

Г. В. Громов<sup>1</sup>, А. М. Дыбач<sup>1</sup>, О. В. Зеленый<sup>1</sup>,  
В. В. Инюшев<sup>1</sup>, А. В. Носовский<sup>1</sup>,  
С. Э. Шоломицкий<sup>1</sup>, М. Х. Гашев<sup>2</sup>,  
Е. А. Миколайчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный научно-технический центр  
по ядерной и радиационной безопасности,  
г. Киев, Украина

<sup>2</sup>Государственная инспекция ядерного регулирования  
Украины, г. Киев

## О критериях и требованиях безопасности к новым энергоблокам АЭС в свете уроков аварии на АЭС «Фукусима-Даичи»

После аварии на АЭС «Фукусима-Даичи» в мировом сообществе активно ведутся работы по пересмотру и ужесточению требований безопасности, предъявляемых к новым энергоблокам АЭС. В статье представлены ключевые концептуальные требования, предъявляемые к новым энергоблокам в свете аварии на АЭС «Фукусима-Даичи».

Ключевые слова: критерии безопасности, АЭС, тяжелая авария, проектирование, функции безопасности.

Г. В. Громов, О. М. Дибач, О. В. Зеленый, В. В. Инюшев,  
А. В. Носовський, С. Е. Шоломицький, М. Х. Гашев,  
О. А. Миколайчук

### Про критерії та вимоги безпеки до нових енергоблоків АЕС у світлі уроків аварії на АЕС «Фукусіма-Даїчі»

Після аварії на АЕС «Фукусіма-Даїчі» у світовому співтоваристві активно ведуться роботи з посилення вимог безпеки, що висувуються до нових енергоблоків АЕС. У статті наведено ключові концептуальні вимоги, що встановлюються до нових енергоблоків у світлі аварії на АЕС «Фукусіма-Даїчі».

Ключові слова: критерії безпеки, АЕС, важка аварія, проектування, функції безпеки.

© Г. В. Громов, А. М. Дыбач, О. В. Зеленый, В. В. Инюшев,  
А. В. Носовский, С. Э. Шоломицкий, М. Х. Гашев, Е. А. Миколайчук,  
2013

Авария на АЭС «Фукусима-Даичи» стала точкой отсчета как в переоценке безопасности действующих АЭС, так и существенном повышении требований к АЭС, строящихся и планируемых к строительству.

В международном сообществе активно ведутся работы по пересмотру требований безопасности к АЭС с учетом первых уроков аварии на японской АЭС. Пересмотр стандартов безопасности МАГАТЭ был начат в рамках Плана действий по ядерной безопасности, утвержденного решением Генеральной конференции МАГАТЭ в сентябре 2011 г. [1]. WENRA (Ассоциация западноевропейских органов регулирования ядерной безопасности) в ноябре 2012 г. обнародовала для публичного обсуждения документ «Проектная безопасность новых АЭС» [2].

Госатомрегулированием Украины во исполнение Указа Президента Украины № 585/2011 от 12 мая 2011 г. «О решении Совета национальной безопасности и обороны Украины от 8 апреля 2011 года “О повышении безопасности эксплуатации атомных электростанций Украины”» [3] также выполняется комплексная ревизия норм и правил по ядерной и радиационной безопасности. Вместе с тем, принимая во внимание необходимость их гармонизации с новыми требованиями МАГАТЭ и выполнения требований законодательства относительно участия общественности в процессе принятия решений, новые нормативные документы будут вводиться в действие не ранее 2014 г.

Поэтому с учетом принятого 6 сентября 2012 г. Верховной Радой Украины Закона «О размещении, проектировании и строительстве энергоблоков № 3 и 4 Хмельницкой атомной электростанции» актуально определение, по крайней мере, основных концептуальных положений, которые должны быть учтены при проектировании указанных энергоблоков.

В рамках этой работы определены и сформулированы следующие ключевые концептуальные положения:

1. *Пересмотр подхода к управлению тяжелыми авариями, пересмотр и установление критериев приемлемости.*

Для новых АЭС проект должен продемонстрировать, что тяжелые аварии не приводят к радиологическим последствиям за пределами санитарно-защитной зоны, требующим эвакуации населения.

В проекте необходимо предусмотреть:

комплекс мероприятий по выполнению функций безопасности локализующей системой в условиях тяжелых аварий (в том числе в части внедрения систем предотвращения байпасирования гермообъема вследствие утечки расплавленных масс активной зоны из корпуса реактора, предотвращения создания взрывоопасных концентраций газов в помещениях зоны локализации, предотвращения отказов гермооболочки вследствие статического повышения давления в ней во время тяжелых аварий);

комплекс мероприятий по управлению тяжелыми авариями, направленный на достижение установленных критериев для всех возможных состояний реакторной установки и всех возможных мест пребывания ядерных материалов.

2. *Пересмотр и установление более жестких запасов безопасности по отношению к расширенному спектру возможных экстремальных природных и техногенных воздействий/комбинаций воздействий.*

В проекте требуется обосновывать запасы безопасности по отношению к расширенному спектру возможных экстремальных природных и техногенных воздействий/комбинаций воздействий. Существующие запасы по сейсмическим

воздействиям, затоплениям, экстремальным температурным воздействиям и т. д. должны быть пересмотрены в сторону существенного увеличения (запас по сейсмическим воздействиям 100 %). Установленные запасы безопасности должны учитывать прогноз развития климатической ситуации, по крайней мере, на срок, охватывающий проектный срок эксплуатации, потенциальный период эксплуатации сверх проектного срока и потенциальный срок завершения снятия с эксплуатации.

3. *Обеспечение долговременного выполнения функций безопасности в условиях полного обесточивания и потери конечного поглотителя тепла.*

В проекте следует предусматривать технические средства по обеспечению длительного выполнения фундаментальных функций безопасности при полном обесточивании и потере конечного поглотителя тепла. Способы обеспечения длительного выполнения фундаментальных функций безопасности должны основываться на применении альтернативных автономных средств и источников воды и энергии.

При проектировании систем безопасности приоритет должен предоставляться системам, которые функционируют по пассивному принципу и не требуют вмешательства персонала, а также не зависят от сторонних источников энергии и информации. В проекте должна быть обоснована надежность таких систем в течение времени, необходимого для преодоления активной фазы аварии.

Предварительно рассматриваются следующие требования к проектам новых АЭС по длительности выполнения функций безопасности:

не менее 3 суток при полном обесточивании (автономность «ядерного острова»);

не менее 14 суток при внешнем обесточивании (автономность площадки АЭС).

Указанные численные значения установлены на основании имеющихся данных по длительности восстановления электроснабжения при авариях на различных АЭС: «Turkey Point 3, 4» (ураган 5 категории Эндру, 1992) — 6 суток, «Фукусима-Даичи» — от 8 суток (энергоблоки №№ 5, 6) до 11 суток (энергоблоки №№ 1—4), «Seabrook» (снег, 2001) — более 2 суток.

Изложенные подходы одобрены коллегией Госатомрегулирующего Украины на заседании 20 ноября 2012 г. [4] как основа для дальнейшего пересмотра норм и правил по ядерной и радиационной безопасности. Эксплуатирующей организацией ГП НАЭК «Энергоатом» рекомендовано, не ожидая введения в действие новых нормативных документов, учесть вышеупомянутые положения на стадии проектирования энергоблоков №№ 3 и 4 Хмельницкой АЭС.

25 декабря 2012 г. Госатомрегулирующим Украины при поддержке ГНТЦ ЯРБ с участием ведущих специалистов ГП НАЭК «Энергоатом», Обособленного подразделения «Научно-технический центр» ГП НАЭК «Энергоатом», Обособленного подразделения «Атомпроектинжиниринг» ГП НАЭК «Энергоатом», ПАО «Киевский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Энергопроект», ОАО «Харьковский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Энергопроект», Института геофизики НАН Украины проведено обсуждение документа WENRA «Проектная безопасность новых АЭС» [2] и основных нововведений в части усиления требований после аварии на АЭС «Фукусима-Даичи» (как на международном уровне, так и в деятельности Госатомрегулирующего Украины, касаю-

щейся комплексной ревизии норм и правил по ядерной и радиационной безопасности) к строящимся и планируемыми к строительству АЭС. Дискуссия прошла на профессиональном уровне с технической детализацией отдельных положений.

Документ «Проектная безопасность новых АЭС» [2], подготовленный WENRA в октябре 2012 г., содержит ряд принципиальных новшеств и заслуживает детального анализа. В нем излагаются общие положения по ключевым вопросам безопасности, выработанные рабочей группой WENRA по гармонизации реакторов (RHWG), которые конкретизируют цели безопасности, представленные в документе «Цели безопасности для новых энергетических реакторов — исследование RHWG» [6] (декабрь 2009 г.), а также в «Заявлении WENRA о целях безопасности для новых атомных электростанций» [7] (ноябрь 2010 г.). Работа по установлению положений, относящихся к безопасности новых АЭС, была инициирована WENRA еще до аварии на АЭС «Фукусима-Даичи», и значительная ее часть выполнена до этих событий.

Вопросы безопасности, по которым разработаны общие положения, были выбраны WENRA исходя из их актуальности для требуемых характеристик новых реакторов по сравнению с существующими. В документе [2] приведены семь положений безопасности новых АЭС, и особый интерес представляет предложенный подход к обеспечению глубокоэшелонированной защиты. Для новых реакторов существует четкое требование учитывать в первоначальном проекте события, которые часто рассматривались в качестве «запроектных» для предыдущего поколения реакторов. Они включают в себя множественные отказы и аварии с расплавлением активной зоны, получившие название «Расширенные проектные условия» в публикации МАГАТЭ SSR-2/1 [5]. Это требование значительно расширяет ряд событий, учтенных в первоначальном проекте для предотвращения аварий, их управления, смягчения последствий, а также соответствующие проектные решения АЭС. Подразумевается, что понимание запроектной аварии различается для существующих и новых реакторов. Некоторые сценарии, которые считались запроектными для большинства существующих реакторов, сейчас уже с самого начала закладываются в проекты новых реакторов (постулированные множественные отказы и аварии с расплавлением активной зоны).

WENRA отмечено, что события, которыми сопровождаются аварии с расплавлением активной зоны/топлива (тяжелые аварии), радикально отличаются от событий, при которых расплавление активной зоны отсутствует. Следовательно, авариям с расплавлением активной зоны WENRA выделен отдельный уровень глубокоэшелонированной защиты. События с множественными отказами предложено рассматривать как составляющую 3-го уровня глубокоэшелонированной защиты, однако с четким разграничением между техническими средствами для постулируемых единичных исходных событий и событий с множественными отказами.

Как следует из документов WENRA [2, 6, 7], направления ужесточения регулирующих требований после аварии на АЭС «Фукусима-Даичи», представленные в этой статье, хорошо согласуются с мировыми тенденциями.

Предложения по усовершенствованию требований безопасности к АЭС с учетом уроков аварии на АЭС «Фукусима-Даичи» были вынесены Госатомрегулирующим Украины на общественное обсуждение, подведение итогов которого

состоялось 10 января 2013 г. в формате расширенного заседания с привлечением средств массовой информации.

Подходы, изложенные в данной статье, с учетом результатов профессионального и общественного обсуждения приняты за основу при пересмотре нормативно-правового акта «Общие положения безопасности АС» [8], который является формирующим в системе нормативных документов по безопасности АЭС.

### Выводы

Госатомрегулирование Украины выполняет комплексную ревизию норм и правил по ядерной и радиационной безопасности для учета уроков аварии на АЭС «Фукусима-Даичи», а также гармонизацию с новыми требованиями МАГАТЭ и WENRA.

Для обеспечения своевременного учета уроков аварии при проектировании энергоблоков №№ 3 и 4 Хмельницкой АЭС разработаны, а затем прошли профессиональное и общественное обсуждение ключевые концептуальные требования, предъявляемые к новым энергоблокам в свете аварии на АЭС «Фукусима-Даичи».

Критерии и подходы по безопасности новых АЭС могут быть пересмотрены и уточнены по результатам дальнейших исследований, публикаций международных документов и появления новых данных об аварии на АЭС «Фукусима-Даичи».

### Список использованной литературы

1. IAEA Action Plan on Nuclear Safety, approved by the IAEA Board of Governors on 13 September 2011, as endorsed by the IAEA General Conference during its 55th regular session on 22 September 2011.
2. Safety of new NPP designs (draft), WENRA, 2012.
3. Указ Президента Украины № 585/2011 от 12.05.2011 «О решении Совета национальной безопасности и обороны Украины от 8 апреля 2011 года “О повышении безопасности эксплуатации атомных электростанций Украины”».
4. Постановление Коллегии Госатомрегулирования Украины «О критериях и требованиях безопасности по строительству новых энергоблоков АЭС в свете уроков аварии на АЭС “Фукусима”» № 15 от 20.11.12.
5. Safety of Nuclear Power Plants: Design Specific Safety Requirements, IAEA, SSR-2/1, 2012.
6. Safety Objectives for New Power Reactors, WENRA, December 2009.
7. Statement on safety objectives for new nuclear power plants, WENRA, November 2010.
8. Общие положения безопасности АС: НП 306.2.141–2008.

*Получено 25.01.2013.*