

ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И СРЕДЫ КАК УСЛОВИЕ

В своем стремлении обезопасить человека и окружающую среду от негативных последствий развития мировое сообщество преодолело за последнее десятилетие ряд сложнейших препятствий, однако на их месте возникли другие. Одно из них наиболее наглядно отражено в вопросе, который в последнее время звучит все громче и громче: как государства решат проблему топлива и оборудования при вступлении в XXI столетие?

Впервые об этом заговорили еще четверть века назад. Тогда на международной конференции в Стокгольме по проблемам окружающей человека среды были подняты экологические вопросы, ранее рассматривавшиеся в научных лабораториях, и первые нефтяные кризисы потрясли мир и поставили под угрозу перспективы развития энергетики. В 90-х гг. весь комплекс сложных проблем, казалось, вышел на авансцену и стал объектом рассмотрения на глобальных конференциях: рост спроса на электричество — Хельсинки, 1991 г.; назревшие угрозы окружающей среде — Экологический саммит, Рио-де-Жанейро, 1992 г.; темпы роста народонаселения мира — Каир, 1994 г.; проблемы перенаселенности мегаполисов — Стамбул, 1996 г.; проблемы голода — Рим, 1996 г.; повторный Экологический саммит — Нью-Йорк, 1997 г. В начале декабря 1997 г. в Киото предстоит обсуждение сложной проблемы глобального потепления. Государства намерены заключить всемирный договор по вопросам изменения климата и проведут конференцию для обсуждения его положений.

На все это наложили отпечаток драматические политические изменения в Европе после распада Советского Союза. Эти изменения приоткрыли завесу, скрывавшую проблемы энергетики,

экологии и безопасности в странах бывшего советского блока.

Главные сообщения со всех этих фронтов сводятся к одному: налицо явные успехи, однако праздновать победу еще рано. На фоне бурных политических, экономических и экологических событий обеспечение устойчивого развития не может быть легким, быстрым или дешевым.

С учетом таких далеко идущих требований МАГАТЭ начало создавать более прочный правовой и технический фундамент в поддержку развития безопасной, экологически чистой и конкурентоспособной ядерной энергетики в странах, избравших или склоняющихся к избранию этого варианта. Сами же страны также стремились более наглядно показать, каким образом ядерные технологии и весь диапазон их применения способны помочь в решении конкретных энергетических и экологических проблем. Важнейшие платформы нового фундамента включают:

- Создание укрепленного и более интегрированного глобального режима безопасности для ключевых областей ядерной энергетики, применения радиационных методов и обращения с радиоактивными отходами. Он охватывает новые юридические соглашения и усиленные службы обеспечения безопасности (см. вставку на стр. 31).

- Более специализированную техническую поддержку странам в деле улучшения эксплуатационных характеристик АЭС, модернизации или демонтажа более старых установок, разработки усовершенствованных типов энергетических реакторов, обращения с растущими объемами отработавшего ядерного топлива и сравнительного анализа всех вариантов производства энергии и электричества в конкретных условиях.

- Техническую помощь и научно-исследовательские проекты, направленные на оказание содействия большему числу стран в создании и совершенствовании их регулирующей инфраструктуры для безопасного применения ядерных и радиационных технологий и укрепления потенциала системы обращения с радиоактивными отходами во всех областях.

- Научную поддержку проведения оценок, связанных с "историческими" радиоактивными отходами, оставшимися от прежней ядерной деятельности, и приспособленного к потребностям государств применения ядерных методов в исследовании изменения климата, загрязнения окружающей среды и изучении факторов, угрожающих экологическим системам морей и океанов (см. вставку на стр. 37).

В начале истекшего десятилетия, в 1986 г., 26 стран готовились отметить знаменательное событие в истории развития ядерной энергетики: суммарная эксплуатация 397 атомных электростанций этих стран приближалась к четырехдесятилетнему рубежу, но в апреле черномыльская авария все изменила и положила начало тяжелым испытаниям для МАГАТЭ. Через пять месяцев после катастрофы государства — члены МАГАТЭ, работавшие все это время под неусыпным вниманием всего мирового сообщества в Агентстве, объявили о своей первой реакции на нее: они обсудили

Фото: Подъем к вершине... АЭС в Бюжи, Франция, где большинство жилых домов, учреждений и производственных предприятий используют энергию, производимую на атомных электростанциях. (Seiboun/Rapho Agence de Press Photographique)

ЛОГИЯ ОВИЕ РАЗВИТИЯ

ли и утвердили два новых глобальных соглашения по ядерной безопасности, представили первый авторитетный отчет об аварии и приступили к осуществлению планов по расширению служб и помощи в сфере безопасности.

В течение всего десятилетия осуществлялось укрепление правового и технического режимов безопасности, а в настоящее время в стадии рассмотрения находятся и другие новые элементы этого режима. Важно также и то, что ученые, занимающиеся вопросами здравоохранения, продовольствия, социальными, экологическими и ядерными проблемами, объединились для четкого выяснения реальных и потенциальных последствий чернобыльской катастрофы (см. стр. 24).

Что касается развития ядерной энергетики, то воздействие аварии в технической сфере — а она преимущественно затронула небольшую группу реакторов советской конструкции, эксплуатируемых лишь в нескольких странах, — подобно радиоактивным осадкам распространилось далеко за пределами национальных границ. Полученные уроки ярко высветили необходимость повышения «культуры безопасности» во всем секторе ядерной энергетики. Меры по укреплению сети безопасности незамедлительно набрали размах в силу коммерческих и экологических причин, а также для того, чтобы попытаться вернуть утраченное во многих странах доверие общественности к ядерной энергии. В ряде отраслей и стран приступили к поэтапному отказу от ядерно-энергетических программ; в других странах строительство и планирование АЭС было приостановлено, а в третьих — отложено на неопределенное время. Следует отметить, что большинство государств избрали более



А ЭТО ОПАСНО?

Проблема оценки опасности глобального потепления, а также анализ существующих и потенциальных средств реагирования на нее волнует ученых многие годы. К середине 90-х гг. в этой области обошелся международный научный консенсус: 2500 экспертов, принимавших участие в работе Межправительственной группы по климатическим изменениям (МГКИ), опубликовали отчет с осторожным, но недвусмысленным предупреждением: если технологии производства энергии останутся без изменений, а спрос на нее существенно возрастет, то средняя температура воздуха на нашей планете может повыситься в течение следующего столетия на 1 — 3,5 °C, что в свою очередь приведет к повышению уровня Мирового океана на 50 см и, соответственно, к затоплению прибрежных низин и тропических островов, возрастанию экстремальных погодных явлений и губительному воздействию на леса и сельскохозяйственные угодья. Точка зрения МГКИ оспаривается, но она не меняется.

Проблема глобального потепления является в высшей степени многогранной, а прогнозы содержат в себе много неопределенностей. Для более глубокого понимания и количественной оценки картины изменения климата ученым требуются огромный массив данных, а также действенные аналитические средства и модели, к числу которых относятся изотопные методы. Используя их, специалисты изучают далекое и близкое прошлое климатических изменений путем исследования глубинных ледовых формирований, древних грунтовых вод, озерных отложений и осадочных пород и на основе полученных результатов производят оценку влияния человеческой деятельности на окружающую среду. Полученная информация подтверждает прогнозируемое потенциальное воздействие на лесные экосистемы, процессы опустынивания и динамику водных ресурсов, а также возможный рост наводнений и засух. Изотопные методы также оказались незаменимыми для точной оценки содержания парниковых газов в атмосфере и, в первую

очередь, их источников и мест оседания в целях определения настоящего и будущего воздействия этих газов на изменение климата.

В рамках долгосрочных исследований также выявляются пути перемещения углерода и места его оседания в океанах, морях и озерах. За последние десять лет ученые МАГАТЭ активизировали свою работу в лаборатории Монако по исследованию путей переноса углерода от его источников до океанских глубин, работу, которая сочетает в себе сбор и анализ оседающих на морское дно частиц с помощью изотопного анализа.

В поддержку исследований Всемирная метеорологическая организация (ВМО) в Женеве и МАГАТЭ создали глобальную сеть по отслеживанию и анализу ключевых изотопов в атмосферных осадках. К середине 90-х гг. эта сеть располагала данными, поступающими из более чем 450 точек земного шара.

В рамках других программ МАГАТЭ эксперты занимаются совместной оценкой мер реагирования на угрозу глобального потепления и зачастую используют специальные

перспективный и осторожный подход, выступая за развитие ядерной энергетики в условиях безопасности или оставляя вопрос открытым.

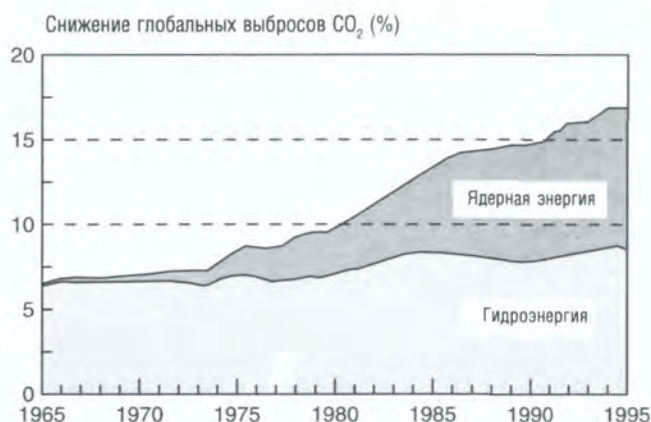
К середине 90-х гг. будущее ядерной энергетики выглядело довольно туманным, но огни все же горели — и значительная их часть в буквальном смысле слова горела благодаря ядерной энергии. Как свидетельствуют отчеты, содержащиеся в базе данных Агентства, с 1986 г. в эксплуатацию ежегодно вводилось около пяти атомных электростанций — всего 47 АЭС за весь указанный период. Доля ядерной энергии в общем объеме производимого в мире электричества остается постоянной, и лишь в 90-х гг. она незначительно возросла, достигнув к 1997 г. 17%. Сегодня больше чем когда-либо стран

вырабатывают на основе ядерной энергии 25 и более процентов своего общего объема производства электричества — в 1996 г. их насчитывалось 17 (включая новые независимые государства), что на семь стран больше, чем за десять лет до этого. К 1997 г. в 31 стране насчитывалось более 440 действующих атомных электростанций. На них было произведено примерно на 50% больше электричества, чем его вырабатывалось десять лет назад в Советском Союзе всеми электростанциями, вместе взятыми.

Аналитики предсказывали, что с течением времени общая картина в энергетическом секторе будет все более тревожной. Прогнозы свидетельствовали, что к 1997 г. общемировой спрос на энергию будет быстро возрастать и про-

должится в следующем столетии. По мнению аналитиков, наиболее быстро этот спрос будет увеличиваться в развивающихся странах с учетом высоких темпов роста народонаселения и экономики. Согласно данным Мирового энергетического совета, в более отдаленной перспективе, например в следующие 25 лет, ожидается рост спроса на энергию на 50–75%. Любой такой рост будет тесно связан с объемами сжигания ископаемых видов топлива. В 1997 г. эти энергоносители по-прежнему обеспечивают производство почти 85% всей потребляемой коммерческой энергии. При сжигании ископаемого топлива для производства электричества в атмосферу выбрасываются двуокиси углерода и другие парниковые газы. Менее 15% всей энергии приходится на не образующие двуокиси

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ CO₂ ЗА СЧЕТ ЯДЕРНОЙ И ГИДРОЭНЕРГИИ



компьютерные средства Агентства для выполнения аналитической работы. В 90-х гг. началось осуществление межучрежденческого проекта под названием Decades для проведения сравнительных оценок энергетических вариантов, и в первую очередь вариантов производства электричества. Результаты сравнительных исследований, полученные за истекшее десятилетие, свидетельствуют о значительном уменьшении выбросов двуокиси

углерода в странах, широко использующих ядерную и гидроэнергию, по сравнению со странами, сжигающими большое количество угля для производства электричества. В глобальном масштабе на основе ядерного топлива производится примерно 17% электричества, что помогло соответствующим странам избежать солидной доли выбросов двуокиси углерода — около 8% от их общего объема по состоянию на 1995 г., или примерно того

углерода ГЭС и АЭС — основные альтернативные источники энергии. Солнечная энергия и другие возобновляемые источники дают сегодня лишь около 1% общемирового объема энергопроизводства. Поскольку проблемы среды, и в частности глобального потепления, привлекают к себе повышенное внимание, все больше людей задаются вопросом о том, что их ждет в будущем и что можно сделать уже сегодня (см. вставку сверху).

Политические и экономические изменения последнего десятилетия существенно влияют на направления и философию развития энергетического рынка. Исследования по-прежнему показывают, что потребление электричества и экономический рост неразрывно связаны друг с другом даже тогда, когда меры по экономии энергии и повышению эффективности ее исполь-

зования приводят к сдерживанию общих темпов роста энергопроизводства.

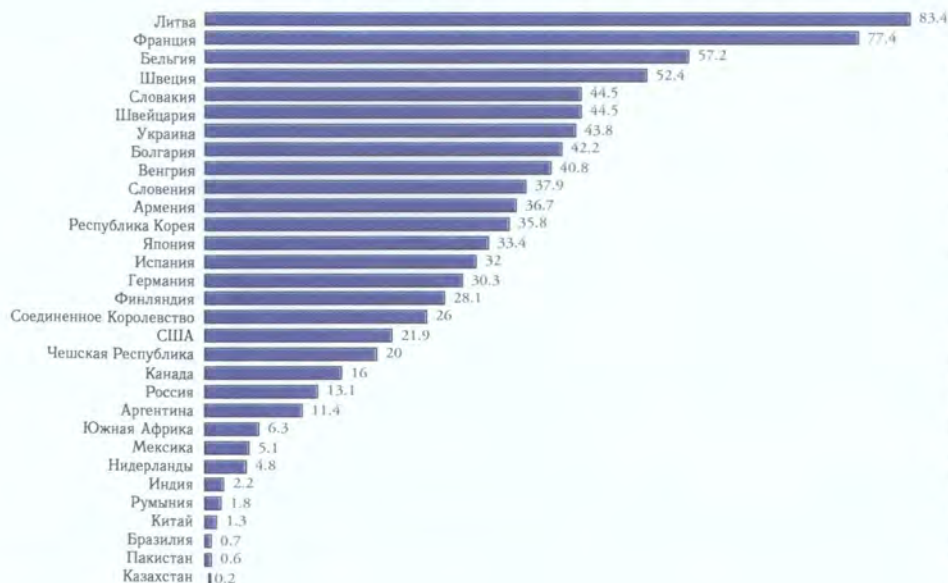
С течением времени материализовались и другие изменения, оказавшие влияние на развитие энергетики вообще и ядерной в частности. В некоторых промышленно развитых странах в условиях растущего дерегулирования рынков электричества более важную роль стали играть варианты его производства с наименьшими издержками. Одним из результатов этого стало усиление политического и экономического давления с целью повышения производительности АЭС. В странах, переживающих трудные времена, основной задачей в области ядерной энергетики стало сохранение кадров квалифицированных специалистов с большим запасом знаний и эксплуатационным опытом. А в странах, где рыночная эконо-

мика только зарождается, проблемой стал кошелек: обеспечение выплаты ежемесячной заработной платы высококвалифицированному персоналу АЭС вызвало обеспокоенность в отношении производства энергии и безопасности работы станций, вышедшую за пределы национальных границ.

В глобальном масштабе ядерная индустрия в середине 90-х гг. приближалась к еще одной знаменательной вехе: совокупный срок эксплуатации всех атомных электростанций, вместе взятых, подходил к восьми тысячам лет. В развивающихся странах тенденции в сфере ядерной энергетики оставались неоднозначными. Некоторые государства, например в Азии, делали крупные инвестиции в АЭС, с тем чтобы не зависеть от иностранных поставок, главным обра-

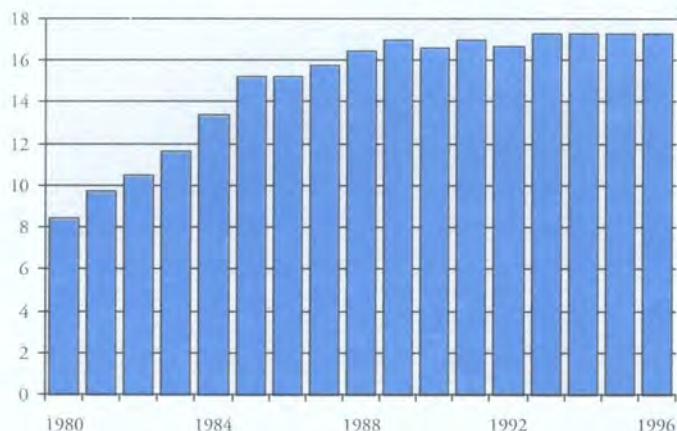
— Подготовлено на основе материалов Клауса Фройлиха, г-жи Люсиль Ланглуа, г-жи Джейн Жерардо-Абайя, Флорина Владу, Дэвида Кинли и Мердока Бакстера.

ДОЛЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА по состоянию на январь 1997 г. (%)



РОСТ ДОЛИ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ

в общемировом производстве электричества, 1980–1996 гг. (%)



зом нефти, и избавиться от связанных с ними расходов или уменьшить зависимость от угля. Потребление электричества в Китае за последнее десятилетие возрастало в среднем на 10% ежегодно, а чтобы удовлетворить потребности, просматривающиеся в следующем столетии, планируется построить еще 16 крупных электростанций, работающих на угле или ядерном топливе.

В начале прошедшего десятилетия, в 1986 г., на одном из совещаний МАГАТЭ Всемирный

банк представил расчеты, в соответствии с которыми капиталовложения в производство электроэнергии до 1995 г. должны были составить (по ценам того времени) 522 млрд. долл. (не считая процентов) с целью удовлетворения спроса на электричество в развивающихся странах, который, по прогнозам, будет возрастать. Эта сумма составляет примерно 60% общих затрат на производство оружия всего лишь за один год истекшего десятилетия. Даже в

настоящее время в развивающихся странах ощущается острая нехватка генерирующих мощностей, и финансирование любого энергетического проекта, в первую очередь ядерного с его высокой капиталоемкостью, продолжает оставаться крайне тяжелой проблемой. Примерно семь из каждых десяти домохозяйств в странах развивающегося мира не имеют электричества.

На протяжении 90-х гг. Всемирный банк, МАГАТЭ и другие организации настойчиво пытались найти решение этой сложной проблемы финансирования. В помощь отдельным странам разрабатывались специальные проекты и программы для идентификации и оценки различных механизмов и процедур финансирования. Были выработаны жизнеспособные подходы, которые нашли применение в ряде государств.

Другие эксперты направили свои усилия на решение еще одной проблемы, характерной для многих развивающихся стран: несоответствие крупных типовых коммерческих АЭС мощности национальных энергосетей. Они также изучили потребности в менее крупных энергопроизводящих установках и наличие рынка для них, а Россия, Аргентина и другие развивающиеся страны были определены как потенциальные поставщики ядерных реакторов малой мощности. Была рассмотрена возможность более широкого применения таких установок не столько для производства энергии, сколько для теплоснабжения жилых зданий или производственных предприятий и для опреснения морской воды (см. вставку на стр. 20).

Исследования показали, что с экономической точки зрения ядерная энергия в целом не сдает своих позиций перед лицом конкурирующих видов топлива. Анализ, предпринятый в сотрудничестве с другими организациями, показал, что стоимость производства ядерной энергии приблизительно равна стоимости энергии, вырабатываемой на основе каменного угля, а в отдельных случаях и природного газа. В 90-х гг. один из

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕВЫШЕ ВСЕГО



Истекшее десятилетие отмечено целым рядом достигнутых и ожидаемых успехов, которые способствуют укреплению глобальной правовой системы ядерной и радиационной безопасности. Под эгидой МАГАТЭ государства заключают новые международные соглашения, юридически обязывающие их обеспечивать и поддерживать высокие уровни безопасности. В течение этого десятилетия национальные органы все более руководствовались разработанными в ходе постоянно прилагаемых МАГАТЭ усилий рекомендательными нормами безопасности или полностью включали их в свою систему регулирования. В 90-х гг. некоторые из этих норм были пересмотрены или реструктурированы.

Для государств, получающих поддержку со стороны МАГАТЭ, грядущие проблемы будут состоять в эффективном выполнении юридически обязательных соглашений и в обеспечении максимально полного соответствия установленным нормам безопасности. Основная их цель состоит в том, чтобы помочь странам избежать серьезных аварий и связанного с ними ущерба. За это десятилетие на промышленных установках с использованием радиоактивных веществ произошел ряд серьезных аварий, от которых пострадали

люди и которых можно было избежать. В двух недавно представленных отчетах специалисты МАГАТЭ проанализировали самые последние аварии из числа наиболее серьезных и обратили внимание на конкретные уроки, которые следует из них извлечь.

В усиленную правовую базу входят:

● **Конвенция о ядерной безопасности.** В 1996 г. страны — члены МАГАТЭ одобрили это историческое соглашение, обязывающее их обеспечивать и поддерживать высокий уровень безопасности. Они взяли на себя обязательство соблюдать международные нормы в основных сферах деятельности, связанных с регулированием, управлением и эксплуатацией наземных атомных электростанций. Центральным звеном в этой области является процесс независимого экспертного рассмотрения национальных докладов о мерах, принимаемых государствами в целях осуществления своих обязательств. Первое совещание по рассмотрению намечено на апрель 1999 г. По состоянию на август 1997 г. участниками Конвенции стали 40 стран, включая почти все государства, осуществляющие ядерные энергетические программы. Конвенцию подписали 65 стран.

● **Объединенная конвенция о безопасном обращении с отработавшим топливом и о безопасном обращении с радиоактивными отходами.** Данное соглашение, обсуждавшееся государствами-членами в течение более двух лет, было одобрено на Дипломатической конференции в Вене в сентябре 1997 г. Конвенция охватывает различные применения в гражданском секторе и обязывает стороны принимать соответствующие меры для обеспечения безопасного для людей и природы обращения с радиоактивными отходами и для предотвращения аварий с радиологическими последствиями. Она также предусматривает независимое экспертное рассмотрение национальных докладов на периодических совещаниях.

● **Протокол о поправках к Венской конвенции 1963 г. о гражданской ответственности за ядерный ущерб и Конвенция о дополнительном финансировании.** Государства-члены обсуждали два упомянутых документа в течение 90-х гг. на совещаниях МАГАТЭ; в них подвергается пересмотру международный режим ответственности за ядерный ущерб. Они были приняты государствами — членами МАГАТЭ на отдельной Дипломатической конференции в Вене в сентябре 1997 г.

● **Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии и Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации.** Эти конвенции были приняты в 1986 г., несколько месяцев спустя после катастрофы в Чернобыле. Первая Конвенция устанавливает систему оперативной подачи сигнала тревоги и раннего оповещения в случае потенциально серьезных ядерных аварий, связанных с выпадением радиоактивных осадков за пределами национальных границ. Оповещение направляется непосредственно затрагиваемым государствам или через МАГАТЭ, которое учредило систему аварийного реагирования, действующую в ка-

честве координационного центра. В соответствии со своим названием Конвенция о помощи обязывает государства способствовать оказанию помощи в случае аварии и уведомлять Агентство о наличии экспертов, оборудования и других материалов для оказания такой помощи. По состоянию на август 1997 г. 78 государств стали сторонами Конвенции об оповещении и 74 — Конвенции о помощи.

● **Конвенция о физической защите ядерного материала.** Данное соглашение, вступившее в силу в 1987 г., предусматривает обеспечение физической защиты ядерных материалов во время их международных перевозок и обязывает его участников гарантировать их защиту в пределах своей территории и на борту своих морских, речных и воздушных судов. В 1992 г. в Вене состоялась конференция по рассмотрению действия Конвенции, на которой ее участники заново подтвердили свои обязательства. Они также выразили убежденность в том, что Конвенция служит необходимой основой для глобального сотрудничества в области защиты, поиска и возврата похищенных ядерных материалов и применения уголовных санкций против лиц, совершающих связанные с ядерными материалами уголовные преступления. По состоянию на август 1997 г. сторонами Конвенции стали 57 государств.

Рекомендательные нормы МАГАТЭ по ядерной и радиационной безопасности включают:

● **Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (ОНБ).** В середине 90-х гг. заметным шагом в этой области стала беспрецедентная международная акция с участием МАГАТЭ, ВОЗ и трех других организаций, приведшая к разработке пересмотренных глобальных радиационных норм. Основные нормы безопасности — ОНБ — охватывают общие подробно разработанные требования для широкого диапазона деятельности и являются результатом накопления за последнее десятилетие обширного массива

новой научной информации. Указанные нормы составлялись с учетом рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), которая в 1990 г. ввела более низкие предельные дозы облучения как для персонала соответствующих предприятий, так и для населения вообще. ОНБ также включают рекомендации Комиссии о том, что во внимание должно приниматься облучение, полученное более чем от одного источника радиации, включая потенциальный риск облучения в аварийных ситуациях. Основные нормы безопасности дополняются целым рядом других документов, содержащих конкретные положения о применении указанных норм.

● **Нормы ядерной безопасности (NUSS).** Будучи основой ядерной безопасности, данные нормы представляют собой обширные своды рекомендательных положений и руководств, которые охватывают атомные электростанции и касаются таких аспектов, как организация работы на правительственном уровне, выбор площадок, проектирование, эксплуатация и обеспечение качества. За истекшее десятилетие своды и отдельные руководства подверглись пересмотру, включая издание в 1996 г. пятнадцати документов по вопросам обеспечения качества. Агентством приняты отдельные нормы безопасности, охватывающие конструкционные и эксплуатационные аспекты исследовательских реакторов.

● **Нормы безопасности в области обращения с радиоактивными отходами (RADWASS).** В основу данных норм, разработанных в рамках осуществляемой с начала 90-х гг. программы, положена обширная документация по безопасному обращению с радиоактивными отходами, изданная Агентством с момента его создания. Нормы охватывают широкий диапазон проблем, имеющих отношение к безопасному обращению с радиоактивными отходами (включая их хранение и удаление), которые поступают с ядерных установок, промышленных предприятий, из больниц и исследовательских учреждений. Они также касаются сбросов радиоактивных отходов, снятия ядерных установок с эксплуатации и восстано-

ления объектов окружающей среды. Базовый документ, изданный в 1995 г., определяет основные принципы и концепции безопасного обращения с радиоактивными отходами, которые в настоящее время детально разрабатываются во вспомогательной документации.

● **Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ.** Эти носящие характер рекомендаций положения, впервые изданные в 1961 г., определяют основные правила, принятые в настоящее время во многих странах мира, по безопасной перевозке практически всех видов радиоактивных веществ. Главной целью упомянутых правил является защита населения, работников транспорта, имущества и окружающей среды от воздействия радиационного облучения во время перевозки. Пересмотренный вариант этих правил был издан в 1996 г. В нем учитываются рекомендации МКРЗ 1990 г. и Основные нормы безопасности МАГАТЭ, а также предусматривается новый тип упаковок для воздушных перевозок, который должен отвечать более жестким критериям. В поддержку этих правил разработана серия руководств по безопасности.

За последние годы общий уровень всех норм Агентства неизменно повышался. В середине 90-х гг. был начат новый процесс унификации и пересмотра всех положений под эгидой только что созданного Департамента ядерной безопасности. Было также учреждено пять отдельных консультативных органов в составе примерно 15 правительственных должностных лиц высокого уровня, которые на основе взаимосогласованных сфер ведения осуществляют работу по пересмотру программ в области норм ядерной безопасности и руководству ими. — *Подготовлено на основе материалов руководителя Отдела радиационной безопасности и безопасности радиоактивных отходов МАГАТЭ Абеля Гонсалеса, а также сотрудников Юридического отдела Агентства.*

Фото: Одна из атомных электростанций Германии, которые в совокупности производят около 30% электричества страны.

характерных показателей ядерной энергетики, а именно относительно низкая стоимость топлива, проявил тенденцию к повышению. Реакция уранового рынка была крайне острой, в силу чего глобальные оценки ресурсной базы урана и его добычи стали производиться более тщательно. На одном из технических совещаний МАГАТЭ были впервые представлены основные данные по России и другим странам бывшего советского блока.

С точки зрения участия МАГАТЭ в развитии ядерной энергетики экономические и экологические реальности этого десятилетия трансформировались в новые задачи и новые возможности. В целом технические программы стали более тесно увязываться с проблемами безопасности АЭС, их эксплуатацией, а также с вопросами радиоактивных отходов.

Превалирующей целью было оказание содействия все большему числу стран в наращивании потенциала для осуществления безопасных и надежных операций при работе с ядерными материалами в контексте международных норм МАГАТЭ.

В последние 15 лет в рамках проектов технической помощи Агентства было инвестировано 100 млн. долл. США на подготовку кадров и оборудование для обеспечения безопасности. Эта помощь была главным образом предоставлена 17 развивающимся странам, осуществляющим или планирующим ядерные программы. Техническая помощь Агентства включала, в частности, строительство на площадке АЭС тренажера для подготовки операторов АЭС (первого тренажера такого рода) в Венгрии с использованием узлов и агрегатов с остановленных атомных электростанций в Германии и Польше. В начале 90-х гг. Агентство было одной из первых организаций, отметивших недостатки на атомной электростанции в Козлодуде, Болгария, что ускорило оказание помощи в рамках расширенных программ безопасности МАГАТЭ. Агентство также указало на необходимость расширения совместных усилий для решения проблем на

этой и аналогичных АЭС в Центральной и Восточной Европе. С тех пор техническая помощь Болгарии была расширена и стала включать проведение сейсмических оценок, как это делается в некоторых других странах. Цель таких оценок — убедиться в способности АЭС выдерживать землетрясения, даже превышающие по мощности то, которое в этом десятилетии произошло в Японии и которое успешно выдержали японские реакторы.

Не менее важно и то, что за указанный период Агентство содействовало внедрению на АЭС практики более качественного профилактического обслуживания, ремонта и контроля в процессе эксплуатации. Программы совершенствования методики подготовки кадров и модернизации контрольно-измерительных систем не ограничились реакторами чернобыльского типа, а были распространены и на другие виды установок. Были проведены независимые авторитетные экспертизы и технический анализ — с целью “извлечения уроков” — значительно большего числа происшествий на атомных электростанциях. Основным механизмом для выполнения этой работы были созданные по инициативе или при поддержке МАГАТЭ глобальные информационные сети и службы безопасности, связанные с национальными регулирующими системами.

В течение 90-х гг. во всем мире продолжалось совершенствование рабочих характеристик ядерных установок. В процессе проводившихся Агентством оценок был выработан общий показатель, условно именуемый “коэффициент эксплуатационной готовности”, позволяющий определить, насколько близко к проектной мощности работает та или иная установка. В течение 90-х гг. указанный коэффициент возрос примерно на 7% и в 1996 г. в среднем приближался к 80%. Другой показатель — потеря энергии — снизился до менее 5%, что примерно соответствует показателю для электростанций, работающих на

ископаемом топливе. В процессе постоянного совершенствования находились также рабочие характеристики ядерного топлива для легководных реакторов — наиболее широко используемого типа энергетических установок. За указанный период проводимые при поддержке МАГАТЭ исследования в области топлива распространились уже на 26 стран и три международные организации. Техническая помощь в изучении топливных характеристик также оказывалась новым независимым странам Восточной Европы и охватывала те виды ядерного топлива, которые используются на эксплуатируемых там реакторах.

В течение нынешнего десятилетия в некоторых странах были введены в строй так называемые реакторы следующего поколения. При разработке новых конструкций ставятся общие цели, такие как повышение надежности, улучшение экономических показателей и обеспечение большей безопасности. В 1996 г. ежегодные инвестиции в исследования и разработки различных типов усовершенствованных ядерных реакторов, по оценочным данным, возросли до 2 млрд. долл. США. Наибольшее внимание в этой области уделяется “эволюционным” конструкциям, использующим лучшие характеристики действующих реакторов, к которым добавляются новые. К 1996 г. некоторые типы усовершенствованных реакторов были введены в строй или находились на пороге этой стадии на Дальнем Востоке, в Европе и Северной Америке, в то время как для разработки и демонстрации работы реакторов других типов потребуется еще некоторое время. В центре этой совместной деятельности находятся международные рабочие группы МАГАТЭ по разработке конструкций усовершенствованных реакторов. Эксперты проводят периодические встречи для обмена опытом и уведомления Агентства о потребностях в области научных исследований, делая особый упор на поддержание технических и информаци-

ОБЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО ПЛУТОНИЯ

в тоннах, по годам



онных связей между специалистами развивающихся и промышленно развитых стран. В истекшем десятилетии еще один тип будущей ядерной энергетической системы привлек повышенный интерес со стороны Японии, Франции, России и Европейского центра ядерных исследований (ЦЕРН). Эта система создается на основе механизмов, называемых ускорителями, которые образуют потоки протонов высокой энергии. Она привлекательна тем, что в сочетании с технологиями реакторов деления предполагает производство электричества с использованием ядерного топлива при одновременном уничтожении плутония и долгоживущих радиоактивных веществ.

Новые реальности "на выходе" ядерного топливного цикла требовали принятия соответствующих мер. Вопрос о том, что делать с постоянно возрастающими объемами отработанного топлива, стал неотложной проблемой для многих стран и приобрел высокую приоритетность для самого Агентства. В 1985 г. суммарное инвентарное количество отработанного топлива в мире составляло около 30 тыс. т тяжелых металлов. Согласно оценочным данным, на рубеже веков этот

показатель увеличится в шесть раз и, по прогнозам аналитиков Агентства, в грядущем столетии будет неуклонно, хотя и не так быстро, возрастать. Однако, как ни значительны эти объемы, они намного меньше атмосферных выбросов тепловых электростанций и легче изолируются от окружающей среды. Отработанное ядерное топливо либо подвергается переработке, либо готовится для захоронения в специально оборудованных подземных хранилищах. После длительного хранения уровень его радиоактивности снижается. Стремясь помочь государствам наладить безопасное хранение отработанного топлива и обращение с ним, МАГАТЭ расширило свои технические, научно-исследовательские и консультативные услуги. Такие услуги, как правило, предоставляются тем странам, которые только приступают к строительству хранилищ или изучают динамику характеристик отработанного топлива в условиях хранения на протяжении свыше 50 лет.

Для приема на захоронение большинства типов удаляемых радиоактивных отходов к 1997 г. были открыты или планировались новые оборудованные в инженерном отношении площадки. Но политические решения замедлили принятие планов по

строительству глубинных геологических хранилищ, предназначенных для высокоактивных отходов и отработанного топлива (см. вставку на стр. 39).

К числу других сегодняшних реальностей также следует отнести появление призрака так называемой "плутониевой экономики". Окончание "холодной войны" привело к демонтажу ядерного оружия и контролируемому поступлению плутония на гражданский рынок. США объявили о 50 т излишков плутония; то же, видимо, можно сказать о России. В целом обеспокоенность усилилась благодаря следующим факторам: необходимости расширения перерабатывающих мощностей для последующей рециркуляции, т. е. повторного использования плутония, и задержкам с вводом в коммерческую эксплуатацию быстрых реакторов-размножителей, способных его сжигать. Именно эти факторы объясняют рост инвентарного количества плутония в мире (см. диаграмму).

Принятые при участии Агентства меры включали: создание базы данных и разработку методологии контроля инвентарных количеств плутония и надежного их прогнозирования; формулирование руководящих принципов безопасного обращения с большими количествами выделенного плутония и его хранения; и выработку методологии по решению проблем, связанных с распространением ядерного оружия, с точки зрения различных концепций топливного цикла. МАГАТЭ оказывает содействие в обсуждении механизмов контроля по предотвращению возможного повторного использования высвобожденного оружейного плутония для создания ядерного оружия и по защите населения от его радиации.

Другие проблемы возникли из-за старения оборудования отрасли. В середине 90-х гг. был отмечен сорокалетний юбилей промышленного использования ядерной энергии, и возраст многих электростанций насчитывает уже не одно десятилетие. В настоящее время возобновился интерес к тому, что газета "Файнэншл таймс" назвала "ядерной геронтологией". Более ста атом-

ных электростанций, фигурально выражаясь, приближаются к пенсионному возрасту, составляющему около 40 лет. Многие из них предназначены к снятию с эксплуатации, что предусматривает обезвреживание и восстановление занимаемой ими территории; другие находятся в процессе переоборудования и модернизации с целью продления срока их эксплуатации (примерно на 20 лет). Все больше стран начинают обращаться к Агентству, чтобы по его каналам узнать об имеющихся наилучших способах "продления жизни" атомных электростанций, снятия их с эксплуатации и восстановления площадок. Важно отметить, что Агентство недавно опубликовало временные руководящие принципы в отношении таких видов деятельности с целью более полной разработки своих норм безопасности.

Проблема скорого завершения срока службы также коснулась нескольких сотен исследовательских реакторов, диапазон применения которых колеблется от научных исследований до производства радиоизотопов, используемых в медицине и других областях. Большинство из них было построено еще в 60-х гг.

Проблема удаления и безопасного хранения отработавшего топлива с исследовательских реакторных установок приобрела особый характер как в техническом, так и в политическом плане. В настоящее время такие реакторы действуют примерно в 60 странах. Когда они строились — а большинство из них существует уже около четверти века, — предполагалось, что отработавшее топливо будет в конечном счете возвращаться его зарубежным поставщикам — главным образом в США и бывший СССР.

В середине 90-х гг. Агентство активизировало свои усилия с целью оценки сложившейся ситуации и оказания содействия странам, эксплуатирующим исследовательские реакторы, в идентификации и принятии коррективных мер. Были задействованы ознакомительные миссии, открыты учебные курсы и организовано оказание кон-

сультативных технических услуг по способам оптимального хранения отработавшего топлива. Проводимая работа включала также сотрудничество с правительственными органами США, России и других стран по вопросам принятия дальнейших мер в этой области. США ввели в действие программу приема любого отработавшего топлива, которое они поставляли для исследовательских реакторов; правительству Российской Федерации настоятельно предлагается, чтобы к концу нынешнего десятилетия оно поступило аналогичным образом.

Каковы же общие перспективы на сегодняшний день? Еще задолго до окончания десятилетия стало очевидным, что дальнейшее развитие ядерной энергетики и осуществление связанных с нею программ Агентства будет зависеть от ряда ключевых факторов. Как пишет Дэвид Фишер в своей книге по истории МАГАТЭ, к таким факторам относятся:

- Перспективы спроса на электричество, особенно в странах Азии, где наблюдаются наиболее сильные тенденции роста.
- Сравнительная стоимость электроэнергии, производимой на ТЭС и АЭС.
- Стагнация спроса на электричество в большинстве стран Северной Америки и Западной Европы, где быстрыми темпами расширяется использование лишь одного энергоносителя — природного газа.
- Поддержание репутации максимальной безопасности производства ядерной энергии и хранения ее отходов для сглаживания в памяти людей того, что произошло в Чернобыле.
- Убеждение общественности в том, что радиоактивные отходы могут быть надежно удалены и не представлять никакой опасности для здоровья будущих поколений. Соответствующие технологии уже разработаны, и теперь требуется лишь доверие общественности.
- И наконец, насколько серьезно мир воспринимает угрозу глобального потепления вследствие поступления в атмосферу парниковых газов, которые обра-

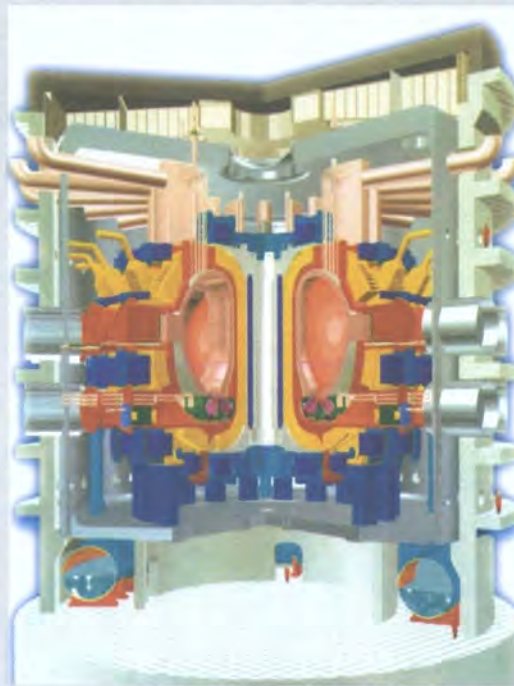
зуются при сжигании ископаемого топлива. Это особенно касается Северной Америки и Западной Европы. В этих странах, за исключением, пожалуй, Франции, едва ли следует ожидать наступления расцвета ядерных программ, до тех пор пока не будут приняты самые решительные меры по сокращению масштабов использования горючих ископаемых для производства электричества. То же можно сказать и о двух азиатских странах, Китае и Индии, где в будущем столетии предполагается бурный рост потребления энергии и сжигания угля.

На глобальном уровне, как утверждает г-н Фишер, в случае отказа от ядерного варианта развитие мировой энергетики может пойти по неверному пути. Межправительственная группа по климатическим изменениям (МГКИ) является основным международным органом по оценке влияния парниковых газов на климат планеты. МАГАТЭ предоставило Группе множество материалов, пишет автор, но в 1994 г. Агентство, как сообщается, заявило, что сделанные Группой предварительные оценки за тот год "неадекватно отражают вклад, который ядерная энергетика потенциально могла бы внести в удовлетворение спроса на энергию при одновременном сокращении объемов выброса двуокиси углерода". Позднее глава Международного энергетического агентства Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) отметил в своем выступлении в ООН, что именно "благодаря ядерной энергии удалось больше всего снизить степень интенсивности поступления углерода в атмосферу с выбросами энергетических предприятий стран ОЭСР за последние 25 лет".

Тем не менее, говорит в заключение г-н Фишер, "истекшие годы показали, насколько трудно будет убедить руководящие органы энергетического сектора и правительства почти всех стран — особенно если речь идет о таких развивающихся странах, как Индия или Китай, — в необходимости заплатить определенную цену за снижение объемов выброса

В течение истекшего десятилетия группы самых выдающихся и светлых умов научного мира работали над сложнейшими техническими проблемами с целью приблизиться к демонстрации мощи ядерного синтеза — источника энергии, питающего солнце и звезды. В конце 80-х гг. под эгидой Агентства было расширено глобальное сотрудничество, начатое по инициативе четырех сторон — Японии, России, Европейского союза и США — и посвященное созданию международного термоядерного экспериментального реактора — ИТЭР (см. рис. справа; сравните размеры модели реактора и человеческих фигурок). Цель работы по проекту — подтвердить научную и рассмотреть техническую осуществимость использования синтеза в качестве потенциально безопасного и экологически приемлемого источника энергии. Основные виды топлива в этом процессе — дейтерий и тритий (первый из них выделяется из морской воды, а второй — из широко встречающегося в природе лития) и конечный продукт синтеза (инертный газ гелий) — не являются ни токсичными, ни радиоактивными и не создают “парникового эффекта”. Во второй половине 90-х гг. ученые успешно завершили концептуальное проектирование токамак-реактора (ИНТОР), а два года спустя приступили к его инженерно-техническому конструированию; при интенсивной работе этот этап продлится большую часть нынешнего десятилетия. До сих пор участники проекта еще не взяли на себя официального обязательства по строительству термоядерного реактора, и возникли некоторые технические и финансовые трудности. Наряду с этим проектом на международном уровне проводятся исследования других концепций термоядерного синтеза, результаты которых регистрируются и распространяются с помощью проводимых при поддержке МАГАТЭ глобальных конференций, научно-исследовательских программ, а также публикуются на страницах научного журнала МАГАТЭ

ЭНЕРГИЯ “МИНИ-СОЛНЦА”



Nuclear Fusion (“Ядерный синтез”). В случае преодоления технических и экономических препятствий прилагаемые в этом десятилетии большие усилия могут приблизить реальную возможность успешного испытания на рынке в XXI столетии электричества, произведенного на основе термоядерного синтеза.

— Подготовлено на основе материалов Томаса Долана, Франца-Николауса Флакуса и Дэвида Фишера.

двуокиси углерода, а также убедить общественность в том, что ядерная энергия является одним из наиболее надежных решений проблемы глобального потепления. Нежелание МГКИ признать, что ядерная энергия потенциально может играть благотворную роль, является еще одним тому доказательством”.

Будущее покажет, куда приведет людей их стремление обеспечить себя безопасной и экологически чистой энергией. Может быть, явление сверхпроводимости или термоядерный синтез (см. вставку сверху) удастся использовать в коммерческих масштабах намного раньше, чем это предполагается

сейчас. Также не исключено, что ученые — например, из Международного центра теоретической физики в Италии, руководимого ЮНЕСКО при поддержке МАГАТЭ, — смогут совершить грандиозное открытие в области практического использования солнечной или какой-либо другой энергии, как это произошло несколько десятилетий назад в области промышленного освоения энергии атома.

Что касается МАГАТЭ, то его роль в предстоящие годы в значительной степени будет зависеть от ответа на поставленный в начале статьи вопрос: как государства решат проблему топлива и оборудования для

развития энергетики в будущем? Возможно, что декабрьская Конференция в Киото по вопросам изменения климата наряду с другими мероприятиями поможет определить ход развития событий на этом важном направлении. — Лотар Ведекинд. *Использованы материалы д-ра Ханса Бликса, Виктора Мурогова, Зигмунда Домарацки, Юргена Куница, Пон Эйр Чжуна, Джона Кливленда, Бориса Георгиева, К.В. Махадевы Рао, Яна Ритчи, г-жи Кандейс Чан-Сэндс, Бели Й. Чика, Виктора Архипова, Нобору Ои, Джеймса Финукейна, Арнольда Бонна, Ройяла Кастенса, г-жи Люсиль Ланглуа, Леонарда Беннета, г-жи Эвелин Бертель и Дэвида Фишера.*

НА СУШЕ И НА МОРЕ: ОТ ГОРНЫХ ВЕРШИН ДО ОКЕАНСКИХ ГЛУБИН

За прошедшее десятилетие многие страны обращались к научному и техническому опыту МАГАТЭ для проведения оценок радиологических условий и факторов, угрожающих загрязнением окружающей среды. Наибольшую известность приобрели действия Агентства в связи с чернобыльской аварией 1986 г. (см. стр. 24). За период с начала до середины 90-х гг. государства обращались к МАГАТЭ за помощью в связи с некоторыми серьезными событиями, требовавшими принятия мер:

● Специалисты Лаборатории морской среды МАГАТЭ были направлены в прибрежные районы Кувейта для проведения обследования и анализа экологического ущерба, вызванного мощными пожарами на нефтяных скважинах в результате войны в Персидском заливе 1991 г., когда сгорело около 500 млн. баррелей нефти. Предварительные результаты обследования были включены в первый в мире экологический анализ положения в регионе, опубликованный в престижном научном журнале *Нейчер*. Удивительно, но наиболее сильное углеводородное загрязнение было зарегистрировано в радиусе порядка 400 км от очагов пожара. К 1992 г. нефтяные загрязняющие вещества подверглись естественному распаду, за исключением наиболее стойких соединений, и уровень загрязнения уменьшился вдвое по сравнению с показателями 1991 г. К 1993 г. темпы распада замедлились, что, как можно предположить, является следствием возобновления коммерческих рейсов нефтяных танкеров и связанных с этим "обычных" разливов нефти. Максимальное содержание загрязни-

телей в морской среде было зарегистрировано в августе 1991 г., когда тесты показали наличие сильного токсичного воздействия на личинок морской фауны, которое существенно снизилось к 1993 г. Этот опыт показал, что ядерные методы исследования могут эффективно сочетаться с другими методами с целью определения источников нефтяного загрязнения и его распространения, а также оценки характера и масштабов причиненного ущерба.

● За последнее десятилетие группы экспертов Агентства решали ряд других проблем на побережье Каспийского и Черного морей, в Таиланде и других странах. Например, в районе Каспия была оказана помощь пяти странам в проведении экологического мониторинга для выяснения причин подъема уровня моря и определения способов предотвращения затопления городов и обрабатываемых земель. В ходе другого глобального проекта, выполнявшегося совместно со шведским Управлением международного развития, применялись изотопные методы исследования процессов стекания сельскохозяйственных пестицидов в морские воды, что угрожает существованию прибрежных экосистем и подрывает рыбные запасы.

Загрязнение морей и океанов примерно на 80% объясняется результатами деятельности человека на суше: сюда относятся коммунально-бытовые и промышленные стоки и отходы, а также химические загрязнители. В 1995 г. государства — члены МАГАТЭ приняли глобальный план действий, который был провозглашен первой программой по установлению более "устойчивого взаимо-

действия" человека и океана. Для решения этой задачи могут потребоваться знания и опыт МАГАТЭ. Уже разработано более десятка способов, с помощью которых Агентство может внести свой вклад в достижение целей и осуществление принципов этого плана.

● В странах Центральной и Восточной Европы возросла осведомленность широкой общественности о радиоактивном загрязнении, происходящем в ходе добычи и переработки урановой руды, что стало предметом серьезной озабоченности в связи с опасностью для здоровья людей и состояния окружающей среды. В 1993 и 1995 гг. Агентство провело работу по оказанию помощи странам в оценке ситуации и рекультивации загрязненных земель посредством эффективных коррективных мер. В 1997 г.



15 стран участвовали в двух проектах по осуществлению коррективных мер, результаты которых уже частично опубликованы Агентством. В ряде стран начаты новые проекты, в том числе в Болгарии, Чешской Республике и Словении.

● В 1993—1996 гг. в морях Северного Ледовитого океана осуществлялся обширный проект оценки потенциального воздействия на здоровье человека и окружающую среду радиоактивных отходов, сброшенных в мелководье недалеко от ядерного полигона на Новой Земле. Отходы включали отработавшее топливо из шести реакторов подводных лодок и из топливной сборки реактора, установленного на атомном ледоколе. Под эгидой Международной морской организации и в соответствии со своими обязательствами в рамках Лондонской конвенции по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов МАГАТЭ приступило к исследованию с участием более 50 экспертов из 14 стран. Исследование показало, что как в настоящее время, так и в перспективе радиологическая опасность от сброшенных отходов для типичных групп местного населения невелика. Был сделан также вывод, что если исходить только из радиологических данных, то необходимости в проведении программы коррективных мер нет. Эксперты отметили, что следует рассмотреть вопрос об осуществлении ограниченного мониторинга окружающей среды с целью обнаружения каких-либо изменений состояния сброшенных высокоактивных отходов. В середине 90-х гг. океанологов МАГАТЭ просили также оказать содействие в исследовании мест прошлых сбросов радиоактивных отходов в северо-западной части Тихого океана. Они приняли участие в работе двух научных экспедиций, совместно проведенных Японией, Республикой Корея и Россией. Их доклад ожидается в текущем году.

● В Казахстане в 1994 г. группа экспертов исследовала состояние бывшего Семипалатинского ядерного полигона. Тревогу вызы-

вали радиологические условия, в которых находились 40 тыс. человек, живущих в непосредственной близости от границ испытательного полигона на пути прохождения радиоактивного облака от ядерных взрывов. Экспертная группа установила отсутствие радиологического риска для этих людей, однако обнаружила, что территория, непосредственно примыкающая к полигону, не была ограничена для доступа и вновь заселяется. Эксперты определили, что уровень радиации в этих районах достаточно высок, в силу чего следует настоятельно потребовать от властей наложения запрета на их заселение из-за опасности для здоровья.

● На протяжении обсуждаемого десятилетия постоянно выражалась серьезная озабоченность по поводу высокого содержания природного радона в жилых домах и иных помещениях, особенно в странах Европы и Северной Америки. Международная конференция по высокому уровню естественной радиации, состоявшаяся в 1990 г. в Иране, еще более заострила внимание на этой проблеме в глобальном масштабе. В работе форума, организованного МАГАТЭ, ВОЗ и другими учреждениями, приняли участие специалисты из 30 стран. В начале 90-х гг. МАГАТЭ и страны Европы организовали проведение пятилетней программы радоновых исследований, оказывавшей аналитическую поддержку национальным кампаниям мониторинга. Более 50 стран участвовали в осуществлении 51 самостоятельного проекта с использованием лабораторного анализа измерений содержания радона за пределами помещений, на рабочих местах и в жилых домах.

● В конце 1995 г. была образована консультативная группа экспертов из семи стран при участии МАГАТЭ, ВОЗ и Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) для анализа вопросов, поднятых жителями Маршалловых Островов, которые ранее были эвакуированы с атолла Бикини, ставшего ядерным испытательным полигоном. Эвакуация была осуществлена в

середине 40-х гг., до начала ядерных испытаний. Результаты научных радиологических исследований, проводившихся в течение нескольких десятилетий, как и планы возвращения жителей, не убедили переселенцев с Бикини, что они могут без всякого риска вернуться на свой атолл. Консультативная группа пришла к выводу о возможности принятия технически и финансово осуществимых коррективных мер, с тем чтобы возвращение населения Бикини произошло в соответствии с международными принципами радиологической защиты. В случае принятия этих мер группа рекомендовала осуществлять мониторинг продуктов питания для обеспечения эффективности проводимой стратегии. В настоящее время МАГАТЭ рассматривает возможность принятия дополнительных мер по проблемам, которые беспокоят жителей Бикини.

● В 1996 г. началась работа по оценке текущей и будущей радиологической ситуации на атоллах Муруроа и Фагатауфа в южной части Тихого океана, которые ранее служили ядерными полигонами. Исследование, проводимое по запросу Франции и при ее преимущественном финансировании, осуществляется под руководством Международного консультативного комитета экспертов. Одиннадцать лабораторий в девяти странах занимаются анализом проб, взятых на суше, а шесть лабораторий в шести странах — проб морской среды. Работы по взятию проб и определению состояния среды были проведены в июле 1996 г. В осуществлении мониторинга и проведении аналитической работы активно участвуют сотрудники лабораторий МАГАТЭ в Зайберсдорфе и Лаборатории морской среды в Монако. На совещаниях Консультативного комитета в этом году сообщалось, что все исследования ведутся по графику и будут завершены в начале 1998 г.

— Подготовлено на основе документов МАГАТЭ и материалов 2-жи Кирсти Сьблом, Гордона Линсли, Мердока Бакстера, 2-жи Кандейс Чан-Сэндс, Пьера Роберто Даниэли и Джасимуддина Ахмеда.

ПРОКЛАДЫВАЯ ПУТЬ

За прошедшее десятилетие возросла актуальность подтверждения безопасности методов удаления и хранения радиоактивных отходов. Наибольшую тревогу породили политические решения отложить планы строительства или открытия хранилищ, оборудованных для содержания высокотоксичных и радиоактивных видов отработавшего топлива и радиоактивных отходов. В некоторых странах начаты дорогостоящие кампании по дезактивации с целью ликвидации последствий применявшихся ранее способов хранения и удаления отходов в военных и гражданских областях. Однако в большинстве стран спокойно добивались прогресса в развитии техники и демонстрировали решение как реальных, так и предполагаемых проблем.

Проведенный МАГАТЭ в середине 90-х гг. обзор показал, что эта практика нашла широкое применение. В мире насчитывается более 100 хранилищ — от инженерно оборудованных подземных сооружений до геологических хранилищ для отходов низкого или среднего уровня активности. Еще 42 хранилища находятся в стадии разработки, причем все они оснащены несколькими системами защиты в сочетании с оперативным и организационным контролем. Усилия Агентства направлены на оказание помощи странам в осуществлении передачи хорошо зарекомендовавших себя технологий и подходов путем направления групп экспертов, осуществления исследовательских программ, обеспечения работы служб безопасности и по другим каналам. Возобновились также сотрудничество с рядом стран, заинтересованных в создании региональных или международных хранилищ, где одна сторона принимает отходы от других участников на своей территории. МАГАТЭ определило и сообщило доводы "за" и "против" такого подхода.



Осуществление планов по демонстрации методов удаления высокоактивных отходов и отработавшего топлива продвигалось вперед, хотя и не очень быстро, зачастую из-за длительных задержек, связанных с процессом рассмотрения технических и политических вопросов. Большинство стран, сталкивающихся с этой проблемой, предполагают начать создание глубоких геологических захоронений по прошествии значительного времени после начала следующего столетия. Это, однако, не означает накопления запасов неудаленных отходов. Почти во всех этих странах ядерные отходы содержатся в специально оборудованных промежуточных хранилищах, где они могут, не нанося никому ущерба, остывать в течение десятилетий. Техническая помощь Агентства за прошедшие десять лет включала поддержку обширных совместных исследовательских программ по изучению процессов, происходящих в высокоактивных отходах разного вида и их контейнерах в условиях хранения, а также по оценке безопасности подземных хранилищ в случае их

использования для других типов отходов.

Агентство включилось в новую для себя сферу деятельности, поддерживая шестимесячный международный проект оценки научных исследований по анализу характеристик экспериментальной установки для изолирования отходов в США, которая проходит последние этапы правительственной проверки. Организованная совместно с АЯЭ ОЭСР оценка была проведена в 1996—1997 гг. экспертами по геологии, защите окружающей среды, ядерной и радиационной безопасности. В докладе по результатам работы была выражена поддержка научным исследованиям и подтверждена их техническая обоснованность. Экспериментальная установка рассчитана на перманентное удаление плутония и других долгоживущих отходов, образующихся в результате работ, связанных с оборонной деятельностью, включая загрязненные приборы и предметы одежды. Она оборудована на глубине свыше 1 км под землей на площадке в штате Нью-Мексико. По графику поступление отходов должно начаться в мае 1998 г. при условии утверждения этой деятельности Агентством США по охране окружающей среды и Департаментом по окружающей среде штата Нью-Мексико. — *Подготовлено на основе материалов Кьон Вон Хана, Йормы Хейнонена, г-жи Кандейс Чан-Сэндс и Арнольда Бонна.*

Фото: Одно из защитных средств, используемых для безопасного сохранения радиоактивных отходов, известно под названием остекловывание или витрификация (от латинского слова "vitrus" — стекло). Стекло используется для отверждения высокоактивных отходов в качестве одной из защитных мер перед их удалением. На снимке: расплавленное стекло выливается из платинового тигля в продольную стальную изложницу.

НАЗАД В БУДУЩЕЕ: ИЗМЕНЧИВЫЙ МИР, В КОТОРОМ МЫ ЖИВЕМ

1972

1997

НАСЕЛЕНИЕ

Численность народонаселения мира составляет 3,8 млрд. человек, из которых свыше 70% живут в развивающихся странах.

УРБАНИЗАЦИЯ

Около 38% населения планеты живут в малых и больших городах, из которых только три имеют более 10 млн. жителей.

Более 200 млн. легковых автомобилей, большинство из которых приходится на промышленно развитые страны, серьезно усугубляют проблемы локального загрязнения среды.

Ежегодно в атмосферу выбрасывается около 16 млрд. т двуокиси углерода — газа, который связывается с глобальным потеплением. Его содержание в атмосфере составляет 327 частей на миллион.

ПРЕСНАЯ ВОДА

Человечество ежегодно использует около 2600 куб. км пресной воды, преимущественно для орошения.

СТРУКТУРА ЭНЕРГЕТИКИ

Ископаемое топливо составляет 94% мировой энергетической структуры.

На долю электричества приходится около 21% общего энергопроизводства, а его годовое потребление составляет около 1400 кВт·ч на душу населения, причем разбивка по регионам выглядит следующим образом: 8200 кВт·ч — в Северной Америке, 3100 — в Западной Европе, 2800 — в Восточной Европе, 565 — в Латинской Америке, 396 — в Юго-Восточной Азии, 240 — в Африке и 143 кВт·ч на Ближнем Востоке и в Южной Азии. Общемировая выработка электричества составляет около 5 тыс. ТВт·ч, из которых на долю ядерной энергии приходится менее 2% (80 ТВт·ч).

Страны затратили 836 млрд. долл. США (в ценах 1995 г.) на вооружение и вооруженные силы. Пять держав, официально заявивших об обладании ядерным оружием, провели 57 ядерных испытаний. К концу года 70 государств, не обладающих ядерным оружием, стали сторонами Договора о нераспространении ядерного оружия, который вступил в силу в марте 1970 г.

Общемировая численность народонаселения достигла 5,85 млрд. человек, что на 2 млрд. больше, чем в 1972 г.; темпы прироста — 81 млн. человек в год. Теперь в развивающихся странах живет около 80% населения мира.

Около 47% населения Земли живут в городах или пригородных зонах; 18 городов насчитывают более 10 млн. жителей, причем 13 из этих мегаполисов находятся в развивающихся странах.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА

Почти 500 млн. легковых автомобилей колесят по дорогам развитых и развивающихся стран, загрязнение воздуха во многих городах достигает опасного уровня. Трансграничное загрязнение стало не только региональной, но и глобальной проблемой.

ЗЕМЛЯ И CO₂

Выбросы CO₂ от сжигания ископаемого топлива и из других источников составляют порядка 23 млрд. т ежегодно, а его содержание в атмосфере превышает 360 частей на миллион, что примерно на 20% выше, чем сто лет назад.

Потребление пресной воды возросло почти на две трети и составляет 4200 куб. км в год. Проблемы водоснабжения обострились: 1,4 млрд. человек — пятая часть населения мира — недостаточно обеспечиваются безопасной для питья водой, а десятая часть — водой для бытовых санитарно-гигиенических целей.

Ископаемое топливо составляет 90% мировой энергетической структуры; это на 3% выше, чем в 1991 г., и указывает на тенденцию роста, наметившуюся после падения в 80-х гг.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Электричество составляет около трети всего энергопроизводства. В середине 90-х гг. мировое потребление на душу населения достигло 2200 кВт·ч. Разбивка по регионам по-прежнему свидетельствует о разительной диспропорции: 13 тыс. кВт·ч — в Северной Америке, 5400 — в Западной Европе, 4200 — в Восточной Европе, 1500 — в Латинской Америке, 1200 — в Юго-Восточной Азии, 500 — в Африке, на Ближнем Востоке и в Южной Азии. Общее производство электроэнергии достигло 13 тыс. ТВт·ч, доля ядерной энергетики возросла примерно до 17% и составляет порядка 2200 ТВт·ч.

КОНТРОЛЬ НАД ВООРУЖЕНИЯМИ

Общемировой объем военных расходов составляет около 800 млрд. долл. США. До заключения в 1996 г. Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний было проведено еще семь таких испытаний, а их общее число за период с 1945 г. по настоящее время превысило 2040. Продолжается сокращение расходов на вооружение, но у России и США остается примерно 6 тыс. стратегических ядерных зарядов. К июлю 1997 г. число участников Договора о нераспространении достигает 185: 180 государств, не обладающих ядерным оружием, и все пять держав, обладающих ядерным оружием. По данным ООН, сокращение военных расходов принесло "мирный дивиденд" в объеме свыше 900 млрд. долл. США, однако трудно проследить, были ли сэкономленные таким образом средства использованы на нужды социально-экономического развития.