

Три десятилетия ядерной безопасности

Вопросы безопасности ядерных установок не оставались неизменной концепцией

Пьер Танги

Вопросы безопасности ядерных энергетических установок оказались в центре внимания международного ядерного сообщества после Чернобыльской аварии 1986 г. За прошедшие 30 лет многое было сделано в этой области, причем надо отметить ведущую роль МАГАТЭ в эволюции работы по вопросам безопасности.

С исторической точки зрения книга *Технология безопасности ядерных реакторов** содержит ряд принципиальных положений в этой области, в частности по авариям. Цитата из этой книги, где

Г-н Танги является Генеральным инспектором по вопросам надежности и безопасности фирмы „Электрисите де Франс“ (EDF), Париж. Его статья подготовлена на основе выступления в МАГАТЭ в 1987 г.

* *The Technology of Nuclear Reactor Safety* опубликована в 1964 г. Издательством Массачусетского технологического института под редакцией Томсона и Бекерли.

рассматриваются общие выводы об аварии, происшедшей в январе 1961 г. на испытательном реакторе SL1 мощностью 3 МВт, после Чернобыльской аварии повторялась неоднократно:

„Большая часть аварий связана с ошибками в проектировании, ошибками приборов и ошибками оператора или руководителей. Авария на SL1 является наглядным уроком всех этих ошибок. Было немало дискуссий об этой аварии, ее причинах и уроках, но мало внимания уделялось человеческим факторам ее причин. Наблюдается тенденция рассматривать только то, что произошло, и указывать на дефекты в системе без осмысления причин случившегося, почему были приняты именно те, а не иные решения. В анализах после аварии должна рассматриваться ситуация и те затруднительные обстоятельства, в которых находился персонал перед аварией”.

АЭС в Колдер-Холле — первая в мире крупномасштабная атомная энергетическая станция, официальное открытие которой состоялось в 1956 г. на территории завода в Уиндскейле, Камбрия, Великобритания. (Фото: UKAEA)



Это суждение сохраняет свое значение и в настоящее время и может оказаться полезным в оценке действующих правил по безопасности.

Основная идея данной статьи находится на первой странице упомянутой выше книги, где идет речь об эволюции ядерной энергии, происходившей в течение десятилетних периодов.

Это хорошая концепция, так как для каждого 10-летнего периода характерны специфические аспекты безопасности, которым уделяется основное внимание. Конец каждого такого периода может быть отмечен ограниченным числом событий, имеющих большое значение в области безопасности, и знаменовать собой начало новой эры в развитии вопросов безопасности. Совершенно ясно, что 1979 г., когда произошла авария на АЭС Три-Майл-Айленд (ТМА), и 1986 г., когда произошла Чернобыльская авария, являются такими точками отсчета. Создание МАГАТЭ в 1957 г. также является поворотным событием.



Вопросы безопасности являются ключевыми элементами в проектировании атомных энергетических установок. (Фото: UKAEA)

Предистория" безопасности

В 1947 г. произошло первое событие, имевшее большое значение в области безопасности, которое было отмечено Дэвидом Окrentом в его книге *Вопросы безопасности ядерных реакторов в истории регламентирующего процесса*.^{*} Упоминание об этом событии открывает главу об исторических процессах в книге *Технология безопасности ядерных реакторов*:

„На своем первом заседании в 1947 г. Комитет по вопросам безопасности реакторов рассмотрел первое предложение о противоаварийной оболочке реактора. Начиная с этого момента, концепции противоаварийной оболочки для защиты населения отводятся важная роль в вопросах безопасности реакторов в Соединенных Штатах”.

И по настоящий момент она остается одним из центральных пунктов при оценке безопасности реактора.

На самом деле, как отмечается в книге, история начинается еще раньше:

„Вопросам безопасности придавалось очень важное значение с самого начала разработки ядерных реакторов. 2 декабря 1942 г. незадолго до того момента по предположениям реактор должен был достигнуть критичности, Ферми заметил все возрастающее напряжение коллектива. Для того, чтобы операция прошла в спокойной и сдержанной обстановке, он приказал закончить эксперимент и всем отправиться на ленч. При таком приоритетном отношении к вопросам безопасности с самого начала неудивительно, что в эксплуатации реакторов до настоящего времени (1964 г.) не было неприятных происшествий”.

Может быть, нам не хватает на многих установках культуры безопасности такого руководителя, так как большая часть так называемых ненормальных ситуаций приходится на время пуска реактора после остановки для перегрузки топлива или технического обслуживания. Это такой момент, когда желание вывести установку на мощность как можно скорее заставляет людей, отвечающих за

пуск, не останавливаться перед небольшими трудностями, пока они не попадут в более серьезные неприятности.

По случайному совпадению в 1957 г. произошла авария в Уиндскейле с первым и, до Чернобыльской аварии, единственным крупномасштабным выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду: 20 000 кюри йода. Эта авария и ее потенциальные долговременные последствия стали предметом возобновившихся дебатов после Чернобыльской аварии.

Отчет WASH-740 был первым документом, в котором давалась оценка максимальных последствий крупной аварии на реакторе без противоаварийной оболочки. Он стал основой для пределов денежных обязательств, которые нужно было включить в Закон Андерсона о ценах, определяющий положения договора о страховании ядерных энергетических установок в Соединенных Штатах Америки.

Много лет спустя в конце 1966 г. появилась переработанная версия этого отчета, но она не получила такой широкой известности. Когда речь заходила о последствиях очень крупной ядерной аварии, то, в первую очередь, упоминался отчет WASH-740 до появления отчета Расмуссена (в 1975 г.) и до Чернобыльской аварии.

Согласно Окrentу в первые годы приоритет в вопросах безопасности отдавался этапу проектирования установки, на других же этапах – строительство и эксплуатация – ему уделялось меньше внимания. Комиссия по атомной энергии США (КАЭ) подготовила первый вариант общих критериев проектирования в 1965 г. Но только второй вариант 1967 г. после обсуждения в Консультативном комитете по безопасности реакторов (ККБР) включает важные положения, сохранившие свое значение до настоящего времени. Подготовка этих критериев представляет собой решительный шаг в детерминистическом подходе к вопросам безопасности. Показательно, что в том же году впервые на

^{*} Nuclear Reactor Safety on the History of the Regulatory Process.

международном совещании в Вене, Австрия, была выдвинута идея вероятностной оценки безопасности (ВОВ). Разработка этой идеи приобрела очень широкие масштабы.

До 1957 г. вопросы безопасности не получили полного признания вне зависимости от ядерных разработок. Это произошло намного позже. Поэтому „предистория” – очень удобный термин. Вопросы безопасности уже приобрели значение первостепенной важности для организаций, занятых разработками в области ядерной энергии в мирных целях, но не стали еще полностью автономными. В своей статье „Прогресс в ядерной безопасности” Франсуа Конье отмечает, что на первых двух Женевских конференциях в 1955 и 1958 гг. не было специального заседания посвященного вопросам безопасности*. К периоду „предистории” в США относятся три важных разработки по вопросам безопасности. По мнению Дэвида Окрента первое официальное заявление о философии Комиссии по атомной энергии по вопросам безопасности было сделано в 1953 г. Эдвардом Теллером, бывшим председателем Комитета по безопасности реакторов:

„По общепринятому мнению основная опасность ядерного реактора заключается в возможности его взрыва. Однако необходимо отметить, что такой взрыв, хотя и возможен, по всей вероятности, причинит вред только непосредственному окружению и, вероятно, его разрушающее действие будет ограничено только помещением для операторов. Гораздо большую опасность для населения представляет тот факт, что ядерная установка содержит радиоактивные вещества. При ядерной аварии радиоактивные вещества могут быть выброшены в атмосферу или в систему водоснабжения. Фактически они будут сохранять опасную концентрацию даже после того, как их отнесет ветром на расстояние до 10 миль. Определенная опасность может, по всей вероятности, сохраниться на расстояниях до 100 миль.”

Это было сказано за 33 года до Чернобыльской аварии.

Второе решение связано с приближенным методом определения вокруг установки радиуса в милях, за пределы которого возможна эвакуация:

$$R = 0,01 \sqrt{P},$$

где P – энергия в тепловых киловаттах.

Согласно этой формуле радиус для 1000 МВт (эл.) равен 17,3 мили, что составляет примерно 30 км. Этот приближенный метод был принят в 1950 г. за 36 лет до Чернобыльской аварии.

И, наконец, в 1953 г. было объявлено о вводе в эксплуатацию первой гражданской атомной энергетической установки в Шиппингпорте: вокруг реактора было сооружено здание противоаварийной оболочки. Были учтены три основных аспекта безопасности, которые считались доминирующими в последующие годы: предотвращение аварий, ограничение последствий с помощью противоаварийной оболочки и разработка мер на случай аварийной ситуации.

Период с 1957 по 1967 г.: Безопасность проекта

Доминирующим аспектом безопасности в этот период, которому придается огромное значение, является безопасность проекта. Большая часть концепций, которые еще продолжают использоваться в наше время, была разработана в те годы, включая основные функции безопасности: контролирование цепной реакции; охлаждение активной зоны и заключение в противоаварийную оболочку радиоактивных материалов. Были разработаны концепция многоступенчатой, с обязательным дублированием для удовлетворения критерия одного отказа и концепция постулированных иницирующих событий для определения мер безопасности проекта. Несмотря на возможность появления непредвиденных серьезных обстоятельств, наиболее экстремальные внешние события, такие как землетрясения и наводнения, были учтены в тот период.

В подходе Комиссии по атомной энергии использовалась концепция „максимально возможной аварии”, впервые представленная в 1959 г. Эта концепция не получила всеобщего признания.

Во Франции большое внимание уделялось многобарьерной системе, отделяющей радиоактивные материалы от окружающей среды, и оценке возможных опасностей для этих барьеров.

Мне хотелось бы напомнить о некоторых технических решениях, которые широко обсуждались в то время и сохранили какое-то значение до настоящего момента. Вопрос о целостности сосуда под давлением рассматривался в связи с подходом по безопасности, основанном на предотвращении аварий и на ограничении их последствий в случае, когда они произойдут. Такой подход был прекрасным для проекта с трубами под давлением, где приоритет отдавался вопросу предотвращения разрыва труб; но нужно было также показать, что распространение разрыва на другие трубы не приведет к неприемлемым последствиям аварии. Далее возникла проблема, нужно ли сооружать противоаварийную оболочку для предотвращения последствий разрушения сосуда под давлением? На этот вопрос легко было дать ответ в случае с газоохлаждаемыми реакторами, где не было необходимости в противоаварийной оболочке, чтобы последствия гипотетической аварии оказались на приемлемом уровне.

Обсуждение было более трудным для реакторов LWR. После того, как Комиссия по атомной энергии определила такую аварию как „маловероятную”, в докладе британских экспертов за 1964 г. был сделан вывод, что быстрый разрыв сосуда под давлением возможен при температурах выше номинального предела перехода хрупкость-пластичность в интервале эксплуатационных температур, при котором внезапный разрыв, считался невозможным. В 1965 г. в США начались работы по специфической программе исследований, которые продолжались почти десять лет. Программа испытаний тяжелых стальных секций, проведенная в Оксиджской национальной лаборатории, показала, что при эксплуатационных температурах толстые стальные стенки сосудов под давлением остаются очень прочными и не подвержены резкому разрыву.

Одновременно были внесены значительные изменения в коды и стандарты, начиная с анализа

* Статья на французском языке в *Revue Générale Nucléaire*, № 1, 1984 г.

напряжений до инспекции во время работы реактора. Наконец было принято решение, что риск крупного разрушения в связи с попаданием ракеты, которая может повредить противоаварийную оболочку, является незначительным. Несколько лет спустя в отчете Расмуссена этот вывод был подтвержден.

Другое техническое решение связано с риском, возникающим с колебаниями уровней реактивности. Были проведены широкие исследования и разработки по изучению кинетики реактора, включая различные коэффициенты реактивности, неустойчивости ксенона, а для реакторов с жидким замедлителем – эффекты пустот. В этот период было проведено большое количество важных экспериментов, в том числе программа SPERT по реакторам LWR в Айдахо-Фоллс.

В последующие годы колебания реактивности продолжали оставаться темой многих исследований, связанных в частности с механизмом повреждения топливных элементов, на многих исследовательских установках в США, Японии и Франции и для нескольких типов реакторов.

Необходимо отметить, что именно в конце этого первого периода была исключена возможность размещения реакторов на территории городов. Впервые этот вопрос возник в 1963 г. в США в связи с заявкой на площадку для строительства АЭС в Равенсвуде с двумя реакторами PWR мощностью около 600 Мвт (эл.) каждый в районе Баро оф Квинс в Нью-Йорке вдоль реки Ист-Ривер с тремя миллионами населения в радиусе 5 миль ночью, и пятью с половиной миллионами населения днем. Заявка была отклонена. Официальная причина отказа не была связана с вопросами безопасности, а объяснялась возможностью получения более дешевой энергии с полуострова Лабрадор.

Аналогичные дебаты имели место несколько лет спустя в Федеративной Республике Германии при обсуждении проекта в Людвигсхафене, для которого были предусмотрены специальные меры предосторожности в случае разрыва сосуда под давлением. Наконец, несмотря на то, что со стороны промышленности наблюдалось сильное давление в пользу размещения АЭС в пределах городов (например, в США Институт электричества имени Эдисона дал в 1967 г. такое заключение: «размещение ядерных энергетических установок в районах городов должно стать ключевым фактором в проектировании наших будущих систем электроснабжения»), существует единодушное мнение необходимости удаления АЭС за пределы городов из-за существующей опасной связи между расплавлением активной зоны и разрывом противоаварийной оболочки.

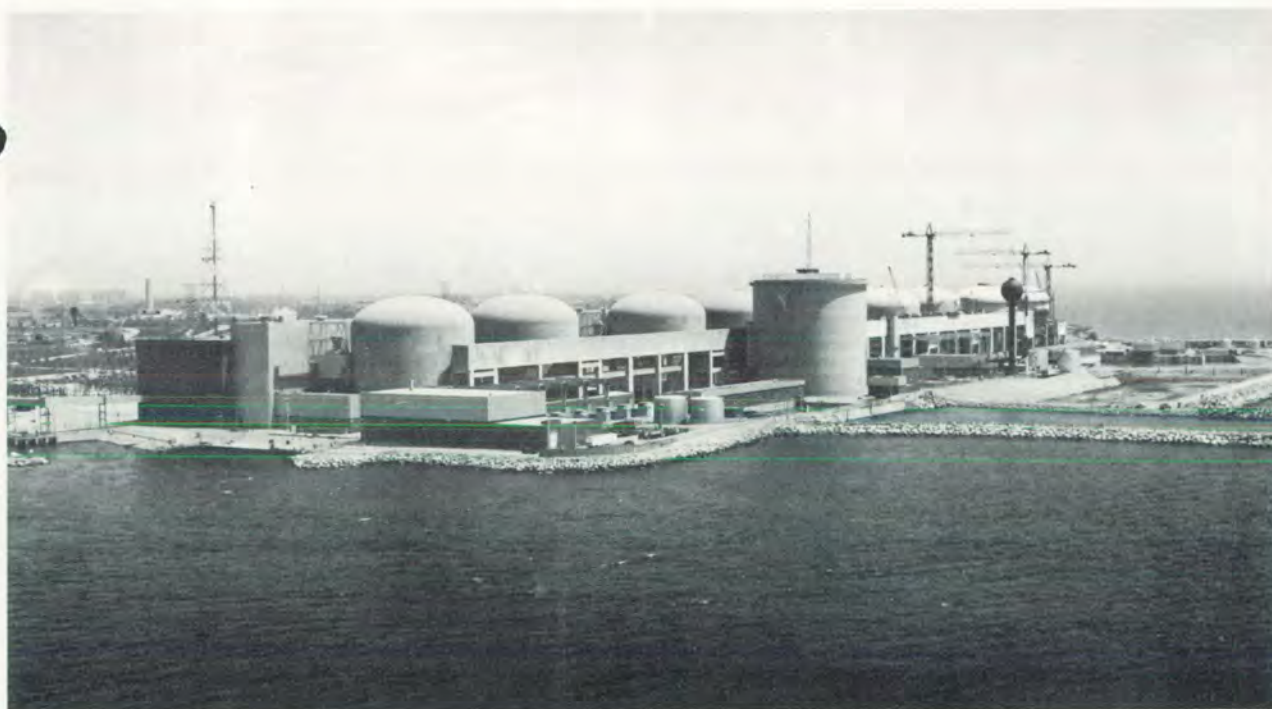
Период с 1967 по 1979 г.: Безопасность при строительстве

В течение второго периода, начиная с 1967 г. и до аварии на АЭС Три Майл Айленд, основное внимание уделялось безопасности строительства. Это, может быть, было чрезмерным, так как большая часть вопросов в области безопасности была уже учтена при разработке проекта. Тем не менее в это время был введен один ключевой аспект безопасности: обеспечение качества.

Значение безопасности на стадии строительства всегда признавалось. В книге *Технология безопасности ядерных реакторов* в 1964 г. отмечалось:

„В связи с тем, что многие реакторные проекты испытывали трудности из-за недостаточной квалификации рабочих, дефектов материалов и других

АЭС Пикеринг на стадии завершения строительства в конце 60-х годов.





Авария на АЭС Три Майл Айленд выдвинула на первый план вопросы эксплуатационной безопасности. (Фото: GPU)

строительных проблем, важность этого этапа (стадия строительства) не может быть переоценена. Выполнение проекта сооружения реактора, если оно не будет соответствующим образом проведено, может свести к нулю все меры безопасности. Относительно руководства проектом следует лишь отметить, что оно имеет очень большое значение для поддержания самых высоких стандартов в строительстве и установке оборудования".

Позднее этому вопросу будет уделено много внимания, так же, как и проблеме обеспечения качества, о которой написано больше статей, чем о всем регламентирующем процессе. Теперь эта концепция признана всеми, даже если ее воплощение связано с решением определенных проблем.

Необходимо констатировать, что наряду с обеспечением качества сама концепция безопасности проекта претерпела в эти годы значительную эволюцию. Важно отметить, что в течение этого периода полностью оформились и начали свою работу независимые регламентирующие органы. В 1974 г. в США в соответствии с Законом о реорганизации энергетической структуры была создана Комиссия по ядерному регулированию (КЯР). Еще раньше в 1970 г. КАЭ США начала программу разработки руководств по безопасности (позже переименованных в регламентирующие руководства) с целью применения критериев безопасности в проектировании.

Во Франции в 1973 г. ответственность за вопросы безопасности была передана Комиссариатом по атомной энергии (КАЭ) Центральной службе по

обеспечению безопасности ядерных установок (ЦСОБЯУ). В Великобритании в 1975 г. был создан Инспекторат ядерных установок (ИЯУ) при Главном инспекторе по вопросам здравоохранения и безопасности.

В течение этого периода рассматривались многие аспекты безопасности проекта. Один специфический аспект данной проблемы связан с реактором-размножителем на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем. После аварии Бете-Тейт большое внимание уделялось гипотетической аварии вследствие разрушения активной зоны (ГАРАЗ). Гипотетическая авария включала расплавление активной зоны в связи с потерей теплоносителя и невозможностью быстрой остановки реактора (прекращения цепной реакции), сопровождающееся различными энергетическими явлениями. Хотя события, связанные с расплавлением активной зоны, для реакторов других типов подробно не обсуждались в процессе лицензирования, гипотетическая авария с разрушением активной зоны рассматривалась для быстрых реакторов, для которых отрицательный коэффициент реактивности и высокая тепловая инерция обычно считались благоприятными. Здесь очевидна явная непоследовательность. Но до аварии на АЭС Три Майл Айленд проводились многочисленные дебаты о расплавлении активной зоны на реакторах LWR (китайский синдром) и имеющие важное значение исследования, например, в Федеративной Республике Германии.

Для реакторов LWR техническое решение об аварии с потерей теплоносителя стало основной проблемой. Результаты проведения исследований показали в 1971 г., что при определенных условиях, связанных с разрывом трубопровода, большая часть воды может скорее уйти из сосуда реактора, чем сразу же затопить активную зону. Техническое решение о так называемой системе охлаждения активной зоны в случае аварии было наиболее противоречивым, что использовалось участниками движения против сооружения АЭС. В этом решении большое внимание уделялось разрыву больших трубопроводов — так называемому гильотинному разрыву — и, к сожалению, уделялось меньше внимания более вероятным малым и средним разрывам — хотя в отчете Расмуссена ясно сказано, что это наиболее вероятные последствия риска. Авария на АЭС Три Майл Айленд к несчастью подтвердила правильность технических решений в области безопасности.

Среди многих других вопросов по безопасности, обсуждаемых в этот период, большое значение придавалось решению проблемы пожара, который являлся потенциальным источником озабоченности в области безопасности по меньшей мере в течение десятилетия до аварии на АЭС Браунс-Ферри в США в 1975 г. Этот случай заставил регламентирующие органы США провести большую работу и установить новые требования. Были приняты технические решения по эксплуатационной безопасности, также имеющие большое значение.

Наконец, этот период характеризуется также публикацией в 1975 г. отчета Расмуссена WASH-1400. Если отбросить в сторону противоречивые мнения о его кратких выводах и то, что он широко использовался в общественных дебатах, то

остается главная мысль — единодушно принятая концепция о выгодах в области безопасности, которые могут быть получены от вероятного подхода, используемого как дополнение к детерминистическому подходу, применяемому в проектировании. Эта концепция получила признание во всех странах мира. В отрывке из письма Консультативного комитета по безопасности реакторов, приведенного в книге Окрента, сформулировано это единодушное мнение:

„Исследование по безопасности реакторов представляет собой ценный вклад в понимание безопасности реакторов LWR с точки зрения классификации гипотетических аварий, выявления потенциальных слабых звеньев и стремления разработать сравнительные и количественные методы оценки риска. . . Методология должна быть использована для других типов и конструкций реакторов, других условий площадки и других условий по инициированию аварии и последствий”.

28 марта 1979 г. положение в области безопасности реакторов в целом казалось удовлетворительным. Подход к вопросам безопасности был логически обоснованным и не было серьезных нерешенных проблем. В опровержение того, что говорилось позднее, случаи крупных аварий не исключались. Вероятностная оценка действительно подтверждает, что их вероятность мала и что можно ожидать сильного ослабляющего эффекта от противоаварийной оболочки, которая значительно снизит возможность крупных радиологических последствий для населения и окружающей среды. В действительности некоторые члены ядерного сообщества были даже убеждены, что ядерные энергетические установки не просто безопасны, но и слишком безопасны.

Очевидно тогда не обратили внимания на то, что с течением времени ядерные энергетические установки изменялись, а их энергетическая мощность возрастала. Тепловые уровни радиоактивного распада становились гораздо выше. Были разработаны дополнительные инженерные меры безопасности, чтобы снизить вероятность аварий, но проекты АЭС все больше усложнялись. Появились цепочки связи возможных отказов различных систем с точки зрения безопасности. И что более важно, большинство проводимых дискуссий посвящалось вопросам проектирования, а безопасности эксплуатации и человеческому фактору не уделялось достаточного внимания.

Период с 1979 по 1986 г.: Безопасность эксплуатации

Третий период является наиболее известным и связан с уроками аварии на АЭС Три Майл Айленд. Эти уроки в большинстве стран получили еще большую известность после Чернобыльской аварии. Только после аварии на ТМА вопросам безопасности эксплуатации стали уделять внимание, которого они заслуживали. Многие значительные аспекты безопасности сыграли роль в произошедшей аварии, включая важность адекватных процедур эксплуатации, необходимость соответствующего обучения персонала, необходимое совершенствование связи человек—машина, значение изучения предшествующего опыта эксплуатации, требование по разработке эффективных планов на



Оценка готовности к аварийной ситуации на одной из АЭС США. (Фото: INPO)

случай аварийных ситуаций, опасность формирования не совсем адекватных коллективов на всех уровнях организации эксплуатации. Эти аспекты безопасности пользуются в настоящее время должным вниманием в большинстве стран. Важным свидетельством этого является создание Института по вопросам эксплуатации ядерных энергетических установок (INPO) в США.

В этот же период были использованы, наконец, на практике методы вероятностного анализа с целью повышения уровня безопасности. Типичным примером является критерий единичного отказа, очень полезный при проектировании, но недостаточный. Возникают случаи, когда нужно принимать во внимание полное отсутствие дублирующих систем безопасности, если соответствующие последствия велики — эффект „края скалы”. Единственным средством решения вопроса является метод вероятностной оценки безопасности (ВОБ). Сложные вопросы безопасности, такие как, например, общее затемнение (потеря всех источников электроэнергии, внешних и внутренних, для установки) и предполагаемый переход без быстрого выключения были решены с помощью ВОБ.

„Задачи безопасности” должны быть учтены пусть даже косвенным образом при принятии решений. Опыт прошлого позволяет прийти к выводу, что с самого начала проводилась сознательная политика по обеспечению большей безопасности ядерных энергетических реакторов по сравнению с другими промышленными или технологическими предприятиями. Многие страны пытались перевести

эту общую задачу в рамки ограниченных вероятностей вредных последствий аварии. Это не легкая концепция, и даже, если многие придут к единому мнению о масштабах некоторых задач безопасности, еще более трудной будет дискуссия по их практическому применению.

Наконец, несомненно, что этот период свидетельствует о значительном прогрессе в области безопасности ядерных энергетических установок. Чернобыльская трагедия не противоречит этому утверждению, а заставляет нас провести новый полный пересмотр нашей философии и практики безопасности.

Период с 1986 г. и далее: Международная безопасность

Никто не знает, каковы будут основные тенденции в области безопасности в течение последующего десятилетия. Модные концепции, такие, например, как внутренне присущая безопасность, по всей вероятности, не найдут должного применения; но международные аспекты безопасности, несомненно, получают значительное развитие.

Мы не ждали 1986 г. для установления интенсивных связей международного сотрудничества по вопросам безопасности. Отдавая должное роли МАГАТЭ, мы могли бы привести многие другие примеры плодотворного сотрудничества в области безопасности других международных организаций, таких как Агентство по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР), а также сотрудничество в соответствии с двусторонними и многосторонними соглашениями.

Они охватывают все аспекты ядерной безопасности: от вопросов регламентирования до обмена опытом по эксплуатации реакторов, включая исследования по безопасности. Значительный прогресс по вопросам безопасности в прошлом является результатом общих исследовательских программ, слишком многочисленных, чтобы заниматься их перечислением в данной статье.

Программа МАГАТЭ в области ядерной безопасности. Авторы Устава МАГАТЭ возложили на Агентство задачу „стремиться к достижению более быстрого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире“. Эти слова очень часто повторялись в первые дни существования Агентства. С их помощью авторы стремились подчеркнуть стимулирующую роль Агентства в области атомной энергии для получения электричества. Однако в то же самое время Агентству предназначалась особая миссия в области безопасности.

Агентство не имеет регламентирующей власти; ему предоставлено только право обеспечивать услуги по консультативной деятельности. Единственное исключение составляют проекты по технической помощи, когда оно должно соблюдать свои собственные нормы безопасности в дополнение к установленным национальными регламентирующими органами или организациями, занимающимися вопросами безопасности, если эти нормы не вступают в противоречие.

Агентство было создано в тот момент, когда существовало очень мало атомных энергетических

станций, а ресурсы, выделяемые на программы по ядерной безопасности, были ограниченными. Национальные административные органы возглавляли работы по разработке норм, что отражало степень их связей с атомной энергией. Агентство уделяло также очень большое внимание деятельности, при которой необходимы были международные соглашения.

Например, в 60-х годах были разработаны хорошо известные „правила“ перевозки радиоактивных материалов через международные границы. Эти правила нашли широкое применение в качестве основы для разработки национального законодательства, и были приняты органами, которые действительно обладают правами регламентирующей власти. Агентство работало в тесном сотрудничестве с такими организациями как Центральная комиссия навигации по Рейну, Центральное бюро международных железных дорог, ЕВРАТОМ, Межправительственная морская консультативная организация, Международная авиатранспортная ассоциация, Всемирный почтовый союз, Всемирная организация здравоохранения.

В 70-х годах увеличилось количество проектов по ядерным энергетическим установкам и возникла необходимость в согласовании различных национальных норм и регламентирующих требований не только в области транспорта, но и по другим аспектам ядерной безопасности, что было бы полезно для развития международной торговли в области услуг и оборудования атомных энергетических установок. Поэтому Агентство начало разработку всеобъемлющего свода пособий по нормам безопасности ядерных установок. В конечном итоге эта работа обеспечила публикацию 60 документов Программы по разработке норм безопасности атомных электростанций (ПРНБ АЭС), в которых рассматриваются вопросы выбора площадок, проектирования, строительства, эксплуатации и обеспечения качества.

Авария на АЭС Три Майл Айленд и изменившаяся ситуация в мире в области энергии привели к уменьшению количества заказов на новые ядерные установки. Агентство переориентировало свои программы с тем, чтобы уделить повышенное внимание вопросам безопасности эксплуатации. В 1982 г. оно переработало Основные нормы безопасности на основе рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) по оптимизации доз. В это же время оно опубликовало большое количество технических руководств, в которых рассматриваются вопросы защиты от излучения персонала АЭС и населения, а также вопросы эффективного планирования и готовности на случай аварийной ситуации.

С самого начала Агентство выполняло ряд миссий помощи для государств-членов, особенно в связи с услугами и помощью по программам технического сотрудничества. Благодаря этим миссиям развивающиеся страны могли получить помощь в виде консультаций экспертов. Для удовлетворения все возрастающих запросов государств-членов Агентство объявило в 1972 г. об организации миссий по Интегрированной оценке безопасности исследовательских реакторов (INSARR), многие из которых находятся в развивающихся странах.

В 1983 г. Агентство официально предложило услуги Групп по рассмотрению эксплуатационной безопасности (OSART). Миссии OSART проводят полезные консультации для операторов ядерных энергетических установок и организуют обмен мнениями по улучшению мер безопасности на рабочем уровне. После Чернобыльской аварии объемы программы OSART значительно возросли; в настоящее время Агентство направляет на места по меньшей мере одну группу в месяц.

В том же 1983 г. Агентство создало Международную систему оповещения об инцидентах на АЭС (IRS), чтобы дать возможность операторам всех участвующих стран извлечь определенную пользу от „полученных уроков“. Эта система дополняет аналогичную, созданную и руководимую Агентствам по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР). В частности она включает установки стран, не входящих в систему ОЭСР. В настоящее время эта система расширяется, чтобы увеличить количество „значительных событий“, что позволит провести более эффективный и своевременный анализ событий. Созданы группы для оценки важных для безопасности событий (ASSET), чтобы сразу же на месте провести серьезный анализ опыта эксплуатации ядерных энергетических установок с точки зрения безопасности, уделяя особое внимание связи человек-машина и человеческим факторам.

В 1985 г. Агентство создало Международную консультативную группу по ядерной безопасности (INSAG) с целью рассмотрения деятельности Агентства в области ядерной безопасности и выработки рекомендаций в отношении его программы на будущее. Группа очень подробно изучила данные и анализы, подготовленные для совещания о последствиях аварии, проведенного в Вене в 1986 г., в качестве отклика на Чернобыльскую аварию.

Агентство также предлагает миссии Консультативной группы по радиационной защите (RAPAT) для оказания помощи государствам, не имеющим атомной программы, в создании возможностей по защите от излучения; расширяются также возможности подготовки специалистов в этой области.

Какому вопросу уделяется самое большое внимание сегодня?

В настоящий момент акцент в работе по ядерной безопасности перемещается с вопросов по разработке норм и обеспечения качества на вопросы по предотвращению аварий путем повышения уровня эксплуатационной безопасности и ликвидации аварий. Ликвидация аварийной ситуации имеет три аспекта: управление событиями аварии; целостность противоаварийной оболочки и готовность на случай аварии.

Кроме того, вопросы создания сетей мониторинга и определения уровней вмешательства (которые показывают на национальном уровне, что население может быть эффективно защищено против последствий серьезных аварий) должны быть включены в многонациональные и межагентские проекты.

Наконец, необходимо отметить, что с самого начала приоритетным вопросом в области безопасности был вопрос предотвращения аварий, в особенности крупных аварий. Соответственно нужно разработать меры по готовности к авариям, если они будут иметь место, но нам хотелось бы сохранить уверенность, что можно избежать аварий, если мы учтем уроки и 30-летний опыт работы в области ядерной безопасности.

