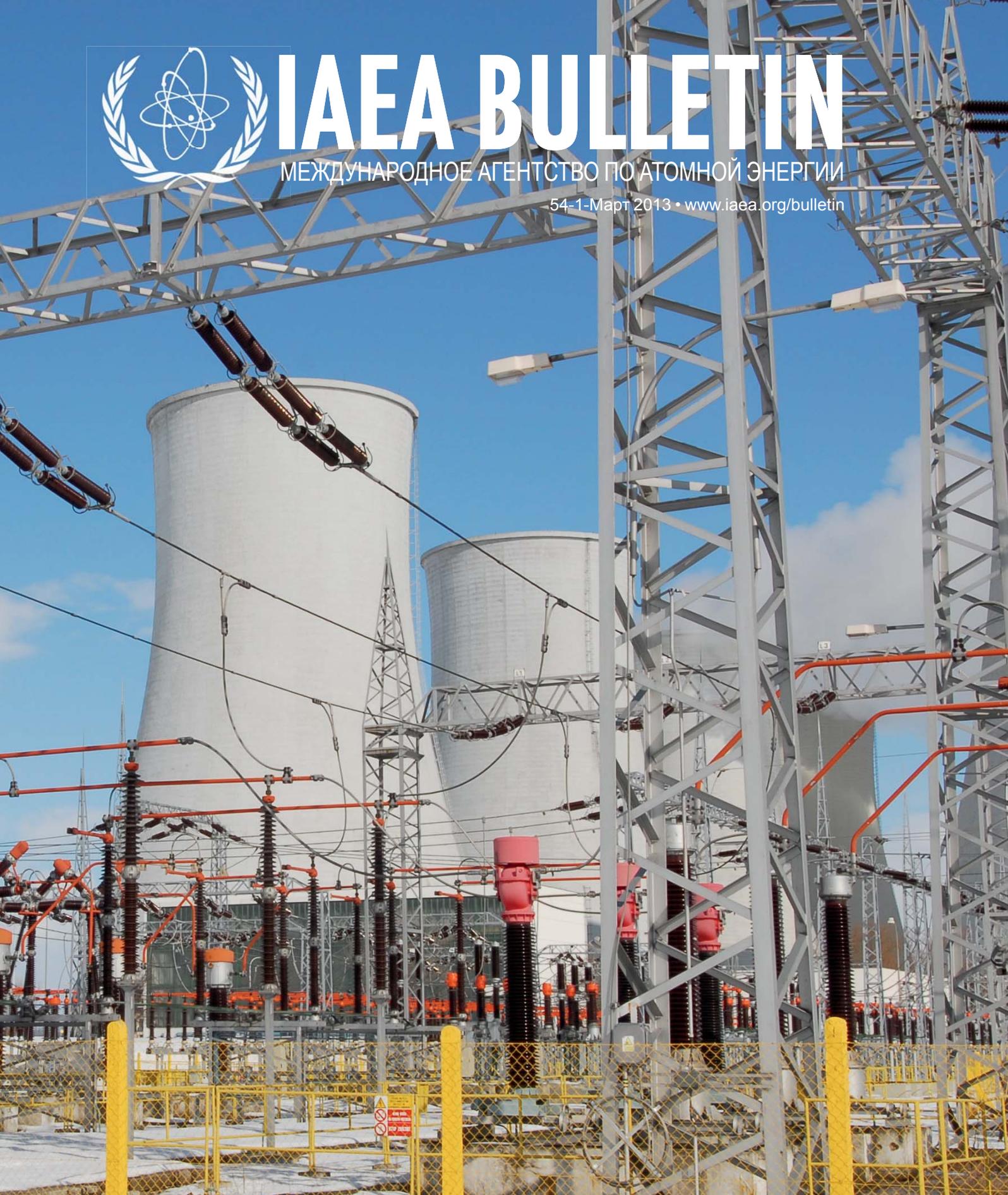




# IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

54-1-Март 2013 • [www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)



## Ядерная энергетика в XXI веке



# IAEA

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

Созданное 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 и окружающая среда.

МАГАТЭ также служит глобальной платформой для укрепления физической ядерной безопасности. МАГАТЭ также ставит своей задачей содействие минимизации риска того, что ядерные и другие радиоактивные материалы попадут в руки террористов и что ядерные установки окажутся объектом злонамеренных действий.

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

Кроме того, при помощи своей системы инспекций МАГАТЭ проверяет соблюдение государствами-членами их обязательств, касающихся использования ядерного материала и установок исключительно в мирных целях, в соответствии с Договором о нераспространении ядерного оружия и другими соглашениями о нераспространении. Его работа многогранна, и в ней участвует широкий круг партнеров на национальном, региональном и международном уровнях. Программы и бюджеты МАГАТЭ составляются на основе решений его директивных органов – Совета управляющих в составе 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 Монако, Зайберсдорфе и Вене работают научные лаборатории МАГАТЭ. Кроме того, МАГАТЭ оказывает поддержку и предоставляет финансирование Международному центру теоретической физики им. Абдуса Салама в Триесте, Италия.

Фото: Строительство АЭС “Саньмэнь” в уезде Саньмэнь, провинция Чжэцзян, Китай. (Национальная ядерная корпорация Китая)



# СОДЕРЖАНИЕ

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ 54-1-Март 2013

Ядерная энергетика в XXI веке 2

Ядерная энергетика, экономические показатели энергетике и энергетическая безопасность 3

Энергетика и устойчивое развитие 4

Роль ядерной энергии в смягчении последствий изменения климата и загрязнения воздуха 5

Ядерная энергетика сегодня и завтра 7

Поддержка новых ядерно-энергетических программ 8

Решения в отношении обращения с отходами 10

Укрепление общественного доверия к ядерной энергетике 12

Ядерная энергетика: подготовка кадров на перспективу 13

Обеспечение ядерной безопасности на основе международного сотрудничества 14

Обеспечение устойчивости ядерной отрасли с помощью инноваций 15

Важные статистические данные 16



## БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

выпускается

Отделом общественной информации  
Международного агентства по атомной энергии  
P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria  
Тел.: (43-1) 2600-21270  
Факс: (43-1) 2600-29610  
IAEBulletin@iaea.org

Отдел общественной информации  
Директор: Серж Гас  
Главный редактор: Питер Кайзер  
Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется

· как **приложение для iPad**

· в Интернете по адресу [www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)  
· раздел «Archives» [www.iaea.org/bulletinarchive](http://www.iaea.org/bulletinarchive)

Выдержки из материалов МАГАТЭ, содержащихся в Бюллетене МАГАТЭ, могут свободно использоваться при условии наличия ссылки на 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.

Фото на обложке: АЭС «Богунице» – это комплекс ядерных реакторов близ поселка Ясловске-Богунице в Словакии. (JAVYS)

Бюллетень МАГАТЭ печатается в Вене, Австрия.

# ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В XXI ВЕКЕ

Международное агентство по атомной энергии оказывает помощь своим государствам-членам в мирном использовании ядерной технологии в самых разнообразных областях, в том числе в такой важнейшей области, как производство электроэнергии.



**Без ядерной энергетики миру будет нелегко достичь одновременно двух целей – обеспечения устойчивого энергоснабжения и сокращения выбросов парниковых газов.**

Авария на АЭС “Фукусима-дайти” в Японии в марте 2011 года дала основания для беспокойства по поводу ядерной безопасности во всем мире и заставила задуматься о будущем ядерной энергетики.

Теперь, спустя два года, стало ясно, что в предстоящие десятилетия использование ядерной энергии будет продолжать расти, хотя этот рост будет медленнее, чем предполагалось до аварии. Многие страны, у которых имеются ядерно-энергетические программы, планируют их расширять. Многие новые страны – как развитые, так и развивающиеся – намерены встать на путь развития ядерной энергетики.

Среди факторов, способствующих такому росту интереса, – увеличение мирового спроса

на энергоносители, а также озабоченность проблемами изменения климата, нестабильности цен на органическое топливо и безопасности энергоснабжения. Без ядерной энергетики миру будет нелегко достичь одновременно двух целей – обеспечения устойчивого энергоснабжения и сокращения выбросов парниковых газов.

Странам, делающим выбор в пользу ядерной энергии, МАГАТЭ помогает использовать ее безопасно и надежно.

Странам, которые решили постепенно отказываться от ядерной энергетики, в предстоящие десятилетия придется столкнуться с такими проблемами, как вывод АЭС из эксплуатации, реабилитация территорий и обращение с отходами. МАГАТЭ оказывает помощь и в этих областях.

Я признателен Российской Федерации за то, что в июне в Санкт-Петербурге она примет у себя Международную конференцию на уровне министров “Атомная энергетика в XXI веке”. Эта своевременная конференция даст ценную возможность проанализировать состояние ядерной энергетики после аварии на АЭС “Фукусима-дайти”.

Важное значение для будущего ядерной энергетики имеет высокая степень уверенности общественности в безопасности этой отрасли. За последние два года была проделана большая и полезная работа по укреплению безопасности. Однако предстоит сделать еще многое. Исключительно важно сохранить это поступательное движение и делать все необходимое для того, чтобы ядерная энергетика была настолько безопасной, насколько это подвластно человеку.

В настоящем издании Бюллетеня МАГАТЭ дается общий обзор многих вопросов, которые будут обсуждаться на конференции в Санкт-Петербурге. К ним относится ядерная безопасность, роль ядерной энергетики в устойчивом развитии, технологические инновации и ядерные организации и инфраструктура.

Я желаю участникам конференции всяческих успехов в работе.

---

Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ

# ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Экономическое развитие требует надежного обеспечения доступной электроэнергией в объемах, достаточных для удовлетворения минимальных потребностей в энергии на местном, региональном и национальном уровнях. Несмотря на кажущуюся простоту этого рецепта экономического развития, для разработки национальной энергетической стратегии необходимо принимать во внимание соображения, относящиеся к технологиям, инфраструктуре, финансам и развитию, а также обеспечивать их сбалансированность. Эта задача осложняется тем историческим фактом, что обеспеченность энергией по желательной цене и в желательных объемах нельзя считать ни само собой разумеющейся, ни гарантированной. Экономические показатели энергетики и энергетическая безопасность определяют те варианты, из которых исходят страны при формулировании стратегий устойчивого энергообеспечения на будущее.

## Экономические показатели энергетики

Строительство ядерного энергетического реактора является сравнительно дорогим, но при этом он относительно недорог в эксплуатации. В результате в некоторых ситуациях его строительство является выгодным вложением средств, а в некоторых – нет. Оно является более привлекательным там, где отмечается быстрый рост спроса на энергию, дефицит или дороговизна иных ее источников, в случаях, когда приоритет отдается безопасности энергоснабжения, а также сокращению объемов загрязнения воздуха и выбросов парниковых газов, когда имеется финансирование, которое предусматривает доходы в долгосрочной перспективе (что более характерно для государственного, чем для частного сектора), и там, где финансовые риски ниже в связи с более предсказуемым спросом на электроэнергию и изменением цен, существуют устойчивые рыночные структуры и имеется твердая и не зависящая от того, какая партия находится у власти, политическая поддержка. Показатель в 68 строящихся в разных странах мира энергетических реакторов свидетельствует о наличии благоприятного инвестиционного климата. 38 из них сооружаются на Дальнем Востоке (29 только в Китае), 15 – в Восточной Европе, 10 – на Ближнем Востоке и в Южной Азии, два – в Латинской Америке, два в Западной Европе и один – в Северной Америке.

Необходимый для обеспечения ядерных энергетических реакторов топливом уран в изобилии имеется во всем мире. При нынешних ценах и темпах потребления известных на настоящее время традиционных ресурсов урана хватит примерно на 80 лет. Эта цифра достаточно велика по сравнению с аналогичными показателями в отношении запасов другого сырья, такого, как медь, цинк, нефть и природный газ, которых должно хватить на 30-50 лет. Переработка, рециклирование и использование технологий быстрых реакторов размножителей повысят продолжительность использования известных на настоящее время ресурсов более чем в 60 раз – до тысяч лет.

## Энергетическая безопасность

Другим важным соображением, помимо соображений в отношении цены и ресурсной базы, является энергетическая безопасность. Наилучший способ укрепления энергетической безопасности той или иной страны – увеличение разнообразия и устойчивости вариантов энергоснабжения. Для многих стран развитие ядерной энергетики означало бы увеличение разнообразия их вариантов электроснабжения. Ядерная энергетика обладает двумя особенностями, которые в целом способствуют повышению ее устойчивости. Во-первых, затраты на производство электроэнергии на АЭС гораздо менее зависимы от изменений в ценах на топливо по сравнению с затратами на производство электроэнергии на электростанциях, работающих на органическом топливе. Во-вторых, основное топливо – уран – поставляется различными странами-производителями, и он требуется в небольших количествах, что облегчает создание его стратегических запасов. На практике же тенденция заключается в отказе от накопления стратегических запасов в пользу безопасности поставок, основу которых составляет диверсифицированный и эффективно функционирующий рынок урана и топливных услуг. Однако страны, которые считают это необходимым, как и прежде имеют возможность при относительно низких затратах создать стратегические запасы.

## Выбор направления развития энергетики

Страны не одинаковы. Правильный энергобаланс той или иной страны будет зависеть от того, насколько быстро растет в ней спрос на энергию, от наличия альтернатив, таких, как гидроэнергетика или сланцевый газ, от ее вариантов финансирования и от ее собственных предпочтений и приоритетов, заявленных в национальной политике. То, каким образом страны достигают сбалансированности различных соображений, таких, как риски аварий, недорогая электроэнергия, смягчение последствий изменения климата, загрязнение воздуха, занятость, а также зависимость от импорта энергии, по крайней мере отчасти является вопросом национального предпочтения и, соответственно, решением, которое принимается самими государствами – членами МАГАТЭ.

«Кроме того, все страны используют комбинацию источников энергии и вырабатывают электроэнергию с использованием сочетания различных технологий», – отмечает эксперт по энергетическому планированию МАГАТЭ Алан Макдональд. Эта диверсификация, поясняет Макдональд, отчасти объясняется историческим развитием, когда новые технологии сосуществуют с более традиционными, отчасти различным мнением инвесторов в отношении того, что окажется наиболее выгодным, отчасти тем, что сочетание различных источников энергии снижает риски и уязвимость, и в случаях, когда спрос на энергию растет особенно быстро, как это происходит в Китае, отчасти лишь стремлением удовлетворить спрос с использованием всех возможных вариантов.

# ЭНЕРГЕТИКА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Ни одна из восьми целей в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия (ЦРТ), принятых Организацией Объединенных Наций в 2000 году, непосредственно не относится к вопросам энергии, несмотря на то, что почти во всех из них — от искоренения нищеты и голода до улучшения образования и здравоохранения — прогресс зависит от расширения доступа к современным источникам энергии. Тринадцать лет спустя энергетике стали уделять больше внимания. Намеченный срок для достижения ЦРТ – 2015 год, и в 2012 году ООН начала обсуждение разработки целей устойчивого развития, чтобы руководствоваться ими в поддержке устойчивого развития в период после 2015 года. В итоговом документе “Будущее, которого мы хотим” Конференции Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию (известной также как Рио+20), состоявшейся в 2012 году, энергетике отводится центральная роль: “Мы признаем чрезвычайно важную роль, которую энергетика играет в процессе развития, поскольку доступ к современным устойчивым услугам в сфере энергетики способствует искоренению нищеты, спасению жизни людей и улучшению состояния

**Ядерная энергетика выгодно отличается от других технологий в сфере энергетики в плане «интернализации» всех внешних издержек на этапах от безопасности до захоронения отходов и снятия с эксплуатации.**

их здоровья, а также помогает обеспечивать удовлетворение насущных потребностей людей.”

В своем докладе «Наше общее будущее», опубликованном в 1987 году, Комиссия Брундтланд\* дала определение устойчивому развитию как “развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности”, и с тех пор оно остается фундаментальным определением.

Роль ядерной энергетики в устойчивом развитии была подробно рассмотрена в 2001 году на девятой сессии Комиссии ООН по устойчивому развитию. Несмотря на то, что национальные взгляды относительно роли ядерной энергетики в стратегиях устойчивого развития могут различаться, существует единое мнение, что решение об использовании атомной энергии остается за самими странами.

Те, кто считает, что ядерная энергетика несовместима с устойчивым развитием, указывают на риск аварий на ядерных объектах, а также на то, что пока еще нет действующих хранилищ для окончательного захоронения высокоактивных ядерных отходов.

Другие, утверждая, что ядерная энергетика является важным компонентом устойчивого развития, подчеркивают, что определение устойчивого развития, данное Комиссией Брундтланд, подразумевает

растущие возможности и открывающиеся варианты, а не их исключение. Ядерная энергетика расширяет ресурсную базу за счет продуктивного использования урана. Она обеспечивает снижение уровня вредных выбросов и увеличение поставок электроэнергии. Ядерная энергетика увеличивает мировой запас технологического и человеческого капитала. И наконец, ядерная энергетика выгодно отличается от других технологий в сфере энергетики в плане «интернализации» всех внешних издержек на этапах от безопасности до захоронения отходов и снятия с эксплуатации. «Интернализация» затрат означает то, что затраты во всей этой деятельности в значительной степени уже учтены в цене, которую мы платим за электроэнергию, выработанную на АЭС. Если бы экологические издержки, связанные с использованием ископаемого (органического) топлива, были «интернализированы» в его цене, то цена, которую мы платим за электроэнергию, произведенную на основе ископаемого топлива, была бы значительно выше.

Национальные правительства должны сопоставлять относительные выгоды, и необходимо проводить общественные дискуссии по данному вопросу.

Первоочередную задачу устойчивого развития часто определяют как обеспечение источниками энергии, особенно электроэнергии, пятой части населения мира, не имеющей доступа к ним. По словам Алана Макдональда, эксперта по энергетическому планированию МАГАТЭ, для сельской бедноты многое делается с тем, чтобы в полной мере использовать технологии на основе возобновляемых источников энергии, эксплуатируемых в отдаленных районах без подключения к электрическим сетям. “В случае бедных городов и растущих мегаполисов в структуру энергетического баланса необходимо включать крупные мощности по централизованному производству электроэнергии для удовлетворения высокого централизованного спроса на электроэнергию. Атомные электростанции обеспечивают стабильную выработку большого количества энергии и помогают удовлетворить такой спрос. Кроме того, в связи с наращением странами своих энергосетей с целью «охвата неподключенных районов» и расширения доступа к энергоснабжению выгоды от использования мощных стабильных источников энергии становятся все более очевидными”, – поясняет Макдональд.

\*Международная комиссия по окружающей среде и развитию была учреждена резолюцией 38/161, принятой Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций в 1983 году с целью разработки предложений по долгосрочным экологическим стратегиям достижения устойчивого развития. Генеральный секретарь ООН Перес де Куэльяр предложил премьер-министру Норвегии г-же Гро Харлем Брундтланд возглавить эту Международную комиссию по окружающей среде и развитию, которую часто называют «Комиссией Брундтланд».

# РОЛЬ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ В СМЯГЧЕНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА



По данным ВОЗ, загрязнение воздушной среды является причиной преждевременной смерти свыше одного миллиона человек в год во всем мире и способствует нарушению здоровья в связи с респираторными инфекциями, болезнями сердца и раком легких.

(Фото: istockphoto.com/ ranplett)

Эксперты в области энергетики ожидают, что в XXI веке резко возрастет спрос на энергию, в особенности в развивающихся странах, где сегодня свыше миллиарда человек не имеют доступа к современным энергетическим услугам. Для удовлетворения глобального спроса на энергию потребуется на 75% увеличить к 2050 году первичное энергоснабжение. Если не будет предпринято шагов по снижению выбросов, то за тот же период связанные с выработкой энергии выбросы CO<sub>2</sub> почти удвоятся. Повысившиеся уровни этого парникового газа в атмосфере могут привести к повышению средних глобальных температур на 3°C выше доиндустриального уровня или больше, что может вызвать опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему, на предотвращение чего и направлена Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата.

## Парниковые газы и их последствия

Согласно выводам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), глобальное потепление на более чем 3°C приведет к росту негативных последствий во всех районах мира. В результате снижения доступности воды и учащающихся засух в районах умеренных и полусухих тропических широт сотни миллионов людей столкнутся с дефицитом водных ресурсов.

Что касается сельского хозяйства, то, как ожидается, в районах тропических широт снизится урожайность зерновых. Это снижение лишь частично будет компенсироваться повышением урожайности в районах умеренных и высоких широт. До 30% всех земных видов окажутся под растущей угрозой вымирания.

Следствием увеличения выбросов углерода будет подкисление океана. Ожидается, что вместе со связанным с температурой обесцвечиванием кораллов подкисление снизит способность моллюсков и ракообразных к развитию, что поставит под угрозу существенную часть морской пищевой цепи. В прибрежных районах будет возрастать ущерб от наводнений и ураганов.

Скажется это и на здоровье человека, в особенности в менее развитых странах, поскольку будет возрастать число проблем, вызванных недоеданием и диарейными, кардиореспираторными и инфекционными болезнями. Ожидается рост заболеваемости и смертности от аномальной жары, наводнений и засух.

## Воздействие загрязнения воздуха

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), загрязнение воздуха является причиной преждевременной смерти свыше 1 миллиона человек

в год во всем мире\*. Загрязнение воздуха является также одной из причин нарушений здоровья – от респираторных инфекций до болезней сердца и рака легких. Если говорить о региональных масштабах, то загрязнители воздуха, переносимые на большие расстояния, являются причиной кислотных дождей. Кислотные дожди нарушают функционирование экосистем, что негативно сказывается на рыболовном промысле в пресных водах и на природной растительности и сельскохозяйственных культурах. Подкисление в лесных экосистемах может вести также к вырождению и исчезновению лесов. Кислотные дожди наносят также ущерб определенным строительным материалам и историческим и культурным памятникам. Они вызваны соединениями серы и азота. Главными источниками выброса исходных продуктов этих соединений являются энергетические установки, работающие на органическом топливе, в частности, работающие на угле электростанции.

**В глобальных масштабах объем выбросов, предотвращенных благодаря использованию АЭС, сопоставим с объемом выбросов, предотвращенных благодаря использованию ГЭС.**

## **Задачи сокращения выбросов парниковых газов**

Единодушное мнение ученых сводится к следующему: чтобы избежать пагубного воздействия изменения климата на экологическую и социально-экономическую системы, необходимо, чтобы уровни выбросов парниковых газов после 2020 года не повышались, а затем снизились к 2050 году с существующих ныне уровней на 50-85%. Таким образом, в течение следующих десятилетий перед миром стоит труднейшая задача по смягчению их последствий.

Согласно мнению Рабочей группы III МГЭИК и мнению, приводимому в итоговом докладе Международного научного конгресса «Изменение климата: глобальные риски, вызовы и решения», который состоялся в 2009 году в Копенгагене, многие смягчающие негативные последствия технологии и практики, которые могут сократить выбросы парниковых газов, уже являются коммерчески доступными. По данным МГЭИК, технические решения и процессы могут снизить энергоемкость во всех отраслях экономики и обеспечить ту же выходную мощность или услуги при

меньших объемах выбросов. Одним из имеющихся на сегодняшний день вариантов смягчения негативных последствий является ядерная энергетика.

За последние 50 лет благодаря выработке электроэнергии на АЭС удалось предотвратить выбросы значительных объемов парниковых газов во всем мире. В глобальных масштабах объем выбросов, предотвращенных благодаря использованию АЭС, сопоставим с объемом выбросов, предотвращенных благодаря использованию ГЭС. ГЭС, АЭС и ветряные энергоустановки входят в число источников самых низких объемов выбросов CO<sub>2</sub>, если учитывать выбросы в течение всего энергетического жизненного цикла.

В будущем выбросы парниковых газов в ходе использования ядерно энергетических технологий будут еще ниже благодаря достижениям в технологии обогащения урана, требующим гораздо меньше электроэнергии; возросшим срокам эксплуатации атомных электростанций (что означает снижение выбросов за киловатт-час в связи со строительством); повышенному выгоранию топлива (что означает снижение выбросов за киловатт-час в связи добычей урана и изготовлением топлива).

МГЭИК оценила потенциал смягчения негативных последствий различных технологий производства электроэнергии и установила, что ядерная энергетика обладает самым большим потенциалом по смягчению негативных последствий при наименьших средних затратах в секторе энергоснабжения, главным образом в производстве электроэнергии. Ядерная энергетика имеет возможности для того, чтобы продолжать играть значительную роль в усилиях по ограничению будущих выбросов парниковых газов при удовлетворении мировых потребностей в энергии.

## **Смягчение последствий загрязнения воздуха с помощью ядерной энергетики**

Атомные электростанции практически не производят выбросов загрязнителей воздуха в ходе своей эксплуатации. Энергетические же установки, работающие на органическом топливе, наоборот являются главными источниками загрязнения воздуха. Как сообщает ВОЗ, воздействие загрязненного воздуха можно существенно уменьшить путем снижения уровня содержания в воздухе некоторых наиболее распространенных загрязнителей, выделяемых при сгорании органических видов топлива.

\*«Качество воздуха и здоровье», Информационный бюллетень №313, обновленный выпуск, сентябрь 2011 года, [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru/)

# ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

В конце 2012 года, когда во всем мире эксплуатировалось 437 и строилось еще 68 ядерно-энергетических реакторов, общемировой объем генерирующих мощностей АЭС составил 372,5 ГВт(эл.). Несмотря на скептическое отношение общественности, а в некоторых случаях и опасения, возникшие после ядерной аварии на АЭС “Фукусима-дайити” в марте 2011 года, два года спустя востребованность ядерной энергетики по-прежнему стабильно растет, хотя и не такими быстрыми темпами.

Значительное количество стран энергично проводят в жизнь планы по реализации и расширению своих ядерно-энергетических программ, поскольку способствующие развитию ядерной энергетики факторы, существовавшие до фукусимской аварии, не изменились. К ним относятся изменение климата, ограниченное предложение органического топлива, а также стремление обеспечить энергетическую безопасность.

В глобальном масштабе ядерная энергетика, как представляется, продолжит дальнейший стабильный рост, хотя и более медленный, чем ожидался до ядерной аварии на АЭС “Фукусима-дайити”. Последние прогнозы МАГАТЭ говорят об устойчивом росте числа атомных электростанций в мире в предстоящие 20 лет. Так, мощность АЭС возрастет к 2030 году на 23% по низкому прогнозу и на 100% по высокому прогнозу. Большинство запланированных к сооружению или строящихся новых ядерных энергетических реакторов находится в Азии.

В 2012 году началось строительство семи АЭС: “Фуцин-4”, “Шидаовань-1”, “Тяньвань-3” и “Янцзян-4” в Китае, “Син-Ульчхин” в Корее, первый энергоблок Балтийской АЭС в России и “Барака-1” в Объединенных Арабских Эмиратах. Такое увеличение по сравнению с показателями прошлого года свидетельствует о непреходящей заинтересованности в ядерной энергетике и стремлении ее развивать и демонстрирует гибкость ядерной энергетики.

Сейчас странам нужны от поставщиков новые реакторы инновационных конструкций, которые соответствуют строгим требованиям, касающимся безопасности, мощности национальных энергосетей, размера и сроков сооружения; это свидетельствует, что в ближайшие десятилетия рост ядерной энергетики продолжится.

## Безопасность

Рост в этом секторе, конечно же, должен сопровождаться повышением уровня безопасности. Ядерная авария на АЭС “Фукусима-дайити” была воспринята как тревожный сигнал для всех, кто участвует в развитии ядерной энергетики. По словам Генерального директора МАГАТЭ Юкии Амано, авария напомнила нам, что безопасность никогда нельзя воспринимать как нечто само собой разумеющееся,

даже в развитых промышленных странах, имеющих серьезный опыт использования ядерной энергии.

Уже были сделаны важные выводы, хотя не исключено, что со временем придется извлечь и дальнейшие уроки. Мы смогли быстро усвоить уроки аварии, касающиеся безопасности, и помочь государствам-членам применить их при эксплуатации реакторов во всем мире. Ядерные реакторы стали безопаснее, чем они были до аварии – такое происходит и во многих других отраслях. Так, с момента чернобыльской аварии 1986 года международный режим ядерной безопасности существенно укрепился. К настоящему времени вступили в действие многие имеющие обязательную силу международно-правовые механизмы, такие как Конвенция о ядерной безопасности и Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами, которые способствуют формированию системного подхода в государствах – членах МАГАТЭ и стимулируют мировую ядерную отрасль к постоянному повышению ядерной безопасности.

## Планирование в области ядерной энергетики

Многие новые страны продолжают рассматривать возможность включения ядерной энергетики в свою структуру энергопроизводства, поэтому МАГАТЭ предлагает ряд услуг, чтобы помочь им оценить степень своей готовности и принять обоснованное решение. Спектр этих услуг варьируется от оказания помощи государствам-членам в создании потенциала энергетического планирования независимо от наличия интереса к ядерной энергетике до поддержки долгосрочного стратегического ядерно-энергетического планирования и содействия в развитии национальной инфраструктуры, в том числе в области обращения с радиоактивными отходами и снятия с эксплуатации.

На различных этапах развития ядерно-энергетических программ государств-членов мы предоставляем комплексные услуги с целью помочь государствам-членам обеспечить безопасное, защищенное, ответственное и надежное использование ядерной энергии.

---

Александр Бычков, заместитель Генерального директора и руководитель Департамента ядерной энергии.



# ПОДДЕРЖКА НОВЫХ ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Выбор в пользу развития ядерной энергетики – это одно из наиболее серьезных политических решений, которое может принять правительство. Это сложное решение. Ядерно-энергетическая программа предполагает готовность к ее реализации в течение как минимум века, проходя этапы планирования, строительства, эксплуатации, обращения с отходами и, наконец, снятия с эксплуатации. “Это сложная технология, которая требует продуманного планирования, однако страны, которые сейчас рассматривают возможность реализации ядерно-энергетической программы, могут воспользоваться совокупным опытом более чем 30 эксплуатирующих АЭС стран, накопленным за последние 50 лет, и поддержкой, которую систематически оказывает МАГАТЭ”, – говорит Энн Старз, руководитель Группы по комплексным ядерным инфраструктурам МАГАТЭ.

МАГАТЭ предоставляет рациональные, структурированные руководящие материалы по созданию ядерной энергетики в рамках подхода, описанного в документе «Основные этапы».

Для того чтобы в новой стране появился оператор действующей электростанции требуется до двадцати лет планирования, лицензирования и строительства. 30 лет назад у страны, строящей свою первую АЭС, не было возможности воспользоваться сетью международной и двусторонней поддержки, которая имеется в распоряжении таких стран сегодня. В рамках международного и двустороннего сотрудничества можно приобрести специализированные знания, которыми приступающие к развитию ядерной энергетики страны могут воспользоваться при создании необходимой правовой, регулирующей и кадровой инфраструктуры. Кроме того, такие страны могут взять на вооружение ноу-хау, накопленные за три десятилетия в ходе экспертных рассмотрений вопросов ядерной безопасности, экспертные знания по развитию людских ресурсов и систем управления, энергетическому планированию, технико-экономическому обоснованию, выбору площадки, оценке технологии, менеджменту финансового риска и обращению с отходами.

“Короткого пути нет. – объясняет Старз. – Новым странам нужно изучить больше, чем приходилось осваивать их предшественникам 30 лет назад, однако поскольку им приходится начинать с самого начала,

они могут учесть множество уже извлеченных уроков и избежать дорогостоящих ошибок. В этом начинании они не так одиноки, как могли бы быть в те годы, когда страны только приступали к освоению этой технологии”.

Перед государствами – членами МАГАТЭ, которые активно занимаются разработкой ядерно-энергетической программы, и странами, которые рассматривают такую возможность, стоит несколько общих основных задач. Им необходимо найти способ обеспечить прочную поддержку проекта, инвестиции в который принесут отдачу лишь через несколько лет после принятия решения о развитии ядерной энергетики. “У страны будет значительно больше возможностей последовательно проводить политику создания ядерной энергетики, если все основные государственные ведомства и заинтересованные стороны будут едины в своем стремлении реализовать это начинание. В этом заключается одна из главных целей систематического привлечения заинтересованных сторон”, – говорит Старз.

Для многих развивающихся стран относительно крупные капиталовложения, необходимые для финансирования строительства реактора, могут стать одним из главных препятствий. МАГАТЭ оказывает содействие странам в определении способов менеджмента финансового риска.

Еще одним вопросом, возникающим на ранней стадии планирования, является потребность в опытном персонале ядерной отрасли, который, вероятно, отсутствует в момент принятия решения о создании ядерной энергетики. Старз поясняет, что проблема развития людских ресурсов – это классическая “задача яйца и курицы”: “Каким образом страна может обучать людей безопасной эксплуатации АЭС, если АЭС не существует? По этой же причине странам необходимо знать, каким образом нанимать опытных работников, если АЭС еще не введена в эксплуатацию”. Ответ заключается в планировании рабочей силы и развитии людских ресурсов – в этих двух областях МАГАТЭ также оказывает содействие.

Еще одну задачу – обращение с отходами – необходимо разьяснять посредством информационно-просветительской работы с заинтересованными сторонами и общественностью. “Планирование обращения с отходами похоже на принятие решения о том, как и когда приземлится самолет, еще до того, как он взлетел”, – говорит Старз. Еще одной чрезвычайно важной областью является ядерная безопасность, которой уделяют пристальное внимание и общественность, и заинтересованные стороны. После ядерной аварии на АЭС “Фукусима-дайити” “было подорвано доверие общественности к ядерной энергетике. Однако в

# ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ



странах, которые активно занимаются разработкой ядерно-энергетической программы, а также в некоторых странах, в которых такие программы уже есть, общественное мнение оказалось довольно эластичным и стало тяготеть к поддержке”, – добавляет Старз.

После ядерной аварии на АЭС “Фукусима-дайити” в марте 2011 года одно государство – член МАГАТЭ начало сооружение своей первой атомной электростанции. Это событие стало знаменательным: впервые за 27 лет страна, приступающая к развитию ядерной энергетики, начала строительство своей первой станции. Кроме того, две страны разместили заказы на свои первые АЭС, и еще шесть стран приняли решение о создании ядерной энергетики и активно готовят соответствующую инфраструктуру.

В течение ближайших десятилетий все страны, создающие ядерную энергетику, будут принимать важные инфраструктурные решения. Этот процесс принятия решений включает в себя не только технические аспекты; речь идет и о выборе реакторной технологии, площадки и развитии потенциала. “МАГАТЭ предоставляет рациональные, структурированные руководящие материалы по созданию ядерной энергетики в рамках подхода, описанного в документе «Основные этапы». Государства-члены могут воспользоваться методологией, позволяющей отслеживать прогресс в ходе стадий планирования и продемонстрировать свою приверженность обеспечению ядерной безопасности и контролю за ядерными

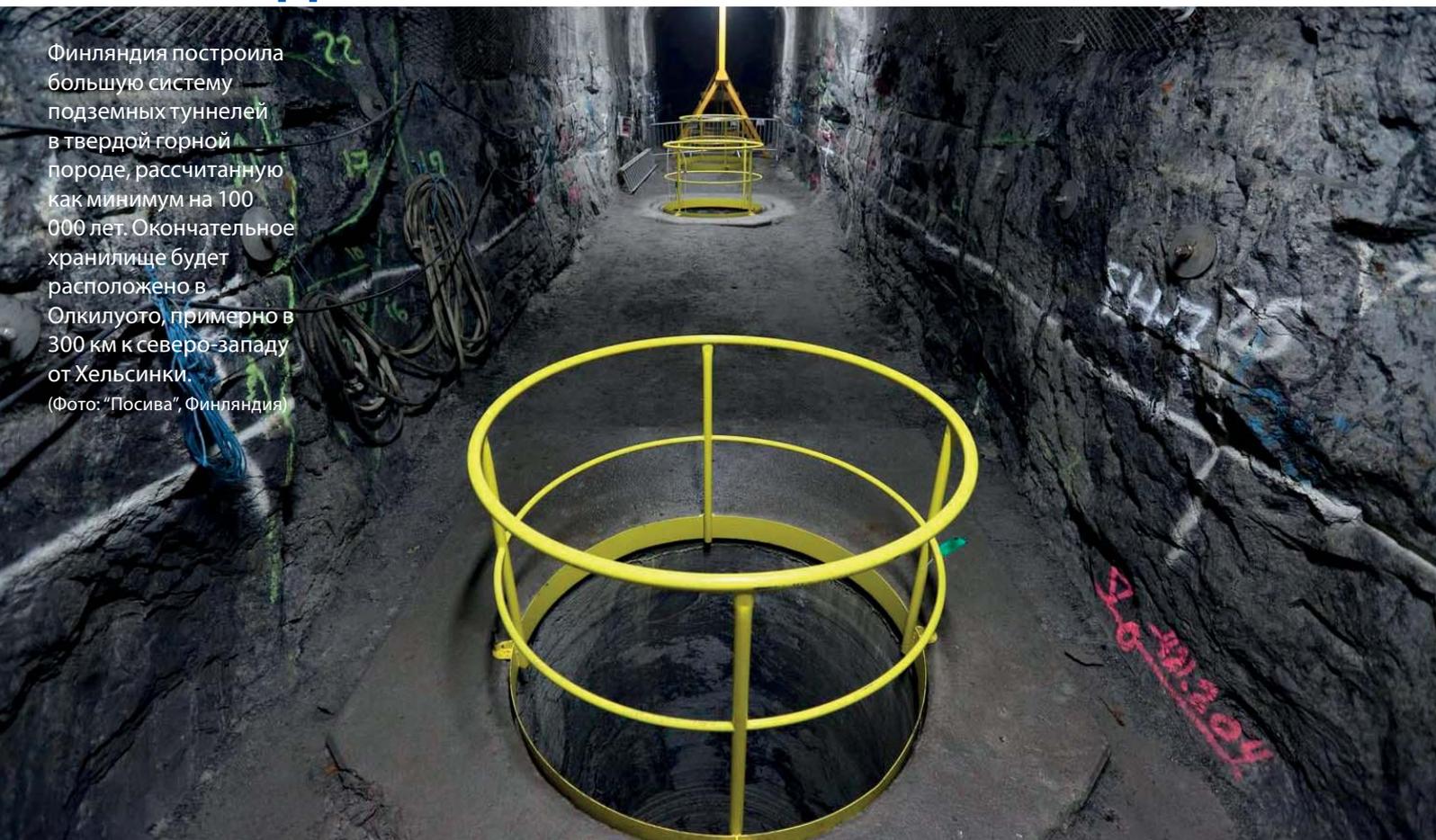
материалами. Этот подход предусматривает акцент на необходимости добиться консенсуса по решению, которое затронет многие поколения”, – отмечает Старз.

Руководящие указания МАГАТЭ для стран, приступающих к развитию ядерной энергетики, были тщательно проанализированы после ядерной аварии на АЭС “Фукусима-дайити”. Подход, изложенный в документе “Основные этапы”, сохраняет силу, однако больший акцент будет сделан на роли будущих владельцев-операторов, которые несут основную ответственность за обеспечение безопасности.

Среди государств – членов МАГАТЭ растет заинтересованность в получении от МАГАТЭ содействия в области системного и комплексного рассмотрения ядерно-энергетической инфраструктуры. Страны, которые уже эксплуатируют АЭС, и страны, только приступающие к развитию ядерной энергетики, направляют МАГАТЭ просьбы об организации всеобъемлющих международных экспертных рассмотрений для оценки прогресса в деле создания ядерной энергетики или расширения существующих программ. “Руководствуясь положениями документа “Основные этапы”, МАГАТЭ установило более высокую планку для стран, которые хотят продемонстрировать прогресс, поэтому сейчас мы видим, что эти руководящие материалы высоко оцениваются как новыми странами, так и действующими операторами и обеспечивают более безопасную и устойчивую реализацию ядерно-энергетических программ”, – подытоживает Старз.

# РЕШЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Финляндия построила большую систему подземных туннелей в твердой горной породе, рассчитанную как минимум на 100 000 лет. Окончательное хранилище будет расположено в Олкилуото, примерно в 300 км к северо-западу от Хельсинки.  
(Фото: "Посива", Финляндия)



Для безопасного и надежного захоронения высокоактивных и долгоживущих радиоактивных отходов необходимо хранить этот материал в течение очень длительного в сравнении с нашим повседневным опытом периода времени. Проектирование и сооружение подземных установок для захоронения необходимо осуществлять в таких геологических условиях, которые убедительно продемонстрировали свою пригодность для того, чтобы вмещать и изолировать от окружающей среды опасные отходы в течение сотен тысяч лет.

На протяжении этого периода времени, в течение которого необходимо гарантировать безопасность подземной системы захоронения отходов, будет происходить радиоактивный распад отходов до уровня, который не может вызывать опасность для населения или окружающей среды. Помочь в получении представления о длительности такого периода времени могут археологические данные. За сотню тысячелетий меняется климат, возникают и исчезают океаны, происходит эволюция видов. Все эти изменения находят отражение в горных породах. В ходе поиска безопасных хранилищ для долгосрочного захоронения высокоактивных радиоактивных отходов геологи установили пласты горных пород, которые подтвержденно оставались стабильными на

протяжении миллионов лет. Ожидается, что эти толщи пород сохранят стабильность в течение миллионов лет и смогут стать формациями, вмещающими хранилища отходов.

Отходы с самым высоким радиоактивным содержанием включают отработавшее ядерное топливо, когда оно считается отходами, и побочные продукты деятельности по переработке топлива. Такого рода высокоактивные радиоактивные отходы необходимо тщательно изолировать от биосферы. По единодушному мнению международных экспертов, для размещения окончательных хранилищ для безопасного захоронения таких отходов следует использовать глубинные геологические формации. В настоящее время рядом стран осуществляется геологическое захоронение отходов высокого уровня активности. В Германии и США уже существуют пункты геологического захоронения низко- и среднеактивных отходов.

В Финляндии, Франции и Швеции разрабатываются и другие площадки для захоронения высокоактивных радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива и, если будет получено разрешение регулирующих органов, в 20-х годах XXI века должны начаться операции по размещению отходов.

В нескольких странах ученые проводят испытания методов захоронения и исследуют геологические условия в специально сооруженных подземных лабораториях, с тем чтобы быть уверенными в том, что отходы в хранилище останутся изолированными от людей и окружающей среды в течение последующих 10000 поколений. Как правило, эксперты по вопросам безопасности оценивают безопасность хранилищ на период до миллиона лет, а в нескольких случаях и на более длительный срок.

Проведенные в этих подземных лабораториях исследования показали жизнеспособность захоронения в породах каменной соли (Германия), кристаллических породах (Канада, Япония, Швейцария и Швеция), пластичных глинах (Бельгия) и аргиллитах (Франция и Швейцария). Россия планирует приступить с 2015 года к строительству подземной исследовательской лаборатории в Красноярском крае, в центральной Сибири. Китай планирует создать подземную исследовательскую лабораторию, которая начнет функционировать до 2020 года.

В Бельгии экспериментальный полигон для захоронения высокоактивных отходов, где находится подземная исследовательская установка, расположен в глинистой формации на глубине свыше 220 метров. Это ведущая исследовательская площадка Бельгии, где ведутся экспериментальные исследования по глубинному геологическому захоронению радиоактивных отходов.

В Чешской Республике проводятся исследования вариантов создания геологического хранилища, позволяющих размещать отходы высокого уровня активности в гранитном массиве или в аналогичной среде, что схоже с концепцией, прорабатываемой в рамках проектных работ в Швеции и Финляндии.

В Финляндии ученые приступили к исследованиям по вопросу создания хранилища для окончательного захоронения отходов в 70-е годы прошлого века. В декабре 2012 года финская компания «Посива», отвечающая за выбор площадки и сооружение хранилища для отработавшего топлива, подала заявку на получение лицензии на строительство пункта захоронения в Олкилуото, примерно в 300 км к северо-западу от Хельсинки. Если лицензия будет предоставлена регулирующим органом, то размещение отходов планируется начать в 2020 году.

В расположенной неподалеку от Буре, северо-восточная Франция, подземной лаборатории Национальное агентство по обращению с радиоактивными отходами Франции («Андра») проводит испытания пород на предмет удержания и изолирования радиоактивных отходов высокого уровня активности в течение нескольких сотен тысяч лет.

В Мицунами, Япония, в рамках проекта работы подземной исследовательской лаборатории осуществляется изучение, анализ и оценка глубинных геологических формаций и ведется разработка инженерной техники для применения глубоко под



Строитель в подземном туннеле в Форсмарке, населенном пункте на восточном побережье Уппланда в Швеции.

(Фото: компания «СКБ», Швеция)

землей. Во второй лаборатории, расположенной в Хоронобе, на острове Хоккайдо, ведутся исследования глубинных геологических пластов в осадочных породах.

В Швеции шведская компания по обращению с ядерным топливом и отходами (СКБ) выбрала площадку для пункта захоронения неподалеку от Форсмарка на восточном побережье Уппланда и подала в марте 2011 года заявку на получение лицензии на строительство хранилища отработавшего топлива, которая в настоящее время проходит рассмотрение в регулирующем органе.

**По единодушному мнению международных экспертов, для размещения окончательных хранилищ для безопасного захоронения таких отходов следует использовать глубинные геологические формации.**

В Швейцарии имеются две подземные исследовательские лаборатории – в швейцарских Альпах расположен полигон Гримзель, а вторая исследовательская установка находится в Мон-Терри – на них созданы условия для проверки геологических условий, оборудования и вариантов захоронения высокоактивных радиоактивных отходов в реальной обстановке.

# УКРЕПЛЕНИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ДОВЕРИЯ К ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Признано, что важнейшее значение для успешного осуществления ядерно-энергетической программы имеет вовлечение в этот процесс всех заинтересованных сторон. “Отсутствие реального участия заинтересованных сторон, таких как лица, ответственные за разработку политики и принятие решений, средства массовой информации, общественность и население в целом, может иметь отрицательные последствия”, – говорит Бренда Паганноне, специалист по привлечению заинтересованных сторон в Секции ядерно-энергетической техники МАГАТЭ. Пешатнувшееся

Преследуемая цель заключается скорее в том, чтобы помочь людям понять логику, которой руководствуются компетентные органы при принятии решений.

общественное доверие может привести к задержкам, которые дорого обходятся оператору и стране в целом и затрудняют жизнь людей, испытывающих нужду в источниках энергии.

Государства - члены МАГАТЭ все чаще обращаются к МАГАТЭ с просьбами об оказании содействия в работе по вовлечению заинтересованных сторон. МАГАТЭ реагирует на эти просьбы, организуя подготовку кадров и разрабатывая руководящие принципы с целью распространения экспертных знаний и опыта, а также анализируя национальные стратегии информационного взаимодействия. В ходе осуществления всей этой деятельности МАГАТЭ активно призывает государства-члены к вовлечению в соответствующий процесс заинтересованных сторон на протяжении всего жизненного цикла ядерно-энергетической программы. У каждой страны имеются конкретные группы заинтересованных сторон с индивидуальными потребностями и проблемами, но определенные принципы являются общераспространенными.

“Открытость и прозрачность, а также вовлечение заинтересованных сторон не всегда направлены на то, чтобы заручиться полной поддержкой общественности”, – подчеркивает Паганноне. “Преследуемая цель заключается скорее в том,

чтобы помочь людям понять логику, которой руководствуются компетентные органы при принятии решений”.

МАГАТЭ продолжает выступать за то, чтобы страны начинали диалог с заинтересованными сторонами с самого начала рассмотрения вопроса о реализации ядерно-энергетической программы, демонстрируя ответственный подход и завоевывая доверие, а также проводя информационно-просветительскую работу среди подрастающего поколения.

Из-за сложности ядерных технологий эксперты иногда недооценивают важность информационного взаимодействия. “Зачастую мы слышим от экспертов: «Мы знаем, что лучше для вас. Мы знаем, что это безопасно. Верьте нам»”, – поясняет Паганноне. “СМИ сегодня вездесущи, информация легкодоступна, а доверие формируется не только на основе компетентности, но и благодаря умению разъяснять, почему было принято то или иное решение”.

Изложение сложной информации доступным для широкой публики языком – это всего лишь часть процесса. Представители ядерной отрасли и компетентных органов должны прислушиваться к тому, что вызывает беспокойство различных заинтересованных сторон. “Важно выслушивать мнение этих сторон и в полной мере осознавать волнующие их проблемы. Затем, когда это представляется возможным, необходимо заниматься решением этих проблем”, – говорит Паганноне.

Все участвующие организации должны ясно понимать свою роль в ядерно-энергетической программе, а заинтересованные стороны – роль, которую они играют в этом процессе. “Очень важно сразу внести ясность в отношении ожиданий заинтересованных сторон, с тем чтобы они знали, какого рода влияние они могут оказывать на программу”, – отмечает Паганноне.

Чтобы положить начало этому процессу, необходимо определить круг заинтересованных сторон, в том числе группы, испытывающие наибольшую озабоченность в отношении ядерной энергетики. “Вовлечение заинтересованных сторон означает проявление открытости и в отношении другой стороны, связанной с наличием проблемы”, – говорит Паганноне. “Только согласившись с наличием проблемы, можно прийти к уважению мнения других сторон”.

# ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ПОДГОТОВКА КАДРОВ НА ПЕРСПЕКТИВУ

Обучение должно начинаться с ранних лет. Эту мысль нужно прививать во всех странах, предполагающих начать или расширить реализацию своей ядерно-энергетической программы, – считает Брайан Моллой, эксперт по людским ресурсам Секции ядерно-энергетической техники МАГАТЭ. По его словам, включенные в программу и внеклассные занятия математикой и наукой в средней, и даже в начальной школе крайне важны для обеспечения будущих кадров для АЭС: “Нужно заинтересовывать детей наукой, физикой, техникой. Преподавать нужно продуманно, обучая детей и одновременно пробуждая у них интерес”.

Сейчас все сложнее найти высококвалифицированных инженеров по эксплуатации АЭС, даже для нынешних ядерно-энергетических программ; причиной тому является волна ухода на пенсию специалистов при одновременном росте их востребованности во всем мире. Однако как бы ни были важны инженеры, они лишь часть персонала АЭС. На самом деле, большинство работников любой станции – квалифицированные техники, электрики, сварщики, монтажники, такелажники, стропальщики и люди аналогичных профессий – не являются выпускниками университетов. Моллой считает, что этой части персонала следует уделять больше внимания. “Нужен баланс в подготовке как имеющих научные знания специалистов, так и квалифицированного технического персонала”, – говорит он, добавляя, что страны, рассматривающие возможность реализации ядерно-энергетических программ, на начальном этапе часто слишком большое внимание уделяют подготовке инженеров-ядерщиков.

Перспективное кадровое планирование в ядерной отрасли может начинаться за десять лет до того, как понадобится нанимать подготовленный персонал. Обучение и подготовка начинается с раннего школьного возраста, когда в учебную программу уже включаются занятия по основам науки и математики. “Система образования и просветительская работа позволяют сформировать определенный уровень знаний в обществе: для этого необходимо несколько лет отвести на обучение и подготовку в области математики и научных исследований”, – говорит Моллой. К ключевым компонентам управления людскими ресурсами в области ядерной энергетики также относятся непрерывное обучение и планирование преемственности кадров: это позволяет компенсировать текучесть и обеспечить бесперебойную замену квалифицированных работников. МАГАТЭ предлагает своим государствам-членам различные виды содействия в области управления людскими ресурсами, проводя семинары-практикумы, технические совещания, оценки и предоставляя профессиональные консультации.

В публикациях МАГАТЭ, таких как *“Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power”* (“Этапы развития национальной инфраструктуры ядерной энергетики”), *“Managing Human Resources in the Field of Nuclear Energy”* (“Управление людскими ресурсами в ядерно-энергетической сфере”) и *“Workforce Planning*



МАГАТЭ предлагает своим государствам-членам различные виды содействия в области управления людскими ресурсами, проводя семинары-практикумы, технические совещания, оценки и предоставляя профессиональные консультации.

(Фото: МАГАТЭ)

for New Nuclear Power Programmes” (“Планирование рабочей силы для новых ядерно-энергетических программ”), содержатся руководящие принципы. В рамках комплексного рассмотрения ядерной инфраструктуры развитие людских ресурсов отмечено как один из 19 вопросов, связанных с инфраструктурой. В МАГАТЭ создана Техническая рабочая группа по управлению людскими ресурсами в области ядерной энергии, предоставляющая консультации и содействие во всех областях управления людскими ресурсами. МАГАТЭ также разработало базовый учебный план по ядерной технике, который могут использовать университеты.

Принимая План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности, государства – члены МАГАТЭ особо отметили важность управления людскими ресурсами. В одном из 12 пунктов Плана действий странам, которые осуществляют или планируют начать ядерно-энергетические программы, предложено укреплять программы создания соответствующего потенциала, с тем чтобы “постоянно обеспечивать наличие достаточных и компетентных кадровых ресурсов, необходимых для принятия ответственности за безопасное, ответственное и устойчивое использование ядерных технологий”. Кроме того, в Плате действий Секретариату МАГАТЭ предлагается оказывать помощь по запросам государств-членов.

Такая помощь особенно востребована в странах, приступающих к освоению ядерной энергии, однако, как говорит Моллой, управление людскими ресурсами не менее важно и в странах, уже эксплуатирующих АЭС. Он приводит в качестве положительного примера действия правительства Финляндии, которое выдает энергопредприятиям разрешение на расширение мощности только после проведения ими анализа национального ядерного потенциала. “Они определяют, есть ли у них достаточные людские ресурсы для строительства и эксплуатации станций в долгосрочной перспективе, – говорит Моллой. – Прекрасный пример”.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА



Ядерная авария на АЭС “Фукусима-дайити” была самой тяжелой аварией на ядерной установке после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Она вызвала глубокую обеспокоенность общественности и нанесла ущерб доверию к ядерной энергетике. После этой аварии вопросы укрепления норм ядерной безопасности и аварийного реагирования приобрели первоочередной характер на глобальном уровне. МАГАТЭ играет

ведущую роль в разработке глобального подхода к этим вопросам, а План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности обеспечивает всеобъемлющую основу и выступает в качестве важной движущей силы в деле определения тех уроков, которые необходимо усвоить, и практического внедрения усовершенствований в области безопасности.

Для повышения ядерной безопасности в предлагаемом Плане действий предусматривается ряд мер, включая 12 основных пунктов (действий), основное внимание в которых уделяется оценке безопасности в свете этой аварии. Был достигнут значительный прогресс в оценке уязвимых мест в обеспечении безопасности атомных электростанций, совершенствовании услуг МАГАТЭ по экспертному рассмотрению, повышению потенциала аварийной готовности и реагирования, укреплению и поддержании программ по созданию потенциала, а также увеличению объема информации и совершенствовании коммуникаций и передачи информации государствам-членам, международным организациям и населению. Прогресс достигнут также в работе по рассмотрению норм МАГАТЭ по безопасности, которые по-прежнему широко применяются регулирующими органами, эксплуатирующими организациями и в атомной отрасли в целом, причем повышенное внимание уделяется при этом предотвращению аварий, в частности тяжелых аварий, и аварийной готовности и реагированию.

## Укрепление глобальной системы ядерной безопасности

Нормы МАГАТЭ по безопасности отражают международный консенсус в отношении того, что является основой высокого уровня безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды от воздействия ионизирующего излучения. Для оказания государствам-членам содействия в применении этих норм и для того, чтобы дать им возможность обмениваться ценным опытом и данными, МАГАТЭ оказывает разнообразные консультативные услуги и организует экспертные миссии по рассмотрению проектной безопасности, учету вопросов безопасности при выборе площадки и инженерно-технических аспектов безопасности, эксплуатационной безопасности,

радиационной безопасности, безопасности перевозки, а также по радиационной защите и безопасному обращению с радиоактивными отходами.

Нормы МАГАТЭ по безопасности представляют собой согласованный и пользующийся признанием на глобальном уровне свод руководящих материалов, требований и норм. Для постоянного совершенствования этих норм мы собираем отзывы государств-членов об их практическом применении и затем включаем эту информацию в последующие пересмотренные варианты норм; это помогает обеспечить их соответствие потребностям государств-членов. Таким же, по сути, является и процесс, используемый для анализа и пересмотра норм МАГАТЭ по безопасности после ядерной аварии на АЭС “Фукусима-дайити”. Он служит еще одним примером постоянства усилий по обеспечению все более высоких уровней безопасности.

После аварии на АЭС “Фукусима-дайити” конструкции многих существующих атомных электростанций, а также проекты новых АЭС были усовершенствованы. Это включает дополнительные меры, направленные на смягчение последствий сложных сценариев последовательности развития аварий с множественными отказами, а также тяжелых аварий. Многие существующие АЭС были оснащены дополнительными системами и оборудованием с новыми функциональными возможностями, предназначенными для того, чтобы способствовать предотвращению тяжелых аварий и смягчению их последствий. Все существующие АЭС были обеспечены руководящими материалами по смягчению последствий тяжелых аварий, поскольку все объединенные общими интересами группы, в состав которых входят поставщик и владельцы реакторов той или иной конструкции, поставляемых данным поставщиком, разработали общее руководство по управлению тяжелыми авариями для использования в качестве основы при разработке руководств по управлению тяжелыми авариями применительно к конкретным станциям. С помощью наших миссий по экспертному рассмотрению МАГАТЭ активно содействует разработке таких руководств с учетом конкретных особенностей каждой станции. В проекты новых АЭС теперь непосредственно включен анализ сценариев тяжелых аварий и стратегий управления такими авариями.

Нормы, руководящие материалы и кодексы имеют существенное значение для безопасной эксплуатации ядерных установок. Однако одного лишь этого недостаточно. Необходимо их практическое применение, сопровождаемое экспертными рассмотрениями. Таким образом, укрепление и расширение глобальной системы ядерной безопасности зависит от активной поддержки, полномасштабного сотрудничества, совместного участия и полного вовлечения всего ядерного сообщества в дело содействия неустанной работе МАГАТЭ на благо будущих поколений.

Дени Флори, заместитель Генерального директора МАГАТЭ и руководитель Департамента ядерной безопасности.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ С ПОМОЩЬЮ ИННОВАЦИЙ

В 2000 году государства – члены МАГАТЭ признали, что для внедрения инноваций, обеспечивающих возможность того, чтобы ядерная энергетика способствовала устойчивому удовлетворению потребностей в энергии в XXI веке, необходимы согласованные и скоординированные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. После принятия Генеральной конференцией МАГАТЭ соответствующей резолюции были созданы международный экспертно-аналитический центр и форум для диалога. Созданная в результате этого организация – Международный проект МАГАТЭ по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам (ИНПРО) – помогает обладателям и пользователям ядерных технологий координировать национальные и международные исследования, исследовательскую и другую деятельность, необходимую для инноваций в сферах конструкции ядерных реакторов и топливных циклов. В осуществлении этого проекта в настоящее время участвуют 38 стран и Европейская комиссия. Эта группа включает как развивающиеся, так и развитые страны, на которые приходится свыше 75% населения планеты и 85% мирового ВВП.

В рамках ИНПРО государствами – членами МАГАТЭ осуществляются проекты сотрудничества, в ходе реализации которых анализируются сценарии развития и ведется изучение того, каким образом ядерная энергетика может оказать содействие в достижении поставленных Организацией Объединенных Наций целей в области устойчивого развития в XXI веке. Результаты этих проектов могут быть применены государствами – членами МАГАТЭ к своим национальным стратегиям в области ядерной энергетике и могут привести к международному сотрудничеству, результатом которого станут полезные инновации в технологиях ядерной энергетике и их внедрение. К примеру, в рамках ИНПРО ведутся исследования в области конечной стадии топливного цикла, включая рециклирование отработавшего топлива с целью повышения эффективности использования ресурсов и уменьшения проблем с захоронением отходов.

Национальные специалисты по ядерно-энергетическому планированию и эксперты МАГАТЭ по ИНПРО совместно работают также над проведением национальных оценок ядерно-энергетических систем (ОЯЭС), которые помогают специалистам по планированию принимать обоснованные решения в отношении устойчивости их стратегических планов создания таких систем. Эта работа по оценке ведется с применением методологии ИНПРО, которая была разработана в рамках широкого сотрудничества с экспертами государств-членов с целью определения того, может ли та или иная стратегия создания ядерно-энергетических систем, включая выбор конкретных технологий, на устойчивой основе обеспечивать удовлетворение потребностей в энергии в предстоящие годы. Принимаются во внимание несколько ключевых областей, таких, как экономические аспекты конкурентоспособной энергетики; национальная юридическая, институциональная и промышленная инфраструктура; воздействие на окружающую среду; устойчивость с точки зрения распространения; физическая защита; внутренне присущая безопасность реакторов и ядерных топливных циклов.

В рамках проекта ИНПРО ведутся также исследования текущих инноваций в реакторных технологиях. Например,

были разработаны и проанализированы предметные исследования, направленные на улучшение понимания характеристик пассивных средств безопасности на усовершенствованном корпусном тяжеловодном реакторе в Индии и усовершенствованном реакторе APR+ в Республике Корея. Участники ИНПРО совместно исследовали технологические проблемы охлаждения высокотемпературных активных зон в усовершенствованных быстрых реакторах, высокотемпературных реакторах и управляемых ускорителем системах, в которых в качестве теплоносителей применяются жидкие металлы и солевые расплавы. В ходе проводимого в рамках ИНПРО исследования рассматриваются также правовые и организационные вопросы, связанные с созданием транспортируемых атомных электростанций. Результаты проводимых в рамках ИНПРО исследований направлены на то, чтобы помочь разработчикам технологий в познании инновационных технологий, которые могут упростить внедрение и развертывание АЭС следующего поколения, и соответствующих вопросов в отношении инфраструктуры, которые необходимо принимать во внимание.

После аварии на АЭС «Фукусима-дайти» повышенное внимание уделяется поиску путей предотвращения тяжелых аварий и смягчения их последствий, включая выброс радиоактивного материала в окружающую среду. В ходе нового исследования в рамках ИНПРО будут изучаться требования безопасности и связанные с ними технические и институциональные инновации, которые могут предотвратить радиоактивные выбросы, требующие в случае аварии перемещения или эвакуации людей с территории, расположенной поблизости от АЭС. Работающие в рамках ИНПРО и Международного форума «Поколение IV» (МФП) коллективы – это единственные многосторонние международные группы, сотрудничающие в деле оказания содействия научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам в области ядерных реакторов следующего поколения. МФП координирует исследовательскую деятельность в области шести ядерно-энергетических систем следующего поколения: реакторы на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем, реакторы на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем, газоохлаждаемые реакторы на быстрых нейтронах, реакторы на солевых расплавах, надкритические водоохлаждаемые реакторы и сверхвысокотемпературные реакторы. Эксперты ИНПРО и МФП сотрудничают и обмениваются информацией по проектам, представляющим взаимный интерес. МФП регулярно сообщает о ходе технической разработки каждого из реакторов, которая ведется в государствах – участниках МФП. ИНПРО и МФП сотрудничают главным образом в областях безопасности, устойчивости с точки зрения распространения и касающихся экономики аспектов инновационных ядерных реакторов.

В 2010 году в рамках ИНПРО был создан официальный Форум для диалога по повышению глобальной устойчивости ядерной энергетике. После этого всем государствам – членам МАГАТЭ и соответствующим группам заинтересованных сторон было предложено принять участие в носящем широкий технический характер обмене мнениями по представляющим взаимный интерес темам, связанным с устойчивостью ядерной отрасли в XXI веке.

# ВАЖНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

**Доля каждого вида энергии в производстве электроэнергии по состоянию на декабрь 2011 года, в процентах**



Источник: МАГАТЭ

**Общее число реакторов во всем мире, по состоянию на март 2013 года**

| Страна                        | В эксплуатации   | Общая полезная электрическая мощность (МВт) | В стадии строительства                                    |
|-------------------------------|--|---|---|
| Аргентина                     | 2  | 935   | 1   |
| Армения                       | 1  | 375   |   |
| Бельгия                       | 7  | 5927  |   |
| Болгария                      | 2  | 1906  |   |
| Бразилия                      | 2  | 1884  | 1   |
| Венгрия                       | 4  | 1889  |   |
| Германия                      | 9  | 12068                                       |   |
| Индия                         | 20   | 4391  | 7   |
| Иран, Исламская Республика    | 1  | 915   |   |
| Испания                       | 8  | 7560  |   |
| Канада                        | 19   | 13500                                       |   |
| Китай                         | 18   | 13860                                       | 28  |
| Корея, Республика             | 23   | 20739                                       | 4   |
| Мексика                       | 2  | 1530  |   |
| Нидерланды                    | 1  | 482   |   |
| Объединенные Арабские Эмираты |  |   | 1   |
| Пакистан                      | 3  | 725   | 2   |
| Россия                        | 33   | 23643                                       | 11  |
| Румыния                       | 2  | 1300  |   |
| Словакия                      | 4  | 1816  | 2   |
| Словения                      | 1  | 688   |   |
| Соединенное Королевство       | 16   | 9231  |   |
| Соединенные Штаты Америки     | 103  | 100680                                      | 3   |
| Украина                       | 15   | 13107                                       | 2   |
| Финляндия                     | 4  | 2752  | 1   |
| Франция                       | 58   | 63130                                       | 1   |
| Чешская Республика            | 6  | 3804  |   |
| Швейцария                     | 5  | 3278  |   |
| Швеция                        | 10   | 9395  |   |
| Южная Африка                  | 2  | 1860  |   |
| Япония                        | 50   | 44215                                       | 2   |
| <b>Всего</b>                  | <b>437</b>   | <b>372613</b>                               | <b>68</b>   |
|                               | В общий показатель включены 6 реакторов на Тайване, Китай. |   | В общий показатель включены 2 реактора на Тайване, Китай. |

Источник: МАГАТЭ

## АВТОРЫ

Юкия Аmano  
Александр Бычков  
Элеанор Коди  
Элизабет Дик  
Айхан Эврэнсель  
Дени Флори  
Саша Горишек  
Саша Энрикес  
Юлия Илиут  
Питер Кайзер  
Лизетт Килиан  
Бруна Лекоссуа  
Сузанна Лееф  
Брайан Моллой  
Алан Макдональд  
Рут Моргарт  
Ричард Мерфи  
Бренда Паганноне  
Питер Риквуд  
Энн Старз  
Ференц Тот  
Грег Вебб

INTERNATIONAL MINISTERIAL CONFERENCE



# Nuclear Power in the 21<sup>st</sup> Century

ST. PETERSBURG • 27 – 29 JUNE 2013

Organized by the



**IAEA**

International Atomic Energy Agency

Hosted by the Government of the Russian Federation



ROSATOM

through the  
State Atomic Energy Corporation  
“Rosatom”

In cooperation with the OECD/Nuclear Energy Agency



**OECD**  
BETTER POLICIES FOR BETTER LIVES



**NEA**  
NUCLEAR ENERGY AGENCY