

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mikaelian L.A. Neutrino laboratory in the atomic plant. — In: Proc. Intern. Conf. «Neutrino 77». Moscow: Nauka, 1978, v. 2, p. 383—385.
2. Боровой А.А., Микаэлян Л.А. Возможности практического использования нейтрино. — Атомная энергия, 1978, т. 44, вып. 6, с. 508—511.
3. Коровкин В.А., Коданев С.А., Яричин А.Д. и др. Измерение выгорания ядерного топлива в реакторе по нейтринному излучению. — Там же, 1984, т. 56, вып. 4, с. 214—218.
4. Коровкин В.А., Коданев С.А., Пашащенко Н.С. и др. Измерение энерговыработки энергетического реактора методом регистрации нейтрино. — Там же, 1988, т. 65, вып. 3, с. 169—173.
5. Климов Ю.В., Копейкин В.И., Микаэлян Л.А. и др. Измерение спектра электронных антинейтрино ядерного реактора. — Ядерная физика, 1990, т. 52, вып. 6, с. 1574—1582.
6. Копейкин В.И. Энергия, выделяющаяся на акт деления урана и плутония в ядерном реакторе: Препринт ИАЭ-4305/2, 1986.
7. Климов Ю.В., Копейкин В.И., Микаэлян Л.А. и др. Измерение вариаций сечения реакции  $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$  в потоке  $\bar{\nu}_e$  от реактора. — Ядерная физика, 1990, т. 51, вып. 2, с. 401—405.
8. Копейкин В.И. Спектры электронов и антинейтрино от осколков деления  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$  тепловыми и  $^{238}\text{U}$  быстрыми нейтронами. — Там же, 1980, т. 32, с. 1507—1513.
9. Vogel P., Shenter G., Mann F., Shenter E. Reactor antineutrino spectra and their application to antineutrino induced reactions. — Phys. Rev., 1981, v. 24 C, № 4, p. 1543—1552.
10. Кувшинников А.А., Микаэлян Л.А., Николаев С.В. и др. Прецизионное измерение сечения реакции  $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$  на реакторе Ровенской АЭС. — Письма в ЖЭТФ, 1991, т. 54, вып. 5, с. 259—262.

Поступила в Редакцию 12.07.93

УДК 621.039.58

## СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ПРАВИЛ И НОРМ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

*Ковалевич О.М., Букринский А.М., Слуцкер В.П.*

*(НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России), Владыков Г.М. (ФЭИ)*

Место и роль системы правил и норм в обеспечении безопасности использования атомной энергии известны. Впитывая десятилетиями достижения науки и техники, положительный и печальный практический опыт, собственный и мировой, она создает национальную и международную основу для безопасного применения атомной энергии. В то же время любые инциденты на ядерно- и радиационно опасных объектах ставят под сомнение если не наличие, то эффективность национальной нормативной базы. В связи с этим более широкое знакомство общественности с такими правилами и нормами может оказать положительное влияние на развитие ядерной энергетики.

В основном система правил и норм малоизвестна даже научной общественности России, не говоря уже о более широкой общественности и средствах массовой информации. Смутное представление о нормативной базе бывшего СССР, а теперь России, об ее эволюции и полноте имеют общественность и специалисты зарубежных стран. Мы далеки от намерений идеализировать состояние дел, учитывая специфику формирования отрасли в бывшем СССР и нынешнее политическое и экономическое состояние России. Но вместе с тем не можем согласиться с безапелляционными утверждениями, встречающимися в нашей и зарубежной прессе, об отсутствии или «слабых стандартах» обеспечения безопасности при использовании атомной энергии в России. Вопрос не столько в слабости нормативной базы, сколько в значительной степени в возможности и желании выполнять необходимые требования участниками процесса использования атомной энергии.

За последние 10—15 лет состояние и направленность развития нормативной базы обеспечения безопасности ядерной энергетики неоднократно освещали в печати и на

международных конференциях [1—3]. Настоящая статья продолжает эту линию с освещением наиболее существенных моментов нынешнего состояния дел в России.

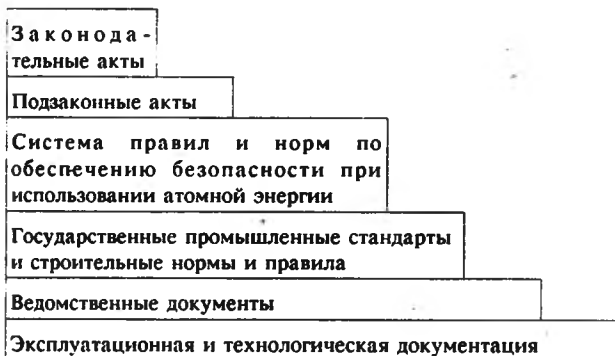
Место системы правил и норм в комплексе нормативных актов. Система правил и норм в обеспечении безопасности использования атомной энергии есть только часть комплекса нормативных актов и нормативных документов (см. рисунок). Для нормального функционирования комплекса необходима четкая формулировка задач документов каждого уровня.

Система правил и норм не только фиксирует технические требования к ядерной установке (что и как делать), но и регулирует организацию процесса взаимодействия между многочисленными участниками процесса использования атомной энергии (кому что делать). Базой для выработки технических требований являются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, опыт эксплуатации ядерных установок, а также других установок, связанных с применением атомной энергии. Основой для регулирования организационных аспектов является законодательная база.

В отличие от многих стран, где в 50—60-х годах были приняты основные законодательные акты, в нашей стране проекты закона по использованию атомной энергии были внесены на рассмотрение Верховного Совета России только в 1992 г. Это и заставило в значительной степени внутри системы правил и норм решать организационные аспекты нормирования. В некоторой степени этот пробел закрывают утверждаемые положения о государственных органах управления и надзора, фиксировавшие функции соответствующих органов и разделение обязанностей между ними. Но поздние сроки формирования надзорных органов (Госатомэнергонадзор СССР был организован в 1984 г.), их раздробленность на первых этапах и частая трансформация в последние годы препятствовали созданию хорошей основы в этом направлении.

В настоящее время приняты три закона России, регламентирующие часть вопросов, связанных с обеспечением радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды: о безопасности, охране окружающей природной среды, санитарно-эпидемиологическом благополучии населения. В стадии разработки и рассмотрения находятся законы об использовании атомной энергии, государственной политике в области обращения с радиоактивными отходами, радиационной безопасности населения, статусе территорий, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС и других радиационных аварий и катастроф или подверженных риску радиоактивного загрязнения. Разрабатываются законы об обеспечении безопасности ядерного оружия, государственном страховании атомного риска и специальном страховом фонде, гражданско-правовой ответственности за ядерный ущерб, предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий, организации аварийно-спасательной службы и статусе спасателей.

К сожалению, принятие основного закона — закона об использовании атомной энергии постоянно откладывается по причине общей социально-политической ситуа-



Структура комплекса нормативных актов и нормативных документов, регламентирующих деятельность при использовании атомной энергии

ции в стране и связанного с этим неодинакового отношения различных структур отрасли и ответственности к будущим правовым основам развития атомной промышленности в стране. Однако такая большая программа разработки серии взаимосвязанных законов не может не вызвать беспокойства по поводу их достаточной согласованности и непротиворечивости между собой.

Объекты нормирования. За более чем 40-летний период ис-

пользования атомной энергии подлежащие государственному нормированию области постоянно расширяются. Защита человека и окружающей среды от воздействия ионизирующего излучения и радиоактивных веществ рассматривалась в качестве первоочередной задачи нормирования. Развивавшиеся в количественном и качественном отношении ядерно- и радиационно опасные объекты в силу специфики их применения имеют разную историю нормирования, что не могло не отразиться на состоянии нормативной базы, регламентирующей деятельность на этих объектах. В настоящее время в поле зрения Госатомнадзора России и других органов надзора можно выделить следующие группы таких объектов: атомные станции и исследовательские реакторы, топливный цикл, радиоактивные вещества и изделия на их основе, ядерные и энергетические установки для судовых и корабельных установок, ядерное оружие.

Атомные станции, а также радиоактивные вещества и изделия на их основе, исследовательские реакторы являются первыми объектами государственного нормирования. Объекты топливного цикла, ядерные энергетические установки для ВМФ так же, как и ядерное оружие, развивались на основе ведомственной нормативной документации, и только сейчас эти объекты выходят на уровень независимого государственного регулирования и надзора. Следует отметить, что именно эти объекты определяют сейчас значительную часть радиационной опасности в стране. Создание нормативной базы для них с учетом достигнутого уровня понимания обеспечения безопасности является одной из первоочередных задач Госатомнадзора России.

Требования по защите человека и окружающей среды. Нормирование, связанное с защитой человека и окружающей среды от воздействия радиации, начало формироваться в числе первых при использовании атомной энергии в виде норм радиационной безопасности и некоторых других связанных с этим документов. В основном они следовали рекомендациям Международной комиссии по радиационной защите, хотя здесь и были отдельные отличия. Основные годовые дозовые пределы облучения, принятые в этих документах, имеют следующие значения: предельно допустимая доза для персонала (категория А) 5 бэр, предел дозы для ограниченной части населения (категория Б) 0,5 бэр, предел дозы облучения населения, проживающего вблизи АС, на первую группу критических органов за счет газоаэрозольных выбросов 0,02, жидких сбросов 0,005 бэр.

Существенным развитием проблемы и испытанием для специалистов стала необходимость в связи с аварией на Чернобыльской АЭС определить предельно допустимую дозу облучения человека за всю жизнь и связанное с этим допустимое загрязнение поверхности, предельно допустимую концентрацию радиоактивных веществ, содержащихся в продуктах питания, а также другие факторы, определяющие воздействие радиации на человека. Предложенное среднее значение облучения человека 35 бэр за 70 лет вызвало много критических замечаний со стороны общественности, однако оно находится в соответствии с международными рекомендациями и одобрено зарубежными специалистами.

Развитие требований к атомным станциям. Правила и нормы, регламентирующие безопасность атомных станций, а также исследовательских реакторов, начали развиваться с 60—70-х годов. Первыми нормативными документами были Общие положения обеспечения безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации АС (1973 г.), Правила ядерной безопасности атомных станций (1974 г.), Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок (1972 г.). Эти нормативные документы не составляли системы и действовали независимо.

В 1984 г. после образования Госатомэнергонадзора СССР началась разработка системы нормативных документов, регламентирующих деятельность по использованию атомной энергии. В 1985 г. был подготовлен Сводный перечень и план разработки правил и норм в области атомной энергетики (СППНАЭ-85), переработанный в 1987 г. СППНАЭ-87 состоит из 19 разделов и включает 173 нормативных документа, охва-

тывающих вопросы выбора площадки, проектирования, сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации объектов ядерной энергетики, вопросы, связанные с хранением, транспортировкой, переработкой ядерного топлива и захоронением отходов, радиационной безопасностью персонала и населения и др.

В настоящее время разработано 88 и завершается разработка еще 21 нормативного документа. Эти документы являются в настоящее время базой для нормативного обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Основным документом по обеспечению безопасности АС являются Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ), претерпевшие несколько редакций, последняя из которых ОПБ-88 впитала в себя международный и национальный опыт по использованию атомной энергии, включая результаты анализа аварии на Чернобыльской АЭС. Уже предыдущие редакции ОПБ (1973 и 1982 г.) разрабатывались с учетом международного опыта на основе детерминистского подхода. Принципы глубокоэшелонированной защиты, единичного отказа, перечень проектных аварий, а также специальные требования к конструированию и изготовлению оборудования, вводу в эксплуатацию и самой эксплуатации нашли отражение в этом документе.

Новая концепция безопасности, отраженная в ОПБ-88, включает рассмотрение запроектных аварий с тяжелыми повреждениями активной зоны. В связи с этим в концепции глубокоэшелонированной защиты появился новый уровень защиты — управление аварией. Это понятие включает меры по предотвращению развития проектных аварий в запроектные, а также ослаблению последствий запроектных аварий.

В новой редакции ОПБ-88 приобретает обязательный характер требование о проведении вероятностного анализа безопасности. Раньше такое требование ограничивалось анализом надежности систем безопасности, но из-за отсутствия необходимых исходных данных о надежности элементов оно не выполнялось. Сейчас ни один новый проект не принимается к рассмотрению без выполнения этого анализа. Разработаны и разрабатываются соответствующие руководства, регламентирующие проведение вероятностного анализа безопасности.

В ОПБ-88 используются два вероятностных ориентира, показывающих достигаемый уровень безопасности АС: вероятность исключения эвакуации населения за пределами расстояния, устанавливаемого нормативным требованием к размещению АС из-за предельного аварийного выброса, равная не более  $10^{-7}$  на реактор в год, и вероятность тяжелого повреждения или расплавления активной зоны, которая при запроектных авариях не должна превышать  $10^{-5}$  на реактор в год. Должно быть также показано, что вероятность разрушения корпуса реактора не превышает  $10^{-7}$  реактор в год.

Введение в ОПБ-88 вероятностных критериев в виде целевых ориентиров не означает отказ от детерминистского подхода при обосновании безопасности. Вероятностный анализ есть дополнительный инструмент проверки полноты и качества реализации детерминистского подхода. Роль и влияние вероятностного анализа будут возрастать по мере накопления данных и опыта его применения, но не следует ожидать замены им детерминистского подхода как сосредоточения мирового научного и инженерного опыта в обосновании безопасности АС.

Классификация элементов АС в ОПБ-88 отличается от рекомендуемой в МАГАТЭ. В ОПБ-88 в качестве классификационной единицы приняты элементы систем, а не системы. Именно элементы, являющиеся изделиями, которые имеют своих поставщиков и технические условия на поставку, являются носителями основных свойств, формирующих их качество, в том числе и надежность. Поэтому присвоение элементу определенного класса по влиянию на безопасность позволяет сформулировать к нему определенные требования по качеству, сопровождающие его на всех стадиях жизненного цикла.

Еще одно важное новое понятие введено в ОПБ-88 — культура безопасности, предполагающая высокую квалификационную и психологическую подготовленность всех лиц, при которой обеспечение безопасности АС является приоритетной целью и внутренней потребностью, приводящей к самоосознанию ответственности и самоконтролю при выполнении всех работ, влияющих на безопасность. Недостаток культуры безопасности явился одной из главных причин аварии на Чернобыльской АЭС. Время покажет, будет ли достаточно введения этого понятия в нормативный документ для быстрого внедрения.

**Новые области государственного регулирования.** Предприятия топливного цикла объединяют предприятия и установки различного назначения и разной технологии, связанные с изготовлением и переработкой ядерных материалов, включая захоронение радиоактивных отходов. Их деятельность регламентировалась в значительной степени отраслевыми нормативными документами. К созданию государственной нормативной базы сейчас прилагаются большие усилия. Последние события на комбинате в Томске-7 в апреле 1993 г. показали серьезность этой проблемы.

Нормативные документы, регламентирующие деятельность, связанную с использованием радиоактивных веществ и изделий на их основе, требуют соответствующего анализа и корректировки с учетом их широкого распространения и беспокойства общества.

Постановка вопроса о государственном регулировании ядерных энергетических установок для кораблей ВМФ и ядерного оружия связана только с обеспечением безопасности населения и окружающей среды в процессе использования и обращения с ними в условиях мирного времени. Опыт показывает, что даже в таком плане проблем накопилось много. Используемая для регламентирования этой области нормативная база бывшего Министерства обороны СССР требует переосмысления и увязки с общей концепцией обеспечения безопасности ядерно- и радиационно опасных объектов.

Объединение названных ядерно- и радиационно опасных объектов под надзором одного государственного органа (Госатомнадзора России) вынуждает искать общие принципы и критерии обеспечения безопасности их функционирования и общую структуру системы правил и норм.

Планируемая структура системы правил и норм по обеспечению безопасности при использовании атомной энергии. В настоящее время разрабатывается структура системы правил и норм. В основу построения положена трехуровневая структура, состоящая из концептуального, регламентирующего и методического уровней. В состав документов концептуального уровня включены Общие положения по обеспечению безопасности АС (ОПБ-88), Общие положения обеспечения безопасности исследовательских реакторов при проектировании, сооружении и эксплуатации (ОПБ ИР-90), а также другие документы, определяющие критерии и принципы обеспечения безопасности для других ядерно- и радиационно опасных объектов. Содержание документов типа ОПБ формируется из положений, которые носят концептуальный характер и которые должны быть использованы при разработке документов других уровней и определении полноты регламентирующих требований в них.

В регламентирующий уровень комплекса входят правила и нормы, конкретизирующие и раскрывающие положения документов первого уровня. К методическому уровню относятся документы, основной целью которых является определение рекомендаций по реализации требований, сформулированных в нормативных документах второго уровня. Они признаются приемлемыми для регулирующего органа, но изложенные подходы не являются строго обязательными для разработчика и заявителя. Ими могут быть использованы другие подходы при условии доказательства их приемлемости. Окончательное решение о правильности обоснования критериев обеспечения безопасности ядерно- и радиационно опасных объектов регулирующий орган выносит после экспертизы решений, принятых по конкретному объекту.

Переориентирование сложившейся ранее системы надзора с жестким контролем инспекторами на местах на систему лицензирования для того или иного вида деятельности требует также переосмысления и изменения структуры системы правил и норм и разработки новых нормативных документов организационно-процедурного характера.

Взаимоотношение системы правил и норм с государственными стандартами и отраслевыми документами. Одним из важных в нормативном обеспечении регулирования безопасности ядерно- и радиационно опасных объектов является вопрос о взаимоотношении системы правил и норм с нормативными документами государственной системы стандартизации, строительными нормами и правилами, отраслевыми документами. В прежней системе нормативных документов взаимоотношение этих документов четко не регулировалось. Поэтому на практике возникали трудности.

Сейчас разрабатывается следующий подход в этом направлении. В ОПБ-88 указывается, что все системы и элементы, важные для безопасности, должны проектироваться и эксплуатироваться в соответствии со специальными нормами и правилами. Последние же определены как нормы и правила, одобренные для применения в ядерной энергетике государственными органами регулирования и надзора за безопасностью. Это могут быть как специально разработанные нормативные документы по обеспечению ядерной и радиационной безопасности объектов, одобренные регулирующим органом, так и любые другие нормативные документы, в том числе и промышленные стандарты, применение которых разрешено регулирующим органом. Одобрение же регулирующим органом применения для ядерно- и радиационно опасных объектов любых других нормативных документов, в том числе государственных стандартов, должно проводиться отдельно в каждом конкретном случае по запросам соответствующих разработчиков систем и элементов. В некоторых случаях применение общепромышленных норм и правил может быть разрешено специальным постановлением регулирующего органа или предписано их выполнение путем ссылки на них в специально разрабатываемых правилах и нормах, одобренных регулирующим органом.

Описанный подход нацелен на достаточную замкнутость системы нормативных документов для обеспечения ядерной и радиационной безопасности объектов даже тогда, когда какие-либо специальные нормативные документы еще не разработаны. В этом случае необходимо согласовать с регулирующим органом временное применение какого-либо из имеющихся нормативных документов или каждое принимаемое техническое решение отдельно, если подходящих нормативных документов нет вообще.

Таким образом, основными задачами на текущий период в области нормативного обеспечения регулирования безопасности при использовании атомной энергии являются:

пересмотр и приведение в соответствие действующих нормативных документов; разработка новой структуры системы правил и норм с учетом расширения объектов нормирования и перехода от надзора к лицензированию;

анализ нормативных документов в области ядерного топливного цикла и объектов военного назначения и внедрение современных критериев обеспечения безопасности для ядерно- и радиационно опасных объектов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко В.А., Ковалевич О.М., Крамеров А.Я., Багдасаров Ю.Е. Основные пути решения проблемы безопасности АЭС в СССР. — Атомная энергия, 1977, т. 43, вып. 5, с. 360—365.
2. Сидоренко В.А., Ковалевич О.М., Исаев А.Н. Нормирование безопасности атомных станций в СССР. Там же, 1983, т. 54, вып. 4, с. 273—277.
3. Bukrinskij A.M., Kovalevich O.M., Slutsker V.P. USSR practice in the organization of normative — technical documentation in nuclear power. — In: Proc. Sym. IAEA Regulatory Practices and Safety Standards for Nuclear Power Plants, Munich, 7—10 Nov. 1988, p. 363—368.