

**Обеспечение ядерной и физической  
безопасности объектов использования  
атомной энергии в свете реформы  
технического регулирования**

**Никифоров  
Никита Васильевич**

**Международный форум «АТОМЭКСПО-2011»  
8 июня 2011 г.**

**Из выступления С.В. Кириенко  
24 марта 2011г. перед представителями  
деловых кругов и СМИ в Вашингтоне:**

«Какой урок должно извлечь мировое сообщество из  
событий на АЭС «Фукусима»?

...базовое условие развития глобальной атомной энергетики

—

абсолютная **открытость** и абсолютные **гарантии**  
**безопасности** населения при любом стечении  
обстоятельств...

После Фукусимы мы должны изменить **логику**  
**вероятностного подхода»**

# Открытость атомной энергетики ?

- 1. Открытость требований технического регулирования** к качеству (включая безопасность) объектов использования атомной энергии (ОИАЭ), установленных в:
  - рекомендациях МАГАТЭ и международных стандартах;
  - национальных законах, нормах и правилах, технических регламентах, руководствах по безопасности,
  - стандартах.
- 2. Наличие системы учета и контроля рекомендаций общественной экспертизы требований технического регулирования ОИАЭ.**
- 3. Условие: - закрытость мер антитеррористической защищенности ОИАЭ**

# Ядерная безопасность

- **(ядерная) безопасность (nuclear) safety** в глоссарии МАГАТЭ: –

**«достижение надлежащих *условий эксплуатации*, предотвращение *аварий* или смягчение последствий *аварии*, благодаря чему обеспечивается *защита* работников, населения и окружающей среды от чрезмерной *радиационной опасности*».**

# Физическая безопасность

- **«физическая безопасность» {security}** В глоссарии МАГАТЭ : -

**«предотвращение и обнаружение хищения, саботажа (диверсии), несанкционированного доступа, незаконной передачи или других злоумышленных действий в отношении ядерных материалов, других радиоактивных веществ или связанных с ними установок и реагирование на такие действия».**

# Гарантии безопасности населения ?

- Гарантия – **порука, обеспечение** [Словарь русского языка, С. Ожегов]
- Декларация гарантии безопасности – обязательное страхование ответственности оператора ОИАЭ за вероятный радиационный ущерб.
- Открытость разработки правил и стандартов **системы страхования, оценки и возмещения ущерба** от техногенных аварий на ОИАЭ.

**Логика вероятностного подхода ?**

# №184-ФЗ от 27.12.2002

## «О техническом регулировании»

- Технические регламенты **с учетом степени риска** причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие:  
безопасность излучений; биологическую безопасность; взрывобезопасность; механическую безопасность; пожарную безопасность; промышленную безопасность; термическую безопасность; химическую безопасность; электрическую безопасность; **ядерную и радиационную безопасность**; электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования; единство измерений; другие виды безопасности
- **риск** - вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда

# Виды рисков технического регулирования ОИАЭ

- Техногенные риски ↔ Экологические риски
- Метрологические риски
- Риски энергетической безопасности
- Риски физической безопасности (эффективность физической защиты)
- Риски ядерного распространения
- Риски распространения двойных технологий

# Риск ?

Вероятность ущерба  $H$  является полной вероятностью рассмотренных событий:

$$P(H) = \sum P(A_i) P(H_i/A_i) * P(A_j) P(H_j/A_j) , \text{ где:}$$

$A_i$  – угроза (исходное событие), например, КЗ электропроводки;

$H_i$  – «успех» угрозы  $A_i$ , например, возникновение пожара;

$P(H_i/A_i)$  – условная вероятность пожара в результате КЗ электропроводки;

$A_j$  – мера противодействия угрозе, например, сигнализация КЗ;

$H_j$  – «неуспех» противодействия, например, пожаротушения;

$P(H_j/A_j)$  – условная вероятность не предотвращения пожара.

**Инженерные стандарты анализа рисков для ОИАЭ  
отсутствуют**

# Цели вероятностного анализа безопасности ОИАЭ

- Вероятностный анализ безопасности (**ВАБ**) – **инструмент многофакторного моделирования** состояний защищенности ОИАЭ от внешних и внутренних угроз с использованием показателей **рисков**, как функционалов **надежности техники** и **качества процессов управления** ОИАЭ.
- **Главная цель ВАБ** – изучение и познание свойств элементов и объекта в целом при их взаимодействии в процессе жизненного цикла под влиянием различных факторов техногенного и природного характера.
- **ВАБ – практический инструмент разработчика** (проектанта) при выборе и обосновании технических решений ОИАЭ. ВАБ – база не полных знаний разработчика о свойствах ОИАЭ при **защите его технического проекта перед заказчиком** и **регулирующими органом**, планировании процессов испытаний, эксплуатации, технического обслуживания, состава ЗИП для ремонтов и др.

## **Вероятностный анализ безопасности (ВАБ) ОИАЭ на основе методов ДО (дерево отказов) и ДС (дерево событий).**

<b>Уровни ВАБ</b>	<b>Содержание, цели и предназначение результатов</b>
<b>ВАБ-0</b>	<b>Анализ надежности систем важных для безопасности</b>
<b>ВАБ-1</b>	<b>Вероятностные модели повреждений объектов, содержащих ядерное топливо и радиоактивные вещества. Оценка выделений РВ, определение причин событий, расчет частоты повреждений (аварий).</b>
<b>ВАБ-2</b>	<b>Анализ состояний с повреждением станции, моделирование системы локализации, определение состава и объема выбросов РВ в окружающую среду, оценка частоты событий</b>
<b>ВАБ-3</b>	<b>Анализ распространения РВ на местности, оценка доз облучения, оценка комплексных показателей безопасности</b>

# Нормативная база ВАБ

- **Руководство МАГАТЭ по безопасности. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И НЕЗАВИСИМАЯ ПРОВЕРКА ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**
- **НП-001-97 - ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**
- **НП-032-01 - РАЗМЕЩЕНИЕ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ. ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ И ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ**
- **НП-082-07 - ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**
- **РБ-021-01 - ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ ТЯЖЕЛОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА (для внешних исходных событий природного и техногенного характера)**
- **РБ-024-02 - РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ УРОВНЯ 1 ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ИНИЦИИРУЮЩИХ СОБЫТИЙ (ПРИ РАБОТЕ БЛОКА В РЕЖИМЕ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВО ВНЕШНЮЮ СЕТЬ)**
- **РБ-032-04 - ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**
- **РБ-044-09 - ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЕРОЯТНОСТНОМУ АНАЛИЗУ БЕЗОПАСНОСТИ УРОВНЯ 2 АТОМНЫХ СТАНЦИЙ С РЕАКТОРАМИ ТИПА ВВЭР**

# Неопределенности ВАБ

- Точечные оценки показателей надежности и рисков в ВАБ ОИАЭ **не учитывают доверительные интервалы неопределенности** из-за отсутствия знания и не учета многих влияющих факторов. При отсутствии достоверных исходных данных **интервальные границы точечных оценок могут различаться на порядки.**
- В руководстве МАГАТЭ по безопасности АЭС (NS-G-1.2) и в российских ФНП названы вероятности предельного аварийного выброса не более  $10^{-7}$  на реактор в год, тяжелых запроектных аварий не более  $10^{-5}$  на реактор в год, проектные вероятности: землетрясения максимальной интенсивности на площадке АЭС с повторяемостью 1 раз в 1000 лет, а также допускается не учитывать источники техногенной опасности, вероятность возникновения аварий на которых менее  $10^{-6}$  в год.
- В Федеральном законе от 22 июня 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» установлено (статья 79) нормативное значение пожарного риска для зданий, сооружений и строений, который не должен превышать значение  $10^{-7}$  в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке.

# Главные неопределенности императивных норм ВАБ

- Законодательное нормирование рисков обуславливает правомерность обоснования «форс-мажорных» причин аварий и страховых случаев в целях «ухода» виновников от административной, уголовной и страховой ответственности.
- В законодательстве, технических регламентах, нормах и правилах отсутствует адресность нормируемых рисков (т.е. не определены рискующие субъекты).
- Неопределенность гарантий компенсаций ущерба.

# Выводы

- Показатели рисков и надежности ОИАЭ не следует рассматривать в качестве норм, гарантируемых при проектировании и эксплуатации. Эти показатели предназначены только для относительного сравнения однородных объектов.
- ОИАЭ целесообразно рассматривать в качестве объектов 4-го уровня полноты безопасности, которые в соответствии с международным стандартом МЭК 61508 требуют проведения разработки с исключительно высокой компетентностью («на грани искусства»), включая применение «углубленных» методов ВАБ.
- Методология ВАБ ОИАЭ требует серьезного научно-технического развития и, **в первую очередь, в части создания системы анализа и подготовки исходных данных.**

**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**

# Безопасность ядерная

Межгосударственный стандарт ГОСТ 26392-84 (действует)

**Безопасность ядерная** – свойство ядерного объекта, обуславливающее с определенной вероятностью невозможность ядерной аварии

**Ядерная авария** – авария, связанная:

- с образованием критической массы при переработке, транспортировании и хранении ядерно-опасного делящегося материала;
- с повреждением в ядерной установке элементов, содержащих ядерное топливо, и (или) выходом радиоактивных веществ или ионизирующего излучения выше установленных пределов, вызванных нарушением контроля и управления цепной ядерной реакцией, нарушением теплоотвода от элементов, содержащих ядерное топливо, а также с образованием критической массы при перегрузке ядерного топлива.

**Из проекта общего технического регламента «О ядерной и радиационной безопасности»**

- **Безопасность ядерная, безопасность радиационная техногенного источника** – свойство **техногенного источника** при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии, ограничивать радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду установленными пределами.

# **Радиационная безопасность**

**В соответствии с Федеральным законом  
от 09.01.96 N 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»**

**радиационная безопасность населения - состояние защищенности настоящего и будущего поколений  
людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения**

**Основными принципами обеспечения радиационной безопасности являются:**

- принцип нормирования - не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;
- принцип обоснования - запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением;
- принцип оптимизации - подлежащие на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных фактов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

**При радиационной аварии система радиационной безопасности населения основывается на  
следующих принципах:**

- предполагаемые мероприятия по ликвидации последствий радиационной аварии должны приносить больше пользы, чем вреда;
- виды и масштаб деятельности по ликвидации последствий радиационной аварии должны быть реализованы таким образом, чтобы польза от снижения дозы ионизирующего излучения, за исключением вреда, причиненного указанной деятельностью, была максимальной.