

АВАРИЯ НА АС ФУКУСИМА-ДАЙИТИ КАК СТРЕСС-ТЕСТ ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ТЯЖЕЛОЙ АВАРИИ НА АТОМНОЙ СТАНЦИИ

В.А. Кутьков*^{*}, В.В. Ткаченко****

* НИЦ «Курчатовский институт»

123182, Москва, пл. Курчатова, 1

** Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ

249040, Калужская обл., г. Обнинск, Студгородок, 1



Обстоятельства аварии на японской АС Фукусима-Дайити, начавшейся 11 марта 2011 г., предложено использовать в качестве основы для стресс-теста национальной стратегии защиты населения при тяжелой запроектной аварии на атомной станции. Стресс-тестирования стратегии защиты населения показывают насколько национальная система устойчива при реализации самых неблагоприятных событий на АС и дают понимание о возможных уязвимостях и путях их устранения. Дано определение «фукусимской» модели стресс-теста, и действия японских властей в обстоятельствах аварии на АС Фукусима-Дайити рассмотрены как реакция на этот стресс-тест. Применение этого стресс-теста выявило существенные уязвимости в стратегии населения при аварии на АС, которая до аварии успешно прошла многократные проверки в более чем сотне учений разного уровня. Главной уязвимостью стратегии явилась опора на применение компьютерных систем оценки аварийного облучения для принятия решений на этапе аварийного реагирования. Предлагается использовать «фукусимский» стресс-тест для выявления уязвимостей в стратегии защиты населения при аварии на АС, принятой в Российской Федерации, а уроки, извлеченные из результатов тестирования, использовать для совершенствования этой стратегии.

Ключевые слова: радиационная авария; стратегия радиационной защиты населения; атомная электростанция; авария на АС Фукусима-Дайити; стресс-тест.

ВВЕДЕНИЕ

Авария на АС Фукусима-Дайити (Япония), начавшаяся 11 марта 2011г., является единственной тяжелой аварией на АС, техническая информация о которой публиковалась в Интернете и в короткое время становилась доступной специалистам благодаря участию МАГАТЭ в распространении достоверной информации об аварии. Материалы, отражающие развитие аварии, ее экологические и радиологические последствия, а также действия правительства, направленные на смягчение последствий аварии и защиту населения, собраны в общедоступном банке данных [1]. Эти данные послужили одной из основ для детального анализа обстоятельств, причин и последствий аварии, которые вместе с уроками аварии вошли в доклад Генерального директора МАГАТЭ об аварии

© В.А. Кутьков, В.В. Ткаченко, 2016

на АС Фукусима-Дайити [2].

Уроки аварии нашли отражение в частях 3 и 7 «Основных международных требований безопасности», устанавливающих требования в части защиты людей в случае радиационной аварии [3, 4]. Согласно этим требованиям, следующим Рекомендациям МКРЗ 2007г. в [5], правительство должно обеспечить разработку, обоснование и оптимизацию стратегий защиты на стадии планирования и применение мер аварийного реагирования путем своевременного осуществления этих стратегий [4].

Выбор стратегии определяет способность правительства защитить граждан в случае тяжелой аварии на АС [10].

СТРАТЕГИЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ЗАПРОЕКТНОЙ АВАРИИ НА АС

Стратегия защиты населения включает в себя обеспечение аварийной готовности и проведение защитных мер для защиты людей на стадии аварийного реагирования. Рассмотрим два основных типа стратегий защиты населения.

В основе стратегии первого типа лежит концепция детального планирования защиты населения для постулированных классов запроектных аварий (ЗПА), различающихся радиологическими последствиями. Состояние критических функций безопасности [6, 7] определяет принадлежность ЗПА к определенному классу. Основой стратегии аварийного планирования (АП-стратегии) являются следующие элементы:

- постулированные классы запроектных аварий на АС в соответствии с их потенциальными радиологическими последствиями; критерии отнесения ЗПА к определенному классу, которые являются уровнями действия в аварийной ситуации (УДАС), отражающими состояние критических функций безопасности [3, 8, 9];
- зоны и расстояния аварийного планирования за пределами площадки для проведения защитных действий в случае ЗПА определенного класса с целью удержания доз облучения населения ниже общих дозиметрических критериев [3, 9];
- действующие уровни вмешательства (ДУВ), выраженные в терминах измеряемых параметров загрязнения окружающей среды, при превышении которых можно ожидать, что жители не будут в полной мере защищены, если не принять дополнительных защитных действий [3, 8, 9]; ДУВ служат для уточнения области применения мер защиты, запланированных для ЗПА определенного класса и проведенных в соответствии с УДАС;
- в целом обоснованные и оптимизированные концепции операций для проведения предупредительных и срочных защитных мер в зоне или в пределах расстояния аварийного планирования в случае реальной угрозы возникновения ЗПА определенного класса [9].

Концепция аварийного планирования [3, 9] состоит в том, чтобы в случае ЗПА начать проведение запланированных заранее защитных мер, не дожидаясь полного разрушения глубокоэшелонированной защиты АС и последующего выброса продуктов деления, а основываясь на эволюции состояний основных функций безопасности АС. При этом инициатором начала действий по защите населения является оператор АС [3, 9].

Примером стратегии преимущественно АП-типа является стратегия, основные элементы которой были предложены МАГАТЭ в публикации [9]. Основные положения такой стратегии обсуждаются в [10, 11].

В основе стратегии второго типа лежит концепция принятия мер защиты населения в случае возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС). Основой такой стратегии (ЧС-стратегии) являются следующие элементы:

- критерии отнесения ЗПА к ЧС, которыми являются УДАС, отражающие потерю критических функций безопасности [5 – 7, 13]; за декларацией ЧС следует активирование органов, уполномоченных принимать решение (ОПР) по проведению мер защиты населения;
- мониторинг источника выброса или загрязнения ареала населенного пункта после разрушения глубокоэшелонированной защиты АС и выброса продуктов деления для

прогноза радиологических последствий ЗПА для его жителей;

– дозиметрические критерии проведения отдельных мер защиты с целью смягчения радиологических последствий ЗПА и производные от них ДУВ для оценки загрязнения ареала населенного пункта с целью обоснования мер защиты [12].

Концепция чрезвычайного планирования состоит в следующем [13, 14]:

– в случае нарушения критических функций безопасности АС начать подготовку к принятию и реализации решений по защите населения в случае полного разрушения глубокоэшелонированной защиты АС;

– после выброса продуктов деления и формирования загрязнения территории за пределами площадки принимать чрезвычайные меры защиты населения на основании мониторинга окружающей среды и прогноза развития аварийной ситуации.

При этом инициатором начала действий по защите населения является ОПР [13, 14].

Примером такой стратегии защиты населения является стратегия, принятая в Японии. В Российской Федерации применяется комбинированная стратегия. Например, в новом проекте российских АС [21] область аварийного планирования ограничена 890 м от реакторной установки, что соответствует авариям четвертого уровня по шкале ИНЕС [20]. Все аварии с большими последствиями рассматриваются как чрезвычайные ситуации [13, 14].

АВАРИЯ НА АС ФУКУСИМА-ДАЙТИ КАК МОДЕЛЬ СТРЕСС-ТЕСТА

Стресс-тестирование – одна из форм тестирования, которая используется для определения устойчивости системы в условиях превышения пределов нормального функционирования. Модели стресс-тестирования стратегии защиты населения показывают насколько национальная система устойчива при реализации самых неблагоприятных событий на АС и дают понимание о возможных уязвимостях и путях их устранения.

Согласно международным требованиям в [3], в основу обеспечения готовности к защите населения в случае запроектной аварии на АС должен быть положен анализ событий

– на площадке (включая весьма маловероятные события), которые постулированы как могущие привести к тяжелым детерминированным эффектам за пределами площадки;

– зафиксированных в прошлых авариях.

Каждая тяжелая авария на АС служит моделью стресс-теста для системы защиты населения. Например, после аварии на АС «Три-Майл-Айленд» (1979 г., США) комиссия по ядерному регулированию США включила в положения, регламентирующие деятельность АС, дополнительные жесткие требования относительно обеспечения аварийной готовности и реагирования [6, 16]. После аварии на Чернобыльской АС (1986 г., СССР) были утверждены конвенции об оперативном оповещении о ядерной аварии и о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации [18]. Была разработана шкала ИНЕС [17]. Авария на АС Фукусима-Дайти – новый стресс-тест для национальных систем аварийной готовности.

Авария на АС Фукусима-Дайти началась 11 марта 2011г. в 14:46 по японскому поясному времени вследствие Великого Восточно-Японского землетрясения магнитудой 9,0 баллов, которое привело к значительному разрушению инфраструктуры вблизи АС. Вышли из строя все шесть линий электропередач, соединяющих АС Фукусима-Дайти с внешним миром. Все реакторы на площадке были остановлены автоматически. Произошла потеря внешнего источника переменного тока на объекте, и аварийные дизель-генераторы начали обеспечивать функции безопасности, в том числе аварийное охлаждение реакторов.

В 15:36 (+0:00) за землетрясением последовало цунами, которое привело к тому, что площадка первой очереди АС с блоками 1 – 4 оказалась покрыта слоем воды толщиной

около 5 м. Произошло затопление находящихся ниже уровня площадки помещений, в которых находились дизель-генераторы, батареи и распределительные щиты электропитания АС. Система электроснабжения АС вышла из строя на неопределенный срок, и потеря функций безопасности стала неотвратимой. В рабочем состоянии остались лишь немногие приборы технологического контроля, и достоверность показаний некоторых из них была сомнительна. Продолжали работать 11 мониторов мощности амбиентной дозы внешнего излучения (МАД), расположенные на промплощадке АС и ее границе. По мере выхода из строя систем аварийного охлаждения реакторов блоков 1, 2 и 3, а также находящегося в бассейне выдержки блока 4 выгруженного из реактора облученного топлива началось плавление топлива, приведшее к неконтролируемому выбросу продуктов деления в атмосферу. После 4:00 12 марта загрязнение территории вблизи АС стало уже существенным [19]. Динамику выброса отражает рис. 1, где показаны максимальные значения показаний мониторов МАД, приведенных на рис. 4.1–4 в [19]. Штриховая линия – действующий в Японии УДАС (500 мкЗв/ч) для объявления ЧС (ядерной аварии на АС) в соответствии с [20]. Для российских АС уровень МАД на границе санитарно-защитной зоны, при котором следует объявлять ЧС (аварийной обстановки на АС), установлен равным 200 мкЗв/ч [5].

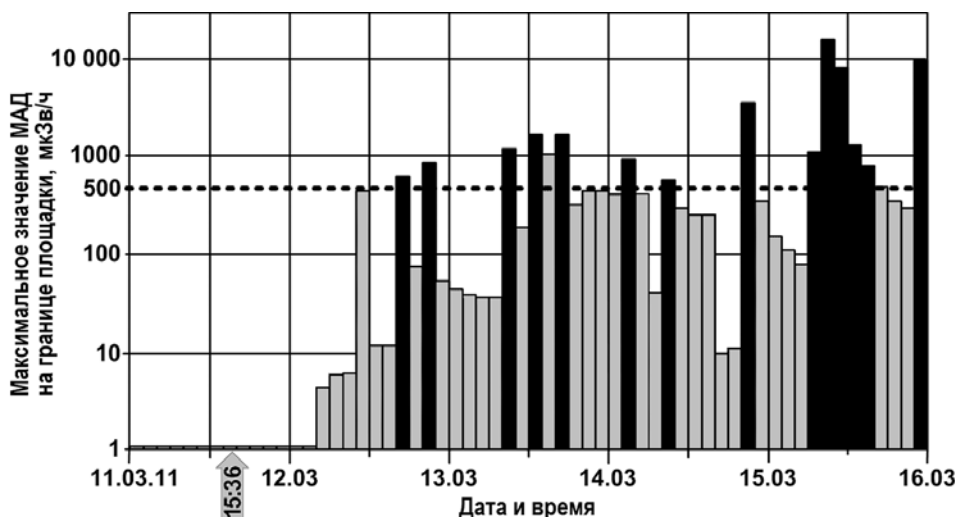


Рис. 1. Результаты радиационного мониторинга на границе площадки АС Фукусима-Дайти

С 15:36 начинается отсчет времени проведения защитных мер японским правительством. События, происшедшие на АС Фукусима с 14:46 по 15:36, являются основой для модели стресс-теста.

«Фукусимский» стресс-тест заключается в моделировании и оценке действий оператора АС, правительства и местных властей на запроектную аварию на АС, развивающуюся по сценарию аварии на АС Фукусима-Дайти. Модель «фукусимского» стресс-теста:

- полное обесточивание АС на неопределенный срок вследствие внешнего события, приведшего к останову реактора;
- потеря возможности мониторинга параметров реакторной установки;
- потеря возможности управления реакторной установкой;
- ограниченный ресурс системы аварийного охлаждения активной зоны реактора;
- работоспособное состояние мониторов МАД на границе площадки (данные мониторинга соответствуют приведенным на рисунке).

**ПРОВЕРКА СТРАТЕГИИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ЯПОНИИ
«ФУКУСИМСКИМ» СТРЕСС-ТЕСТОМ**

По состоянию на 31 декабря 2010 г. в Японии работали 54 энергоблока на 20-ти АС [22]. На одну АС в Японии в среднем приходится около 18200 км² суши, что соответствует области с радиусом примерно 76 км. При такой концентрации потенциально опасных объектов в Японии всегда уделяли большое внимание обеспечению аварийной готовности. Авария на заводе по производству ядерного топлива в Токай-Мура в сентябре 1999 г. явилась еще одним стресс-тестом, за которым последовало принятие специального закона об обеспечении готовности к ядерным авариям [20]. Закон и подзаконные акты определяют обязанности лицензиата, оператора АС, местных властей, центрального правительства и организаций, участвующих в обеспечении аварийной готовности и реагирования. Были установлены критерии отнесения ЗПА к ЧС и основы стратегии проведения чрезвычайных мер для защиты населения [23]. В этой стратегии главным лицом, принимающим решения по защите населения, определен премьер-министр, а ключевые роли в подготовке решений отведены двум министерствам – Министерству экономики, торговли и промышленности (METI – Ministry for Economy, Trade and Industry) вместе с Комитетом METI по надзору за ядерной и промышленной безопасностью (Проматомнадзор) и Министерству образования, культуры, спорта, науки и технологии (MEXT – Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology). Под эгидой METI и MEXT в 2000 – 2008 гг. были созданы 20 Удаленных центров управления противоаварийными действиями при каждой из АС, а также четыре Региональных центра технической поддержки [23]. В 2000 – 2008 гг. местные власти (префектуры) совместно с АС провели 126 аварийных учений. METI за тот же период провело совместно с АС 9 учений продолжительностью один–два дня. Ежегодно, начиная с 2000 г., правительство Японии проводит полномасштабные аварийные учения на одной из АС [23].

Детальное описание стратегии защиты населения в случае аварии на японской АС можно найти в [15, 23]. Лицензиат (оператор АС) несет ответственность за распознавание и предварительную классификацию ЗПА и смягчение ее последствий на площадке. Центральное правительство во главе с премьер-министром несет ответственность за окончательную классификацию ЗПА, декларацию ЧС (ядерной аварии на АС), активацию системы реагирования на ЧС всех уровней, прогноз развития ЧС и принятие решений по проведению чрезвычайных мер защиты населения. Органы местной власти несут ответственность за проведение защитных действий по прямому указанию или рекомендации премьер-министра.

Эта стратегия защиты населения, отработанная в течение многократных противоаварийных учений, подверглась тестированию аварией на АС Фукусима-Дайити.

В 15:42 11 марта (+0:06) оператор АС в соответствии со статьей 10 закона [20] сообщил национальным и местным органам власти об особом событии (полное обесточивание АС) [21].

В 16:45 (+1:03) оператор АС сообщил правительству и местным властям о невозможности закачки воды в систему аварийного охлаждения реактора для энергоблоков № 1 и 2, что, согласно [20], является ЧС (ядерная авария на АС).

В 17:42 (+2:00) METI и Проматомнадзор подтвердили первоначальную классификацию ЗПА, сделанную оператором в 16:45. Министр METI безотлагательно информировал об этом премьер-министра и потребовал официального объявления ядерной аварии на АС.

В 18:30 (+2:48) премьер-министр одобрил объявление чрезвычайной ситуации.

В 19:03 (+3:27) правительство объявило ядерную аварию на АС и создало Центральный и Локальный штабы реагирования на ЧС. Премьер-министр возглавил

оба штаба.

В обстоятельствах реальной аварии МЕТИ и МЕХТ оказались не в состоянии выполнить поставленные перед ними задачи прогноза облучения населения. Для решения таких задач под эгидой МЕХТ была разработана компьютерная Система прогнозирования доз облучения населения вследствие загрязнения окружающей среды SPEEDI (System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information) [23, 24]. Для работы SPEEDI необходимо знать суммарное количество радиоактивных продуктов, поступивших в окружающую среду при выбросе, их приблизительный изотопный состав и другие параметры выброса, погодные условия в момент выброса и т.д. За предоставление этой информации ответственно МЕТИ и оператор АС, но из-за полного обесточивания станции оказалось невозможным оценить состояние АС, дать прогноз его развития и тем более спрогнозировать выброс (см. рисунок).

Ситуация оказалась чрезвычайно неопределенной и бесперспективной в силу бессрочной потери электроснабжения: нет исходных данных – нет прогнозной оценки – нет защитных мер.

Таким образом, стресс-тест показал, что в течение первых шести часов после полной потери критических функций безопасности правительство и премьер-министр, действуя в полном соответствии с требованиями закона [20] и ЧС стратегии, оказались не в состоянии принять какое-нибудь решение о защите населения.

В 20:50 (+5:14) префект префектуры Фукусима отдал приказ об эвакуации жителей из зоны радиусом 2 км вокруг АС [15]. Многочасовое отсутствие реакции правительства заставило префекта принять решение, которое противоречило требованиям закона [20], однако соответствовало урокам, которые местные власти извлекли из противоаварийных учений. В период 2000 – 2008 гг. префектура Фукусима провела шесть учений совместно с АС Фукусима-Дайити и два учения с АС Фукусима-Дайити [23], поэтому для местных властей было очевидно, что оттягивание решений по защите населения в случае ядерной аварии на АС только увеличивает риск неблагоприятных последствий. Это решение, которое полностью соответствовало АП стратегии в части осуществления предупредительных защитных мер, инициируемых до выброса продуктов деления [9], стало триггером для действий правительства.

В 21:23 (+5:47), следуя действиям префекта префектуры Фукусима, правительство издало приказ об эвакуации жителей из зоны радиусом 3 км и укрытии жителей в зоне радиусом 3–10 км [15] не имея прогноза развития ситуации, основанного на расчетах SPEEDI.

На следующий день, 12 марта, правительство продолжало принимать решения вопреки закону [20] и принятой стратегии. В 18:25 12 марта, спустя 27 часов после полной потери критических функций безопасности, правительство издало приказ об эвакуации жителей из зоны радиусом 20 км вокруг АС [21]. Зона планирования чрезвычайных защитных мер вокруг АС Фукусима-Дайити, определенная до аварии в аварийном плане местных властей, была равна 10 км, что соответствовало кратчайшему расстоянию от АС до г. Минамисома с населением около 350 тыс. чел. [15]. Проведение незапланированных и неподготовленных защитных действий не могло не привести к тяжелым последствиям. Согласно официальным данным, при срочной незапланированной эвакуации больниц и домов престарелых из 20-километровой зоны погибло несколько десятков пациентов [15]. Согласно [25], общее число погибших достигает 60 человек.

Таким образом, стратегия защиты населения Японии в случае ядерной аварии на АС, создававшаяся в течение более 10-ти лет после принятия закона [20], не про-

шла «фукусимского» стресс-теста, выявившего уязвимости, которые не были обнаружены в более чем сотни тренировок в течение 10-ти лет. Все решения о проведении мер защиты населения, проживающего вокруг АС, правительство Японии было вынуждено принять до разрушения глубокоэшелонированной защиты АС и выброса продуктов деления, как и рекомендовано в [3, 9]. На основании этого опыта NRA орган ядерного регулирования Японии принял решение прекратить использование SPEEDI и других подобных кодов для принятия решений о защите населения во время аварии на АС [24]. В настоящее время в Японии идет интенсивная перестройка системы обеспечения аварийной готовности и реагирования с целью внедрения в практику АП-стратегии защиты населения при тяжелой аварии на АС. Для ускорения этого процесса был сделан перевод работы [9] на японский, что является довольно редким событием в истории МАГАТЭ.

ВЫВОДЫ

«Фукусимский» стресс-тест наглядно продемонстрировал, что применение стратегии защиты населения, принятой в Японии, не способно защитить население при аварии на АС. Очевидно, применение подобной стратегии, принятой в Российской Федерации, также не предотвратило бы существенного облучения населения за пределами площадки АС, и оно не было бы защищено в достаточной мере. В реальной ситуации аварии на АС Фукусима-Дайити 11 марта 2011 г. японскому правительству удалось предотвратить подобное развитие событий только потому, что вопреки требованиям национальных регулирующих документов оно было вынуждено следовать международным требованиям обеспечения безопасности относительно обеспечения аварийной готовности и реагирования в [3] и начало стихийно следовать стратегии, соответствующей рекомендациям МАГАТЭ в [9]. Применение «фукусимского» стресс-теста наглядно показало, где необходима ревизия основных требований регулирующих документов Японии в области обеспечения аварийной готовности и защиты населения в случае аварии на АС.

Принятая в Российской Федерации стратегия защиты населения при аварии на АС является результатом изучения уроков Чернобыльской аварии. Для скорейшего выявления ее уязвимостей необходимо применить «фукусимский» стресс-тест, и уроки, извлеченные из результатов тестирования, использовать для совершенствования этой стратегии.

Литература

1. Countermeasures for the Great East Japan Earthquake. WARP Web Archiving Project. NISA, Nuclear and Industrial Safety Agency of Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). URL: <http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3531775/www.nisa.meti.go.jp/english/> (27.12.2015).
2. The Fukushima Daiichi accident. Report by the Director General, Vienna: IAEA, 2015.
3. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Requirements Part 7: Safety Standard Series No. GSR Part 7. – Vienna: IAEA, 2015.
4. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3, Safety Standard Series No. GSR Part 3. – Vienna: IAEA, 2014.
5. Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации и организации экстренной помощи атомным станциям в случае радиационно опасных ситуаций. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-005-16. – М.: Госатомнадзор России, 2016.
6. *Острейковский В.А.* Эксплуатация атомных станций. – М.: Энергоатомиздат, 1999.
7. Практические основы разработки и обоснования технических характеристик и безопасности эксплуатации реакторных установок типа ВВЭР. / Под ред. М.В. Ковальчука,

- В.А. Сидоренко, Ю.В. Маркова. – М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2015.
8. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-2, Vienna: IAEA, 2011.
9. Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, Emergency Preparedness and Response Series EPR-NPP PUBLIC PROTECTIVE ACTIONS, Vienna: IAEA, 2013.
10. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Саакян С.П. Основы стратегии защиты населения в случае запроектной аварии на атомной станции. // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2015. – № 4. – С. 5-14.
11. McKenna T., Vilar-Welter P., Callen J., Martincic R., Dodd B. and Kutkov V. Tools for placing the radiological health hazard in perspective following a severe emergency at a light water reactor (LWR) or its spent fuel pool. // Health Physics, – 2015. –Vol. 108. – PP. 15-31.
12. Производные уровни вмешательства в случае аварии на атомной станции: Методические указания МУ 2.6.1. 047 -08. – М.: Роспотребнадзор, 2008.
13. Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-015-12. – М.: Ростехнадзор, 2012.
14. План действий Свердловской области по защите населения в тридцатикилометровой зоне Белоярской атомной электростанции. Приложение к Постановлению от 01 ноября 1999 года №1263-ПП. Екатеринбург: Правительство Свердловской области. 1999. URL:
<http://docs.pravo.ru/document/view/4722315/28592015/> (20.04.2015).
15. Emergency Preparedness and Response. The Fukushima Daiichi accident. Technical volume 3/5. – Vienna: IAEA, 2015.
16. Infrastructure and methodologies for the justification of nuclear power programmes. Woodhead Publishing Series in Energy No. 28/ Edited by Agustin Alonso. –Oxford: Woodhead Publishing Limited, 2012.
17. The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual. 2008 Edition. – Vienna: IAEA, 2009.
18. Convention on early notification of a nuclear accident and Convention on assistance in the case of a nuclear accident or radiological emergency. IAEA Legal Series No. 14. – Vienna: IAEA, 1987.
19. Radiological Consequences. The Fukushima Daiichi accident. Technical volume 4/5. – Vienna: IAEA, 2015. – 262 p.
20. Act on Special Measures Concerning Nuclear Emergency Preparedness, Act No. 156 of 1999, as last amended by Act No. 118 of 2006 (Japan). URL:
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/hourei/data/ASMCNEP.pdf> (19.06.2016).
21. Description and Context of the Accident. The Fukushima Daiichi accident. Technical Volume 1/5. – Vienna: IAEA, 2015. – 238 p.
22. Nuclear Power Reactors in the World. IAEA Reference data series No. 2. 2011 Edition. – Vienna: IAEA, 2011.
23. National Report of Japan for the third Review Meeting of Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste. Government of Japan, 2008.
24. Hirano M. New Framework for Emergency Preparedness and Response in Japan: International Experts Meeting on Assessment and Prognosis in Response to a Nuclear or Radiological Emergency. 20–24 April 2015. – Vienna: IAEA, 2015. IAEA-CN-256. URL:
<http://www-pub.iaea.org/iaea meetings/IEM9p/Opening/Hirano.pdf> (29.04.2016).
25. Michio Ishikawa M. A Study of the Fukushima Daiichi Nuclear Accident Process. What caused the core melt and hydrogen explosion? – Tokyo: Springer, 2015.

Поступила в редакцию 08.07.2016 г.

Авторы

Кутьков Владимир Анатольевич, ведущий научный сотрудник, канд. физ-мат. наук,
E_mail: v.kutkov@yandex.ru

Ткаченко Валерий Васильевич, доцент, канд. техн. наук,
E_mail: tkachenko@iate.obninsk.ru

UDC 621.039.566

**THE FUKUSHIMA-DAIICHI NPP ACCIDENT AS A STRESS-TEST FOR
THE NATIONAL SYSTEM FOR PUBLIC PROTECTION IN THE EVENT
OF A SEVERE NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT**

Kutkov V.A.***, Tkachenko V.V.**

* National Research Centre «Kurchatov Institute»

1 Kurchatov sq., Moscow, 123182 Russia

Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering,
National Research Nuclear University «MEPhI»

1 Studgorodok, Obninsk, Kaluga reg., 249020 Russia

ABSTRACT

The circumstances of the accident at Fukushima-Daiichi NPP, which began on 11 March 2011 are suggested to be used as the basis for stress tests for the national strategy of public protection in the event of severe beyond design basis accident at the nuclear power plant. Stress testing the public protection strategies is able to show the degree of stability of the national system in case of the most unfavorable events at the NPP and provide an understanding of the possible vulnerabilities and the ways to overcome them. The article provides definition of the «Fukushima» stress-test model and discusses the actions of Japanese authorities undertaken as the reaction to this stress test. Application of the «Fukushima» stress test allowed identifying significant vulnerabilities of the public protection strategy in case of accident at the NPP. The public protection strategy using in Japan for decades passed prior to the Fukushima-Daiichi accident through multiple inspections in the course of more than one hundred field exercises conducted on different levels of response. The main vulnerability of the strategy was the special emphasis made in Japan on the use of computer-based systems for projecting the public emergency exposure in the decision-making during the initial phase of emergency. It is suggested to use the «Fukushima» stress test for identifying the vulnerabilities of the strategy of public protection in case of accident on NPP, which is established in the Russian Federation. The lessons learned from the testing should be used for further improvement of the national strategy.

Key words: radiation emergency; public protection strategy; nuclear power plant; Fukushima-Daiichi accident; stress test.

REFERENCES

1. Countermeasures for the Great East Japan Earthquake. WARP Web Archiving Project. NISA, Nuclear and Industrial Safety Agency of Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). Available at: [http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3531775/www.nisa.meti.go.jp/english/\(27.12.2015\)](http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3531775/www.nisa.meti.go.jp/english/(27.12.2015)).
2. The Fukushima Daiichi accident. Report by the Director General, Vienna: IAEA, 2015.
3. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Requirements Part 7: Safety Standard Series No. GSR Part 7. Vienna: IAEA, 2015. 146 p.
4. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3, Safety Standard Series No. GSR Part 3, Vienna: IAEA, 2014.
5. Regulations on the declaration of state of emergency, the fast transmission of information and the organization of prompt support to the nuclear power plants in the event of a radiation emergency. [Polozhenie o poryadke obyavleniya avariynoy obstanovki, operativnoy peredachi informatsii i organizatsii ekstremnoy pomoshchi atomnym stantsiyam v sluchae radiatsionno-opasnykh situatsiy] Federal rules and regulations in the field of atomic energy NP-005-16. Moscow. Gosatomnadzor of Russia Publ., 2016 (in Russian).
6. Ostrejkovsky V.A. Operation of nuclear power plants [Ekspluatatsiya atomnykh stantsiy] Moscow. Energoatomizdat Publ., 1999 (in Russian).
7. Practical basis for the development and validation of performance and safety of operation of the WWR reactor units [Prakticheskie osnovy razrabotki i obosnovaniya tekhnicheskikh kharakteristik i bezopasnosti ekspluatatsii reaktornykh ustanovok tipa VVER]. Eds. M.V. Kovalchuk, V.A. Sidorenko, Yu.V. Markov. Moscow. NRC «Kurchatov institute» Publ., 2015 (in Russian).
8. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-2, Vienna: IAEA, 2011.
9. Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, Emergency Preparedness and Response Series EPR-NPP PUBLIC PROTECTIVE ACTIONS, Vienna: IAEA, 2013.
10. Kutkov V.A., Tkachenko V.V., Saakian S.P. Basic strategies of public protection in a nuclear power plant beyond-design basis accident. *Izvestiya vuzov. Yadernaya Energetika*. 2015, no. 4, pp. 5-14 (in Russian).
11. McKenna T., Vilar-Welter P., Callen J., Martincic R., Dodd B., and Kutkov V. Tools for placing the radiological health hazard in perspective following a severe emergency at a light water reactor (LWR) or its spent fuel pool. *Health Physics*. 2015, v. 108, pp. 15-31.
12. Derived Intervention Levels for use in NPP emergency [Proizvodnye urovni vmeshatel'stva v sluchae avarii na atomnoy stantsii] Guidance Document MU 2.6.1. 047 - 08. Moscow. Rospotrebnadzor Publ., 2008 (in Russian).
13. Model action plan for protection of the personnel in the event of a nuclear power plant accident [Tipovoe sodержanie plana meropriyatii po zashchite personala v sluchae avarii na atomnoy stantsii] Federal rules and regulations in the field of atomic energy NP-015-12. Moscow. Rostekhnadzor Publ., 2012 (in Russian).
14. Action Plan of Sverdlovsk Oblast for protection of the citizens in the event of emergency at Beloyarsk NPP. [Plan deystviy Sverdlovskoy oblasti po zashchite naseleniya v tridsatkilometrovoy zone Beloyarskoy atomnoy elektrostantsii] Ekaterinburg, Government of Sverdlovsk Oblast. Ref. No. 1263-PP, 1999 (in Russian). Available at: <http://docs.pravo.ru/document/view/4722315/28592015/> (20.04.2015).
15. Emergency Preparedness and Response. The Fukushima Daiichi accident. Technical volume 3/5. Vienna: IAEA, 2015.
16. Infrastructure and methodologies for the justification of nuclear power programmes. Woodhead Publishing Series in Energy No. 28/ Edited by Agustn Alonso. Oxford: Woodhead Publishing Limited, 2012.
17. The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual. 2008 Edition,

Vienna: IAEA, 2009.

18. Convention on early notification of a nuclear accident and Convention on assistance in the case of a nuclear accident or radiological emergency. IAEA Legal Series No. 14. Vienna: IAEA, 1987.

19. Radiological Consequences. The Fukushima Daiichi accident. Technical volume 4/5. Vienna: IAEA, 2015.

20. Act on Special Measures Concerning Nuclear Emergency Preparedness, Act No. 156 of 1999, as last amended by Act No. 118 of 2006 (Japan). Available at:

<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/hourei/data/ASMCNEP.pdf> (19.06.2016).

21. Description and Context of the Accident. The Fukushima Daiichi accident. Technical Volume 1/5. - Vienna: IAEA, 2015.

22. Nuclear Power Reactors in the World. IAEA Reference data series No. 2. 2011 Edition. Vienna: IAEA, 2011.

23. National Report of Japan for the third Review Meeting of Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste, Government of Japan, 2008.

24. Hirano, M. New Framework for Emergency Preparedness and Response in Japan: International Experts Meeting on Assessment and Prognosis in Response to a Nuclear or Radiological Emergency. 20–24 April 2015. – Vienna: IAEA, 2015. IAEA-CN-256.

Available at:

<http://www-pub.iaea.org/iaeameetings/IEM9p/Opening/Hirano.pdf> (29.04.2016).

25. Michio Ishikawa M. A Study of the Fukushima Daiichi Nuclear Accident Process. What caused the core melt and hydrogen explosion? Tokyo: Springer, 2015.

Authors

Kutkov Vladimir Anatiolievich, Senior Scientific Officer, Cand. Sci. (Phys.-Math.)

E-mail: v.kutkov@yandex.ru

Tkachenko Valery Vasilievich, Head of Professional Retraining Faculty, Assistant Professor, Cand. Sci. (Engineering)

E-mail: tkachenko@iate.obninsk.ru