

ГОУ СОШ 1981 г. Москвы

# 25 лет аварии на Чернобыльской АЭС

Учитель физики  
Аликуева Елена  
Анатольевна

2011 год

[900igr.net](http://900igr.net)

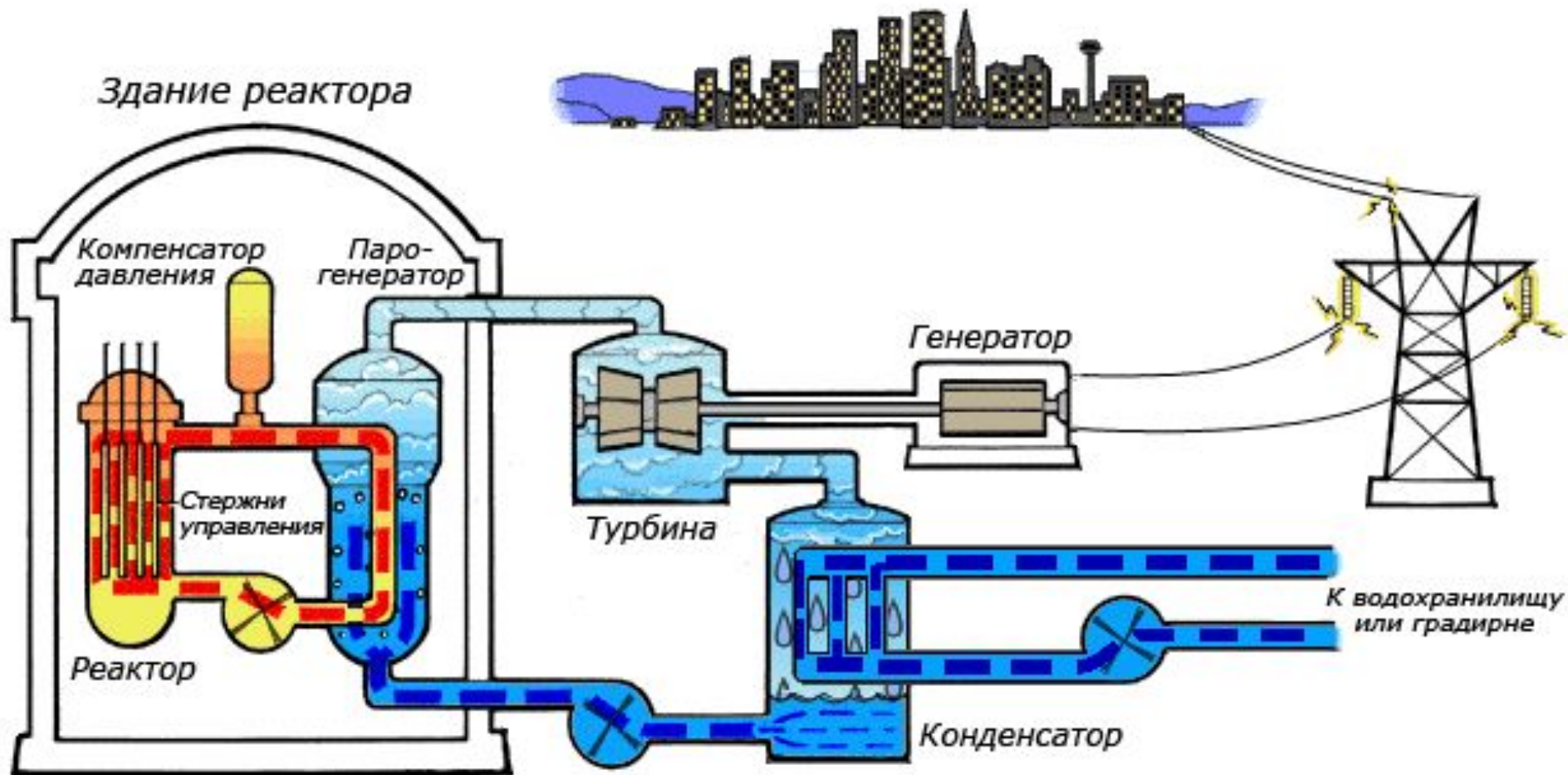
# Чернобыльская АЭС

- Чернобыльская авария - 26 апреля 1986 года



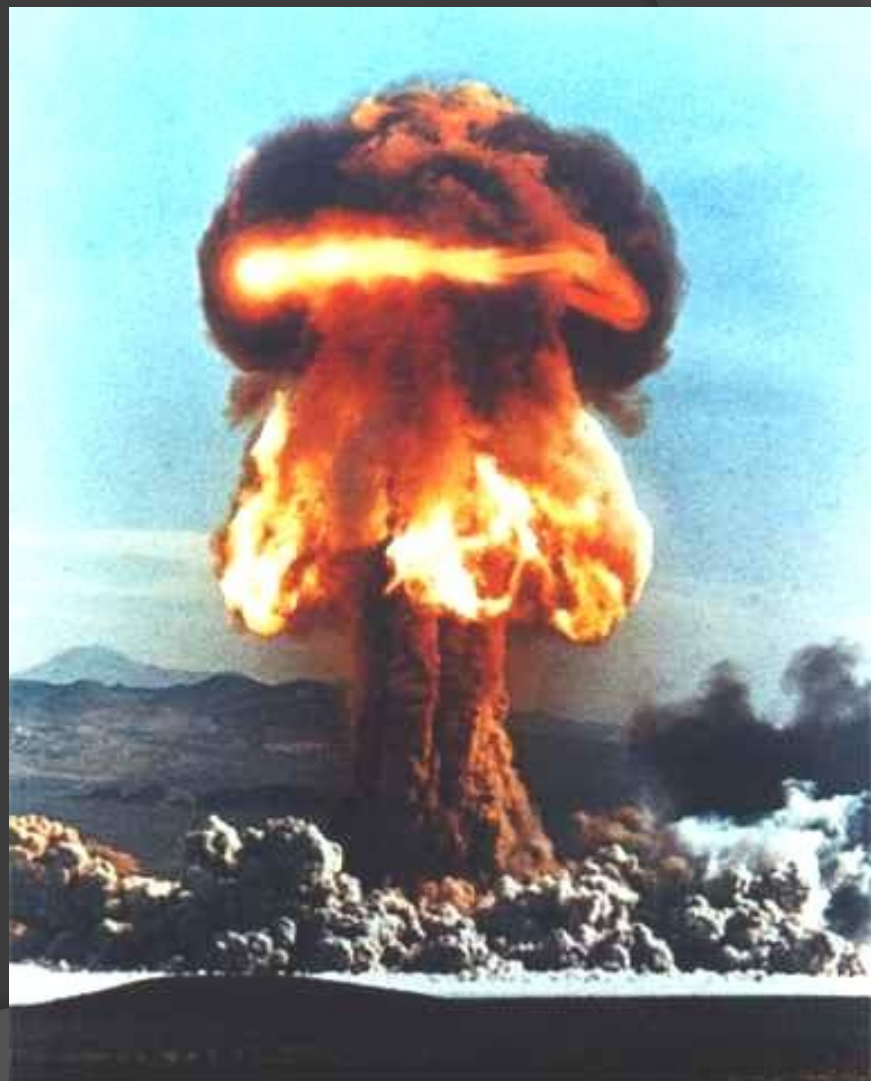
- Полное разрушение реактора ЧАЭС, г. Припять, Украинская ССР
- Радиоактивное облако прошло над СССР, Восточной Европой, Скандинавией

# Схема работы АЭС



# Выброс в окружающую среду

- Изотопы урана
- Плутония
- Йода – 131 (период полураспада – 8 дней)
- Цезия – 134 (период полураспада – 2 года)
- Цезия – 137 (период полураспада 33 года)
- Стронция – 190 (период полураспада – 28 лет)

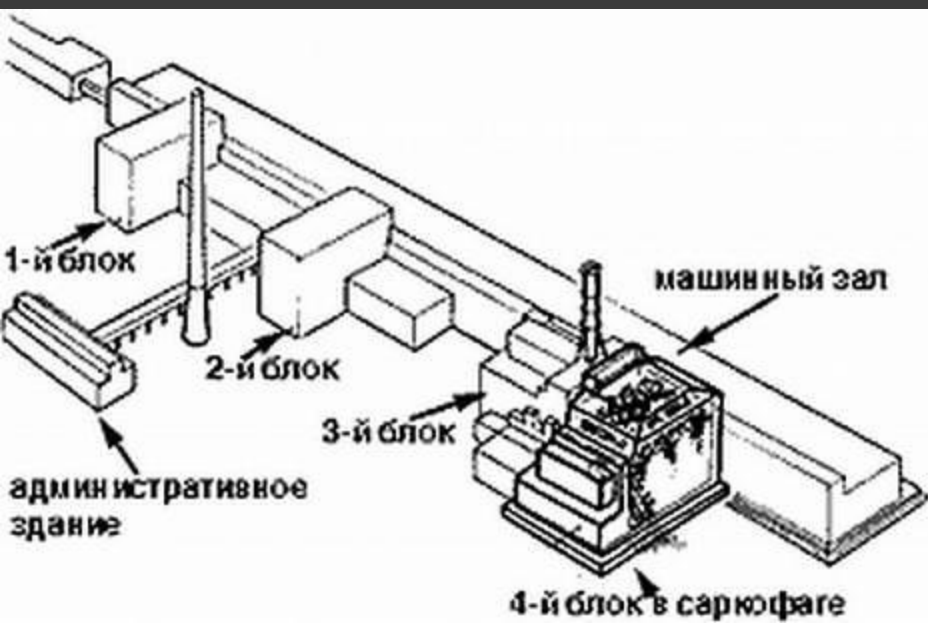


# Хронология событий

- 25 апреля запланирована остановка 4-го энергоблока для планового ремонта
- Снижение мощности реактора до 50% за сутки до аварии, 3:47
- Отключение системы аварийного охлаждения реактора в соответствии с программой
- Запрет дальнейшего снижения мощности диспетчером, 25 апреля 23:00

# Хронология событий

- Получено разрешение на остановку реактора, 23:10
- Снижение мощности до 700 МВт – уровень, предусмотренный программой, а затем до 500 МВт – по неустановленной причине
- Падение мощности до 0 МВт

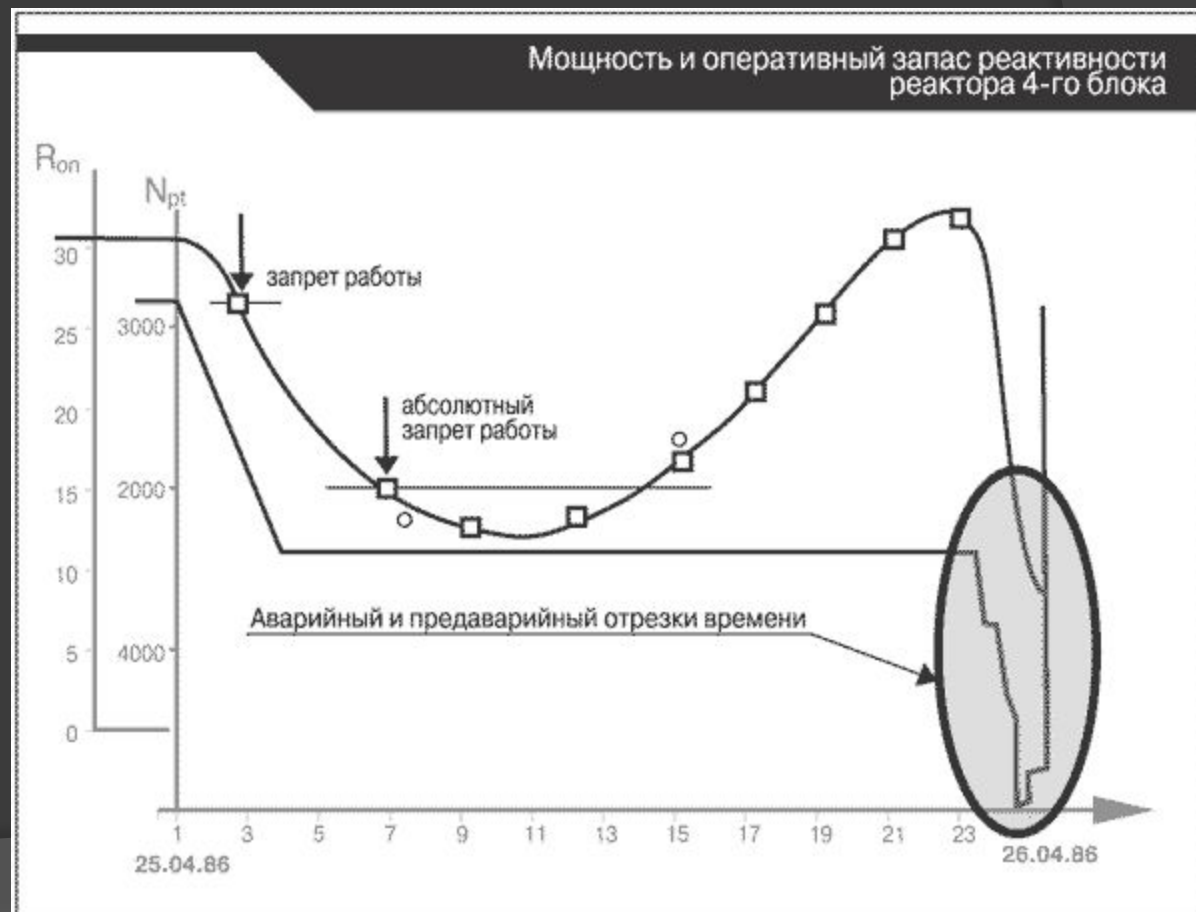


- Поднятие мощности до 200 МВт, 26 апреля 01:00
- Начало эксперимента, 26 апреля 01:23

# Хронология событий

- В 1:23:39 - сигнал аварийной защиты (АЗ-5)
- Затем сигнал о быстром росте мощности

- Регистрирующие системы выходят из строя
- Стержни аварийной защиты остановились
- 1:23:47 - 1:23:50 (3 секунды!) - взрыв, реактор полностью разрушен



# Причины аварии

Высказывались  
предположительные  
причины:

- ⦿ Взрыв водорода – химическая природа взрыва
- ⦿ Тепловой взрыв – ядерная природа
- ⦿ Паровой взрыв

## INSAG

«...авария явилась следствием маловероятного совпадения ряда нарушений правил и регламентов эксплуатационным персоналом, катастрофические последствия авария приобрела из-за того, что реактор был приведён в нерегламентное состояние.»





# Причины аварии

INSAG обозначил ряд проблем, внёсших вклад в возникновение аварии:

- ⦿ установка фактически не соответствовала действовавшим нормам безопасности и даже имела небезопасные конструктивные особенности;
- ⦿ недостаточный анализ безопасности;
- ⦿ недостаточное внимание к независимому рассмотрению безопасности;
- ⦿ регламенты по эксплуатации надлежащим образом не обоснованы в анализе безопасности;
- ⦿ недостаточный и неэффективный обмен важной информацией по безопасности, как между операторами, так и между операторами и проектировщиками;
- ⦿ недостаточное понимание персоналом аспектов их станции, связанных с безопасностью;
- ⦿ неполное соблюдение персоналом формальных требований регламентов по эксплуатации и программы испытаний.
- ⦿ общая недостаточность культуры безопасности в ядерных вопросах .

Таким образом, основой аварии на ЧАЭС была признана «низкая культура безопасности не только на Чернобыльской АЭС, но и во всех советских проектных, эксплуатирующих и регулирующих Причины аварии

# Недостатки реактора

1-активная зона

2-паро-водяные коммуникации

3-барабан сепаратор

4-ГЦН

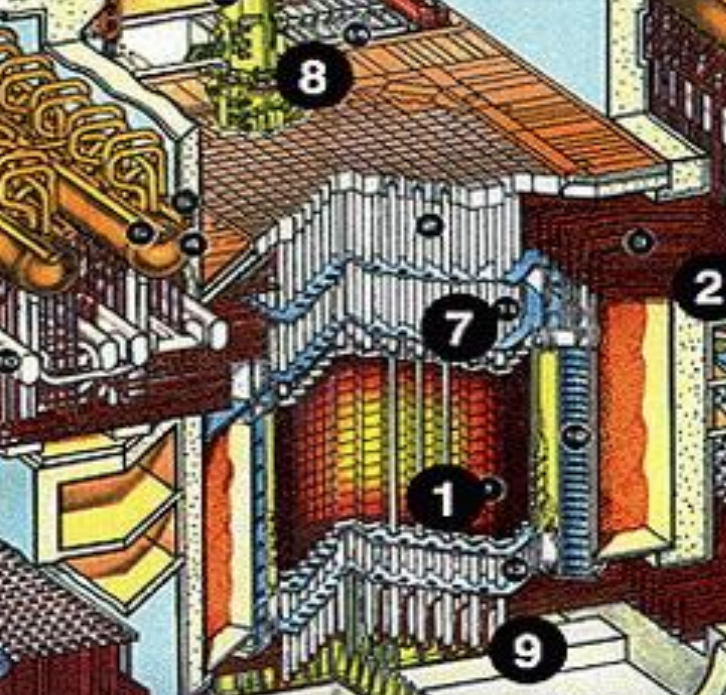
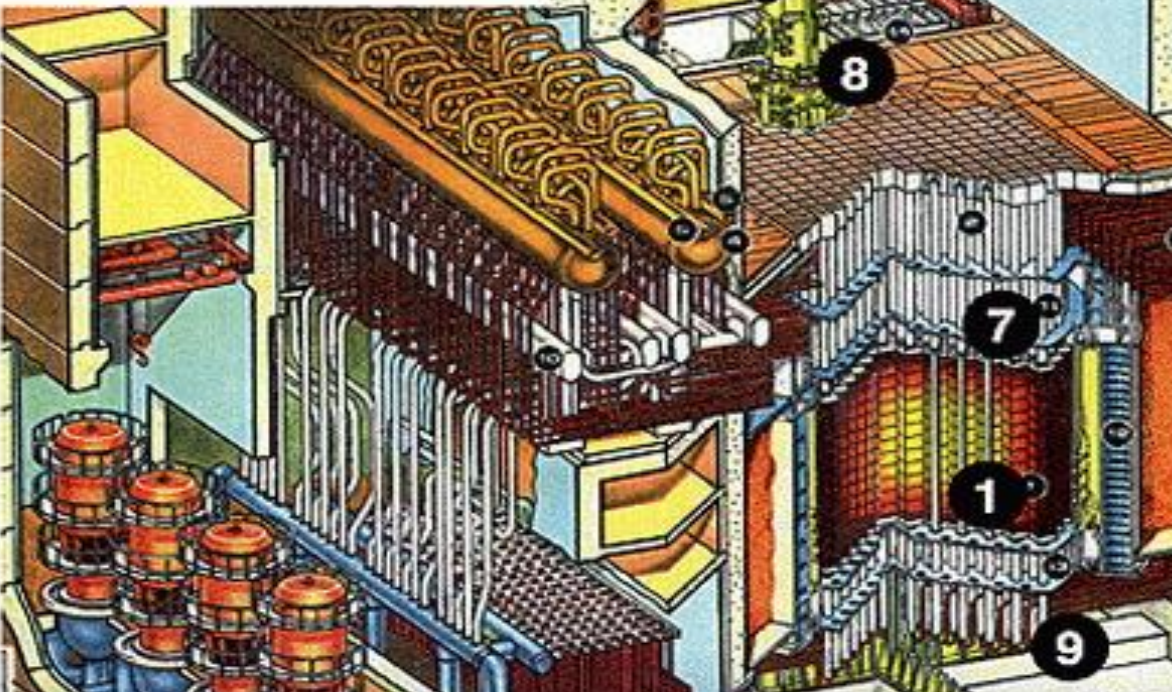
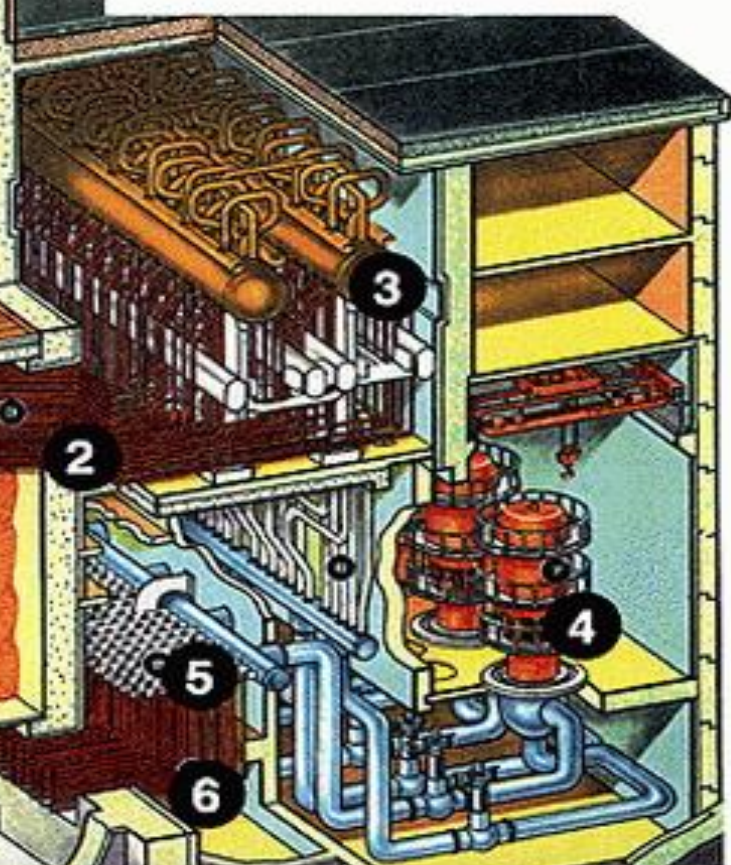
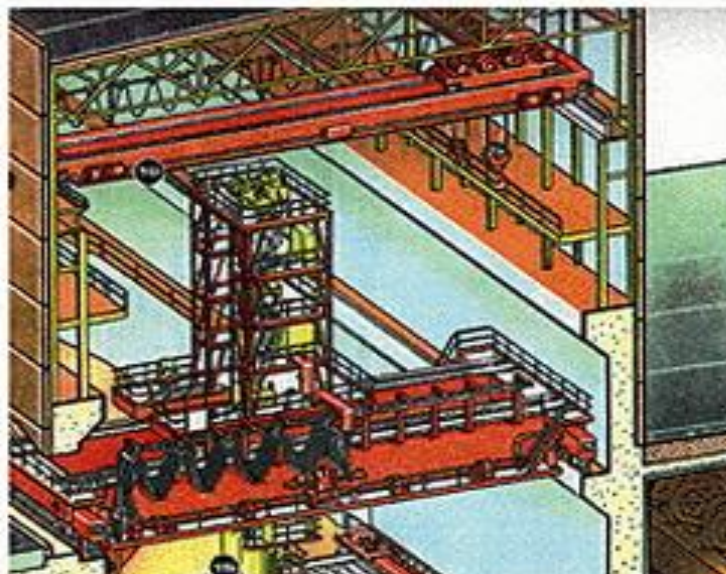
5-Раздаточно групповые коллекторы

6-подводящие трубо-проводы

7-верхняя биологическая защита

8-разгрузочно-загрузочная машина

9-нижняя биологическая защита



# Недостатки реактора

- По состоянию на апрель 1986 г. реактор РБМК имел десятки нарушений и отступлений от правил безопасности, действующих на тот момент.
- Из-за ошибочно выбранных его разработчиками физических и конструктивных параметров активной зоны реактор представлял собой систему динамически неустойчивую по отношению к возмущению как по мощности, так и по паросодержанию.



# Послеаварийные мероприятия

После аварии в срочном порядке (первичные уже в мае 86г) были осуществлены следующие мероприятия:

- \* Указание держать ОЗР на полупогруженных стержнях.
- \* Установка до 30 ДП (дополнительных поглотителей) в активную зону. Позже это число увеличили до 80-90.
- \* Увеличение минимально-допустимого ОЗР до 30 ст. РР (вместо 15 ст. РР до аварии)  
Заведение сигнала АЗ-5 на УСП.
- \* появился запрет на одновременное включение 8 ГЦН.
- \* Выполнен «самоподхват» кнопки АЗ-5.
- \* Увеличение числа стержней УСП.
- \* Увеличение быстродействия АЗ с 18 до 12 сек.
- \* запрет на работу на мощности меньше 700 Мвт(т).
- \* внедрение быстродействующей аварийной защиты (БАЗ), заглушающей реактор за 2 сек, а не 12-18 сек. (1988-1989г.)

# Ошибки операторов



- Снижение оперативного запаса реактивности существенно ниже допустимого значения;
- -- Провал мощности реактора существенно ниже запланированного программой;
- -- Включение в работу всех главных циркуляционных насосов (ГЦН) ;
- -- Блокировка защиты реактора по сигналу остановки двух турбогенераторов;
- -- Блокировка защиты по уровню воды в барабанах-сепараторах (БС);
- -- Блокировка защиты по давлению пара в БС;
- -- Отключение системы аварийного расхолаживания

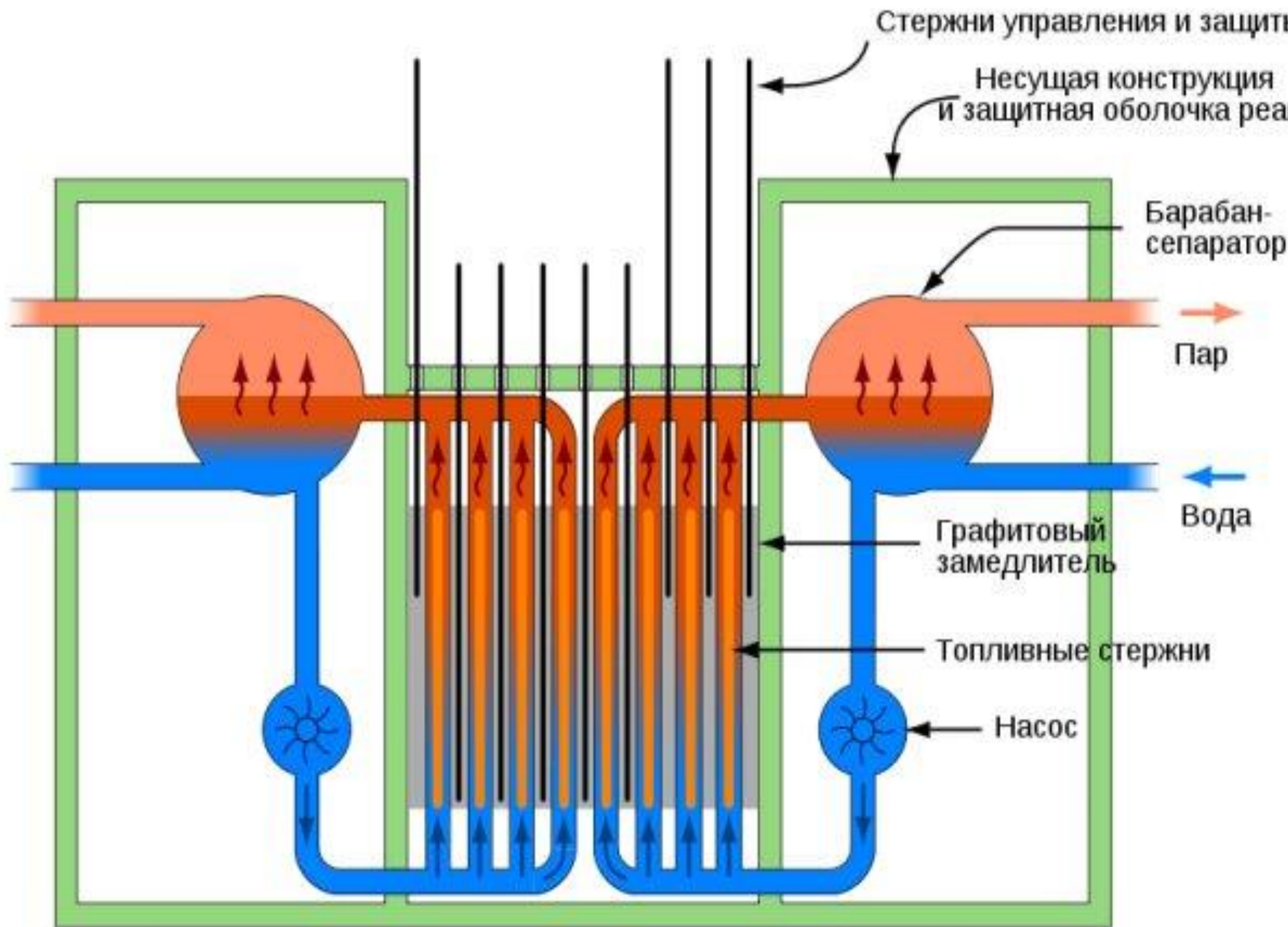
# Ошибки операторов

Таким образом, наиболее существенными ошибками оперативного персонала следует назвать:

- ⦿ трактовка предполагаемых испытаний как электрических
- ⦿ ненадлежащая подготовка программы испытаний, в том числе в части регламентации мер безопасности
- ⦿ существенные отклонения от программы на стадии подготовки к эксперименту и его проведения
- ⦿ отключение систем безопасности, в том числе аварийных защит реактора









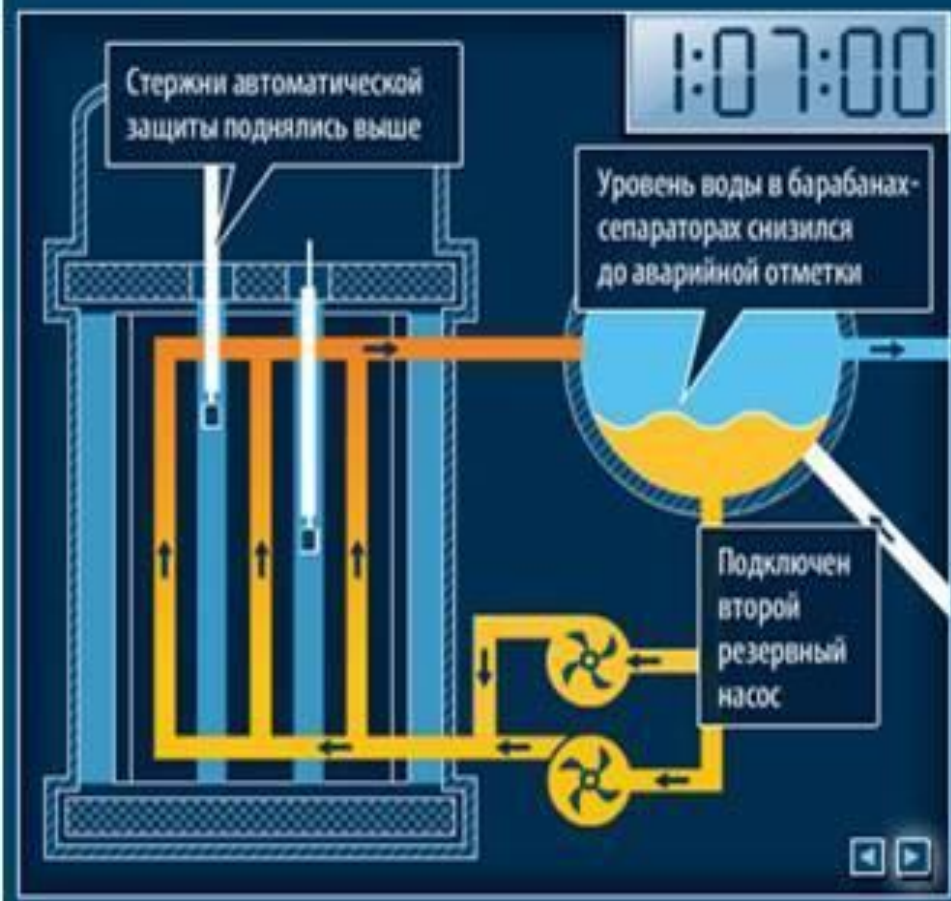
# Чернобыль: авария с катастрофическими последствиями

В ночь с 25 на 26 апреля 1986 года произошла крупнейшая в мире авария на атомной электростанции

← НАЗАД

## Авария: хроника событий

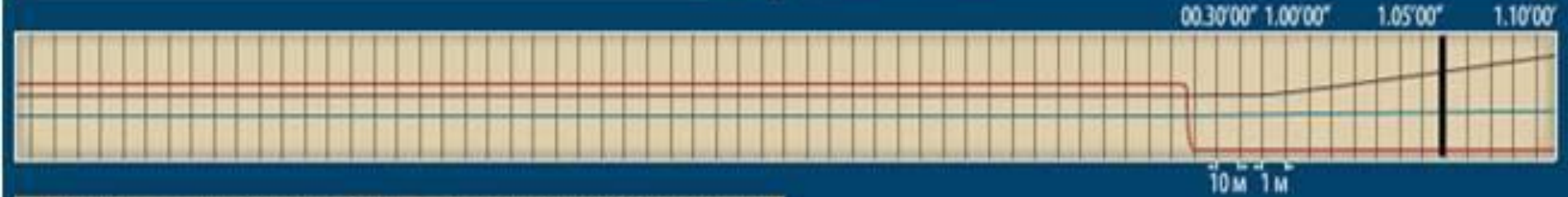
ВПЕРЕД ▶



### Параметры активной зоны



### Тепловая мощность реактора



— мощность — поток воды через ГЦН — давление пара в барабанах-сепараторах



# Последствия аварии



# Последствия аварии

- Непосредственно во время взрыва на четвёртом энергоблоке погиб только один человек, ещё один скончался утром от полученных травм. Впоследствии, у 134 сотрудников ЧАЭС и членов спасательных команд, находившихся на станции во время взрыва, развилась лучевая болезнь, 28 из них умерли в течение следующих нескольких месяцев .
- В 1:24 ночи на пульт дежурного по охране ЧАЭС поступил сигнал о возгорании. . Всего принимало участие в тушении пожара 69 человек личного состава и 14 единиц техники. Наличие высокого уровня радиации было достоверно установлено только к 3:30, так как из двух имевшихся приборов на 1000 рентген в час один вышел из строя, а другой оказался недоступен из-за возникших завалов. Поэтому в первые часы аварии были неизвестны реальные уровни радиации в помещениях блока и вокруг него. Неясным было и состояние реактора.
- Пожарные не дали огню перекинуться на третий блок (у 3-го и 4-го энергоблоков единые переходы). Вместо огнестойкого покрытия, как было положено по инструкции, крыша машинного зала была залита обычным горючим битумом. Примерно к 2 часам ночи появились первые поражённые из числа пожарных. У них стала проявляться слабость, рвота, «ядерный загар». Помощь им оказывали на месте, в медпункте станции, после чего переправляли в городскую больницу Припяти. 27 апреля первую группу пострадавших из 28 человек отправили самолетом в Москву, в 6-ю радиологическую больницу. Практически не пострадали водители пожарных автомобилей.
- При выполнении этих работ многие сотрудники станции получили большие дозы радиации, а некоторые даже смертельные

# Информирование населения

27 апреля -  
эвакуация  
жителей  
города  
Припять



28 апреля –  
первое  
официальное  
сообщение по  
телевидению



Жителей не  
предупредили о  
существующей  
опасности и не дали  
никаких рекомендаций  
о том, как следует себя  
вести, чтобы  
уменьшить влияние  
радиоактивного  
загрязнения

# Ликвидация последствий аварии



Основная часть работ 1986-87 гг.

- Тракторами и лопатами снимался слой радиоактивного грунта.
- Радиоактивную грязь внутри станции смывали вручную

600 000 ликвидаторов

- Всего за 20 лет в этой группе от всех причин, не связанных с радиацией, умерло примерно 5 тысяч ликвидаторов.

Захоронение реактора

- Вокруг 4-го блока был построен бетонный «саркофаг». В помещениях первых трёх энергоблоков проводилась дезактивация. Строительство саркофага было завершено в ноябре 1986 года.

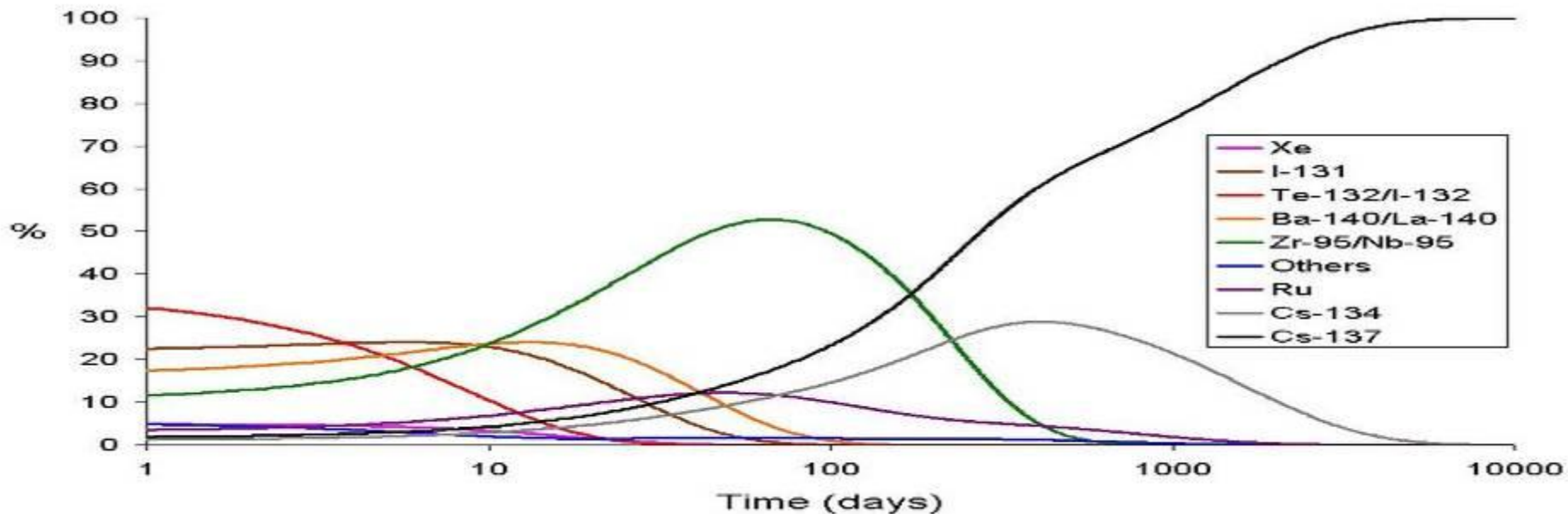
# Долговременные последствия



# Долговременные последствия

- Загрязнению подверглось более 200 000 км<sup>2</sup>, примерно 70 % — на территории Белоруссии, России и Украины. Наиболее сильно пострадали области, в которых в это время прошёл дождь. Большая часть стронция и плутония выпала в пределах 100 км от станции, так как они содержались в основном в более крупных частицах. Иод и цезий распространились на более широкую территорию
- С точки зрения воздействия на население в первые недели после аварии наибольшую опасность представлял радиоактивный иод, имеющий сравнительно малый период полураспада (восемь дней) и теллур. В настоящее время (и в ближайшие десятилетия) наибольшую опасность представляют изотопы стронция и цезия с периодом полураспада около 30 лет. Наибольшие концентрации цезия-137 обнаружены в поверхностном слое почвы, откуда он попадает в растения и грибы. Загрязнению также подвергаются насекомые и животные, которые ими питаются. Радиоактивные изотопы плутония и америция сохраняются в почве в течение сотен, а возможно и тысяч лет, однако их количество невелико. Тем не менее некоторые эксперты считают, что проблемы, связанные с загрязнением трансурановыми элементами, требуют дополнительного изучения

# Влияние различных изотопов на радиоактивное загрязнение после аварии



Значительному загрязнению подверглись леса. Из-за того, что в лесной экосистеме цезий постоянно рециркулирует, а не выводится из неё, уровни загрязнения лесных продуктов, таких как грибы, ягоды и дичь, остаются опасными. Уровень загрязнения рек и большинства озёр в настоящее время низкий. Однако в некоторых «замкнутых» озёрах, из которых нет стока, концентрация цезия в воде и рыбе ещё в течение десятилетий может представлять опасность.



# Влияние аварии на здоровье людей



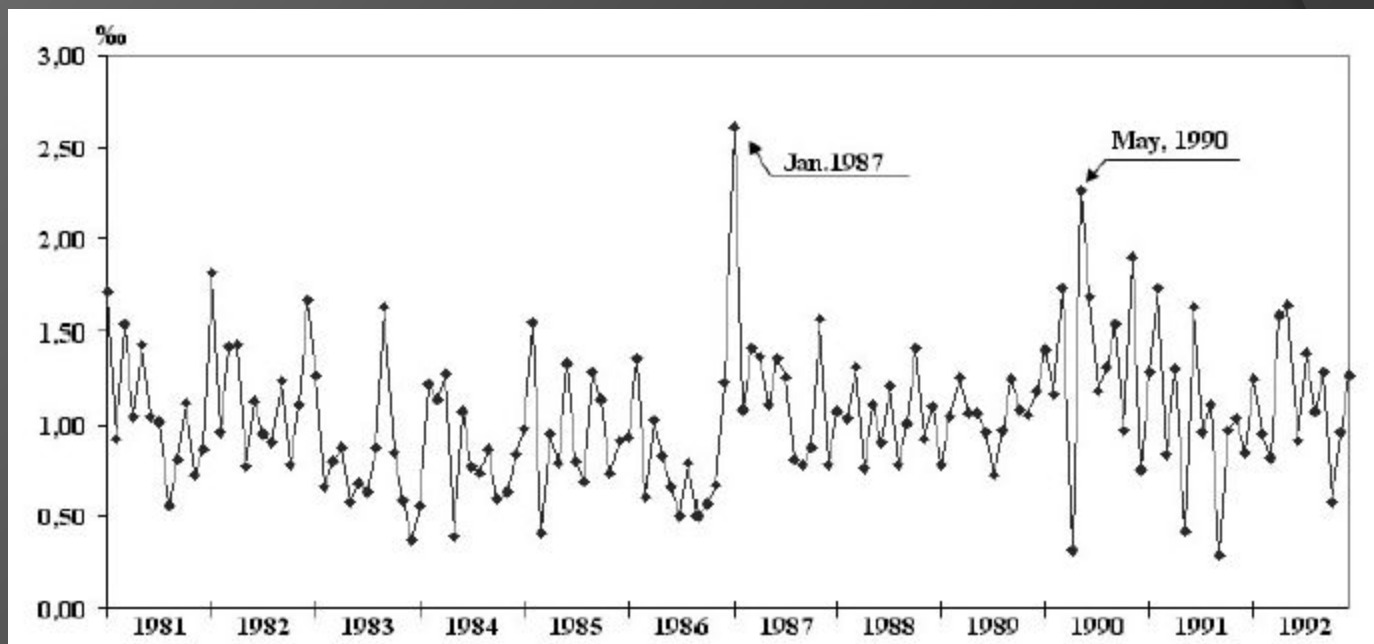
# Дозы облучения

Категория	Период	Количество	Доза (мЗв)
Ликвидаторы	1986— 1989	600 000	~100
Эвакуированные	1986	116 000	33
Жители зон со «строгим контролем»	1986— 2005	270 000	>50
Жители других загрязнённых зон	1986— 2005	5 000 000	10—20

# Онкологические заболевания

- ⦿ Щитовидная железа — один из органов, наиболее подверженных риску возникновения рака в результате радиоактивного загрязнения, потому что она накапливает иод-131; особенно высок риск для детей
- ⦿ В 1990—1998 годах было зарегистрировано более 4000 случаев заболевания раком щитовидной железы среди тех, кому в момент аварии было менее 18 лет

# Наследственные болезни



Количество детей с синдромом Дауна, родившихся в Белоруссии в 80-х — 90-х годах. Пик частоты появления заболевания приходится на январь 1987 года.

Было обнаружено увеличение числа врождённых патологий в различных районах Белоруссии между 1986 и 1994 г.

Детская смертность очень высока во всех трёх странах, пострадавших от чернобыльской аварии.







# Другие болезни

- Катаракта
- Сердечно-сосудистые заболевания
- Снижение иммунитета





# Мёртвый город 25 лет спустя





# Памяти погибших



ШОШУРА  
ВЛАДИМИР  
13. VI 1962 - II. V 1986

АКИМОВ  
АЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ  
17. II 1963 - II. V 1986

КИБЕНОК  
Виктор Николаевич  
17. II 1963 - II. V 1986

ТРАВНИК  
Владимир Павлович  
13. VI 1962 - II. V 1986





Это не должно повториться!

