем, касающихся обеспечения чистой энергией и чистой водой. Однако во многих странах эти технологии не пользуются широкой поддержкой у населения. Почему люди должны верить в них, если они, как утверждают некоторые, могут серьезно подорвать привычный уклад жизни и причинить вред в случае возникновения нештатных ситуаций? Наше общество меняется, и весьма быстро. Благодаря техническому прогрессу жизнь людей становится лучше. Что это значит для будущего в контексте ядерной безопасности? И есть ли у нас ответ на этот вопрос?

Руководитель миссии экспертов МАГАТЭ по установлению фактов Майк Уэйтман осматривает 3-й энергоблок АЭС «Фукусима-дайити» 27 мая 2011 года.

(Фото: Г. Вебб/МАГАТЭ)



необходимо обратить внимание на вопросы безопасности, связанные с человеческим фактором и организационными аспектами, и именно здесь отмечаются некоторые наиболее серьезные трудности. К числу наиболее важных уроков, извлеченных в этой области, относятся следующие:

- остерегаться самоуспокоенности и шаблонного мышления;
- следовать принципам непрерывного совершенствования;
- обеспечить подлинную независимость ядерных регулирующих органов;
- использовать системный подход к формированию и совершенствованию институциональных механизмов обеспечения ядерной безопасности;
- придерживаться норм безопасности МАГАТЭ и других руководящих материалов, таких как доклады 4 и 27 Международной группы по ядерной безопасности (ИНСАГ).

Внедрение практических мер на основе извлеченных уроков осуществлялось различными путями: по линии регулирующих органов, международных учреждений, по требованию общественности, при участии стран, имеющих действующие атомные электростанции, и других заинтересованных сторон, а также, что особенно важно, благодаря усилиям самой ядерной отрасли. Они получили отражение во многих публикациях, в частности в докладе «Implementation and Effectiveness of Actions Taken at Nuclear Power Plants after the Fukushima Daiichi Accident» («Вопросы практической реализации и эффективности мер, предпринимавшихся на атомных электростанциях после аварии на АЭС "Фукусима-дайити"») (IAEA-TECDOC-1930), в докладах Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции, (ВАО АЭС) и Агентства по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР), а также в документах, выпускавшихся национальными ведомствами, регулирующими органами и энергетическими компаниями. Эти уроки дают представление о многих областях, где на основе культуры постоянного совершенствования были осуществлены изменения.

## Взгляд в будущее

Учитывая достигнутые на сегодняшний день результаты, маловероятно, что по итогам ведущих работ по выводу АЭС «Фукусима-дайити» из эксплуатации или связанной с этим деятельности в других местах будут получены еще какие-либо важные уроки, способствующие

укреплению ядерной безопасности. Разумеется, по мере того как внутренние участки поврежденных реакторных помещений обследуются, а облученные материалы извлекаются и утилизируются, будут появляться новые данные исследований, которые будут способствовать повышению обоснованности аналитических алгоритмов и методов моделирования тяжелых аварий или их дальнейшему совершенствованию. Свой вклад в разработку противоаварийных мероприятий, направленных на сведение к минимуму ущерба для здоровья и общества, внесет дальнейшее рассмотрение вариантов оптимизации решений по управлению рисками, связанными с низкими уровнями радиационного воздействия.

С учетом все более частых обсуждений конструкций усовершенствованных реакторов появляется возможность заново подумать о придании обеспечению ядерной безопасности более фундаментального характера с опорой на идеи пассивной безопасности и с меньшей зависимостью от множества сложных защитных систем. Кроме того, важным шагом вперед, который также будет способствовать улучшению нынешних показателей безопасности ядерных реакторов, потенциально могут стать результаты ведущихся исследований в области устойчивых к авариям видов топлива.

Однако основные направления, по которым в рамках текущей программы эксплуатации и развития ядерной энергетики может быть достигнут дальнейший прогресс в обеспечении ядерной безопасности, относятся к человеческому фактору и организационным аспектам. В частности, мы должны разработать более комплексный и системный подход к созданию и совершенствованию институтов ядерной безопасности, чтобы у будущих поколений были все возможности для использования безопасной и экономически выгодной ядерной энергии для решения экологических проблем, с которыми сегодня сталкивается мир. Но для этого мы должны проследить за тем и удостовериться в том, чтобы наши с таким трудом полученные уроки не были забыты и легли в основу бережного и чуткого подхода, позволяющего завоевать доверие меняющегося общества. И это наш долг.

*Чтобы узнать больше о последствиях с точки зрения ядерной безопасности, обусловленных изменениями в обществе, следите за информацией о предстоящей международной конференции «10 лет после аварии на АЭС "Фукусима-дайити": учет извлеченных уроков для дальнейшего укрепления ядерной безопасности».*

# Вклад МАГАТЭ в укрепление ядерной безопасности за прошедшие десятилетия

Густаво Карузо

С 2016 года Густаво Карузо является директором Бюро координации деятельности по обеспечению безопасности и физической безопасности Департамента ядерной и физической безопасности МАГАТЭ. Он имеет более чем 40-летний опыт работы в областях, связанных с ядерной безопасностью. После аварии на АЭС «Фукусима-дайити» в 2011 году он был назначен специальным координатором Плана действий МАГАТЭ по ядерной безопасности. Он также координировал работу по подготовке доклада Генерального директора «Авария на АЭС “Фукусима-дайити”» и пяти прилагающихся к нему технических томов. Начало же его карьеры связано с Управлением по ядерному регулированию (ARN) Аргентины.



независимой экспертизе безопасности; пересмотра, при необходимости, соответствующих норм безопасности МАГАТЭ; повышения потенциала аварийной готовности и реагирования; создания потенциала в области ядерной и радиационной безопасности, а также укрепления культуры безопасности; совершенствования каналов связи и обмена информацией с национальными властями и между ними; международного сотрудничества; а также в деле укрепления соответствующих международно-правовых механизмов.

В рамках выполнения Плана действий эксплуатирующими атомные электростанции странами были предприняты меры (реализация которых еще продолжается) по повышению ядерной безопасности, в том числе меры, выработанные по итогам оценок уязвимости АЭС. Кроме того, в Планах действий подчеркивалась важность того, чтобы придерживаться критической позиции по вопросам, касающимся безопасности, подвергая критической оценке существующие допущения в области безопасности и их обоснованность. Следуя Плану действий, все стороны продемонстрировали твердое намерение укрепить ядерную безопасность на атомных электростанциях и других ядерных объектах во всем мире.

В Планах действий содержался также призыв к Секретариату МАГАТЭ, государствам-членам и соответствующим международным организациям пересмотреть и укрепить международную систему аварийной готовности и реагирования. Немедленные меры, принятые по следам аварии странами, включали проведение «стресс-тестов» для переоценки проектных параметров атомных электростанций с учетом характерных для той или иной площадки экстремальных природных факторов, установку дополнительных резервных источников электропитания и увеличение запасов воды, а также усиление защиты станций на случай экстремальных внешних событий.

Хотя большая часть работ, предусматриваемых Планом действий, уже выполнена, некоторые долгосрочные мероприятия еще находятся в процессе осуществления и будут завершены в предстоящие годы. Уроки аварии по-прежнему остаются в центре внимания.

В рамках Плана действий МАГАТЭ организовало девять совещаний международных экспертов, на которых были проанализированы ключевые технические аспекты аварии на АЭС «Фукусима-дайити». Агентство также организовало

После произошедшей 11 марта 2011 года аварии на АЭС «Фукусима-дайити» МАГАТЭ приступило к работе по рассмотрению и укреплению принципов ядерной безопасности во всем мире с учетом извлеченных из этой аварии уроков.

## План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности

Начало этой работе было положено на Конференции МАГАТЭ по ядерной безопасности на уровне министров, созванной в июне 2011 года. Там был разработан План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности. В Планах действий, принятом государствами-членами в сентябре 2011 года, изложена программа работы по укреплению глобальной системы ядерной безопасности в качестве ответной меры после произошедшей аварии.

После принятия Плана действий был достигнут значительный прогресс в ряде ключевых областей, в том числе в части оценки уязвимых мест в системе безопасности атомных электростанций; укрепления услуг МАГАТЭ по

более 15 международных миссий экспертов в Японию и опубликовало доклады по итогам результатов этих миссий, что способствовало созданию серьезной базы знаний на будущее и дальнейшему укреплению ядерной безопасности во всем мире.

## Доклад МАГАТЭ об аварии на АЭС «Фукусима-дайити»

В 2015 году МАГАТЭ опубликовало всеобъемлющий доклад об аварии на АЭС «Фукусима-дайити». В нем дана авторитетная, фактологическая и сбалансированная оценка ситуации с рассмотрением причин и последствий аварии, а также извлеченных уроков. Публикация доклада Генерального директора и пяти прилагающихся к нему технических томов стала результатом широкомасштабной международной совместной работы с привлечением около 180 экспертов из 42 государств-членов, как имеющих ядерно-энергетические программы, так и не имеющих таких программ, и ряда международных органов. Их участие обеспечило использование широкого спектра знаний и опыта. Консультации по техническим и научным вопросам предоставляла Международная техническая консультативная группа.

В докладе представлено описание аварии, а также ее причин, характера ее развития и последствий, исходя из собранных данных и информации из широкого круга источников за период до марта 2015 года. В нем освещены результаты работы по реализации Плана действий МАГАТЭ по ядерной безопасности, а также изложены основные замечания и извлеченные уроки. Значительный объем данных был предоставлен правительством Японии и другими японскими организациями.


В докладе содержится призыв к использованию системного подхода к обеспечению безопасности, который охватывает всю систему безопасности и принимает во внимание динамические взаимодействия на уровне трех типов учитываемых факторов, равно как и между ними: человеческого или индивидуального фактора (например, знаний, идей, решений, действий), технических факторов (например, технологий, средств, оборудования) и организационных факторов (например, системы менеджмента, организационной структуры, руководства, ресурсов). Системный подход к безопасности реализуется по принципу рассмотрения этой сложной системы взаимодействий как единого целого. В докладе также подчеркивается важность более глубокого изучения, в целях превентивного уменьшения или устранения рисков, особенностей влияния на друг на друга сильных и слабых сторон всех этих факторов.

В результате совместных усилий соответствующих международных органов были сформулированы четкие и доступные разъяснения относительно принципов и критериев радиационной защиты, благодаря чему практика их применения стала более понятной как для директивных органов, так и для населения. В заключение в докладе говорится, что, для того чтобы обосновать необходимость таких мер и действий всем заинтересованным сторонам, включая население, необходима более эффективная коммуникационная стратегия.

Также уместно отметить, что несмотря на масштабы аварии, при которой произошло расплавление активных зон трех реакторов, ни у работников, ни у населения не было выявлено никаких радиационно-индуцированных последствий для здоровья, которые можно было бы отнести на счет аварии. Это согласуется с выводами, которые в последующие годы после аварии предоставлял Генеральной Ассамблее Организации Объединенных Наций независимый Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН).

Авария на АЭС «Фукусима-дайити» подчеркнула исключительно важное значение эффективного международного сотрудничества в области ядерной безопасности, и в настоящее время организацией, через которую осуществляется основная часть этого сотрудничества, является МАГАТЭ. В конечном итоге представленные в докладе рекомендации были впоследствии включены в национальные регулирующие положения, международные нормы безопасности и соответствующие руководства МАГАТЭ по безопасности.

Агентство продолжает анализ соответствующих технических аспектов аварии на АЭС «Фукусима-дайити» и работу по распространению информации об извлеченных уроках среди более широких кругов ядерного сообщества. Оно будет и далее оказывать государствам-членам поддержку в реализации на практике извлеченных в связи с этой аварией уроков и будет рассматривать возможности проведения, при необходимости, последующих оценок, касающихся прогресса в осуществлении соответствующих мер. Завершение работы над докладом не означает, что наша собственная работа завершена, и, следовательно, усилия МАГАТЭ по разработке стратегии Агентства в области ядерной безопасности должны и будут продолжаться. Крайне важно, чтобы Агентство смогло поддержать и развить этот импульс в целях укрепления глобальной ядерной безопасности».



The Fukushima Daiichi Accident  
Report by the Director General and Technical Volumes

## Циклотроны: что это такое и где они используются



Внутренний вид циклотрона «TRIUMF» в Британской Колумбии, Канада, — одной из 1300 циклотронных установок по всему миру, включенных в новую базу данных МАГАТЭ, которая доступна в режиме онлайн.

(Фото: Гордон Рой/TRIUMF)

Это название больше похоже на имя персонажа из научно-фантастического фильма, но в действительности циклотрон является ускорителем частиц, т. е. аппаратом, который использует электромагнитные поля для ускорения заряженных частиц до очень высоких скоростей и энергий. Циклотроны применяются для производства радиоизотопов, которые используются в радиофармпрепаратах — определенном виде медицинских препаратов для диагностики и лечения онкологических заболеваний. В мире насчитывается более 1500 циклотронных установок, и недавно МАГАТЭ актуализировало свою интерактивную карту и базу данных, которые содержат информацию о 1300 таких установках в 95 странах.

Созданная в 2019 году База данных по циклотронам для производства радионуклидов является инструментом, помогающим специалистам, таким как радиофармацевты, а также владельцам и пользователям медицинских циклотронных установок находить техническую, практическую и административную информацию о действующих циклотронах и обмениваться такими данными. Эта работа ведется в рамках деятельности МАГАТЭ по укреплению потенциала стран в области производства радиоизотопов и применения радиационных технологий в здравоохранении.

«Развитие циклотронных технологий идет стремительными темпами, а их роль в секторе здравоохранения будет становиться все более важной, особенно в рамках усовершенствованных процедур медицинской визуализации, поскольку производимые с помощью циклотронов радиофармацевтические препараты очень эффективны в выявлении различных видов рака», — говорит химик-специалист

МАГАТЭ по радиоизотопам и радиофармпрепаратам Амир Джалилиан.

Методы медицинской визуализации, такие как позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), основываются на использовании радиоизотопов, произведенных с помощью циклотронов. Однако в отличие от исследовательских реакторов, на которых также производятся радиоизотопы, в циклотронах не используется ядерный материал и на них не распространяются те же соображения радиационной и физической безопасности, которые применяются к реакторам.

База данных МАГАТЭ позволяет пользователям получать подробную информацию о каждой установке, включая вид, размер и количество размещенных в ней циклотронов. Профессионалы из этой области могут налаживать между собой связи и обмениваться опытом и информацией о своих радиофармацевтических продуктах. На этой платформе также распространяется информация о предстоящих мероприятиях МАГАТЭ и публикациях, посвященных монтажу и применению циклотронов.

База данных создана в рамках работы МАГАТЭ по оказанию странам помощи в области производства радионуклидов. МАГАТЭ предоставляет экспертные консультации и технические рекомендации в связи с установками по производству радиофармацевтических препаратов, помогает создавать кадровый потенциал при помощи учебных курсов и образовательных программ, а также содействует проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в рамках проектов координированных исследований.

Владельцы и пользователи медицинских циклотронов могут передать в Отдел физических и химических наук МАГАТЭ актуальную информацию о своих установках, заполнив соответствующую онлайн-форму.

Для получения дополнительной информации и более подробных сведений об ускорителях и их применениях посетите сайты Базы данных по циклотронам для производства радионуклидов и Портала знаний об ускорителях (ПЗУ).

### НАУКА

Циклотрон — это вид ускорителя частиц, в котором по траектории спирали происходит многократное ускорение пучка заряженных частиц (протонов). Медицинские радиоизотопы изготавливаются из нерадиоактивных материалов (стабильных изотопов), которые подвергаются бомбардировке этими протонами. Когда протонный пучок взаимодействует со стабильными изотопами, происходит ядерная реакция, превращающая стабильные изотопы в радиоактивные (радиоизотопы).

Некоторые больницы имеют собственные циклотроны и прямо на месте производят радиоизотопы с коротким радиоактивным временем жизни, которые затем становятся радиофармпрепаратами, используемыми непосредственно для лечения больных. Благодаря последним техническим достижениям в этой области ключевые радиоизотопы, такие как технеций-99m (Tc-99m) и галлий-68 (Ga-68), теперь также производятся с помощью циклотронов.

— Александра Пеева

# Изменение климата и выращивание кофе: как ядерные технологии помогают бороться с кофейной ржавчиной



Листья кофе с признаками поражения кофейной ржавчиной в CIFC в Португалии.

(Фото: И. Ингельбрехт/МАГАТЭ)

Кофейная индустрия ежегодно приносит доход в размере примерно 100 млрд долл. США. Однако с изменением климата и связанной с ним сменой режима погоды во многих традиционных районах выращивания кофе ухудшаются условия, некогда пригодные для кофейных деревьев, и растет заболеваемость кофейной ржавчиной — губительной для этих растений болезнью.

МАГАТЭ в партнерстве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) работает вместе с национальными экспертами над решением проблемы возникновения кофейной ржавчины на кофейных деревьях при помощи ядерных методов. Впервые МАГАТЭ обучает специалистов использованию методов селекции растений для выведения сортов кофе, устойчивых к грибку, вызывающему кофейную ржавчину. Этот учебный курс является частью рассчитанного на 5 лет проекта координированных исследований, в рамках которого ученые из шести стран проводят исследования устойчивых к этой болезни сортов кофе.

«Производители отмечают отрицательное воздействие климатических изменений на культивируемый кофе в виде снижения урожая, а также то, что наблюдающийся во многих районах выращивания кофе нерегулярный характер осадков способствует распространению болезни, — говорит Иван Ингельбрехт, руководитель Лаборатории селекции и генетики растений Совместного центра ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в области продовольствия

и сельского хозяйства. — Сорт кофе арабика обычно выращивается в более прохладных условиях, на склонах гор, на затененных участках, однако сейчас наблюдается повышение температуры и на высоте, что способствует распространению таких болезней, как кофейная ржавчина».

## Выращивание кофе в Коста-Рике

Большинство плантаций кофе в Коста-Рике располагаются на небольших и средних наделах земли. Эти семейные хозяйства зачастую полагаются на труд сезонных работников, которые вручную собирают кофейные зерна. Во время сезона сбора урожая к этому процессу, который является кратковременным и интенсивным, нужно привлекать 14 000 работников из Коста-Рики и Панамы.

Но поскольку в результате изменения климата все чаще погодные условия становятся непригодными для выращивания кофе, возможности сезонной работы сокращаются, что отрицательно сказывается на благосостоянии людей. Было также обнаружено, что изменение характера осадков и повышение температуры сокращают продолжительность времени, за которое кофейное дерево со ржавчиной становится заразным, увеличивая тем самым темпы заражения и распространения инфекции от одного растения к другому.

Институт кофе Коста-Рики (ICAPE) в сотрудничестве с МАГАТЭ и ФАО занимается исследованием распространения

кофейной ржавчины по стране и способов борьбы с ней. С 2010 года наблюдается повышение температуры и изменение характера осадков, а производители кофе видят, что они не могут собирать урожай в обычные сроки.

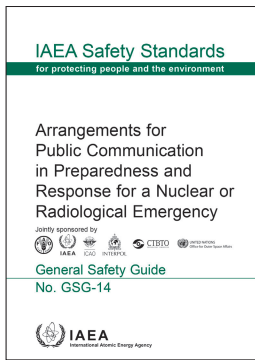
«Снижение урожайности сказывается на уровне доходов производителей, в результате сокращается объем средств, доступных для ухода за плантацией, и возникает риск сохранения хозяйств для будущих поколений. Это может оказать влияние на режим землевладения в нашей стране в будущем, — говорит Рейна Уеспедес, биотехнолог из ICAFE. — Улучшение генетических характеристик кофейных деревьев имеет важное значение для повышения уровня жизни занимающихся производством кофе семей, сохранения участков земли в их собственности и обеспечения экологической устойчивости».

## Исследование кофе в Португалии

В Португалии, которая тоже принимает участие в проекте ФАО-МАГАТЭ, расположен Центр исследований кофейной ржавчины (CIFC). CIFC провел оценку порядка 3600 образцов кофейной ржавчины, полученных из 40 стран мира, и его ученые выявили 50 различных разновидностей кофейной ржавчины у 23 сортов кофейного дерева. В ходе проекта были идентифицированы три новых варианта патогена, вызывающего кофейную ржавчину. Исследование этих распространившихся по миру разновидностей кофейной ржавчины будет содействовать выявлению сорта кофе, устойчивого к кофейной ржавчине, что является сложной задачей, учитывая широкий спектр видов кофейной ржавчины.

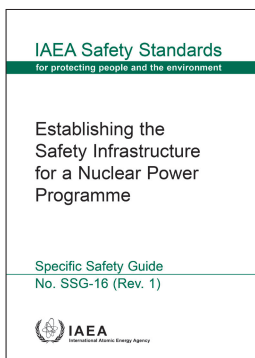
«В 2011 году мы впервые получили информацию о влиянии изменения режима погоды на урожай кофе от производителей и патологов, а также из технических публикаций, которые издаются в культивирующих кофе странах, — рассказывает Виктор Варзеа, патолог растений в CIFC. — Необходимо оперативно найти и характеризовать новые сорта кофе, устойчивые к кофейной ржавчине, а затем распространить их по другим странам».

— Карли Уиллис



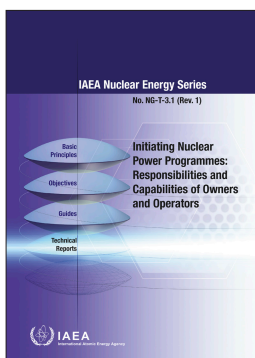
**«Arrangements for Public Communication in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency» («Организация информационной работы с населением в порядке обеспечения готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации»)**

Эта публикация призвана помочь государствам-членам в организации информационной работы с населением и СМИ и в координации представления официальной информации в ходе реагирования на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию. Эти процедуры способствуют успешному осуществлению защитных мер и передаче важных сообщений. В частности, в публикации описываются инфраструктура и процессы, необходимые для предоставления полезной, своевременной, правдивой, внятной, четкой и надлежащей информации населению в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации; реагирования на неверную информацию и распространяемые слухи; а также реагирования на просьбы о предоставлении информации, поступающие от населения и новостных и информационных СМИ. Она поможет обеспечить принятие эффективных и единообразных мер по информированию общественности и СМИ во время ядерных и радиологических аварийных ситуаций. Данное руководство можно применять в таких аварийных ситуациях вне зависимости от того, чем они вызваны — стихийным бедствием, ошибкой человека, механическим или иным отказом либо событием, связанным с физической ядерной безопасностью. *Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-14; ISBN: 978-92-0-109019-5; на английском языке; 48,00 евро; 2020 год*



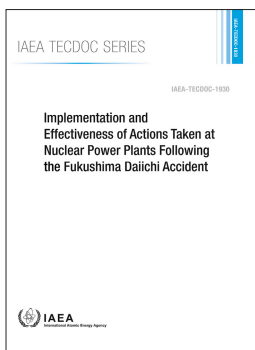
**«Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme» («Создание инфраструктуры безопасности для ядерно-энергетической программы»)**

В этой публикации содержатся руководящие материалы по созданию национальной инфраструктуры ядерной безопасности в качестве ключевого компонента общей подготовки, необходимой для новых ядерно-энергетических программ. В ней приводятся рекомендации, представленные в виде 200 последовательных действий, по выполнению требований безопасности МАГАТЭ в течение первых трех этапов реализации ядерно-энергетической программы. Она предназначена для использования лицами или организациями, принимающими участие в подготовке и реализации ядерно-энергетической программы, включая официальных лиц в правительстве и законодательные органы, регулирующие органы, эксплуатирующие организации и внешние организации поддержки. *Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-16; ISBN: 978-92-0-115310-4; на английском языке; 40,00 евро; 2015 год*



**«Initiating Nuclear Power Programmes: Responsibilities and Capabilities of Owners and Operators» («Разработка ядерно-энергетических программ: обязанности и возможности владельцев и операторов»)**

В этой публикации содержится информация о создании и развитии организаций-владельцев/операторов, призванная помочь им выполнять свои обязанности на всех этапах реализации ядерно-энергетической программы. В ней также рассматривается управление взаимодействием между владельцем/оператором и другими заинтересованными сторонами. Развитие инфраструктуры для ядерно-энергетической программы включает разработку политики и стратегий в таких областях, как подготовка кадров, ядерный топливный цикл и обращение с отходами, участие отрасли и ядерная безопасность. Кроме того, требуется создание нормативно-правовой базы, обеспечивающей условия для реализации проекта прозрачным и эффективным образом. *Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии, № NG-T-3.1 (Rev. 1); ISBN: 978-92-0-104619-2; на английском языке; 30,00 евро; 2020 год*



**«Implementation and Effectiveness of Actions Taken at Nuclear Power Plants following the Fukushima Daiichi Accident» («Вопросы практической реализации и эффективности мер, предпринимавшихся на атомных электростанциях после аварии на АЭС «Фукусима-дайти»»)**

В этой публикации рассматриваются проблемы и текущие потребности организаций в государствах-членах, которые осуществляют или поддерживают меры, принятые после аварии на АЭС «Фукусима-дайти». В ней обсуждаются реализованные меры (или меры, которые предстоит осуществить) и примеры положительной практики, а также описываются эффективные способы решения проблем внедрения, проверки, аттестации и технического обслуживания. Кроме того, в ней обсуждаются подходы к измерению и поддержанию эффективности мер, а также анализируются их достоинства, расходы на них и связанные с ними выгоды. Представлены примеры принятия решений по внедрению и последующей политике, программам и процедурам для обеспечения устойчивости в долгосрочной перспективе. *IAEA-TECDOC-1930; ISBN: 978-92-0-120720-3; на английском языке; 18,00 евро; 2020 год*

За дополнительной информацией и для заказа книг просьба обращаться в

Группу маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)  
Международное агентство по атомной энергии  
Венский международный центр,  
а/я 100, А-1400 Вена, Австрия  
Эл. почта: sales.publications@iaea.org



Читайте этот и другие выпуски Бюллетеня МАГАТЭ в интернете по адресу

[www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)

С более подробной информацией о МАГАТЭ и его работе можно ознакомиться на сайте

[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

или на наших страницах



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

*Атом для мира и развития*