



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
Nuclear Safety Institute (IBRAE)

# Нетехнические проблемы повышения безопасности атомной энергетики

**Л.А. Большов,**  
директор ИБРАЭ РАН

18 февраля 2014 г.,  
Москва



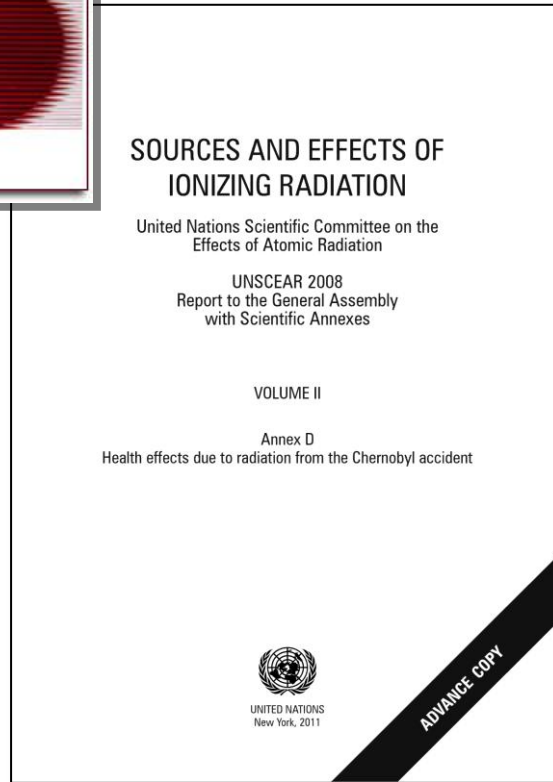
**ИБРАЭ РАН создан после аварии на ЧАЭС  
для фундаментальных исследований и независимого  
анализа ядерной и радиационной безопасности  
распоряжением СМ СССР № 2198р от 3 ноября 1988 г.**

# Уроки Чернобыля

# Развитие требований к безопасности

- Усиление требования независимости различных уровней защиты, минимизация возможности развития аварии на следующих уровнях.
- Радиационный риск во всех состояниях и режимах должен быть сопоставим с риском от других промышленных установок, используемых для аналогичных целей.
- Не должно возникать необходимости эвакуации за пределы промплощадки.
- Требования по размещению ядерных установок не должны содержать дополнительных ограничений по сравнению с другими промышленными объектами.

# Выводы НКДАР ООН



Основные выводы доклада НКДАР ООН 2000 «Влияние облучения на состояние здоровья вследствие Чернобыльской аварии»:

- Чернобыльское радиационное воздействие не сказалось на здоровье населения;
- Зарегистрированные и ожидаемые воздействия не стоят в ряду приоритетных задач здравоохранения, а относятся к радиационной эпидемиологии.

Доклад НКДАР ООН 1988 , Приложение к дополнению G, «Ранние последствия высоких доз радиации у людей», Воздействие сильного излучения у жертв Чернобыльской аварии;

Научный комитет по действию атомной радиации ООН (НКДАР ООН). Источники и воздействие ионизирующего излучения. Доклад 2000 Генеральной Ассамблее, том 2, Воздействия;

Доклад НКДАР ООН 2008 Генеральной Ассамблее, том 2 Дополнение D. Влияние облучения на состояние здоровья вследствие Чернобыльской аварии, Нью-Йорк, 2011

# Опыт Чернобыля

Плотность загрязнения	Средняя доза, мЗв	Зона, км <sup>2</sup>	Население, тыс. чел.
> 15 Ки/км <sup>2</sup> (555 кБк/м <sup>2</sup> )	10	11000	85
> 40 Ки/км <sup>2</sup> (1480 кБк/м <sup>2</sup> )	40	3620	7

В 1991 году, согласно «Чернобыльскому закону», территории, зараженные Cs свыше 1 Ки/км<sup>2</sup>, были отнесены к загрязненным землям. Их общая площадь составила 160 тыс. км<sup>2</sup> с населением около 3 млн.

Как показывает Чернобыльский опыт, чрезмерные и радиационно-неоправданные защитные меры (прежде всего эвакуация) могут привести к резкому увеличению негативных психологических, социальных и экономических последствий.

# Число смертей при радиационных авариях

(На основе опубликованной информации, за исключением злоумышленных действий и ядерных испытаний)

Тип аварии	1945–1965	1966–1986	1987–2007	Всего	Заключение Комитета относительно полноты отчета
Аварии на ядерных объектах	16 смертей	40 смертей*	3 смерти	59 смертей	Есть вероятность того, что сообщено о большей части смертей
Несчастные случаи на производстве	0 смертей	20 смертей	5 смертей	25 смертей	Вероятно, о ряде смертей и травм не было сообщено
Инциденты с бесхозными ИИИ	7 смертей	10 смертей	16 смертей	33 смерти	Вероятно, о ряде смертей и травм не было сообщено
Аварии при научно-исследовательских работах	0 смертей	0 смертей	0 смертей	0 смертей	Вероятно, о ряде смертей и травм не было сообщено
Несчастные случаи при медицинском применении	Неизвестно	3 смерти	42 смерти	45 смертей	Очевидно, что о многих смертях и о значительном количестве травм не было сообщено

**Итого:**

23

73

66

162

\*)табл.10 стр.52 из приложения R.671 к докладу НКДАР ООН за 2008 г.

# Сводные данные по крупным (> 5 жертв) авариям в энергетике в 1969–2000 гг



Вид энергетики	Страны ОЭСР			Страны не входящие в ОЭСР		
	Аварии	Жертвы	Жертвы/ГВт	Аварии	Жертвы	Жертвы/ГВт
Уголь	75	2259	0.157	1.044	18,017	0.597
Уголь (данные для Китая, 1994-1999 гг.)				819	11,334	6.169
Уголь (без учета Китая)				102	4831	0.597
Нефть	165	3713	0.132	232	16,505	0.897
Природный газ	90	1043	0.085	45	1000	0.111
СНГ	59	1905	1.957	46	2016	14.896
Гидроэнергетика	1	14	0.003	10	29,924	10.285
Атомная	0	0	–	1	31*	0.048
<b>Итого</b>	<b>390</b>	<b>8934</b>		<b>1480</b>	<b>72,324</b>	

\* Только мгновенные смерти



# Масштаб проблемы

## Что вы знаете о жертвах военного и мирного атома?

Событие	Реальное число жертв	Оценки студентов
 <p>Хиросима</p>	<b>Мгновенная и быстрая гибель – 210 тыс. чел.</b>	<b>Около 300 тыс. чел.</b>
	<b>Отдаленные последствия у 86572 хибакуси – 421 чел.</b>	<b>750 тыс. чел.</b>
 <p>Чернобыль</p>	<b>Мгновенная и очень быстрая гибель – 31чел.</b>	<b>40 тыс. чел.</b>
	<b>Отдаленные последствия (ликвидаторы и насел.) ≈ 60 чел.</b>	<b>250 тыс. чел.</b>

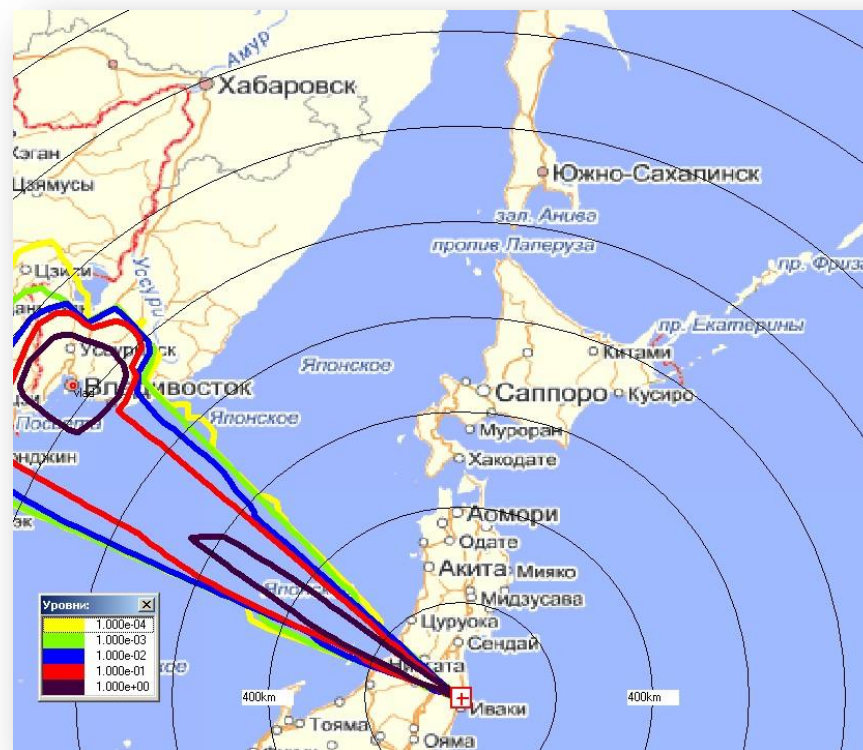
# Что не правильно?

- Основная задача безопасности – защита населения от облучения сверхдопустимыми дозами – поставлена неточно.
- Аварии с расплавом активной зоны с низким или нулевым уровнем переоблучения обычно имели широкомасштабные последствия вследствие неадекватной реакции населения, противоречивости норм радиационной защиты, плохой коммуникации с населением.

# Уроки Фукусимы

# Наихудший сценарий развития аварии на АЭС Фукусима 1

Для расчета выбраны наихудшие (маловероятные) метеоусловия:  
Скорость ветра – 10 м/с, , направление ветра - 115 градусов, категория устойчивости – Е,  
локальные осадки в районе г. Владивостока интенсивностью 10 мм/ч.



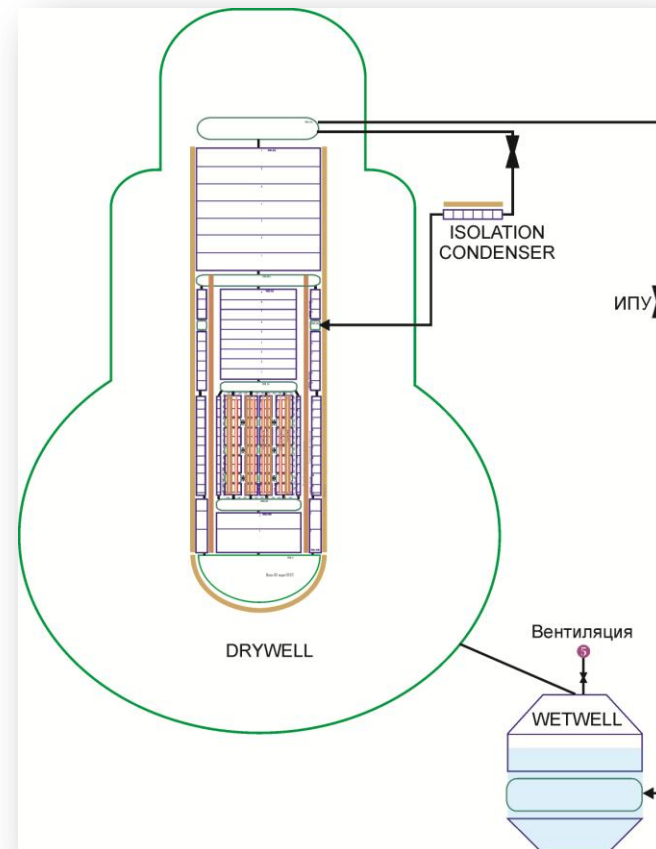
Полная эффективная годовая доза (дети, 1-2 года) в пределах 10 мЗв

# Расчетный анализ аварии в 1–3 блоках и 1–4 бассейнах выдержки ОЯТ на АЭС Фукусима Даичи (СОКРАТ)

Без учета подачи воды для охлаждения

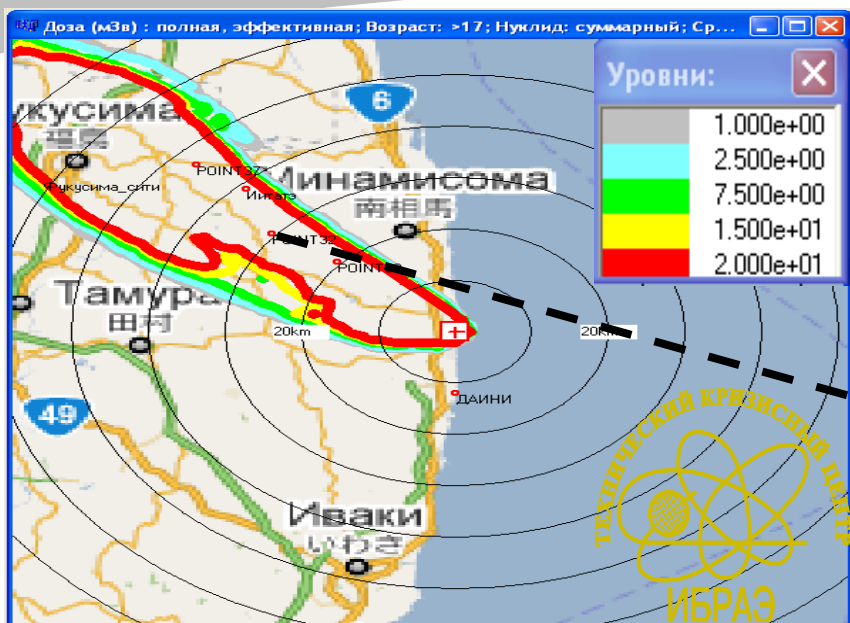
	Расчетное время взрыва (водорода для 1, 2, 4)		Фактическое время взрыва (водорода для 1, 2, 4)	
Блок 1	12.03	15:16	12.03	15:36
Блок 2	Превышение давления в 30		15.03	06:14
	15.03	05:45		
Блок 3	14.03	08:00	14.03	11:01
Блок 4* (бассейн выдержки)	15.03.	4:00-05:00	15.03.	6:00

\* Информация по уровням воды и температуре в БВ отсутствовала.

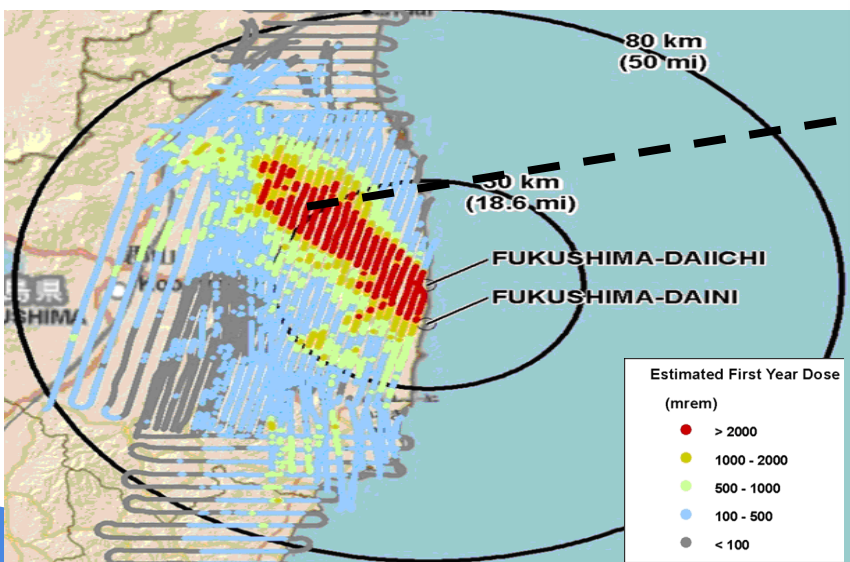
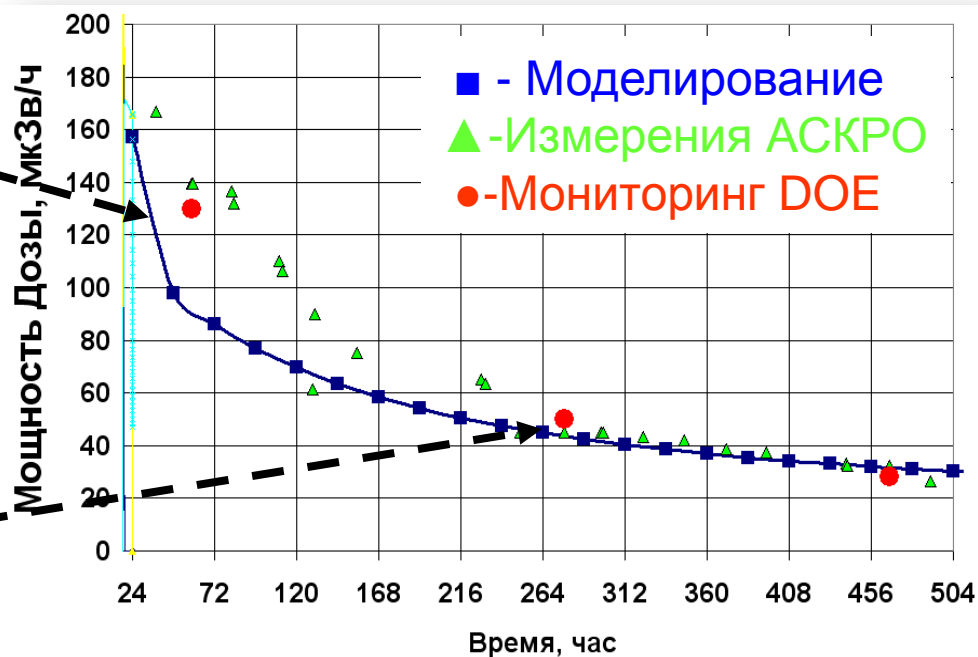


Расчетная модель РУ ВВР/З для кода СОКРАТ

# Моделирование атмосферного переноса с помощью ПС «Нострадамус» с учетом подробных метеоданных на территории Японии. Северо-Западный след.



## Результаты моделирования и данные мониторинга



# Опыт Фукусимы

Территории и население в районах с ожидаемой годовой дозой свыше 20 и 100 мЗв после аварии на АЭС Фукусима

			Ожидаемая годовая доза, мЗв/год	
			> 20	> 100
В 20-км зоне	Зона, км <sup>2</sup>	Всего	327	101
		Заселено	109	24
	Население, человек		43 700	8750
За пределами 20-км зоны	Зона, км <sup>2</sup>	Всего	368	53
		Заселено	84	11
	Население, человек		16 300	4000
В целом	Зона, км <sup>2</sup>	Всего	695	154
		Заселено	193	35
	Население, человек		60 000	12 550

# Общий итог аварии на АЭС Фукусима-Дайичи

- Ущерб от аварии превысил \$100 млрд.
- Атомная энергетика Японии остановлена.
- Нанесен ущерб мировой атомной энергетике.
- **Количество жертв равно нулю.**



# Что делать?

- Следует принять технические защитные меры для тяжелых, хотя и наименее вероятных, аварий.
- Следует устранить 100-кратный разрыв между порогом воздействия излучения и регламентирующими документами.
- Национальные технические центры должны быть готовы оказать поддержку аварийному реагированию и информированию общества при радиационных авариях.
- Образование населения должно стать необходимым условием использования атомной энергии.
- Ответственность за образование должно взять на себя правительство, допустившее на территорию страны АЭ.
- Страхование должно стать мощным инструментом для повышения безопасности всех опасных производств.

# Заключение

**Ядерное страхование может решить полностью вопрос о безопасности атомной энергетики при выполнении следующих условий:**

- **Обеспечение приемлемого уровня технической безопасности.**
- **Устранения неадекватности норм радиационной защиты.**
- **Обеспечение правительствами адекватного уровня образования населения в вопросах реальной опасности радиации.**
- **Создание международного ядерного клуба страхования взаимной ответственности.**