

Безопасность будущих ядерных установок

Обеспечение доверия населения к АЭС — важный фактор, влияющий на будущие разработки

Жанна Андерер

В ходе дискуссий на недавнем семинаре по безопасности АЭС, организованном МАГАТЭ и Аргоннской национальной лабораторией (АНЛ) в Соединенных Штатах, выяснилось, что большинство экспертов ожидают глобального распространения ядерной энергетики в более широких масштабах в течение нескольких последующих десятилетий. Для этого осторожного оптимизма есть несколько объяснений.

Многие полагают, что растущая озабоченность ученых, политиков и населения в связи со сжиганием ископаемого топлива и угрозой для окружающей среды от потепления климата, истощения стратосферного озонового слоя и кислотных дождей подтолкнула эти группы к новому рассмотрению обстоятельств, при которых ядерная энергетика могла бы составить часть экологически выдержанной энергетической стратегии. Другие считают, что растущая потребность в энергии, особенно в электроэнергии, в сочетании с повышением степени осознания обществом экономических и бытовых преимуществ, связанных с каждым значительным источником энергетических услуг (в том числе с эффективностью использования энергии), постепенно подведет людей к выбору в пользу комплексного использования энергетических источников, включая ядерную энергетiku.

Г-жа Андерер — сотрудник Отдела ядерной безопасности МАГАТЭ, автор технических публикаций. В данной статье дается обзор дискуссий на Международном семинаре по безопасности ядерных установок следующего поколения и последующих типов, состоявшемся 28–31 августа 1989 г. в Чикаго, США. Семинар был совместно организован МАГАТЭ и правительством Соединенных Штатов Америки, представляемым Аргоннской национальной лабораторией.

Приоткрытая дверь

Со своей стороны, круги, поддерживающие развитие ядерной энергетики, осознали международные масштабы проблемы ядерной безопасности, предложив широкий спектр международных соглашений по оповещению об авариях и по чрезвычайному реагированию, а также по широкому обмену информацией с целью популяризации безопасного характера ядерной энергетики в настоящее время и в последующие десятилетия.

Постепенно сторонники ядерной энергетики приходят к пониманию важности выбора правильной формы обращения к людям, испытывающим опасения в связи с возможным воздействием на здоровье и окружающую среду радиации от многих видов применения ядерных технологий.

Однако даже в этих условиях ключевой вопрос, стоящий перед ядерным сообществом, заключается в том, способно ли оно войти в приоткрытую дверь для (вос)создания общественного доверия к ядерным технологиям как к безопасным, хорошо регулируемым и не оказывающим вредного воздействия на благосостояние человека и целостность окружающей среды. В то время как задача 80-х годов заключалась в технологическом обеспечении безопасности ядерных энергетических установок, вызов 90-х годов состоит в том, чтобы предотвратить отказ общества от ядерной энергетики как важного источника энергии. В центре дискуссий на семинаре был вопрос о том, как ядерное сообщество могло бы реагировать на этот вызов.

Необходимость ядерной энергетики: количественная перспектива

В 1989 г. в Юлихе ученые Федеративной Республики Германии разработали „Сценарий сокращения

уровней двуокси углерода до 2030 г., в котором прогнозируется масштаб возможного будущего участия ядерной энергетики в глобальной системе энергоснабжения, связанной ограничениями из-за необходимости в соответствии с международными рекомендациями сокращать выделение двуокси углерода до планируемых уровней и в то же время вынужденной развиваться быстрыми темпами в связи с ростом населения и экономическим прогрессом. Хотя некоторые сюжеты в сценарии кажутся невозможными с точки зрения сегодняшнего дня, авторы как бы задают провокационный вопрос: насколько невозможно „невозможное“? В таком ключе развивается идея о возможности поворота к использованию богатых водородом ископаемых видов топлива, к повторному использованию биомассы и неуглеродных альтернативных источников энергии, к развитию ядерной энергетики, а также к освоению в значительных масштабах методов энергосбережения.

Выводы сценария указывают на возрастание глобального вклада ядерной энергетики в основном в производство электроэнергии, но также и высокотемпературного тепла для промышленных нужд. В единицах суммарной установленной мощности это выразится в эксплуатации к 2030 г. порядка 2000 энергетических реакторов мощностью по 1000 мегаватт – рост в шесть раз по сравнению с установленной мощностью в настоящее время. В случае, если оптимистические прогнозы об использовании неядерных неуглеродных первичных источников энергии не найдут практического воплощения, доля ядерной энергетики должна будет возрасти еще больше.

Рост мощностей ядерной энергетики по такому сценарию оказал бы серьезное влияние на ядерный топливный цикл в таких формах, как соотношение между реакторами-размножителями и ядерными „печами“, а также в росте потребностей на мощности по переработке и ресурсы урана. По грубой оценке, эксплуатация порядка 2000 энергетических реакторов потребовала бы увеличения числа установок по удалению радиоактивных отходов на одну установку в год в течение неопределенного времени в будущем. Без использования реакторов-размножителей к 2030 г. количество плутония, требующего хранения, могло бы исчисляться в широком диапазоне до 1000 т. Это потребовало бы соответствующего пересмотра процедур гарантий. Другие оценки энергетических потребностей до 2060 г. в основном совпадают с вышеописанным сценарием в той части, которая относится к роли ядерной энергетики в предстоящие десятилетия.

Показать пример безопасности

Значительное увеличение масштабов использования ядерной энергетики потребовало бы соответствующего повышения уровней безопасности на всех установках ядерного топливного цикла по всему миру. Это связано частично с большим увеличением числа установок, а также с выражаемыми обществом надеждами на снижение риска использования всех ядерных технологий. В соответствии с темой семинара основное внимание его участни-

ков было сосредоточено на проблемах ядерной энергетики.

Эксперты были согласны с тем, что существующие АЭС безопасны, хотя не на всех из них в полной мере соблюдаются основные принципы безопасности АЭС, разработанные Международной консультативной группой МАГАТЭ по ядерной безопасности (INSAG) и изложенные в ее первом докладе (документ INSAG-3). Было также достигнуто согласие большинства по вопросу о том, что в соответствии с приведенными выше аргументами в пользу повышения уровней безопасности следующее поколение (поколения) АЭС должно служить „примером безопасности“ в глазах компаний электроснабжения, регулирующих органов, политиков и населения. Задача по демонстрации безопасности потребует концентрации усилий как на техническом, так и на организационном уровне.

Для подготовки заключительных выводов технологические разработки в этой области применительно к АЭС, были сгруппированы в три широкие категории. Хотя такая группировка и удобна для обсуждения, на практике трудно провести четкое различие между группами, особенно для эволюционных и новаторских реакторных проектов.

• Первая группа включает в себя современное поколение действующих или строящихся АЭС. Их отличительной чертой является использование крупноразмерных энергетических реакторов различных типов, обладающих преимуществами широкого поля обратной информационной связи для внесения усовершенствований в характеристики безопасности и эксплуатационные показатели.

• Вторая группа состоит из реакторов эволюционного типа – модификаций существующих проектов и тех, которые могут поступить в эксплуатацию в ближайшее время. Сюда входят реакторы на воде под давлением и кипящие, где повышение уровня безопасности достигается обычно за счет более низкой плотности энергии, меньших размеров и упрощения конструкций узлов по сравнению с действующими типами, а также благодаря пассивным системам безопасности, таким как сила тяжести и тепловая конвекция для доставки аварийного охладителя в активную зону и для охлаждения внешней защитной оболочки в случае аварии. В эту группу также включены жидкотемпературные быстрые реакторы (LMFR), которые разрабатываются, например, во Франции, Японии, СССР и Великобритании. В целом в реакторах этой группы используются испытанные компоненты и системы.

• Третья группа состоит из усовершенствованных реакторов революционного и новаторского типов, которые могут реализовать заложенные в них возможности только много лет спустя. Наибольшее внимание на семинаре привлекли концепции усовершенствованных модульных высокотемпературных реакторных систем с газовым охлаждением (MHTGR), которые разрабатываются в Федеративной Республике Германии, Японии, США и СССР; шведский реактор (PIUS), обладающий заложенной в проекте повышенной безопасностью, основанной на принципе полностью пассивных систем, и средних размеров новаторский изначально безопасный модульный энергетический реактор (PRISM), разрабатываемый в США. Большинство концепций усовершенствованных реакторов имеет модульную основу, способствующую простоте, экономич-

ности и гибкости инженерных и конструкторских решений в соответствии с требованиями заказчика. По самой своей природе эти новаторские проекты не могли пройти проверку в результате испытаний и опыта эксплуатации, и потребуются много лет, прежде чем будут проведены необходимые анализы и эксперименты по безопасности, на основе которых будут выработаны инструкции и нормы по их эксплуатации. В период работы проектировщиков и создания новых проектов остается открытым вопрос о том, достаточны ли существующие критерии безопасности для учета всех параметров предлагаемых проектов или необходимы более жесткие критерии, учитывающие особенности новых технологий. На основе доклада INSAG-3, возможно будет сделан вывод о необходимости испытания прототипов новых реакторов до их одобрения регулирующими органами и поступления заказов от

компаний электроснабжения. Действительно, инициаторы этих революционных проектов сталкиваются с дилеммой: проектировщики нуждаются в финансировании, получение которого может быть сопряжено с трудностями, пока заказчики не будут в достаточной степени уверены в том, что новый проект отвечает строгим критериям безопасности.

На семинаре была подчеркнута важность стратегии глубоко эшелонированной защиты для достижения провозглашенных международным сообществом целей обеспечения безопасности на всех АЭС. Активно обсуждался, в частности, вопрос о значении сохранения герметичности внешней защитной оболочки – последнего барьера в стратегии защиты – для обеспечения конечной цели безопасности по предотвращению больших радиоактивных выбросов в окружающую среду и одновременно необходимости принятия чрезвычайных мер вне преде-

Семинар МАГАТЭ/АНЛ

Международный семинар по безопасности ядерных установок следующего поколения и последующих типов проходил с 28 по 31 августа 1989 г. в Чикаго, США. Он был организован совместно Международным агентством по атомной энергии и правительством Соединенных Штатов Америки, представляемым Аргоннской национальной лабораторией. В семинаре приняли участие более 200 специалистов, представлявших почти две дюжины стран с действующими или разрабатываемыми программами ядерной энергетики.

Семинар был своевременно созван как международный форум для рассмотрения основных концепций и целей обеспечения безопасности, которые должны играть приоритетную роль в будущем широкомасштабном развертывании программ использования ядерной энергии. Было приглашено 30 докладчиков и проведено несколько дискуссий экспертов по широкому перечню тем, включая воздействие на окружающую среду ископаемых видов топлива, используемых для производства энергии; будущие потребности в ядерной энергетике и аспекты безопасности существующих и совершенствуемых типов АЭС. Кроме того, на 10 экспонатах были продемонстрированы концептуальные проекты усовершенствованных реакторов и другие усовершенствования для безопасности АЭС, которые разрабатываются в ряде стран. Перед участниками семинара выступили г-н Фредерик М. Бернтал, заместитель государственного секретаря США, руководитель Бюро по проблемам океанов и международным экологическим и научным вопросам; г-н Кеннет К. Роджерс, член Комиссии по ядерному регулированию США, и г-н Чонсей Старр, почетный президент института электроэнергетических исследований, Пало-Альто, Калифорния.

Материалы семинара публикуются МАГАТЭ, дополнительную информацию можно получить в отделе публикаций МАГАТЭ.

Быстрый реактор-размножитель Суперфеникс во Франции.



лов АЭС. Несколько стран сообщили о прогрессе в разработке стойких систем внешней защиты, способных выдержать даже взрыв водорода или пара, а также другие причины образования избыточного давления. Многие из этих разработок могли бы применяться также для реакторов-размножителей.

Была выражена безоговорочная поддержка использованию вероятностных анализов при определении перечня проблем безопасности для следующего поколения (или поколений) АЭС, особенно с учетом достигнутого прогресса в разработке методологии оценок поведения человека в экстремальных условиях, а также опыта реагирования на случаи механических повреждений и непредвиденных внешних обстоятельств. Был приведен пример того, как комбинированное применение детерминистских и вероятностных анализов безопасности способствовало последовательному применению принципов безопасности при разработке проекта нового европейского быстрого реактора, а также дало возможность гибко реагировать на различные национальные критерии безопасности.

В организационном плане достижение более высоких уровней безопасности будущих ядерных установок потребовало бы еще большей приверженности делу обеспечения безопасности со стороны профессионалов – проектировщиков, производственников, операторов, технического персонала, работников регулирующих органов и других специалистов, чья работа прямо или косвенно связана с безопасностью АЭС. Ключом к внедрению всеобщей ориентации на обеспечение безопасности является образование и подготовка кадров, поэтому были активно поддержаны меры по стратегическому планированию учебных программ, чтобы не только сохранить существующий уровень знаний и компетенции, но и соответствовать ожидаемому повсеместно повышению требований к квалификации персонала АЭС.

Участники семинара согласились, что, независимо от будущих планов наилучшей стратегией для того, чтобы рассчитывать на принятие компаниями электроснабжения и регулируемыми органами проектов будущих реакторов, должно быть последовательное фиксирование безопасной, надежной и экономически эффективной эксплуатации современных АЭС. В отличие от этого стратегия завоевания доверия населения должна выходить за рамки такого подхода.

Завоевание доверия населения

В ходе дискуссий было очевидно, что ядерное общество достаточно осведомлено о проблемах, затрудняющих конструктивный диалог с общественностью о будущем ядерной энергетики и полно решимости преодолеть эти трудности. Менее ясно, какими путями (вос)создать доверие и побороть растущий скептицизм населения к ядерным технологиям.

Задачи общественной информации о работе ядерной промышленности зачастую возлагались на организации, ведающие электроснабжением, которые во многих странах эксплуатируют как ядерные установки, так и тепловые станции. Поэтому многие организации довольно деликатно подходят к ин-

формированию населения об относительно высоком риске для здоровья и окружающей среды в результате сжигания угля и использования побочных продуктов угольной промышленности.

Для ядерных специалистов связь с населением затрудняется сложностью технической терминологии. Часто термины, используемые для описания усовершенствований в области безопасности АЭС, такие как „внутренне присущая безопасность“, „автоматическая безопасность при отсутствии оператора“ и „прозрачная безопасность“, неправильно воспринимаются большинством населения, не знакомого с этой терминологией. При неразборчивом употреблении эти термины наносят ущерб представлениям о безопасности эксплуатации современных АЭС, способствуя негативному отношению к ядерной энергетике, якобы не оправдавшей обещания о „совершенно безопасной“ технологии с „нулевым риском“ эксплуатации, хотя абсолютная безопасность невозможна для любой технологии, как бы далеко она не продвинулась в достижении этой цели.

Использование с наилучшими намерениями выводов вероятностных анализов в качестве инструмента информирования общественности о безопасности АЭС в основном дало обратные результаты. Некоторые участники на основе собственного опыта связи с населением по ядерным вопросам приводили примеры, свидетельствующие о том, что люди требуют надежной и полной информации о том, какие меры принимаются для предотвращения аварий и реагирования на чрезвычайные радиологические ситуации, а не успокоительных заявлений о их математической маловероятности. Действительно, серьезные аварии на АЭС Три Майл Айленд и в Чернобыле свидетельствуют о том, что невероятные события могут действительно произойти, причем людям пришлось почувствовать на себе действие как экологических последствий аварий, так и коррективных мер. Для многих участников ответ на вопрос общественности о том, „какая безопасность достаточно безопасна“, находится в непосредственной зависимости от способности ответственных организаций поднять доверие к своим возможностям справиться с аварией и смягчить ее последствия, а не от расчетных оценок безопасности.

Для восстановления кредита доверия ядерная промышленность должна будет также найти правильные формы подхода к исправлению неправильных представлений людей о радиобиологическом и радиоэкологическом воздействии ядерной энергетики и особенно ядерных аварий. Фактически реальности радиационной обстановки как неотъемлемой части окружающей среды должны стать элементом общественного сознания.

К более высокой радиационной грамотности

Многие люди, даже некоторые ученые и инженеры, кажется, не имеют полного представления о радиации в широком плане, как части нашей жизни, о параметрах и размерах ее действия, определении радиобиологического риска, а также об ощутимых преимуществах в результате огромного разнообразия видов использования излучений. Однако

парадокс состоит в том, что люди всегда жили в радиационной среде. Другой парадокс: ядерная энергетика, вносящая ничтожный вклад в среднюю дозу облучения человека, является объектом наибольшей общественной озабоченности, тогда как радиационная медицина, самый крупный и в растущей степени распространенный искусственный источник облучения, воспринимается вполне спокойно благодаря своей общепризнанной полезности. Еще меньше люди испытывают тревогу из-за воздействия самых многочисленных и наименее контролируемых источников облучения, таких как естественные радионуклиды в почве и зданиях.

Было внесено предложение об ускорении процесса распространения информации о реальностях радиационной среды путем концентрированных международных усилий. Выдвинуты три взаимодополняющие цели, достижение которых создаст базу для принятия индивидуальных и коллективных решений относительно конкретной практической деятельности, связанной с радиацией. Во-первых, низкие уровни радиации должны рассматриваться как неизбежный факт жизни. Вторая цель заключается в том, чтобы помочь людям понять, что реальное воздействие низких уровней радиации на здоровье человека и окружающую среду настолько минимально, что не заслуживает серьезного внимания в жизни отдельного человека и общества в целом. В связи с этим возможно, следует признать, что дорогостоящая философия, превалирующая в настоящее время при принятии решений, касающихся радиационной безопасности, отнюдь необязательно наилучшим образом отвечает общественным интересам.

Третья и наиболее многогранная цель заключается в сравнении воздействия на здоровье и окружающую среду ядерной энергетика и альтернативных источников энергии. При этом необходимо фактически обосновать, что если ядерная энергетика

при нормальной эксплуатации экологически безопасна, то этого нельзя сказать об альтернативных источниках. В особенности необходимо обратить внимание на чрезмерные опасения в связи с возможностью ядерной аварии и показать, что реальные последствия серьезной аварии сравнительно терпимы как с точки зрения воздействия на здоровье и загрязнение окружающей среды, так и с учетом необходимости эвакуации и перемещения населения.

Со своей стороны МАГАТЭ занимается серьезным рассмотрением нового вида деятельности, направленной на воспитание радиационной терпимости, — области, которая до сих пор не подвергалась серьезному изучению на международном уровне. Первым шагом может стать создание консультативной группы из пользующихся доверием ученых и специалистов по научной информации, в задачу которой входило бы открытое и полное объяснение статистики риска, сравнительный анализ и помощь в разработке практических принципов радиационной безопасности. Работа членов группы могла бы помочь подготовить крупную международную конференцию по проблемам взаимосвязи радиации, здравоохранения и общества. В качестве второго шага эта группа могла бы за сравнительно короткое время провести переоценку прошлых и текущих мер реагирования на радиационные последствия чернобыльской аварии с учетом более полной информации и сравнения взглядов на действие низких доз радиации, пользуясь при этом преимуществами, даваемыми возможностью суждений о прошедших событиях. Новая программа МАГАТЭ по сравнительной оценке ядерной энергетика и ее альтернатив направлена на создание надежного и авторитетного банка информации о рисках для здоровья человека и окружающей среды в результате функционирования полного цикла глобальной энергетической системы.