

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

### **УПРАВЛЕНИЕ ВЫСОКОРАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПЕРЕД ЗАХОРОНЕНИЕМ**

#### **Руководство по безопасности № WS-G-2.6**

***Predisposal management of high level radioactive waste.- Safety Guide, IAEA Safety standards series № WS-G-2.6. Ed. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2003, 59 p.***

Руководство МАГАТЭ содержит в своем составе следующие рубрики:

1. Введение
2. Охрана здоровья населения и окружающей среды
3. Распределение ответственности
  - Общие соображения
  - Ответственность регулирующего органа
  - Ответственность операторов
4. Общие соображения безопасности
  - Независимость
  - Контроль происхождения отходов
  - Характеристики отходов
  - Приемлемость критериев
  - Квалификация персонала
  - Облегчение вывода из эксплуатации
  - Подготовка документации по безопасности
  - Дополнительный контроль
  - Аварийное планирование
5. Характеристики безопасности при управлении высокорadioактивными отходами перед их захоронением
6. Регистрация данных и отчетность
7. Культура безопасности
8. Обеспечение качества

Рубрика "Ответственность регулирующего органа" (§§ 3.4 - 3.10 в оригинале) содержит, в свою очередь, следующие пункты:

- a) Критерии охраны здоровья населения и окружающей среды
- b) Требования к ядерной безопасности
- c) Требования к контролю внешних выбросов
- d) Критерии для характеристики и классификации высокорadioактивных отходов
- e) Стратегия управления высокорadioактивными отходами
- f) Приемлемость критериев долгосрочного хранения и/или захоронения радиоактивных отходов
- g) Юридические процедуры выдачи лицензии или иного типа разрешения
- h) Процедуры применительно к модификации станции
- i) Юридические нормы и процедуры, используемые регулирующим органом для верификации, согласований и применения
- j) Периодичность и содержание отчетов, представляемых оператором в регулирующий орган
- k) Культура безопасности
- l) Обеспечение качества

### **К ВОПРОСУ О ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Бюллетень МАГАТЭ, 2002, т. 44, № 2, с. 8-11**

В статье председателя NRC осмысливается опыт действий федеральных и местных властей США по прошествии года после событий 11 сентября 2001 г.

После террористической атаки 11 сентября в Соединенных Штатах безопасность критически важной инфраструктуры страны, включая ее коммерческие АЭС, стала главным предметом озабоченности. Угроза терроризма признана постоянным фактором жизни, от правительства требуются действия по обеспечению безопасности граждан, а NRC полностью принимает на себя ответственность за это.

**Безопасность установок, лицензированных NRC**

1. Физическая защита АЭС была надежной и до 11 сентября. Ни одна из других отраслей не имеет таких жестких норм безопасности, соблюдения которых NRC требует в течение четверти века. Эти требования были существенно повышены за прошедший год. Станции окружены многорядными оградами с системами постоянного мониторинга и наблюдения по всему периметру. Охрану несет хорошо обученная и хорошо вооруженная служба безопасности. Строительные конструкции станции способны выдержать ураганы, землетрясения и прочие воздействия. На АЭС установлено резервное оборудование, так что если любой компонент выйдет из строя, его заменит другой без потери функции безопасности. Операторы подготовлены к действиям в чрезвычайных ситуациях и имеют тщательно разработанные аварийные планы. Иными словами, безопасность АЭС хорошо обеспечена от различных угроз, в том числе и от атаки террористов.

2. После 11 сентября не прозвучало ни одной конкретной и достоверной угрозы нападения террористов на АЭС, хотя было бы неразумным не учитывать, что террористические организации могут рассматривать ядерные объекты в качестве потенциальных целей. NRC тесно сотрудничает с разведкой и правоохранительными органами в оценке угроз, которые могут быть направлены против ядерных установок. Комиссия ввела в действие систему консультаций и защитных мер, требующую от лицензиатов в соответствии с пятью уровнями опасности предпринимать конкретные действия в ответ на меняющиеся условия возможных угроз.

3. NRC признала необходимость пересмотра прежней стратегии безопасности для обеспечения достаточного уровня защиты в долгосрочном плане и приступила к этой работе.

**Ответные действия NRC после 11 сентября**

Комиссия выпустила более 30 письменных рекомендаций, содержащих информацию о возможных угрозах и о необходимых мерах предосторожности для лицензированных установок. Осуществление рекомендаций обеспечило самый высокий уровень безопасности этих установок.

Укрепление безопасности включает усиление патрулирования, увеличение численности и дополнительные посты охраны, увеличение расстояния от границ площадки АЭС до стоянки автомашин и более тесную координацию действий с правоохранительными и разведывательными органами.

Комиссия также ужесточила контроль за доступом на АЭС. Возможно, это одно из наиболее действенных средств предотвращения успешного нападения, поскольку пособник внутри станции мог бы оказать серьезную помощь нападающим извне террористам. Правила NRC требуют, чтобы лица с правом доступа на АЭС без сопровождения проходили комплексную проверку, включающую определение надежности, изучение послужного списка и рекомендательных отзывов, психологическое тестирование и проводимую ФБР проверку уголовного прошлого. Могут предусматриваться временные ограничения на доступ без сопровождения в критически важные места.

Комиссия завершила первоначальную оценку уязвимых мест реактора при злонамеренном использовании авиалайнера в самоубийственных целях. Лицензированным АЭС дано указание разработать собственные конкретные планы и стратегию реагирования на события, которые могут нанести ущерб большим участкам станции от ударов, взрывов или огня. Лицензиаты должны представить гарантию, что предусмотренные этими планами их собственные ресурсы достаточны для реагирования на подобное событие.

Комиссия приняла решение о полномасштабной проверке эффективности мер безопасности в ходе учений на каждой АЭС на основе трехгодичного цикла вместо восьмилетнего, как практиковалось в прошлом.

NRC разработала систему консультаций и защитных мер против угроз во исполнение Президентской директивы-3 по национальной безопасности. В случае объявления о новой угрозе нападения NRC немедленно уведомит лицензиатов и потребует принятия мер, заранее разработанных для каждого уровня угроз. Система испытана 10 сентября 2002 г., когда Генеральный прокурор объявил, что угроза достигла оранжевого (высокого) уровня.

### **Проблемы ближайшего будущего**

1. Существуют пределы возможностей для защиты у операторов АЭС. Например, противовоздушная оборона, безусловно, должна входить в обязанность правительства, как и оборона от нападения с использованием значительных военных сил и средств. Следовательно, необходимо разделение ответственности между охранной организацией лицензиата и правительством. Реальная проблема не в том, окажут ли правительственные институты необходимую помощь, а скорее в том, когда эти ресурсы придут и как они будут использованы для защиты установки.

2. Необходимо иметь интегрированную национальную стратегию для защиты критически важной инфраструктуры всех видов. Оборона объектов атомной промышленности должна рассматриваться не изолированно, а составлять часть общей схемы. Разработка и реализация национальной интегрированной стратегии являются важной задачей нового Министерства национальной безопасности.

3. Необходимо обеспечить координацию действий по сохранности радиоактивных материалов со штатами, которые являются либо не являются участниками соответствующего соглашения. Штаты-участники несут ответственность примерно за три четверти радиоактивных источников в США. Они также должны быть вовлечены в работу по обеспечению сохранности нелицензированных источников, созданию хранилищ и могильников для ядерных материалов.

4. На надлежащем уровне должен поддерживаться доступ населения к информации, поскольку NRC стремится заручиться доверием общественности. При этом определенная информация не должна раскрываться, так как это может быть на руку террористам.

5. Нужно считаться с той реальностью, что в глазах населения успешное нападение террористов на АЭС обязательно приведет к катастрофическим последствиям. Конечно, этот страх сильно преувеличен, но он может уменьшить внимание к защите других видов инфраструктуры, где последствия успешного нападения террористов были бы куда более серьезны.

6. Хотя сохранность ядерных объектов должна быть предметом постоянной заботы, она не должна вытеснить или преуменьшить ответственность NRC за охрану здоровья населения и безопасность от аварий. Это особенно актуально в США, где лицензиаты продолжают добиваться продления срока действия лицензий на эксплуатацию АЭС за пределами 40-летнего срока. Сохраняется интерес и к строительству новых станций.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ РЕАКТОРЫ: ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ПОТРЕБНОСТЬ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТАХ

**Royen J. Advanced reactors: safety issues and research needs.-  
NEA News, 2002, № 20.2, p. 14-16**

Подход к безопасности будущих реакторов следует формулировать на основе более современной интерпретации принципа глубокоэшелонированной защиты, который должен быть полностью интегрирован с вероятностным анализом безопасности (PSA). Наилучшее сочетание детерминистской и вероятностной концепций еще предстоит определить, так как стратегия и тактика PSA могут отличаться и даже приходиться в противоречие с требованиями глубокоэшелонированной защиты.

Организация NEA провела семинар, на котором упомянутые темы обсуждались применительно к усовершенствованным легководным реакторам (ALWR), высокотемпературным реакторам с газовым охлаждением (HTGR) и жидкометаллическим реакторам (LMR).

Модели SWR-1000 фирмы Framatome-ANP и AP-600 фирмы Westinghouse подготовлены к выходу на рынок, а модели IRIS (ALWR) и большинство реакторов типа LWR и HTGR проработаны еще не столь глубоко. Конструкция усовершенствованных реакторов всех типов позволяет надеяться на повышение безопасности по сравнению с существующими; при этом для всех усовершенствованных реакторов необходимо в первую очередь предусмотреть повышение безопасности от внешних факторов риска.

Хорошо разработанные концепции ALWR характеризуются большей простотой и гибкостью систем защиты, повышенным числом пассивных защитных систем и включением тяжелых аварий в их проектную основу.

С технической точки зрения и с позиции регулирующих органов отношение к тяжелым авариям в Европе и США различается. Европейские заказчики и регулирующие органы требуют способности реактора противостоять тяжелым авариям. В США в большей степени полагаются на PSA, чтобы уменьшить риск возникновения тяжелой аварии.

Применительно к реакторам LMR, опираясь на обширный накопленный опыт, удалось выявить точки соприкосновения главных проблем - аварии с разрушением активной зоны и поведение натрия. Для реактора с охлаждением свинцом/висмутом остаются существенные проблемы материаловедения и теплогидравлики: коррозия, целостность, тепловые нагрузки, теплопередача, влияние радиации. В странах-членах OECD в настоящее время создают базу для расширения теоретических и экспериментальных исследований тяжелых жидкометаллических теплоносителей.

В ближайшем будущем (к 2015 г.) ожидается ввод в эксплуатацию следующих типов современных реакторов:

- Усовершенствованные реакторы с водой под давлением
- Усовершенствованные реакторы с кипящей водой
- Усовершенствованные каналные реакторы
- Реакторы с интегральной системой первого контура
- Модульные высокотемпературные реакторы с газовым охлаждением

В более отдаленной перспективе будут введены в эксплуатацию:

- Реакторы с жидкометаллическим натриевым охлаждением
- Сверхвысокотемпературные реакторы
- Реакторы на быстрых нейтронах с газовым охлаждением
- Реакторы со свинцовым охлаждением
- Сверхкритические реакторы с водяным охлаждением
- Реакторы с расплавом солей

Поскольку для реакторов HTGR накоплен некоторый эксплуатационный опыт, то применительно к будущим реакторам данного типа картина принципиально ясна: безопасность реактора, как и представлялось до сих пор, основана в первую очередь на

состоянии топливных элементов, представляющих собой главный барьер распространению продуктов деления. В концепцию безопасности включается оценка соответствия (квалификация) топлива с очень высоким доверительным уровнем, вопросы производства, обращение с топливом во время эксплуатации, улучшение понимания механизма разрушения топлива. В проекты HTGR заложены улучшенные показатели критичности и отвода остаточного тепла, но конечный эффект будет зависеть от качества топлива.

Остаются известные системные проблемы безопасности, например, целостность корпуса после теплового удара. Здесь нужно найти такие решения, которые могут убедить все профессиональное сообщество, занимающееся вопросами реакторной безопасности. Большая часть фундаментальных исследований реакторов HTGR была выполнена 20-30 лет назад, а в результате недавних экспериментальных работ получено не так много новых данных, могущих перекрыть существующие пробелы в знаниях.

Сторонники HTGR утверждают, что реакторам не требуется герметичная оболочка (контейнмент) для защиты от внутренних аварий ввиду их очень высокой надежности. Однако проявляемое в последнее время повышенное внимание к внешним факторам риска (терроризм, в том числе с использованием пассажирских самолетов) позволяет поднять вопрос о необходимости контейнмента.

В идеале общая задача обеспечения безопасности должна отвечать всем требованиям к доверительной вероятности каждого фактора безопасности в отдельности, только тогда цели исследований в данной области могут быть корректно сформулированы. При такой постановке вопроса решения могут быть найдены с достаточной степенью точности и при разумных затратах.

Раздел подготовил В.Цукерник