

## ОСНОВЫ СТРАТЕГИИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В СЛУЧАЕ ЗАПРОЕКТНОЙ АВАРИИ НА АТОМНОЙ СТАНЦИИ

**В.А. Кутьков\*, В.В. Ткаченко\*\*, С. П. Саакян\*\***

\* НИЦ «Курчатовский институт»

123182, Москва, пл. Курчатова, 1

\*\* Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ

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



В свете новых международных требований относительно обеспечения аварийной готовности и реагирования на ядерные и радиологические аварийные ситуации рассмотрены основы стратегии защиты населения в случае запроектной аварии на атомной станции. Новые международные требования были выпущены МАГАТЭ в 2015 г. с учетом уроков, извлеченных из аварии на АС Фукусима Дайичи в Японии 11 марта 2011 г. МАГАТЭ уделяет особое внимание развитию инфраструктуры безопасности в государствах-членах, приступающих к осуществлению ядерно-энергетической программы. В рамках национальных проектов технической кооперации МАГАТЭ активно внедряет международные требования к безопасности, выпущенные в серии Норм безопасности МАГАТЭ в этих странах; следование нормам МАГАТЭ для этих государств является обязательным. Российская Федерация занимает активную позицию в строительстве атомных станций именно в тех странах, которые только приступают к осуществлению ядерно-энергетической программы, поэтому новые международные требования следует учитывать при проектировании и строительстве АС за рубежом, а также при подготовке национальных кадров для осуществления ядерно-энергетических программ.

**Ключевые слова:** радиационная авария, аварийное планирование, требования безопасности, атомная электростанция.

### ВВЕДЕНИЕ

В ноябре 2015 г. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) выпустило седьмую часть Общих требований безопасности, которая содержит международные требования относительно обеспечения аварийной готовности и реагирования на ядерные и радиологические аварийные ситуации [1]. Этот документ заменяет Требования безопасности МАГАТЭ No. GS-R-2, которые были выпущены в 2002 г. [2]. Оценка российской системы обеспечения защиты населения при аварии на АС в свете требований GS-R-2 была дана в [3]. В работе рассматриваются главные требования безопасности относительно стратегии защиты населения в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации на АС как объекте использования атомной энергии.

© В.А. Кутьков, В.В. Ткаченко, С. П. Саакян, 2015

## СТРАТЕГИЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В СЛУЧАЕ ЯДЕРНОЙ ИЛИ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

В разработке новых международных требований к обеспечению аварийной готовности и реагированию в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации [1] вместе с МАГАТЭ принимали участие 12 международных организаций. В международных требованиях к стратегии защиты населения при аварии на АС нашли отражение уроки, извлеченные из аварии на АС Фукусима Дайичи, которая произошла 11 марта 2011 г. в Японии [4].

В соответствии с Рекомендациями МКРЗ 2007 г. [5] международные требования сфокусированы на создании и развитии государственной оптимизированной стратегии защиты населения в ситуации аварийного облучения. Согласно [1], необходимо, чтобы стратегии защиты людей, окружающей среды и собственности от рисков, связанных с радиационной аварией, были разработаны, обоснованы и оптимизированы на стадии обеспечения аварийной готовности. Это требуется для эффективного принятия защитных и других мер реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации (в дальнейшем – радиационной аварийной ситуации (РАС)). Такая стратегия опирается на общие критерии защиты людей в ситуации аварийного облучения и включает в себя классификацию

- объектов и территорий по степени потенциальной опасности;
- территорий аварийного планирования вокруг опасного объекта;
- состояния опасного объекта в случае аварии.

Основанием для стратегии защиты служат общие критерии защиты человека в ситуации аварийного облучения, разработанные МАГАТЭ для использования при обеспечении готовности и реагировании на РАС [6 – 8]. Критерии обеспечивают

- предотвращение развития тяжелых детерминированных эффектов, т.е. таких эффектов излучения, которые являются смертельными или угрожающими жизни или приводят к непоправимому ущербу здоровью, снижающему качество жизни;
- ограничение риска развития стохастических эффектов излучения на разумно достижимом уровне.

Критерии, предназначенные для оценки развития тяжелых детерминированных эффектов излучения, приведены в табл. 1. Значения критериев приведены в единицах ОБЭ-взвешенной дозы – новой дозиметрической величины, которая была определена МАГАТЭ для целей оценки рисков для здоровья человека в ситуации аварийного облучения [6, 9]. Ожидается, что при превышении этих уровней вероятность развития тяжелого детерминированного эффекта превысит 5% [7, 10], что рассматривается как неприемлемое [10].

Значения критериев, предназначенных для ограничения риска развития стохастических эффектов излучения, приняты равными нижней границе доз облучения лиц из группы численностью более 100 000 человек, при которой в такой группе теоретически можно было бы обнаружить дополнительные случаи раковых заболеваний, вызванные облучением [8, 11]. Такому условию соответствуют ситуации облучения, в которых

$$E < 100 \text{ мЗв}; \quad H_{\text{плод}} < 100 \text{ мЗв}; \quad H_{\text{щж}} < 50 \text{ мЗв}, \quad (1)$$

где  $E$  – эффективная доза;  $H_{\text{плод}}$  – эквивалентная доза облучения плода или зародыша в теле беременной женщины;  $H_{\text{щж}}$  – эквивалентная доза облучения щитовидной железы.

Если доза облучения лиц из группы любой численности не превысит указанных уровней, будет теоретически невозможно с применением современных научных методов доказать наличие в ней превышения фонового уровня онкологической заболеваемости и смертности, обусловленного воздействием радиации [12].

Таблица 1

**Общие критерии для доз острого облучения для предотвращения тяжелых детерминированных эффектов излучения**

Внешнее острое облучение (< 10 ч)		Внутреннее облучение от острого поступления ( $\Delta = 30$ сут) <sup>(3)</sup>	
$AD_{\text{Костный мозг, Гр}}$	1	$AD(\Delta)_{\text{Костный мозг, Гр}}$	0,2 для радионуклидов с $Z \geq 90$ <sup>(4)</sup> 2 для радионуклидов с $Z \leq 89$ <sup>(4)</sup>
$AD_{\text{Плод, Гр}}$	0,1	$AD(\Delta')_{\text{Плод}}^{(5)}$ , Гр	0,1
$AD_{\text{Ткань}}^{(1)}$ , Гр	25	$AD(\Delta)_{\text{Щитовидная железа, Гр}}$	2
$AD_{\text{Кожа}}^{(2)}$ , Гр	10	$AD(\Delta)_{\text{Легкое}}^{(6)}$ , Гр	30
		$AD(\Delta)_{\text{Толстый кишечник, Гр}}$	20

Примечание

<sup>(1)</sup> Доза, полученная на площади 100 см<sup>2</sup> на глубине 0,5 см ниже поверхности тела тканью в результате тесного контакта с радиоактивным источником.

<sup>(2)</sup> Доза на площади 100 см<sup>2</sup> дермы (структура кожи на глубине 40 мк/см<sup>2</sup> (или 0,4 мм) ниже поверхности).

<sup>(3)</sup>  $AD(\Delta)$  ожидаемая ОБЭ-взвешенная поглощённая доза в органе, полученная за период времени  $\Delta$  вследствие поступления, которое приводит к тяжелому детерминированному эффекту у 5% лиц, подвергшихся облучению.

<sup>(4)</sup> Для учета значительных различий в пороговых значениях поступления конкретных радионуклидов к радионуклидам в этих группах применяются различные критерии [10].

<sup>(5)</sup> В данном случае  $\Delta'$  означает период внутриутробного развития.

<sup>(6)</sup> Для целей данных общих критериев «легкое» означают альвеолярно-интерстициальный отдел респираторного тракта.

Люди, попавшие в ситуацию аварийного облучения вследствие потери контроля над источником излучения, будут защищены, если дозы облучения репрезентативного лица из состава населения не превысят уровни, указанные в табл. 1 и (1) [1, 8, 9]. Вместе с тем безопасность людей будет обеспечена только тогда, когда будут восстановлены глубокоэшелонированная защита источника излучения и, следовательно, контроль над этим источником [11, 13].

Согласно [1], для обеспечения эффективной защиты населения при радиационной аварии на объекте требуется, чтобы на стадии проектирования, строительства (производства), эксплуатации и вывода из эксплуатации источника излучения (объекта) был разработан и поддерживался в актуальном состоянии план защиты персонала, населения, окружающей среды и собственности. Формирование доз облучения, превышающих уровни в табл. 1, в условиях аварии, подобной Чернобыльской, может происходить в течение нескольких часов. В этих условиях решения о проведении защитных мер за пределами объекта должны приниматься в течение первого часа после начала аварии. Уроки прошлых тяжелых запроектных аварий на АС показывают, что принятие первоочередных решений по защите населения происходит в условиях полного отсутствия данных о величине, характере и длительности выброса радиоактивных продуктов в атмосферу [4, 14]. Для целей создания эффективной стратегии защиты населения в ситуации аварийного облучения, которая может потребовать безотлагательных решений в условиях ограниченной информации о событии, МАГАТЭ требует [1], чтобы стратегия и аварийные планы защиты населения основывались на классификации

– объектов и территорий по степени потенциальной опасности для разработки

адекватной стратегии защиты;

- территории вокруг опасного объекта для планирования защитных мероприятий;
- состояния опасного объекта для активации аварийного плана и реализации стратегии защиты.

### **КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ ПО СТЕПЕНИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ**

Потенциальные опасности сгруппированы в [1] в пять категорий аварийной готовности (КАГ). КАГ I – III охватывают стационарные установки (объекты). К КАГ IV относятся территории, в пределах которых в непредвиденном месте может случиться радиационная аварийная ситуация с риском тяжелых детерминированных эффектов излучения вследствие аварии мобильного источника излучения или противоправных действий. Этой категории соответствует минимальный уровень аварийной готовности в каждой стране, поскольку должна быть обеспечена защита от незаконного использования источников излучения в преступных целях. Современная классификация в целом соответствует использовавшейся ранее [2]. Исключение составляет лишь КАГ V, к которой относятся территории в пределах зон и расстояний аварийного планирования объекта КАГ I или II, расположенного в другом государстве. Эта категория адекватно отражает опасности, связанные с трансграничным загрязнением окружающей среды, подобным происшедшему вследствие аварии на АС Фукусима Дайичи [4].

Основой количественного критерия отнесения установки к определенной категории является индекс опасности  $ID$  находящегося в ней радиоактивного материала, который для смеси радионуклидов равен

$$ID = \sum_i A_i / D_{2,i}, \quad (2)$$

где  $A_i$  – активность  $i$ -го радионуклида;  $D_{2,i}$  – характеристика опасности  $i$ -го радионуклида в диспергируемой форме, определенная в [10]. Суммирование идет по всем радионуклидам смеси.

Максимальному уровню аварийной готовности соответствует КАГ I. Аварийная готовность такого уровня должна быть обеспечена в каждой стране, осуществляющей ядерно-энергетическую программу. К КАГ I относятся установки (объекты), для которых постулируются (или на аналогах которых случались) аварийные ситуации, которые могут привести к тяжелым детерминированным эффектам излучения за пределами объекта, включая [15]

- реакторы с уровнем мощности свыше 100 МВт (тепл.);
- установки, на которых может храниться недавно выгруженное отработавшее ядерное топливо (ОЯТ) с суммарной активностью Cs-137 более  $1E+17$  Бк;
- установки с общим количеством радиоактивного материала, способного к рассеянию, величина  $ID$  которого превышает значение 10000.

К КАГ II относятся установки (объекты), для которых постулируются (или на аналогах которых случались) аварийные ситуации, которые могут привести к дозам, требующим неотложных защитных мероприятий за пределами объекта, включая [15]

- реакторы с уровнем мощности свыше 2 МВт (тепл.) и менее или равным 100 МВт (тепл.);
- установки и (или) отдельные участки, на которых может храниться недавно выгруженное ОЯТ, требующее активного охлаждения;
- установки, обладающие потенциалом неконтролируемой критичности и находящиеся на расстоянии менее 500 м от границы промплощадки;

– установки с общим количеством радиоактивного материала, способного к рассеянию, величина  $ID$  которого  $100 \leq ID < 10000$ .

К КАГ III относятся установки (объекты), для которых постулируются аварийные ситуации, которые могут привести к дозам, требующим неотложных защитных мероприятий только на площадке, включая [15]

- установки, обладающие потенциалом при потере экранирования давать мощность воздушной кермы прямого излучения свыше 100 мГр/ч на расстоянии 1 м;
- установки, обладающие потенциалом неконтролируемой критичности и находящиеся на расстоянии более 500 м от границы промплощадки;
- реакторы с уровнем мощности, меньшим или равным 2 МВт (тепл.);
- установки с общим количеством радиоактивного материала, способного к рассеянию, величина  $ID$  которого  $0,01 \leq ID < 100$ .

Примерами радиационной аварийной ситуации на установке из КАГ I служат авария на четвертом блоке Чернобыльской АС в 1986 г. и аварии на блоках 1, 2 и 3 АС Фукусима Дайичи в 2011 г. Авария с расплавлением ОЯТ в бассейне выдержки четвертого блока АС Фукусима Дайичи является примером аварийной ситуации на установке из КАГ II [4].

Пять категорий аварийной готовности создают основу для дифференцированного подхода к разработке в целом обоснованных и оптимизированных стратегий защиты в случае радиационной аварии на различных объектах и территориях.

### **КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ ВОКРУГ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА**

Для объектов КАГ I установлены наиболее жесткие требования к содержанию стратегии защиты и аварийного плана защиты населения, который определяет совместные действия оператора установки и местных властей, несущих первичную ответственность за защиту населения в пределах зон и расстояний аварийного планирования вокруг опасного объекта.

В [1] установлены зоны аварийного планирования

- предупредительных мер (ЗПМ);
- срочных защитных мер (ЗПСМ)

и два расстояния (радиуса) аварийного планирования:

- радиус зоны для расширенного планирования (РРП);
- радиус зоны для планирования мер в отношении продуктов питания и товаров (РППТ).

К ЗПМ относится территория, на которой в отсутствие мер защиты дозы облучения населения за время прохождения радиоактивного облака выброса и выпадения радионуклидов на поверхность земли могут превысить общие уровни в табл. 1.

К ЗПСМ относится территория, на которой в отсутствие мер защиты дозы облучения населения за время прохождения радиоактивного облака выброса и выпадения радионуклидов на поверхность земли могут превысить критерии в (1), и за часы после формирования загрязнения на поверхности земли могут превысить общие уровни в табл. 1.

Эвакуация и укрытие являются наиболее эффективными срочными мерами защиты населения в этих зонах и должны быть инициированы как предупредительные меры в ответ на возможное развитие тяжелой запроектной аварии на АС. Цель определения зон аварийного планирования состоит в том, чтобы инициировать защитные и другие меры реагирования до начала выброса, при котором требуется принятие защитных мер за пределами объекта, или вскоре после него. При этом проведение срочных защитных мер в ЗПМ является приоритетным, а проведение

этих мер в ЗПСМ должно быть организовано таким образом, чтобы не задерживать выполнение срочных защитных мер в ЗПМ.

РРП определяется как расстояние, вплоть до которого в отсутствие мер защиты дозы облучения населения от выпадения радионуклидов на поверхность земли могут превысить за первый год после аварии критерии в (1). После выброса в пределах РРП проводится мониторинг мощности дозы от выпадений для локализации «горячих пятен», из которых может потребоваться эвакуация жителей на длительный срок. В тех случаях, когда на основании мониторинга прогнозируется, что на отдельных территориях в пределах РРП при отсутствии мер защиты дозы облучения населения за первый год после аварии от выпадения радионуклидов на поверхность земли могут превысить критерии в (1), необходимо проведение переселения жителей за пределы этих территорий на раннем этапе реагирования. Оперативные триггеры или действующие уровни вмешательства (ДУВ) для оценки результатов мониторинга могут быть рассчитаны на стадии обеспечения аварийной готовности на основе определенных выше общих критериев защиты населения.

Согласно [1], номенклатура и значения ДУВ должны быть определены на стадии проекта АС. Сценарии и примеры расчета ДУВ приведены в [6, 16, 17].

РППТ определяется как расстояние, вплоть до которого в отсутствие мер защиты эффективная доза облучения населения вследствие потребления воды и местных продуктов питания за первый год после аварии может превысить 10 мЗв.

В работе [16] предложены рекомендуемые МАГАТЭ размеры зон и расстояний аварийного планирования, расчет которых был проведен для условий тяжелой запроектной аварии на АС с реакторной установкой мощностью 3000 МВт (тепл.) в предположении выброса из активной зоны в атмосферу 10 % продуктов деления в течение 10 часов после останова реактора. Такая авария соответствует шестому уровню по шкале ИНЕС [18]. Результаты расчета приведены в табл 2.

Таблица 2

**Предлагаемые размеры зон и расстояний**

Зоны и расстояния аварийного планирования	Предлагаемый максимальный радиус	
	≥ 1000 МВт (тепл.)	от 100 до 1000 МВт (тепл.)
Зона предупредительных мер, км	3 – 5	
Зона планирования срочных защитных мер, км	15 – 30	
Расстояние для расширенного планирования, км	100	50
Расстояние для планирования мер в отношении продуктов питания и товаров, км	300	100

Согласно [1], размеры зон и расстояний аварийного планирования должны быть определены на стадии проекта АС.

**КЛАССИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА**

Потенциальные аварии на объектах КАГ I, II и III сгруппированы в [1] в четыре категории состояния объекта, отличающиеся степенью повреждения глубокоэшелонированной защиты:

- общая авария на объектах, относящихся к КАГ I или II, связанная с полной деградацией глубокоэшелонированной защиты и фактическим выбросом радиоактивного материала или облучением или их существенным риском, которые требуют принятия срочных защитных мер за пределами площадки;
- авария на объекте, относящемся к КАГ I или II, связанная со значительным по-



вреждением глубокоэшелонированной защиты и понижением уровня защиты лиц, находящихся на объекте и около установки;

- авария на установке на объектах, относящихся к КАГ I, II или III, связанная со значительным понижением уровня защиты людей на объекте;

- предупреждение об опасности на установке, относящейся к КАГ I, II или III, связанное с неопределенным или существенным понижением уровня защиты людей на объекте.

Выброс радиоактивного материала является объективной количественной характеристикой аварийной ситуации, которая в зависимости от масштаба может потребовать осуществления защитных мер за пределами площадки. Согласно [1, 6, 15], предварительная классификация состояния объекта должна быть проведена оператором установки в течение 15 мин, а окончательная – в течение 60 мин после начала аварии. В случае аварии на АС Фукусима Дайичи оператор станции декларировал общую аварийную ситуацию спустя 70 мин после существенного повреждения станции волной цунами [4]. Согласно [1], для оценки состояния объекта следует использовать уровни действий в аварийной ситуации (УДАС), которые позволяли бы оценить развитие аварии и прогнозировать характер и величину выброса радиоактивного материала в атмосферу на основании параметров состояния установки.

Согласно [1], номенклатура и значения УДАС должны быть определены на стадии проекта АС. Сценарии и примеры расчета УДАС приведены в [6].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Как было показано в [3], существовавшая в Российской Федерации система обеспечения аварийной готовности и реагирования не соответствовала международным требованиям в [2]. Эта система не претерпела существенных изменений за последние годы, и можно с уверенностью утверждать, что она не соответствует и международным требованиям в [1].

Согласно Уставу агентства, нормы МАГАТЭ не являются обязательными для государств-членов агентства, однако следование этим нормам является обязательным для государств, которым МАГАТЭ оказывает помощь в рамках технической кооперации. МАГАТЭ уделяет особое внимание развитию инфраструктуры безопасности в государствах-членах, приступающих к осуществлению ядерно-энергетической программы. В рамках национальных проектов технической кооперации МАГАТЭ активно внедряет международные требования относительно безопасности, выпущенные в серии Норм безопасности МАГАТЭ. Для этих государств следование нормам МАГАТЭ является обязательным. Аварийная готовность и аварийное реагирование – ключевые элементы в достижении общей безопасности ядерно-энергетической программы, для создания и поддержания которой необходимы совместные усилия всех, кто проектирует, строит, эксплуатирует АС и несет ответственность за безопасность населения, проживающего в окрестностях станции. Международные требования относительно аварийной готовности и реагирования на ядерные и радиологические аварийные ситуации создают прочную базу для такой совместной деятельности. Согласно этим требованиям, для обеспечения разработки эффективной стратегии защиты населения за пределами станции на стадии проекта должны быть разработаны, а до поступления свежего ядерного топлива на АС внедрены

- номенклатура и размеры зон и расстояний аварийного планирования;
- номенклатура и значения ДУВ;
- номенклатура и значения УДАС.

Российская Федерация занимает активную позицию в строительстве атомных станций именно в тех странах, которые только приступают к осуществлению ядер-

но-энергетической программы, поэтому новые международные требования следует учитывать при проектировании и строительстве АС за рубежом.

### **Литература**

1. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Requirements Part 7, Safety Standard Series No. GSR Part 7, Vienna: IAEA, 2015.
2. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2, Vienna: IAEA, 2002).
3. Кутьков В.А., Ткаченко В.В. Радиационные аспекты аварий на атомных электростанциях. // Известия вузов. Ядерная энергетика, 2 (2011). С. 151-161.
4. The Fukushima Daiichi Accident. Report by the IAEA Director General with six printed parts and five supplementary CD-ROMs. Vienna: IAEA, 2015.
5. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, Ann ICRP 37(2-4), Elsevier, 2007.
6. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-2, Vienna: IAEA, 2011.
7. Kutkov V., Buglova E., and McKenna T. Severe deterministic effects of external exposure and intake of radioactive material: basis for emergency response criteria, J. Radiol. Prot. 31 (2011) 237–253.
8. 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, 108 (2015). PP. 15-31.
9. 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.
10. Dangerous Quantities of Radioactive Material, Emergency Preparedness and Response Series EPR-D-VALUES, Vienna: IAEA, 2006.
11. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П. Радиационная защита персонала организаций атомной отрасли. Учебное пособие. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
12. Sources and effects of ionizing radiation, report to the General Assembly (with scientific annexes), volume II, Scientific Annex G. Biological effects at low radiation doses. New York: UN; 2000.
13. Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, Vienna: IAEA, 2006.
14. Ильин Л. Чернобыль: миф и реальность. –М.: Мегapolis, 1995.
15. Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-2.1, Vienna: IAEA, 2007.
16. 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.
17. McKenna T., Kutkov V., Vilar-Welter P., Dodd B., and Buglova E. Default operational intervention levels (OILs) for severe nuclear power plant or spent fuel pool emergencies. Health Phys. 104 (2013) 459-470.
18. INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual. 2008 Edition, Vienna: IAEA, 2009.

Поступила в редакцию 30.11.2015 г.

### **Авторы**

Кутьков Владимир Анатольевич, ведущий научный сотрудник

E-mail: v.kutkov@yandex.ru

Ткаченко Валерий Васильевич, доцент, канд. техн. наук,

E-mail: tkachenko@iate.obninsk.ru

Саакян Сурен Петросович, доцент, канд. техн. наук,

E-mail: s\_saakian@mail.ru



UDC 621.039.566

## **BASIC STRATEGIES OF PUBLIC PROTECTION IN A NUCLEAR POWER PLANT BEYOND-DESIGN BASIS ACCIDENT**

Kutkov V.A., Tkachenko V.V. \*, Saakian S.P. \*

National Research Centre «Kurchatov Institute»  
1 Kurchatov sq., Moscow, 123182 Russia

\*Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, National Nuclear Research  
University «MEPhI»  
1 Studgorodok, Obninsk, Kaluga reg., 249040 Russia

### ABSTRACT

In the light of the new international requirements on the emergency preparedness and response to nuclear and radiological emergencies, the basics of the strategy of protection of the public in event of beyond design basis accident at a nuclear plant have been reviewed. New international requirements were issued by the IAEA in 2015 taking into account lessons learned from the accident at the NPP Fukushima Daiichi in Japan on 11 March 2011.

The IAEA pays particular attention to the development of safety infrastructure in Member States embarking on a nuclear power programme. In the framework of the national projects of technical cooperation, the IAEA is actively implementing international safety requirements released in the IAEA Safety Standards. Following the IAEA safety standards for these States became mandatory. The key issue of the requirements is a demand to Member State to have a public protection strategy in place before the commissioning the first NPP. The strategy shall be based on the Generic criteria to be used in emergency preparedness and response to protect the people in emergency exposure situation

- to prevent severe deterministic effects, and
- to limit the risk of stochastic health effects on the reasonably achievable level.

The strategy shall include

1. Classification of facilities and areas according to the degree of potential radiological hazard.
2. Classification of emergency planning zones around the hazardous facility.
3. Classification of the status of a facility in event of an emergency.

The Russian Federation takes an active part in the construction of nuclear power plants in those countries that are just embarking on a nuclear power programme, therefore, new international requirements should be considered in the design and construction of the NPPs abroad. Those requirements should be also considered in training of national personnel for the implementation of nuclear power programme.

**Key words:** nuclear emergency; protection strategy; safety requirements; nuclear power plant.

### REFERENCES

1. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Requirements Part 7, Safety Standard Series No. GSR Part 7, Vienna: IAEA, 2015.
2. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2, Vienna: IAEA, 2002).
3. Kutkov V.A., Tkachenko V.V. Radiation protection aspects of accidents at nuclear power plants. *Izvestia vuzov. Yadernaya energetika*. 2001, no.2, p. 151 (in Russian).

4. The Fukushima Daiichi Accident. Report by the IAEA Director General with six printed parts and five supplementary CD-ROMs. Vienna: IAEA, 2015.
5. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, Ann ICRP 37(2-4), Elsevier, 2007.
6. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-2, Vienna: IAEA, 2011.
7. Kutkov V., Buglova E., and McKenna T. Severe deterministic effects of external exposure and intake of radioactive material: basis for emergency response criteria, J. Radiol. Prot. 31 (2011) 237–253.
8. 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, 108 (2015) 15-31.
9. 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.
10. Dangerous Quantities of Radioactive Material, Emergency Preparedness and Response Series EPR-D-VALUES, Vienna: IAEA, 2006.
11. Kutkov V.A., Tkachenko V.V., Romantsov V.P. Radiation protection of workers in nuclear industry. Tutorial. Moscow. Bauman MVTU Publ. 2011 (in Russian).
12. Sources and effects of ionizing radiation, report to the General Assembly (with scientific annexes), volume II, Scientific Annex G. Biological effects at low radiation doses. New York: UN; 2000.
13. Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, Vienna: IAEA, 2006.
14. Ilyin L. Chernobyl: myth and reality. Moscow. Megalopolis Publ., 1995 (in Russian).
15. Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-2.1, Vienna: IAEA, 2007.
16. 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.
17. McKenna T., Kutkov V., Vilar-Welter P., Dodd B., and Buglova E. Default operational intervention levels (OILs) for severe nuclear power plant or spent fuel pool emergencies. Health Phys. 104 (2013) 459-470.
18. INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual. 2008 Edition, Vienna: IAEA, 2009.

#### **Authors**

Kut'kov Vladimir Anatol'evich, Senior Scientific Officer

E-mail: v.kutkov@yandex.ru

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

E-mail: tkachenko@iate.obninsk.ru

Saakyan Suren Petrosovich, Assistant Professor, Cand.Sci. (Engineering)

E-mail: s\_saakian@mail.ru