

Первые соображения относительно выводов из анализа аварии на АЭС в Фукусиме

Проверка безопасности германских атомных электростанций и пересмотр оценки рисков
По состоянию на: 16 марта 2011 г.

Сценарии аварии на японских атомных электростанциях с 11 марта 2011 г. дают все основания для пересмотра оценки состояния безопасности, в том числе и в Германии. Это требуется как с учетом сценариев в Фукусиме (I), так и сходных сценариев аварий (II), а также в плане необходимости совершенно новой оценки рисков (III). Проведение данной проверки не должно ограничиваться лишь подтверждением прежних результатов проверки (IV). Требуемая проверка и меры должны быть в скорейшем времени проведены на всех АЭС как *условие* для использования дополнительного количества тока вследствие законного продления срока их действия в соответствии с (новейшими) передовыми достижениями науки и техники.

Последующий список основан на предварительных соображениях с учетом научных достижений, имеющихся на данный момент. При необходимости он будет претерпевать изменения и дополнения, особенно с учетом положения дел на японских атомных электростанциях и промежуточных результатов проверки.

I. Сценарий Фукусимы – выводы для германских АЭС

1. Проектные расчеты сейсмостойкости и динамики грунта

а) В ближайшее время с учетом новейших передовых достижений науки и техники будут заново произведены проектные расчеты сейсмостойкости на основе новейших показателей сейсмичности. При необходимости будут незамедлительно предприняты меры по дополнительному оснащению.

б) В новых расчетах по сейсмостойкости будет учитываться воздействие процессов, связанных с движением грунта, как-то: оседание, подземное выщелачивание и вымывание почвы, оползни и прочие перемещения грунтовых масс всех видов, причем как прямое воздействие, так и последствия землетрясения. При необходимости будут незамедлительно предприняты меры по дополнительному оснащению.

с) В частности, проверке будут подвергнуты все компоненты всех четырех защитных барьеров, необходимые для безопасной эксплуатации во время и после землетрясения, и при необходимости будет произведена их соответствующая замена или их доведение до состояния эксплуатационной готовности.

2. Проектные расчеты с учетом возможности наводнения

а) С учетом изменений климата будут на основе новейших достижений науки и техники в скорейшем времени заново произведены расчеты с учетом возможности наводнения и в случае необходимости незамедлительно приняты меры по дополнительному оснащению. При расчетах с учетом затопления будут учтены также приливные волны (Северное море) и наиболее высокие волны прилегающих водоемов, которые, могут, например, возникнуть в результате землетрясений или штормов, совпавших с периодом половодья.

б) В частности будут подвергнуты проверке все компоненты всех четырех защитных барьеров, необходимые для безопасной эксплуатации в период наивысшего половодья, и при необходимости соответствующим образом заменены либо доведены до состояния эксплуатационной готовности.

3. Другие внешние факторы

а) С учетом других внешних факторов (например, экстремальных погодных условий, авиационных катастроф, атак из Интернета, пандемий), а также изменений климата будут в скорейшем времени на основе новейших достижений науки и техники подвергнуты проверке расчеты проектных параметров и правила эксплуатации АЭС. В случае необходимости незамедлительно будут приняты меры по дополнительному оснащению. При этом будет, в том числе, проверено, насколько проектные допущения (например, на случай землетрясения, наводнения) были учтены при проектировании систем и были ли в достаточной степени учтены всевозможные формы воздействия в результате отказа других систем и компонентов (например, вспомогательных систем).

4. Совокупное воздействие внешних факторов

Будет проверено, совокупность каких факторов (например, землетрясение с одновременным выходом из строя почти всей электросети) на основе новейших достижений науки и техники должна приниматься во внимание при проектировании. В случае необходимости будут незамедлительно приняты меры по дополнительному оснащению.

5. Конкретные меры

а) С учетом новейших достижений науки и техники будет подвергнута проверке сейсмостойкость, в особенности установок аварийного электроснабжения, включая все вспомогательные устройства и устройства питания, необходимые для обеспечения их работы.

б) Кроме того с учетом событий, которые могут привести к отказу по общей причине, например, из-за попадания чужеродных веществ (сена, ракушек, медуз и т. д.) подлежит проверке и при необходимости доведению до состояния эксплуатационной готовности важная для безопасности система технического водоснабжения.

с) Для того, чтобы обладать информацией относительно состояния установки, должен быть обеспечен замер важных системных данных по эксплуатации на случай нарушения режима работы или аварии с пульта

управления и с резервного щита управления. Помимо этого необходимо обеспечить непрерывную передачу этих данных в надзорные ведомства (проверка противоаварийного планирования). Для этого требуются резервные замеры, поступающие по отдельным локальным каналам.

d) Необходимо на основе новейших достижений науки и техники провести проверку внутриреакторных контрольно-измерительных приборов и КИП на случай аварий, с тем чтобы обеспечить поступление достоверных данных при авариях, выходящих за расчетные параметры.

e) Необходимо предусмотреть резервный щит управления для каждого энергоблока в соответственно оборудованном бункере, расположенном на территории таким образом, чтобы он постоянно обслуживался даже при выделении повышенной радиации.

f) Необходимо обеспечить независимое резервное энергоснабжение в течение 72 часов.

g) Необходимо исходя из новейших достижений науки и техники проверить противоаварийные мероприятия по затоплению корпуса реактора (наружное охлаждение КР). В случае необходимости будут незамедлительно приняты меры по дополнительному оснащению.

h) На случай течи в защитной оболочке реактора необходимо предусмотреть меры по возврату утечки из здания реактора (BWR) или кольцевого пространства (ВВЭР).

i) Необходимо принять меры, чтобы в случае нарушения режима работы или аварии были сведены к минимуму последствия взрывов водорода, с тем чтобы продолжали работать аварийные системы.

j) Относительно BWR: Увеличение возможностей системы аварийной подпитки в находящийся под давлением (>10bar) корпус реактора дополнительно к ТЖ и ТМ, чтобы меньше зависеть от снижения давления и систем аварийного впрыска низкого давления.

k) Относительно ВВЭР: Увеличение возможностей системы аварийной подпитки в первичный контур с помощью парогенераторного насоса, как и на BWR, имеется, хотя он зависит от оперативного, а не от активного тока.

II. Похожие сценарии аварий

a) Проверяется, возможно ли предотвращение отказа аварийного охлаждения и аварийного электроснабжения при авиационной катастрофе (случайной, террористической).

b) Проверяется прочность, а также продолжительность действенности аварийного охлаждения и аварийного электроснабжения (дизель-генераторный агрегат аварийного питания, батареи) в случае длительного выхода из строя инфраструктуры (например, внешнего электроснабжения).

- с) Все дизель-агрегаты аварийного питания должны быть помещены в бункеры.
- д) Трубопроводы для охлаждения систем безопасности должны прокладываться в доступных, помещенных в бункеры трубопроводных каналах.
- е) Система аварийного охлаждения и система отвода остаточного тепла будет повсеместно довооружена до четырех линий трубопровода, каждая со стопроцентной мощностью отвода остаточного тепла. Эти четыре линии имеют разнесение 2+2. Все эти трубопроводы должны быть защищены от воздействия внешних факторов и при необходимости прокладываться на расстоянии друг от друга.
- ф) Каждая из установок должна быть дополнительно оборудована системой аварийной подпитки под высоким давлением наподобие соответствующих систем на немецких реакторах с кипящей водой серии 69 и охлаждаемого водой под давлением реактора «Библис А». Проекты этих систем предохраняют от сплошного обесточивания электростанций.
- г) Для охлаждения бассейна выдержки отработавших топливных кассет требуется наряду с двумя подведенными для этого линиями аварийного охлаждения и отвода остаточного тепла прокладка еще двух линий охлаждения с мощностью 2x100%, из которых как минимум хотя бы одна линия должна быть полностью проложена в бункере и защищена от половодья.
- h) Все системы аварийного электроснабжения, снабжающие ток системы аварийного охлаждения, должны быть повсеместно дооснащены до мощности аварийного электроснабжения 4x100%. Эти четыре линии должны быть проложены с разнесением. По две 100 % линии попарно должны отличаться друг от друга типом конструкции активного компонента аварийного электроснабжения.
- i) Необходимо создать передвижные установки надежного питания, а также стационарные пункты подпитки для них, чтобы можно было без промедления их подключать и снабжать с их помощью потребителей, важных в аспекте техники безопасности.
- j) На всех установках необходимо повсеместно обеспечить дооснащение дополнительными аварийными системами, которые должны отвечать передовым достижениям науки и техники на доконвойных и конвойных установках. Дооснащенные аварийные системы должны быть совместимы с дооснащенными системами отвода остаточного тепла и системами надежного питания. Это означает, что вместо мощности только 4x50%, как на конвойных установках, здесь тоже должны быть созданы разнесенные системы 4x100%, по 2x100% +2x100% , отличающиеся друг от друга типом конструкции активного компонента аварийного электроснабжения. Аварийные системы должны прокладываться в бункерах.
- к) На реакторах с кипящей водой должен быть увеличен запас теплоносителей за счет увеличения их емкостей хранения, которые должны отличаться противоаварийной устойчивостью. На реакторах, охлаждаемых

водой под давлением, необходимо увеличить вместимость аварийных баков с раствором борной кислоты.

l) В целях обеспечения третьего защитного барьера при вторичном уменьшении мощности путем сброса пара в конденсатор через крышу на охлаждаемых водой под давлением реакторах требуется установить дополнительно вторичную конденсационную камеру. Эта конденсационная камера должна иметь запас воды, которая послужит сборником для сброса пара, как на реакторах с кипящей водой. Кроме того этот запас воды должен быть снова подан на парогенераторы. Для этой вторичной конденсационной камеры на ВВЭР необходимо установить систему подачи тепла.

m) Бассейн выдержки отработавших топливных кассет должен предусматриваться внутри защитной оболочки либо снабжаться эквивалентным защитной оболочке барьером от радиоактивных выбросов.

n) Необходимо предусмотреть на местах пространственно разделенные, сейсмоустойчивые, защищенные от наводнения и защищенные бункерами колодцы для хранения бора, бункеры для передвижных генераторов надежного питания и насосов.

III. Общая новая оценка рисков

a) Немедленное вступление в силу нового свода правил по ядерной технике (*Критерии безопасности для атомных электростанций*).

b) Подлежит проверке концепция одиночного дефекта, смотря по обстоятельствам необходимо будет предположить одновременное появление нескольких одиночных дефектов.

c) Нуждается в доказательстве предполагаемая на основе новейших научно-технических достижений (Модуль 3 Критериев безопасности) возможность управления максимальной проектной аварией.

d) На всех германских станциях вскоре будет введена действенная концепция информационно-технической безопасности. Это послужит гарантией того, что ИТ-атаки не смогут подорвать безопасность эксплуатации станций.

e) Цифровые системы защиты реакторов будут внедрены лишь тогда, когда они так же надежно смогут защитить от манипуляций, как и применяемая сейчас аналоговая техника.

f) Необходимо исключить последствия для безопасности АЭС, которые могут повлечь за собой выход из строя сети электроснабжения, например, при синхронных ИТ-атаках на предприятия инфраструктуры электроснабжения.

g) Изучается возможность вызова одновременной аварийной остановки на нескольких АЭС сразу путем синхронных ИТ-атак на них.

h) Скорейшее улучшение состояния безопасности на основе «списка дополнительного оснащения» Федерального министерства охраны окружающей

среды, охраны природы и безопасности реакторов (ВМУ) при отказе от доведения до кондиции требований по дополнительному оснащению из соображений вероятности (пункты П 2) как условие для использования дополнительных объемов тока за счет продления сроков службы АЭС.

i) Качество учреждений и мер для управления событиями, которые до сего времени причислялись к уровню безопасности 4а как редкие события, должно быть доведено до уровня безопасности 3.

j) Систематическая проверка учреждений и мер уровня безопасности 4 б и с при учете их качества и действенности, в соответствии с новейшими передовыми достижениями науки и техники.

k) Нужно в свете новейших передовых достижений науки и техники подвергнуть проверке расчетные параметры для корпуса реактора под давлением и их внутренних устройств на реакторах с кипящей водой серии 69 со всеми их слабыми местами относительно усталости и охрупчивания материала со всевозможными их последствиями (для имеющих место в настоящее время загрузок активной зоны, обогащений, глубины выгорания, колебаний). При этом необходимо учесть ограниченность возможностей для проведения испытаний относительно обнаружения трещин, а также возможной коррозии.

l) Для всех емкостей и трубопроводов находящейся под давлением герметичной оболочки необходимо на предусмотренный срок эксплуатации гарантировать отсутствие надломов и разрывов при возможных по состоянию науки и техники на сегодняшний день случаях угрозы безопасности (авиационные катастрофы, землетрясения, аварии, ATWS – Ожидаемые переходные процессы без аварийного останова реактора). Необходимо постоянное выявление и анализ дефектов (усталость, смещения, колебания, растяжения).

m) Для всех емкостей и трубопроводов необходимо предоставление справок об отвечающем новейшим достижениям науки и техники и соответствующем всем нагрузкам состоянии креплений (например, дюбелей) систем, важных в плане техники безопасности.

n) Во время рабочего режима активной зоны недопустим запуск систем аварийного охлаждения в целях профилактического техобслуживания. Вместо этого он должен проводиться во время проверок.

IV. Методы проверки

a) Для каждой станции будет создана группа специалистов, в состав которой будут входить только сотрудники из тех экспертных организаций, которые не являлись для нее главным экспертом, т. е. : другие технадзоры (TÜV), Общество безопасности реакторов (GRS), Институт экологии (Öko-Institut), Бюро физиков (Physikerbüro), ЭСН (ESN) и др.

b) Федеральное ведомство надзора получает без ограничений всю затребованную документацию и привлекает Комиссию по безопасности реакторов (RSK) к решению всех вопросов вышестоящей компетенции.

с) Требуемые меры будут предприняты в скорейшем времени, а также в качестве условия для использования дополнительных объемов тока за счет продления сроков действия АЭС.