

Гордон Б.Г. "Уроки аварий на атомных станциях."

27 мая 2014 - [Виктор Холев](#)

Тяжёлые аварии на АЭС отличаются от обычных промышленных аварий глобальным радиационным воздействием, несравнимой длительностью последствий и сильнейшим психологическим стрессом, связанным с тем, что в общественном сознании атомная энергетика тесно ассоциирована с атомной бомбой. Эти факторы обуславливают тотальное экологическое воздействие крупной аварии на окружающую среду и на всю атомную энергетiku планеты: после каждой из них принимаются решения, влияющие на мировое атомное сообщество, и затрачиваются огромные средства на ликвидацию последствий аварии, которые зачастую превышают стоимость самой АЭС и выручку от произведённой на ней электроэнергии за всё время эксплуатации.

Произошедшие аварии высвечивают новые, неизвестные аспекты использования атомной энергетики, поэтому столь важны выводы, делаемые из анализа каждой из них. Годовщина аварий на АЭС Фукусима побуждает проанализировать мероприятия, проведённые за прошедшие три года и изложить собственный взгляд на уроки аварий. Мировое сообщество атомщиков очень оперативно отреагировало на них, хотя эта деятельность и носила преимущественно реактивный характер, относящийся к оценкам уязвимости действующих АЭС от внешних воздействий. Все международные организации и национальные органы принялись активно разрабатывать стресс-тесты: целевые проверки действующих энергоблоков АЭС на способность выдерживать экстремальные внешние воздействия, которые могут стать причиной тяжёлой запроектной аварии.

Безусловно, это важная первоочередная задача, необходимость решения которой прямо вытекает из произошедших аварий. Под эгидой МАГАТЭ, WENRA, WAO и OECD/NEA проведён целый ряд весьма представительных конференций, совещаний и обсуждений, на которых рассмотрен широкий круг проблем экологической безопасности и безопасности при использовании атомной энергии. Россия участвовала, практически, на них всех, внесла важный вклад в их результаты и сформировала национальную программу совершенствования и развития атомной энергетики с учётом международных рекомендаций.

Но этим нельзя ограничиться. Одновременно необходимо готовить почву для последующего анализа причин и сценариев аварий и для создания условий, исключающих их повторение. Это должно происходить в рамках системной совместной работы специалистов всех заинтересованных органов и организаций. Время для глубокого осмысления и изменений идеологии приходит постепенно. В данной статье сделана попытка представить для обсуждения некоторые дополнительные соображения, вытекающие из анализа аварий на АЭС Фукусима, которые не отражены в имеющейся литературе.

Сколько было аварий на АЭС Фукусима?

Выше совсем не случайно использовано множественное число для слова

«авария». Далее будем использовать определения терминов, содержащихся в отечественных нормативных документах и сведённых воедино в глоссарии /1/. Согласно ОПБ АС «авария – нарушение эксплуатации АС, при котором произошел выход радиоактивных веществ и/или ионизирующего излучения за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасной эксплуатации. Авария характеризуется исходным событием, путями протекания и последствиями».

Вместе с тем, в ПБЯ РУ АС определено, что «ядерная безопасность – свойство реакторной установки и АЭС с определённой вероятностью предотвращать возникновение ядерной аварии». Из сопоставления этих определений с очевидностью следует, что ядерная авария на одной реакторной установке (РУ, энергоблоке) уже является аварией на АЭС.

На АЭС Фукусима-Дайичи эксплуатировалось шесть энергоблоков, нарушения ядерной безопасности произошли на четырёх из них. Исходными событиями, предшествовавшими авариям, были землетрясение и цунами что, до некоторой степени, затушёвывало очевидный факт существенных отличий в протекании аварий на каждом энергоблоке: начальные состояния энергоблоков были различны, сценарии аварий, по большей части, развивались независимо, а их последствия тоже оказались разными. Поэтому можно говорить об одной аварии на четырёх из шести энергоблоков АЭС, но представляется более точным говорить о четырёх авариях на энергоблоках атомной станции и анализировать каждую из них с учётом имевших место взаимовоздействий.

В таком случае следует подчеркнуть, что впервые в истории атомной энергетики на одной АЭС произошли четыре ядерные аварии, и одно это делает такое событие уникальным. По-видимому, каждая из них должна быть описана отдельно, а описание сценариев произошедших аварий – это отдельная тема, которую следует обсудить особо.

Описания сценариев аварий

Именно в силу того, что тяжелые аварии происходят весьма редко, отсутствуют общепринятые приёмы и стандарты описания их сценариев. Собственно данный раздел и предназначен для поиска подходов к решению такой задачи. В таблице приведена общая информация о наиболее крупных авариях на АЭС, причины которых классифицированы в соответствии с определением ядерной аварии, содержащимся в ОПБ АС.

В разные годы существовали различные условия для накопления и передачи актуальной информации об авариях: действовал режим секретности, не было столь тесного международного сотрудничества, международных конвенций и т.п. Во всяком случае, автору не известно чёткое и однозначное описание на русском языке сценария аварии на Три-Майл-Айленд. Например, довольно узкий круг отечественных специалистов знает, что в процессе аварии оперативный персонал около 10-и минут не подозревал, что задвижки на линии аварийной питательной воды были закрыты: то ли индикаторы были скрыты посторонними предметами на пульте, то ли лампочки не горели. А именно в этот период в активной зоне, по-

видимому, и образовался паровой пузырь, в котором произошло нарушение теплоотвода от ТВЭЛОВ.

Таблица

Краткая информация о тяжёлых авариях, произошедших на АЭС.

Объект	Год, уровень по шкале ИНЕС	Причины ядерной аварии в соответствии с ОПБ АС	Радиационные последствия за пределами объекта
Три-Майл-Айленд	1979, 5	Нарушение теплоотвода от ТВЭЛОВ	Практически отсутствовали
Чернобыль	1986, 7	Нарушение управления цепной реакцией	Превышение предельно допустимого аварийного выброса
Фукусима	2011, 7	Нарушение теплоотвода от ТВЭЛОВ	Превышение предельно допустимого аварийного выброса

Необходимость таких материалов на русском языке обусловлена тем, что к анализам аварий следует привлекать не только учёных, а и широкие слои специалистов эксплуатирующей организации, проектантов, конструкторов, оперативный персонал, для которого свободное владение английским не является неременной характеристикой компетентности. Хотя описания Чернобыльской аварии первоначально делались на русском языке, но однозначного описания сценария аварии также нет. До сих пор ведутся споры о её причинах, о последовательности событий, о количестве оставшегося в зоне топлива и т.п. Мало кто знает, что в мае 1986г. началось подкипание бассейна выдержки на 3-м блоке Чернобыльской АЭС, то есть блок находился в предаварийной ситуации, и только самоотверженная работа персонала предотвратила её перерастание в аварию. Однако в известных опубликованных материалах и сам этот факт, и описание деятельности операторов отсутствуют.

Кроме того, за прошедшие годы в России и за рубежом разработаны особые программные средства, позволяющие моделировать режимы протекания тяжёлых аварий с высокой степенью достоверности. Эти коды обоснованы большим количеством опытных данных, полученных на разнообразных экспериментальных установках. И расчёты произошедших аварий служат важнейшим материалом для понимания их возникновения и совершенствования противоаварийных средств. А для проведения таких расчётов необходимо детальное описание сценариев.

В первые месяцы после аварий на АЭС Фукусима были проведены расчёты с помощью кода СОКРАТ, результаты которых опубликованы в /2/. Имеются содержательные анализы уроков аварий /3/. С тех пор появилось много дополнительной, разноречивой информации о деталях протекания аварий, нуждающейся в обобщении и изучении. В настоящее время в научных институтах отдельные учёные, в обязанности которых входит анализ произошедших аварий,

тонут в море информации на английском и японском языках. Разумеется, их деятельность тесно увязана с международными программами по изучению аварий на Фукусиме. Разные институты направляют своих специалистов в рабочие группы, организованные перечисленными выше международными организациями. Но подавляющая масса конструкторов, проектантов, эксплуатационников, к сожалению, не имеет чёткого однозначного описания аварий на Фукусиме, а, следовательно, остаётся в стороне от участия в их изучении и формировании условий для совершенствования проектирования и эксплуатации российских реакторов с учётом результатов этих анализов.

Это не значит, что можно просто взять и перевести один из имеющихся докладов ТЕРСО, МАГАТЭ или WENRA. Надо проанализировать основные из них и описать сложившуюся картину в виде, как минимум, четырёх отчётов на русском языке. Такие отчёты должны содержать ясные представления о том, что же произошло на каждом из четырёх энергоблоков: причины, последовательность событий, действия операторов, последствия и т.д. Они необходимы, чтобы вовлечь в последующую аналитическую работу многочисленных специалистов АЭС и других организаций, обладающих нужными знаниями в самых разных областях.

Потом уже каждое ведомство на базе этой информации сделает свои выводы, специфические и важные для его деятельности. Эти отчёты должны стать основой, на которой будут строиться все дальнейшие действия и планы по использованию результатов аварий на АЭС Фукусима для повышения безопасности отечественных атомных объектов. Отсутствие ясного и согласованного описания аварий на русском языке не позволит извлечь все уроки из произошедших аварий.

Подобная работа выполняется в различных заинтересованных организациях. Но именно то, что такая деятельность осуществляется факультативно, свидетельствует о необходимости объединения всех усилий. Побуждение заинтересованных ведомств к организации такой системной работы представляется весьма актуальной задачей.

По-видимому, в рамках нашей страны наилучшей организационной формой явилась бы постоянно действующая межведомственная комиссия, включающая основных полномочных представителей заинтересованных ведомств. Целью её работы должна быть координация усилий различных организаций, участвующих в анализах аварий на Фукусиме. Наличие такой комиссии позволит избежать существующей межведомственной разобщённости, удовлетворить узковедомственные интересы, преодолеть несогласованность, желание доминировать и т.п. В ней должны участвовать предприятия и институты Росатома, Ростехнадзора, РАН, ФМБА, НИЦ «КИ» и другие организации, обладающие специалистами в атомной отрасли. Представляется, что в работе такой комиссии наиболее должен быть заинтересован концерн «Росэнергоатом», несущий в соответствии с законодательством всю полноту ответственности за безопасность при эксплуатации АЭС. И он должен бы осуществить организацию и финансирование её работы.

Результаты работы комиссии периодически могли бы распространяться среди специалистов путём организации специальных конференций и семинаров с тем, чтобы скоординировать информацию, учесть полученный опыт анализа аварий на АЭС Фукусима, уточнить их сценарии и применить его не только для целей

обеспечения, обоснования и регулирования безопасности действующих и проектируемых отечественных энергоблоков АЭС, но также и для обучения студентов.

Культура

безопасности

Понятие культуры безопасности появилось на Западе после Чернобыльской аварии и широко используется при анализах безопасности. Его современное определение содержится в ОПБ АС и развивается в проекте его новой редакции. В те годы на Западе часто муссировалось мнение, что низкая культура безопасности есть следствие низкой культуры советского общества, что на западных реакторах подобные аварии исключены и т.п.

Аварии на АЭС Фукусима продемонстрировали, что низкая культура безопасности возможна и в столь индустриальной высокотехнологичной среде, какая создана в Японии. Её дефекты обусловлены наличием у персонала и лиц, принимающих решения, интенций и качеств, альтернативных приоритету безопасности: стремление к получению прибыли, подбострастие к собственному начальству, самоуверенность, непрофессионализм и т.д. Даже такие интеллигентские свойства, как толерантность и политкорректность могут оказаться противопоказаны культуре безопасности.

После Чернобыля культура безопасности формировалась, прежде всего, у специалистов-атомщиков. А её также необходимо культивировать у чиновников, хотя и профессионально далёких от атомной сферы, но оказывающих влияние на принятие в ней решений. Аварии, произошедшие в одной из самых экономически развитых стран, подтвердили важность культуры безопасности в предупреждении аварий и показали, что низкая культура безопасности возможна при любом общественном строе и экономическом базисе, при любых культурных традициях и условиях хозяйствования.

Представляется непродуктивной позиция ряда специалистов, что аварии на АЭС Фукусима ничего принципиально нового не внесли по сравнению с Чернобыльской в наше понимание идеологии обеспечения безопасности, что японцы просто не извлекли уроки из Чернобыля, а на наших действующих АЭС не может быть землетрясений такой силы, цунами таких масштабов и т.п. Разумеется, не может, но любые базовые принципы время от времени полезно пересматривать всему сообществу специалистов, хотя бы для того, чтобы убедиться в их правильности особенно, когда практика даёт для этого столь очевидный повод.

К сожалению, дефекты конструкций и недостатки проектов, являющиеся предметом дискуссий среди специалистов, отмечаемые при экспертизах и инспекциях, становятся очевидными и понятными всем, увы, только после аварии. Именно эти соображения лежат в основе ограничений при использовании опыта эксплуатации для оценок ядерной безопасности АЭС: отсутствие нарушений эксплуатации свидетельствует, что безопасность была обеспечена, но не гарантирует того, что она будет обеспечена впредь.

Зачастую можно слышать, что западная и советская системы подготовки оперативного персонала принципиально различны. У них – строгое следование инструкциям, навыкам и приёмам, а у нас квалификация персонала основана на

глубоких знаниях и эрудиции. И надо признать, что у подобных мнений есть объективные основания. Но именно международное сотрудничество последних лет привело к сближению, конвергенции таких позиций, у каждой из которых есть свои достоинства и недостатки.

Уместно обратить внимание на интересное обстоятельство, которое проявилось только после аварий на Фукусиме. Нормативное определение безопасности подразумевает культуру ядерной и радиационной безопасности – свойства АС ограничивать радиационное воздействие на человека и окружающую среду. В соответствии с общепринятыми представлениями о безопасности, развитыми в /4/, это свойство имеет две составляющие: реальную и потенциальную. Последняя, практически, целиком определяется ядерной безопасностью РУ АС. Так вот, на Фукусиме стремление ограничить радиационное воздействие на человека привело к тому, что персонал не смог предотвратить возникновение ядерных аварий на энергоблоках, ибо часть мер по их предотвращению, по управлению их развитием сопровождалась бы переоблучением людей. То есть стало ясно, что культура ядерной и радиационной безопасности может вступать в противоречие с культурой ядерной безопасности. И этот факт нуждается в детальном изучении и обсуждении.

У данной проблемы есть нравственный аспект. Можно ли посылать персонал в зоны с повышенной радиоактивностью для предотвращения ядерной аварии, радиационные последствия которой могут привести к переоблучению населения? Должен ли работник сам принимать такие решения и насколько инструкции могут ограничивать его свободу? Конечно, хотелось бы, чтобы безопасность технических устройств не зависела от нравственных и духовных качеств человека. Но это проблематика создания принципиально других, будущих ядерных реакторов /4,5/.

О концепции глубоко эшелонированной защиты

Именно после Чернобыльской аварии среди специалистов возникло понимание необходимости поиска новых конструкций энергетических реакторов, для которых обеспечение ядерной безопасности было бы главным приоритетом. Попытка авторов /5/ ввести понятие естественной безопасности, то есть защититься от физических явлений физическими же методами, подверглась аргументированной критике. В ней увидели стремление ревизовать концепцию глубоко эшелонированной защиты. Аварии на Фукусиме подтверждают правильность направления таких поисков и побуждают к более тщательному анализу общепринятой концепции.

Концепция глубоко эшелонированной защиты наиболее полно описана в уже упомянутом документе ОПБ АС и осуществляется на всех этапах деятельности, связанных с обеспечением безопасности АС. Приоритетной является стратегия предотвращения нарушений нормальной эксплуатации. Это следует из того, что количество мер по первому уровню защиты, практически, равно количеству мер по всем остальным. И никто не может сказать, сколько раз существующие системы безопасности уже предотвратили возможные аварии. Но точно также нельзя быть уверенным, что они предотвратят аварию в других случаях в будущем.

Для объектов использования атомной энергии, отличающихся от атомной станции, физические барьеры, уровни глубокоэшелонированной защиты и

образующие их технические и организационные меры могут быть несколько иными, но они должны реализовывать общий для атомной отрасли принцип многобарьерной и многоуровневой защиты. В частности, после аварий на АЭС Фукусима встал вопрос об изучении эффективности уровней глубокоэшелонированной защиты для бассейнов выдержки и хранилищ ОЯТ. Интересно сопоставить концепцию защиты АС с концепцией защиты других опасных, например, химических производств. В /6/ достаточно подробно описаны меры по предотвращению взрывов, пожаров, аварийных выбросов и других возможных аварий на химических производствах. Эти же меры используются в других отраслях промышленности и в теплоэнергетике, где опасные вещества содержатся в различных резервуарах, контейнерах, боксах и т.п.

На химических объектах в ряде случаев для повышения безопасности зачастую предусматриваются дополнительные барьеры в виде многослойных материалов, дублирования ограждающих конструкций, обваловывания и т.п. Вместе с тем, в качестве технических и организационных мер осуществляются изменения технологии производства, состоящие в его зонировании, снижении объёмов реагентов, изменении последовательности обращения с ними, переходе, где это возможно, от непрерывных производств к дискретным с дозированием опасных веществ и т.п.

Надо сказать, что в тепловой энергетике, где химическая энергия горения углеродосодержащего топлива используется для производства тепла и электроэнергии, также можно обнаружить, как минимум, два барьера глубокоэшелонированной защиты в виде, например, оболочек труб, по которым течёт теплоноситель, и корпуса котла. Также предусмотрены технические и организационные меры по сохранению целостности этих барьеров. Очевидно, что концепция глубоко эшелонированной защиты ядерных объектов является естественным эволюционным развитием и усложнением системы технических и организационных мер, применяющихся в неядерной промышленности, и увеличением количества защитных барьеров в конструкциях энергоблоков АС. На предприятиях ядерного топливного цикла в ряде случаев количество таких барьеров не более, чем на химических производствах.

По существу, барьером называют конструкцию, отделяющую разные предметы, среды, площади и т.п. Причём эта конструкция не обязательно непроницаемая или герметичная. Этими обоими качествами обладают только некоторые барьеры. В матрице ядерного топлива ничто не отделяет расщепляющийся материал от инертного, так что топливная матрица может называться барьером только с некоторым усилием над языком. Это отдалённо похоже на то, как в горной массе содержатся массивы угля. Разница в том, что ядерное топливо состоит из изотопов одного химического элемента, а горная масса, которая служит для получения органического топлива, – из разных химических веществ, одни из которых даже с большим основанием могут называться матрицей для угля.

Топливная матрица вполне может служить барьером применительно к одному из видов перспективного топлива, которое состоит из микросфер из обогащённого урана с графитовой оболочкой достаточно сложного состава. Эти микросферы соединены в цилиндрический твэл специальным компаундом, который, в свою очередь, может быть заключён в твёрдую оболочку. В этом случае графитовая

оболочка, действительно представляет барьер для ядерных материалов, а компаунд может быть назван ещё одним барьером с тем же основанием, с каким сегодня им называется топливная матрица. В таких твэлах летучие и газообразные продукты деления легко удерживаются внутри микросфер за счёт прочности оболочек с малым радиусом кривизны.

Таким образом, в обеспечении энергией человечество постепенно переходило от дров к нефти и газу, и теплотворная способность органического топлива за тысячелетия цивилизации возросла всего в 5-6 раз. При использовании же ядерной энергии менее, чем за столетие, теплотворная способность используемого топлива увеличилась на 5-6 порядков в зависимости от его состава, а методы защиты от ядерных аварий до настоящего времени сохраняются только несколько усовершенствованными сравнительно с теми, которые применялись для теплоэнергетических, химических и тому подобных производств. То есть, аварии на Фукусиме ясно продемонстрировали, что глубина защиты и стойкость её эшелонов несопоставимы с теми силами, которым она должна противодействовать.

Это стало понятным не сразу. Применение ядерных реакторов для производства электроэнергии стало результатом конверсии военных технологий подобно тому, как бомбардировщики приспособивались для гражданской авиации, на танковых заводах выпускались трактора и вагоны, а ракеты-носители использовались для коммуникаций и связи. История учит, что конверсионные объекты по целому ряду показателей качества, удобства, экономичности уступают объектам, специализированным для гражданского назначения. В настоящее время мы находимся в том периоде развития ядерной энергетики, когда уже произошедшие тяжёлые аварии явно указывают на недостаточность средств глубоко эшелонированной защиты для предупреждения аварий. Можно сказать, что интенция авторов /5/ оказалась правильной: физики нашли новые источники энергии и физики же должны разработать физические средства защиты от аварий на ядерных объектах, а не довольствоваться теми, что применяются на химических и общепромышленных производствах.

Организация регулирующей деятельности

Аварии на Фукусиме привлекли пристальное внимание к законодательному обеспечению безопасности, государственной структуре и организации регулирующей деятельности. Судя по имеющейся информации, Агентство по регулированию ядерной безопасности NISA отвечало за регулирование безопасности в обычной промышленности и атомной энергетике и структурно подчинялось Министерству экономики, торговли и промышленности, отвечающему, в том числе, и за развитие атомной энергетике. То есть это похоже на то, как если бы Ростехнадзор находился в ведении Росатома, и низкая культура безопасности должна быть в данном случае вменена в вину руководству и Агентства, и Министерства, и верховной власти, установившей такую структуру регулирования безопасности. Это важное обстоятельство отмечается всеми экспертами как одна из организационных причин произошедших аварий.

Тем не менее, в течение десятилетий на регулярных конференциях МАГАТЭ по исполнению Конвенции по ядерной безопасности такое положение никогда не

вызывало вопросов. Напротив, Япония всегда служила образцом правильной и эффективной системы регулирования безопасности. Это наглядный пример того, как практика меняет идеологию, а политкорректность регулирует практику.

В настоящее время правительство Японии рассматривает пути исключения зависимости атомного надзора от ведомства, отвечающего за развитие атомной энергетики. Предполагается, что преобразование NISA и подчинение его Министерству окружающей среды повысит эффективность регулирования безопасности. Но такая структура напоминает ту, что была в России в 2008 – 2010 годах, когда Ростехнадзор находился в ведении Минприроды, и эта административная новация была признана неудачной. Последствия такой реорганизации трудно предвидеть, так как её осуществляют высокопоставленные лица, не имеющие, но обязанные иметь соответствующие знания и культуру безопасности, которые являются определяющими факторами организации регулирования безопасности всех действующих сегодня АЭС.

Так что существует множество различных противоречивых обстоятельств, и обеспечение независимости атомного надзора должно сопровождаться целым комплексом правовых и административных мероприятий, в целом, сформулированных мировым атомным сообществом в текстах международных конвенций, принятых, в том числе, и Российской Федерацией. Совершенствование деятельности отечественного регулирующего органа осуществляется планомерно. Произошедшие аварии, разумеется, воздействуют на этот процесс, но повышение эффективности регулирования безопасности следует за комплексом мер по совершенствованию её обеспечения, поэтому всё-таки главные выводы из анализа аварий должна сделать эксплуатирующая организация. Контроль кухни, конечно, необходим, но, прежде всего, нужен хороший повар.

Основной урок из анализа аварий

Все перечисленные выше крупные аварии имеют две характерных черты. После каждой из них осуществлялась широкомасштабная программа мероприятий, направленная на предотвращение подобных аварий на других действующих АЭС. Иначе и быть не может: знания человечества ограничены, а «генералы всегда готовятся к предыдущей войне». И второе: сценарии таких аварий были заранее непредставимы. И к ним вполне применим другой известный афоризм: «Такого никогда не было, и вот опять...». Возможное протекание аварий на Три-Майл-Айленд и в Чернобыле было предсказано рядом расчётов, но им никто не поверил. Уязвимость АЭС Фукусима перед внешними воздействиями была отмечена международными специалистами задолго до аварии, но сочетание исходных событий и размеры воздействия казались эксплуатирующей организации и экспертам NISA столь невероятными, что меры не были приняты. Поэтому следующий общий вывод представляется вполне логичным: будущая тяжёлая авария на эксплуатируемых конверсионных реакторах, к сожалению, может произойти. Мы не можем сказать, где и когда, но её сценарий вновь окажется невероятным.

Хотя, быть может, кем-то уже проведены вероятностные оценки её исходных событий и исключены из рассмотрения за ничтожностью их значений. Чем многочисленней будет парк конверсионных реакторов и чем дольше время их

эксплуатации, тем вероятней возникновение тяжелой аварии. Надежды, что вероятностными методами удастся их предотвратить, разбиваются об исходные предпосылки теории вероятностей. Она имеет дело с однородными повторяющимися событиями, а тяжёлая авария – единичное событие, после которого объект прекращает своё существование.

Эксплуатирующая организация же должна будет в течение десятилетий продолжать эксплуатацию конверсионных реакторов и участвовать в сооружении таких энергоблоков, на которых тяжёлая авария всё-таки может произойти. Надо ясно отдавать себе в этом отчёт, не обольщаться лозунгами типа «Никогда больше» и пересмотреть стратегию своих действий и направления расходования своих средств.

Этот лозунг напоминает одну давнюю историю, повторенную в нескольких воспоминаниях. Сразу после Чернобыльской аварии на одном из совещаний высшего руководства страны академик, настолько известный и уважаемый, что его фамилия никогда не называлась, в запальчивости сказал: «Честное слово, больше не взорвётся». Вот, не на таком ли честном слове и держится до сих пор безопасность конверсионных реакторов?

От эксплуатации действующих и сооружения новых реакторов 3-го поколения нельзя отказаться, так как это основа, на которой только могут быть организованы поиски безопасных энергетических технологий. Трудно представить развитие атомной науки в отсутствие атомной энергетики. Полный отказ от атомной энергетики нами не рассматривается, так как на сегодняшний день нет альтернативных технологий промышленного производства электроэнергии в перспективе тысячелетий. Когда они появятся и если появятся, вопрос будет рассмотрен вновь.

В этих условиях стратегия эксплуатирующей организации должна измениться. Вместо широкого наступления по всем фронтам (продление срока службы и повышение мощности действующих блоков, борьба за повышение коэффициентов готовности и использования установленной мощности, участие в проектировании и сооружении новых блоков) следует перейти на осадное положение, готовясь к возможной аварии в самых неожиданных местах по невероятным причинам. Концерн Росэнергоатом должен стать особой коммерческой организацией, цель которой не развитие и экспансия, а безопасная эксплуатация действующих АЭС до зарождения новых ещё неизвестных технологий.

Приложение

Проведённый анализ позволил иначе взглянуть на практику обеспечения безопасности АЭС в России и мире и представить на обсуждение некоторые конкретные вопросы совершенствования эксплуатации АЭС, которые классифицированы по трём направлениям. Эти вопросы вытекают из сторонней, но заинтересованной позиции автора, его субъективного опыта и развитой им идеологии безопасности. Их не следует воспринимать как выводы или рекомендации, они представляют собой скорее темы для дискуссий и размышлений, которые могут улучшить обеспечение безопасности наших АЭС. Они отнюдь не противоречат, а легко сопрягаются с той последовательной

актуальной деятельностью Росатома и Концерна, которая осуществляется после аварий на АЭС Фукусима по изучению аварийных режимов, анализу уязвимости к внешним воздействиям, совершенствованию средств аварийной готовности и т.п.

Персонал:

1. Необходимо укреплять юридическое и организационное обеспечение персональной ответственности за безопасность АЭС в соответствии с её распределением между руководством Концерна и самих АЭС.
2. Следует бережно сохранять действующую на станциях процедуру профессионального отбора и роста, позволяющую последовательно без скачков проходить ступени карьеры и отбирать подходящие кандидатуры для руководящей работы. Такая же процедура должна быть и в Концерне, и в других его организациях.
3. Всячески поддерживать и развивать систему психофизиологического контроля операторов, эксплуатационного и ремонтного персонала. Специалистами АЭС отмечается несогласованность позиций различных подразделений и организаций, задействованных в этой важнейшей работе, недостаточность научного руководства, недоучёт опыта самих АЭС.
4. Целесообразно изучить, насколько соблюден баланс между стремлением стандартизировать систему подготовки и поддержания квалификации эксплуатационного и ремонтного персонала, с одной стороны, и учётом особенностей каждого энергоблока, с другой.
5. Надо тщательно отслеживать соответствие математического и технического обеспечения полномасштабных тренажёров реальному состоянию энергоблоков. Так как блоки на одной АЭС иногда существенно различаются между собой, следует развивать парк и совершенствовать математическое обеспечение тренажёров, допуская применение аналитических тренажёров с учётом специфики отличий.

Действующие энергоблоки:

1. Желательно, чтобы единая техническая политика была направлена исключительно на обеспечение безопасности. Стремления повысить КИУМ, срок службы, мощность, межремонтные периоды и т.п. должны тщательно обосновываться с точки зрения их воздействия на безопасность.
2. Должен быть баланс между единством технической политики для энергоблоков одного типа и общим подходом для организационных мероприятий.
3. Следует тщательно изучить все необходимые технические и организационные меры для обеспечения работы реактора на мощности только в базовом режиме.
4. Необходимо постоянно обновлять и своевременно пересматривать, комплекты отраслевых нормативных документов по эксплуатации. Стремление стандартизировать технологические регламенты по эксплуатации должно учитывать специфику каждого энергоблока.
5. Обратит внимание на систему контроля качества поставок работ и услуг, выполняемых для Концерна, особенно, изготовление и монтаж важного для безопасности оборудования, учитывая, что в перспективе лицензирование сервисных организаций может быть исключено.

6. Было бы целесообразно принять все необходимые меры для минимизации количества и времени хранения ОЯТ и РАО на площадке АЭС.
7. Следовало бы комплексно проанализировать безопасность хранения ОЯТ на площадках, учитывая, что хранилища ОЯТ должны иметь такие же барьеры глубоко эшелонированной защиты, как РУ. Обратить внимание на беспенальное хранение ОЯТ. Всячески поддерживать создание централизованного сухого хранилища ОЯТ.
8. Важно распространять среди поддерживающих институтов понимание, что целью любых модернизаций должно стать только обеспечение безопасности. Продление срока службы может проводиться только после тщательной переоценки безопасности, результаты которой должны обсуждаться на широкомасштабных общественных слушаниях.
9. Желательно ориентировать ВНИИАЭС на организацию научной поддержки именно безопасной эксплуатации действующих АЭС. Он должен бы осуществлять входной контроль всех научных работ, выполняемых для Концерна, и внедрять их результаты. Филиалы ВНИИАЭС на АЭС лучше создавать не за счёт персонала станций, а привлекая в них сотрудников вузов и институтов из ареала АЭС.
10. Было бы своевременно организовать комплексные НИР:
— по оценке соответствия исходных данных программных средств, используемых для обеспечения ядерной безопасности при эксплуатации и обоснования безопасности при лицензировании, реальному состоянию энергоблоков и оценке неопределённостей результатов расчётов, проводимых по этим программам;
— по разработке ВАБ-1 и 2 для каждого энергоблока по единым подходам, методикам и специфической базе данных по отказам для каждого типа реакторов с целью последующего регулярного определения предвестников аварии на каждом энергоблоке;
11. Повысить роль и эффективность очень полезной деятельности информационных, общественных центров, музеев истории АЭС и других форм работы с молодёжью, перенося её, по возможности, из пристанционных городов в областные центры.
- Сооружаемые энергоблоки:
1. Следовало бы развивать понимание, что новые энергоблоки сооружаются только для замещения выбывающих мощностей или в сугубо энергодефицитных районах на площадках с безупречной геологической подосновой.
 2. Очень осторожно следует относиться к призывам о создании «международных стандартов» по безопасности, «многонациональной сертификации» и т.п. с учётом опыта подобных действий в авиации, где мы всё реже летаем на отечественных самолётах. Желательно, чтобы сооружаемые энергоблоки были максимально стандартизованы, по возможности, на базе отечественного оборудования.
 3. Участвовать в совершенствовании АЭС на основе конверсионных реакторов только при повышении их безопасности и тщательно отслеживать разработки энергетических реакторов следующих поколений.
 4. Обратить внимание, чтобы сооружаемые энергоблоки отвечали требованиям постфукусимских стресс-тестов, проведённых для действующих АЭС.

Заключение

Конечно, многое из вышперечисленных предложений уже делается и всё сказанное выше отражает субъективное мнение только одного из работников атомной энергетики. Возможно, кому-то оно покажется излишне консервативным, неубедительным, необоснованным, но оно вытекает из ясного убеждения в безусловном приоритете безопасности над любыми экономическими, политическими и другими интенциями при эксплуатации конверсионных реакторов.

Если новая авария произойдёт завтра, к этому мнению прислушаются, если же она произойдёт позже, то его будут обсуждать уже следующие поколения. Данные предложения направлены на укрепление безопасности АЭС, повышение эффективности работы Росатома и Концерна и написаны для последующего обсуждения и дополнения теми специалистами, которым поручена разработка программ мероприятий по дальнейшему совершенствованию обеспечения и регулирования безопасности при использовании атомной энергии.

Нельзя заранее сказать, насколько радикальными окажутся планируемые меры. Аварии на АЭС Фукусима уже произвели сильнейшее воздействие на окружающую среду и мировую атомную энергетику, привлекли внимание к важным проблемам обеспечения безопасности, но следует избегать крайностей. Совершенствование регламентов эксплуатации, нормативных требований и других документов не должно приводить к необоснованным затратам. Но какие затраты обоснованы, следует тщательно проанализировать. Это во многом зависит от правовой и административной обеспеченности регулирующего органа и эксплуатирующей организации, от культуры безопасности и профессиональной позиции всех участников использования атомной энергии.

Литература

1. Глоссарий. Термины и определения по ядерной и радиационной безопасности. М. Изд. НТЦ ЯРБ, 2004.
2. Авария на АЭС «Фукусима-1»: опыт реагирования и уроки. Труды ИБРАЭ РАН, вып. 13, М. Наука, 2013.
3. Ланкин М.Ю., Хамаза А.А., Шарафутдинов Р.Б., Мирошниченко М.И. О некоторых аспектах обоснования безопасности атомных станций (Уроки аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи»), Ядерная и радиационная безопасность, №1, 2012.
4. Гордон Б.Г. Безопасность и развитие атомной энергетики. Атомная стратегия XXI, февраль, 2013.
5. Орлов В.В., Аврорин Е.Н., Адамов Е.О. и др. Нетрадиционные концепции АЭС с естественной безопасностью //Атомная энергия. Т. 72. Вып. 4. 1992.
6. В.Маршалл Основные опасности химических производств. М.Мир, 1989.