

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА НА ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

ЦЕЛЬ — БЕЗОПАСНОСТЬ

АННИК КАРНИНО И ФРИДРИХ НИХАУС

Сегодня при оценке вариантов энергообеспечения те, кто планирует и принимает решения по энергетике, должны заниматься рассмотрением ряда сложных и трудных вопросов, особенно в области производства электричества. Необходимо учитывать ряд факторов, относящихся к полной топливной цепи энергоисточника, включая технико-экономические показатели и воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Хотя ключевое значение по-прежнему придается стоимостным параметрам, они должны измеряться в сравнении. Этот факт наряду с ощущаемой многими странами потребностью придать своим программам энергообеспечения и производства электричества устойчивый характер служат основанием для растущего интереса к сравнительной оценке различных вариантов производства электричества, особенно с точки зрения здравоохранения и защиты окружающей среды.

Таков фон, на котором МАГАТЭ осуществляет поддержку различных видов деятельности в этой области (см. вставку на стр. 9). Оказывая такую поддержку, Агентство преследовало цель определить исходные уровни и последовательные подходы к оценкам ядерной и радиационной безопасности и безопасности отходов; все более широко использовать инструменты количественной оценки; и служить центром сбора информации по сравнительным оценкам, включая методы оценки и подходы к сравнениям.

Определенный прогресс достигнут во всех этих областях, хотя остается решить несколько

трудных вопросов, о которых идет речь в статьях данного выпуска "Бюллетеня МАГАТЭ". Работая в сотрудничестве с государствами-членами и международными партнерами, МАГАТЭ добивается укрепления фактической базы информации, на которую планирующие органы и руководители могут опираться при принятии решений по выбору энергетических вариантов.

Для всех типов технологического развития цель обеспечения безопасности заключается в адекватной защите отдельных лиц и общества в целом от соответствующих опасностей. Однако, несмотря на все принимаемые меры, риски, связанные с крупномасштабными технологиями, даже если они малы, не могут быть сведены к нулю. Хотя и возможно уменьшить риски, добившись их снижения до уровня ниже заданных критериев безопасности, связанные с этим прямые издержки, как правило, возрастут по экспоненте, что в конечном счете приведет к нерациональному расходованию или даже растрате ограниченных финансовых средств и людских ресурсов, необходимых для других целей.

Чтобы справиться с этой ситуацией, необходимо прибегнуть к количественному выражению остаточных рисков технологий, особенно тех, которые используются для производства электричества. Цель в том, чтобы объективно сравнить их друг с другом или с естественными рисками и установить опорную базу для сравнения. Очевидно, что невозможно количественно выразить все параметры и что сохраняются существенные неопределенности в отдельных областях.

В этих рамках МАГАТЭ на основе своего международного мандата сосредоточило основное внимание на вопросах, связанных с ядерной и радиационной безопасностью и безопасностью отходов. В 1992 г. Международная консультативная группа по ядерной безопасности (ИНСАГ) — экспертный орган, консультирующий Генерального директора МАГАТЭ, — выпустила доклад "Безопасность ядерной энергетики", где относительные риски для здоровья при производстве электроэнергии включены в анализ полных топливных цепей. Благодаря содержащейся в докладе количественной информации возросли прозрачность и понимание сравнительных оценок рисков.

ИСХОДНЫЕ УРОВНИ И ПОДХОДЫ

Одной из форм использования сравнительной информации было установление целевых значений для имеющего малую вероятность риска тяжелых аварий на АЭС. В докладе ИНСАГ 1988 г. ("Основные принципы для АЭС") сформулированы следующие задачи по обеспечению технической безопасности: "предотвращать с высокой степенью уверенности аварии на АЭС; обеспечивать, чтобы при всех проектных авариях, включая даже те, вероятность которых очень мала, радиологические последствия, если таковые возникнут, были минимальными; и обеспечивать, чтобы вероятность тяжелых аварий с серьезными радиологическими последствиями была крайне низкой".

Г-жа Карнино — директор Отдела безопасности ядерных установок МАГАТЭ; г-н Нихаус — руководитель Секции оценки безопасности в этом отделе.

В ядерной промышленности выполнение этой задачи означает учет спектра аварийных условий и оснащение АЭС инженерными средствами обеспечения безопасности в целях предотвращения и контроля аварий. Более проблематичной выглядит цель ИНСАГ обеспечить "крайне низкую" вероятность радиологических последствий в случае тяжелой аварии. Ряд государств — членов МАГАТЭ пытались найти ответы с помощью результатов сравнительных оценок рисков (см. статью, начинающуюся на стр. 25). Некоторые провели оценки только в отношении АЭС, тогда как другие анализировали потенциально опасные предприятия в целом.

КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС

В 1992 г. МАГАТЭ в выпуске № 106 своей Серии изданий по безопасности опубликовало вероятностные критерии безопасности для АЭС. Они базировались на результатах работы в государствах — членах Агентства. Хотя сегодня подходы в разных странах могут различаться по лежащей в их основе логике и математическому выражению, они, как правило, близки критериям, сформулированным ИНСАГ в 1988 г.: *"Критерий для существующих АЭС в соответствии с задачей обеспечения технической безопасности выражается в виде вероятности тяжелого повреждения активной зоны менее 10^{-4} случаев за год эксплуатации станции. Реализация всех принципов безопасности на будущих АЭС должна привести к достижению более высокого целевого показателя: не более чем примерно 10^{-5} таких случаев за год эксплуатации станции. Меры по преодолению и смягчению последствий тяжелой аварии должны сократить по крайней мере в десять раз вероятность крупных выбросов за пределы площадки,*

требующих краткосрочного внешнего реагирования".

Использование таких критериев и вероятностной оценки безопасности (ВОБ) в целом было в дальнейшем детализировано в докладе ИНСАГ 1992 г. *"Вероятностная оценка безопасности"*. Доклад ИНСАГ 1988 г. в настоящее время пересматривается.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНСЕНСУС

Процесс достижения международного согласия иногда идет с большим трудом. До сих пор не удалось достичь прочного консенсуса по вероятностным критериям безопасности для АЭС. Эта ситуация нашла отражение в опубликованных документах МАГАТЭ по безопасности. Например, выпущенная в 1993 г. публикация Агентства *"Безопасность ядерных установок"* (включенная в высшую категорию норм безопасности МАГАТЭ *"Основы безопасности"*) не содержит вероятностных критериев в основном докладе (что означало бы согласие государств-членов), а ограничивается включением их в приложение к документу под общим заголовком.

Дальнейшие исследования в рамках сравнительной оценки рисков могли бы помочь в достижении более широкого международного консенсуса в отношении вероятностных критериев. Однако на данном этапе более точные сравнения, возможно, не играют доминирующей роли при установлении критериев. Строгой математической зависимости между вероятностными критериями и результатами сравнительных оценок рисков нет. Установление критериев в отношении рисков (или безопасности) является предметом политического решения или подхода, и сравнительная оценка рисков служит одним из источников информации для выбора критериев.

С учетом неопределенностей в результатах ВОБ продолжает оставаться нерешенным вопрос о том, как демонстрировать соблюдение критериев, если они установлены. Кроме того, представляется, что в техническом сообществе растет тенденция интерпретировать результаты ВОБ в качестве *количественного показателя технической устойчивости АЭС*, а не меры "риска". На уровне АЭС степень риска может варьироваться под влиянием факторов, которые трудно смоделировать или нельзя включить в ВОБ. Например, качество управления системами безопасности, как и общая культура безопасности АЭС, оказывает значительное влияние на общее состояние и уровень безопасности АЭС путем создания дополнительных преград возникновению аварии. Однако эти элементы находят лишь частичное отражение в результатах ВОБ.

В настоящее время в ядерном сообществе развернулись дебаты вокруг проектов будущих реакторов. Некоторые отстаивают необходимость проектирования реакторов со встроенными элементами обеспечения безопасности, благодаря которым практически исключались бы тяжелые радиологические последствия. Другие выступают сторонниками более эволюционного подхода, предусматривающего модификацию реакторов для достижения последовательного снижения степени вероятности повреждения активной зоны и радиологических выбросов. Кажется, сравнительная оценка рисков не может помочь найти ответы на вопросы, встающие в ходе этих дебатов.

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ

Частью работы МАГАТЭ в этой области продолжают оставаться сбор и формирование массива объективной сравнительной ин-

формации в помощь тем, кто принимает решения. В 1991 г. Симпозиум старших экспертов на тему "Электричество и окружающая среда", проходивший в Хельсинки, рекомендовал создать всеобъемлющую и международно координируемую базу данных по воздействию различных источников энергии на здоровье и окружающую среду. Такая база данных была создана, и в нее включены результаты всех недавно опубликованных исследований. Сбор информации был осуществлен также в рамках Программы координированных исследований с участием 12 стран.

База данных ведется в сотрудничестве с другими международными организациями. В 2000 г. Агентство планирует созвать технический комитет для обобщения и рассмотрения результатов всей проделанной работы.

Собранные данные свидетельствуют о том, что за прошедшее десятилетие достигнут значительный прогресс в деле сокращения воздействия всех энергетических систем по производству электричества на здоровье и окружающую среду.

Достигнутые результаты включают заметные успехи в области безопасности АЭС и усовершенствования в отношении других источников производства электричества. На электростанциях, использующих ископаемое топливо, внедрены фильтры и газоочистители для удаления загрязняющих газов, повысилась безопасность угольных шахт, сократился риск от связанных с использованием энергии видов транспорта, значительно повысилась эффективность технологий по производству газа, как и технологий использования возобновляемых источников энергии.

Соответственно, количество требующих решения вопросов по сравнительной оценке рисков энергетических систем со-

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПО СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В сотрудничестве с региональными и международными партнерами МАГАТЭ давно поддерживает исследования энергетических вариантов для производства электричества. Эта деятельность включает организацию международных симпозиумов и поддержку научных и технических исследований. В настоящее время ряд мероприятий МАГАТЭ осуществляется в рамках программы Департамента ядерной энергии "Сравнительная оценка энергетических источников". В статьях, включенных в настоящий выпуск "Бюллетеня МАГАТЭ", внимание сосредоточено на исследованиях, связанных с воздействием на здоровье и окружающую среду и рисками от энергетических систем, — элементе программы, осуществляемой Департаментом ядерной безопасности МАГАТЭ. За получением дополнительной информации по Программе сравнительной оценки обращайтесь к соответствующим страницам Департамента ядерной энергии и Департамента ядерной безопасности на узле МАГАТЭ *WorldAtom* в Интернете <http://www.iaea.org>. Ниже перечислены некоторые симпозиумы в этой области, проведенные МАГАТЭ и другими организациями за последние десятилетия. Труды симпозиумов опубликованы МАГАТЭ.

ИЮНЬ 1981 г.: МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ЗДОРОВЬЕ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ, НАШВИЛЛ, США, организован Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и МАГАТЭ.

АПРЕЛЬ 1984 г.: МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО РИСКАМ И ВЫГОДАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ЮЛИХ, ГЕРМАНИЯ, организован МАГАТЭ, ЮНЕП и ВОЗ.

МАЙ 1991 г.: СИМПОЗИУМ СТАРШИХ ЭКСПЕРТОВ НА ТЕМУ "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА", ХЕЛЬСИНКИ, ФИНЛЯНДИЯ, организован Европейской комиссией (ЕК), Международным энергетическим агентством, Международным институтом прикладного системного анализа (МИПСА), Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР), ЮНЕП, Всемирным банком, Всемирной метеорологической организацией (ВМО), бывшим Советом экономической взаимопомощи и МАГАТЭ.

ОКТАБРЬ 1995 г.: МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ НА ТЕМУ "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО, ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ", ВЕНА, АВСТРИЯ, организован ЕК, Экономической и социальной комиссией ООН для Азии и Тихого океана, Организацией стран — экспортеров нефти, Всемирным банком, Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию, МИПСА, ВМО, ЮНЕП и МАГАТЭ.

кратилось до нескольких проблем, хотя и очень важных.

В их число входят значение образования мелких вторичных частиц в результате эмиссий двуокиси серы; воздействие углекислого газа на изменение климата; дополнительный анализ весьма отдаленных последствий воздействия малых доз химических или радиоактивных веществ; и оценка событий, вероятность которых мала, но грозящих серьезными последствиями, если они произойдут.

В разрешении этих важных и трудных проблем, возможно, нельзя будет достичь международного консенсуса. Более вероятно, что эти проблемы придется

оценивать независимо и обсуждать отдельно в каждом конкретном случае в процессе принятия правительственных решений при анализе и определении выбора устойчивых путей развития энергетики.

В своей деятельности МАГАТЭ стремится к укреплению ключевых областей ядерной и радиационной безопасности и безопасности отходов. Важно, что эта работа ведется в более широких рамках сравнительных оценок безопасности всех важнейших энергетических систем, используемых для производства электричества, с участием широкого спектра глобальных партнеров.

