



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
Nuclear Safety Institute (IBRAE)

Безопасность атомной энергетики (после Чернобыля и Фукусимы)

Л.А. Большов

**21 мая 2014г.
Москва**
www.ibrae.ac.ru



Уроки Чернобыля



**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.**

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

Сравнительная эффективность защитных мер по снижению дозовой нагрузки

Противодействие	Диапазон предотвращенных индивидуальных доз, мЗв	Размер сокращенных затрат, долл. США на 1 чел. Зв	Опыт (место, время)
Экстренное перемещение	13,000-23,000	300-600	Урал, октябрь 1957г.
	100-3,000	1,000-15,000	Чернобыль, апрель-май 1986г.
Переселение	40-200	6,000-100,000	Урал, ноябрь 1958г.
	50-100	130,000-500,000	Чернобыль, 1990-1991г.г.
Переселение детей и беременных женщин	< 1-40	4,000-400,000	Чернобыль, май-сентябрь 1986г.
Защитное укрытие	5-100	0.02-1	Припять, 26 и 27 апреля, 1986г.

Опыт Чернобыля

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

В 1991 году, согласно «Чернобыльскому закону», территории, зараженные Cs свыше 1 Ки/км², были отнесены к затронутым землям. Их общая площадь составила 160 тыс. км² 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.

Выводы НКДАР ООН



SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION

United Nations Scientific Committee on the
Effects of Atomic Radiation

UNSCEAR 2008
Report to the General Assembly
with Scientific Annexes

VOLUME II

Annex D
Health effects due to radiation from the Chernobyl accident



UNITED NATIONS
New York, 2011

ADVANCE COPY

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

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

Summary Data for Major (> 5 Victims) Accidents in the Power Industry in 1969–2000

	OECD countries			Non-OECD countries		
Type	Accidents	Victims	Victim/GW	Accidents	Victims	Victim/GW
Coal	75	2259	0.157	1044	18 017	0.597
Coal (data for China, 1994-1999)				819	11 334	6.169
Coal (excluding China)				102	4831	0.597
Oil	165	3713	0.132	232	16 505	0.897
Natural gas	90	1043	0.085	45	1000	0.111
Oil & gas	59	1905	1.957	46	2016	14.896
Hydropower	1	14	0.003	10	29 924	10.285
Nuclear power	0	0	-	1	31*	0.048
Total	390	8934		1480	72 324	

* Instant deaths only

Number of deaths due to radiological accidents

(Based on published data, with the exception of improper activity and nuclear tests)

Type of accident	1945–1965	1966–1986	1987–2007	Total	Committee findings regarding the report completeness
Accidents at nuclear facilities	16 deaths	40 deaths*	3 deaths	59 deaths	Most of the deaths were likely reported.
Industrial accident	0 deaths	20 смертей	5 смертей	25 deaths	A number of deaths and injuries were not likely reported.
Incidents with abeyant IRS	7 deaths	10 смертей	16 смертей	33 deaths	A number of deaths and injuries were not likely reported.
Accidents during research works	0 deaths	0 смертей	0 смертей	0 deaths	A number of deaths and injuries were not likely reported.
Accidents during medical use	Unknown	3 deaths	42 deaths	45 deaths	It is evident that many deaths and a significant number of injuries were not reported.

Total:

23

73

66

162

*)Table 10 p.52, Annex R.671, UNSCEAR Report, 2008

Масштаб проблемы

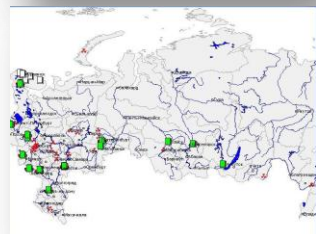
Что вы знаете о жертвах военного и мирного атома?

Событие	Реальное число жертв	Оценки студентов
 Хиросима	Мгновенная и быстрая гибель – 210 тыс. чел.	Около 300 тыс. чел.
	Отдаленные последствия у 86572 хибакуси – 421 чел.	750 тыс. чел.
 Чернобыль	Мгновенная и очень быстрая гибель – 31чел.	40 тыс. чел.
	Отдаленные последствия (ликвидаторы и насел.) $\approx$ 60 чел.	250 тыс. чел.

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 неграмотности населения, противоречивости норм радиационной защиты, плохой коммуникации с населением.

Системы аварийного реагирования и радиационного мониторинга в регионах РФ



Территориальные системы создаются в тех регионах РФ, где размещены действующие и строящиеся АЭС, для поддержки работы местной администрации и демонстрации безопасности эксплуатации АЭС (система аварийного реагирования и независимого радиационного мониторинга)

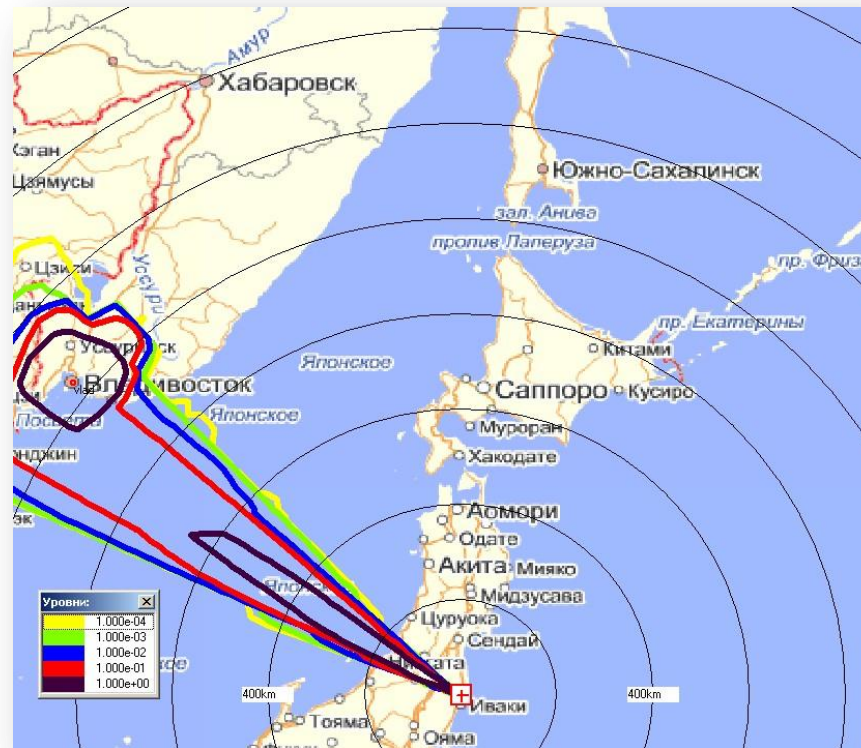
Состав и объем работ:

- Создание кризисных центров;
- Создание территориальной автоматизированной системы радиационного мониторинга;
- Разработка и оснащение программных и технических систем;
- Создание мобильных лабораторных комплексов;
- Проведение учений и тренировок.

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.



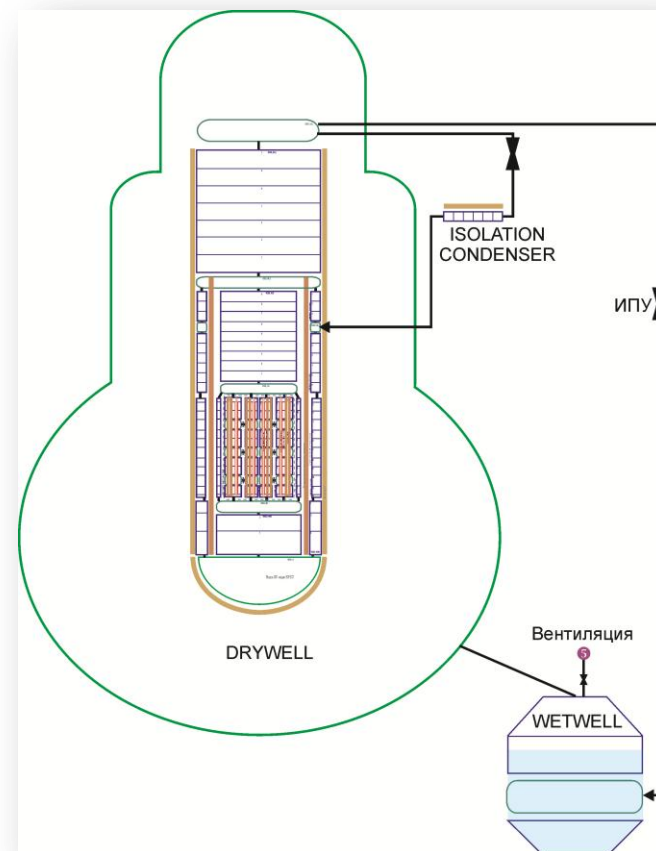
Полная эффективная годовая доза (дети, 1-2 года) в пределах 10 мЗв

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

Без учета подачи воды для охлаждения

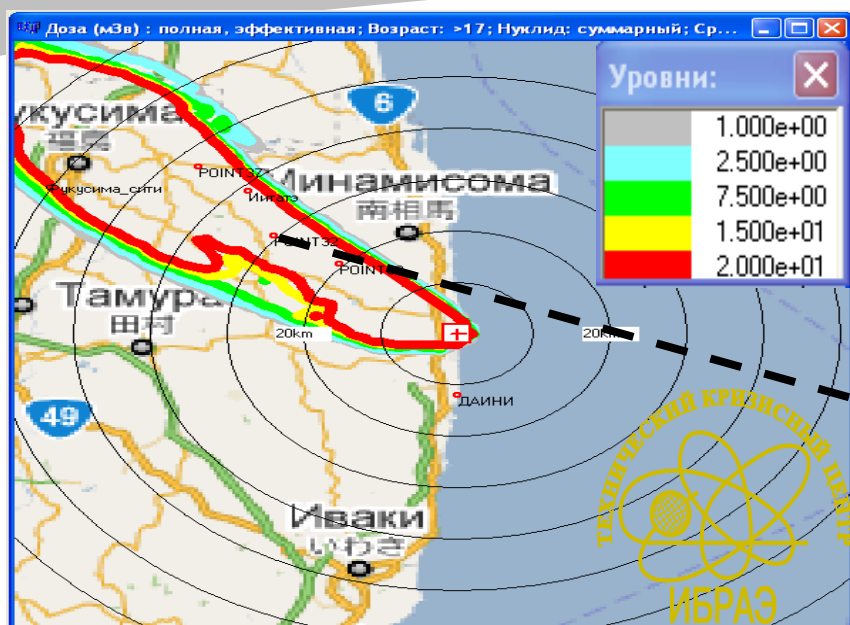
	Расчетное время взрыва (водорода для 1, 2, 4)		Фактическое время взрыва (водорода для 1, 2, 4)	
Блок 1	12.03	15:16	12.03	15:36
Блок 2	Превышение давления в 30		15.03	06:14
	15.03	05:45		
Блок 3	14.03	08:00	14.03	11:01
Блок 4* (бассейн выдержки)	15.03.	4:00-05:00	15.03.	6:00

* Информация по уровням воды и температуре в БВ отсутствовала.

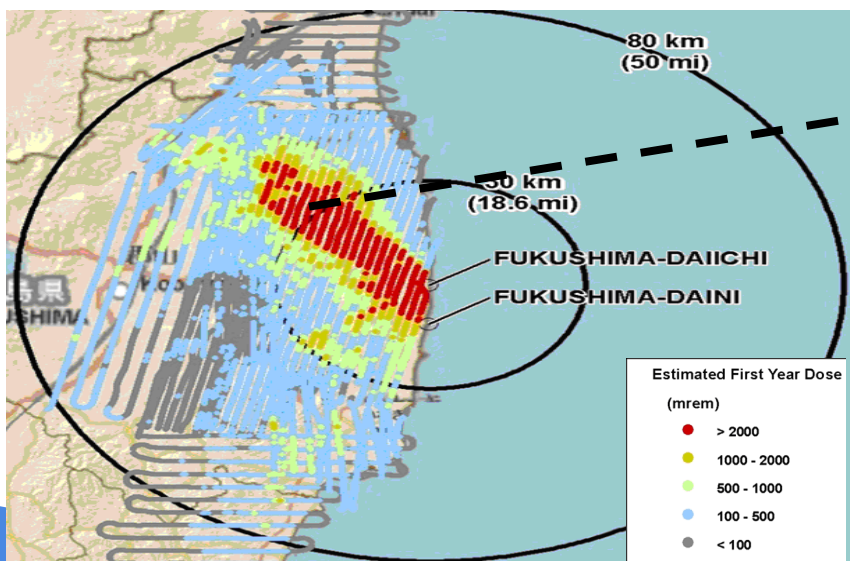
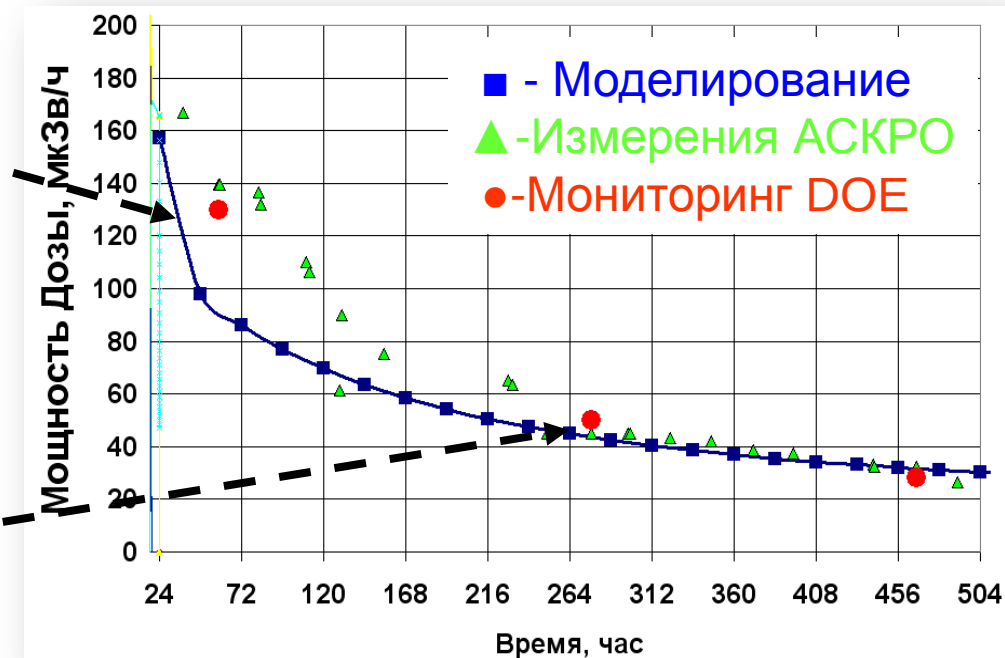


Расчетная модель РУ ВВР/3
для кода СОКРАТ

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



Результаты моделирования и данные мониторинга



Общий итог аварии на АЭС Фукусима-Дайичи

Теперь очевидно, что многие факторы, усугубившие аварию на Фукусиме, были выявлены еще до аварии :

- слабая структура планирования и управления тяжелыми авариями;
- отсутствие мер по повышению безопасности;
- неадекватная оценка внешних факторов риска;
- слабая система регулирования;
- недостаточная подготовка персонала по готовности к аварийному реагированию.

Не были предприняты необходимые меры по устранению этих недостатков.

Жертвы аварии отсутствуют.

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 ²	Всего	327	101
		Заселено	109	24
	Население, человек		43 700	8750
За пределами 20-км зоны	Зона, км ²	Всего	368	53
		Заселено	84	11
	Население, человек		16 300	4000
В целом	Зона, км ²	Всего	695	154
		Заселено	193	35
	Население, человек		60 000	12 550

Опыт Фукусимы

Рекомендации по защитным мерам

- Для основной части японской территории, суммарная радиация доз облучения для населения в течение 20 дней после аварии не превышала 0,1 мЗв. Не требуется защитных мер.
- Общая доза для населения за 20 дней в наиболее загрязненной префектуре Ибараки достигла 0,6-1,0 мЗв. Рекомендована такая мера профилактики, как контроль загрязнения молока и овощей в течение первого месяца.
- В северо-западном следе на границе 20-километровой зоны максимальные дозы в течение 20 дней могли достигать 50 мЗв. Ожидаемая доза за первый год без защитных мер могла составить всего 150 мЗв. Эвакуация населения не оправдана. Рекомендуются дезактивация, регулярный контроль загрязнения продуктов питания и воды и некоторые другие меры.

Что делать?

- Следует принять защитные меры для тяжелых, хотя и наименее вероятных, аварий.
- Национальные технические центры должны оказывать поддержку аварийному реагированию и профессиональному информированию населения при радиационных инцидентах.
- Следует устранить 100-кратный разрыв между порогом воздействия излучения и регламентирующими документами.
- Образование населения должно стать необходимым условием использования атомной энергии.
- Следует задействовать мощный инструмент страхования ядерных рисков.

Выводы

- Вопрос о безопасности АЭС будет снят с повестки дня при выполнении ряда условий:
- Обеспечить приемлемый уровень технической безопасности
- Согласовать правила и нормы по радиационной защите;
- Обязать правительств стран, допустивших использование атомной энергии, обеспечить образование населения в вопросах реальной опасности радиации.
- Создать международный ядерный клуб страхования взаимной ответственности