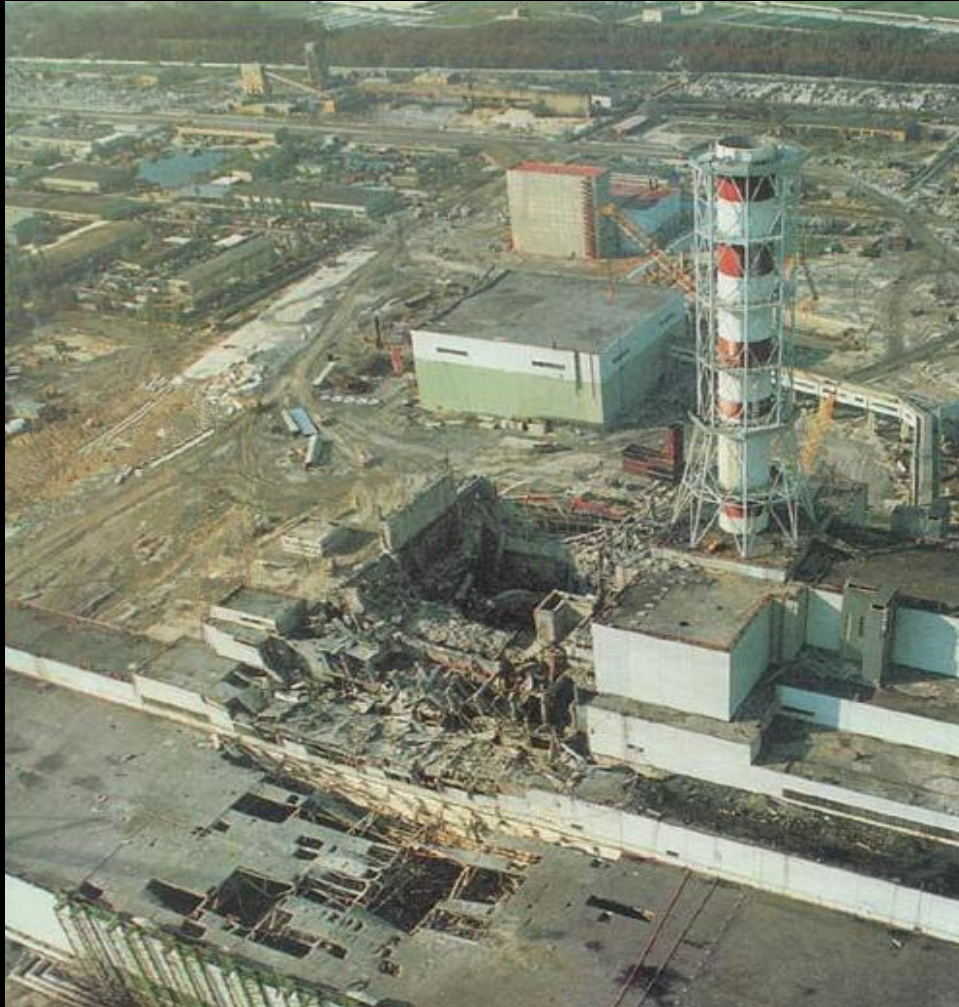


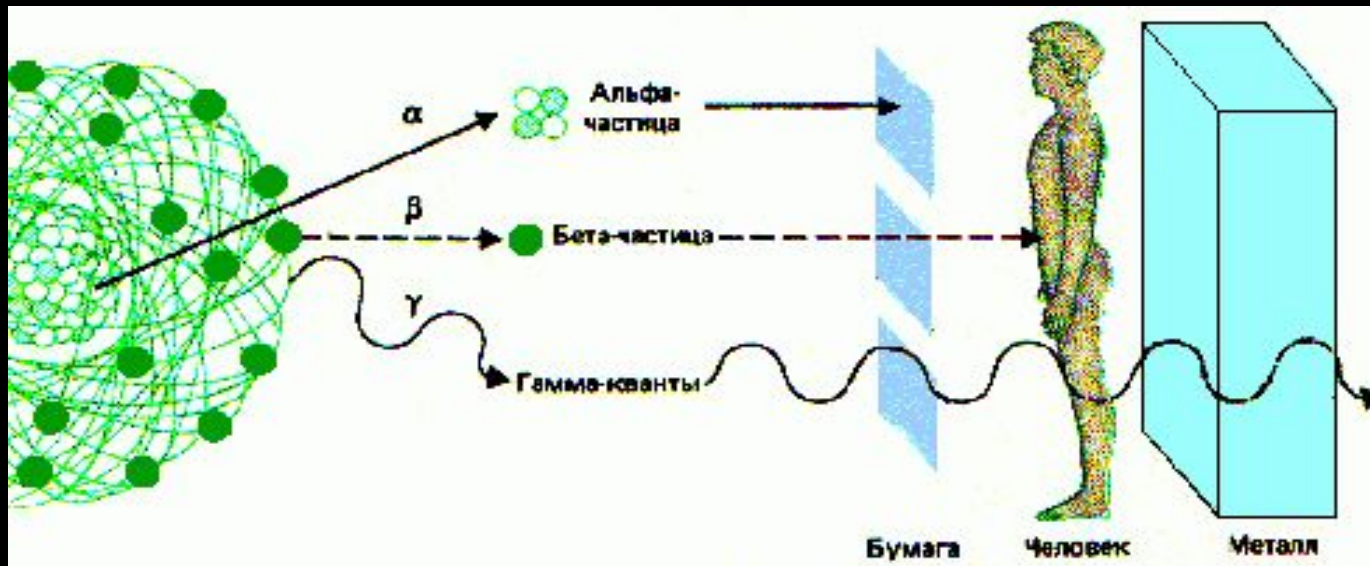
# Аварии на Атомных электростанциях



# Особенности воздействия радиации

- У людей отсутствует орган чувств, который воспринимал бы ИИ
- Действие малых доз может суммироваться и накапливаться
- ИИ действует не только на живой организм, но и на его потомство
- Различные органы имеют различную чувствительность к воздействию ИИ
- Не каждый организм одинаково воспринимает облучение

# Внешнее и внутреннее облучение организма



Альфа излучение поглощается (задерживается) даже листом бумаги.

Бета излучение на 50 % поглощается одеждой.

Гамма излучение наиболее опасно, т.к. задерживается только толстым слоем металла или бетона.

- Альфа и бета излучения формируют внутреннюю дозу облучения. Источниками являются радионуклиды, которые попадают в наш организм с воздухом, водой и пищей.
- Гамма – излучение является основным ИИ внешней составляющей облучения и обусловлено источниками, которые находятся вне тела человека (космическое и излучение от радионуклидов земного происхождения)



# Воздействие ИИ на отдельные органы и организм в целом

Согласно НРБУ-97 и ОСПУ-2005 существуют группы органов и тканей с различной восприимчивостью к ИИ



Радиочувствительность различных органов и тканей зависит от скорости биосинтетических процессов, состояния организма и возраста человека. Наиболее подвержены поражению клетки костного мозга, лимфатических узлов, половые клетки.

На картинке показана восприимчивость к ИИ различных органов и тканей.



# Воздействие различных доз облучения на человеческий организм

Доза, Гр	Причина и результат воздействия
$(0.7 - 2) \cdot 10^{-3}$	Доза от естественных источников в год
0.05	Предельно допустимая доза профессионального облучения в год
0.1	Уровень удвоения вероятности генных мутаций
0.25	Однократная доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах
1.0	Доза возникновения острой лучевой болезни
3- 5	Без лечения 50% облученных умирает в течение 1-2 месяцев вследствие нарушения деятельности клеток костного мозга
10 - 50	Смерть наступает через 1-2 недели вследствие поражений главным образом желудочно кишечного тракта
100	Смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы

# Классификация эффектов радиации



# Соматические детерминированные эффекты

Поражения, вероятность возникновения и тяжесть которых зависит от дозы облучения и проявляются при интенсивном однократном или многократном облучении, превышающем определенный порог.

Соматические  
детерминированные  
(нестохастические)

Острая  
лучевая  
болезнь

Хроническая  
лучевая  
болезнь

Радиационный  
ожог



На картинке мальчик, пораженный  
радиационными ожогами



# Соматические стохастические эффекты

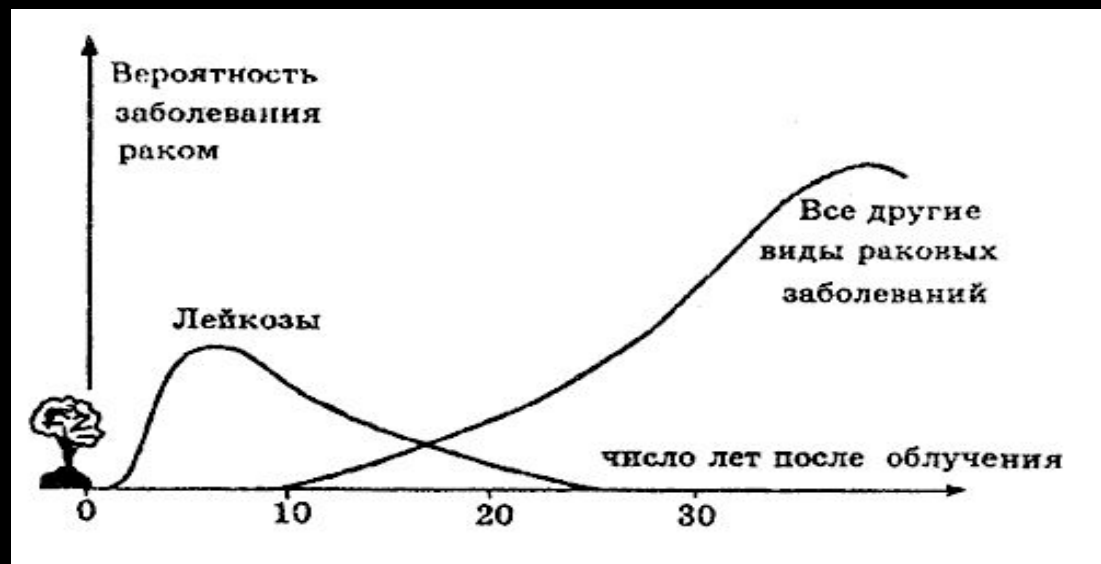
Это такие эффекты, для которых от дозы зависит лишь вероятность их появления, а не тяжесть и отсутствует порог.

Соматические стохастические (вероятностные)

Сокращение продолжительности жизни

Опухоли разных тканей

Лейкозы



Относительная среднестатистическая вероятность заболевания раком после получения однократной дозы в 1 рад (0.01 Гр) при равномерном облучении всего тела

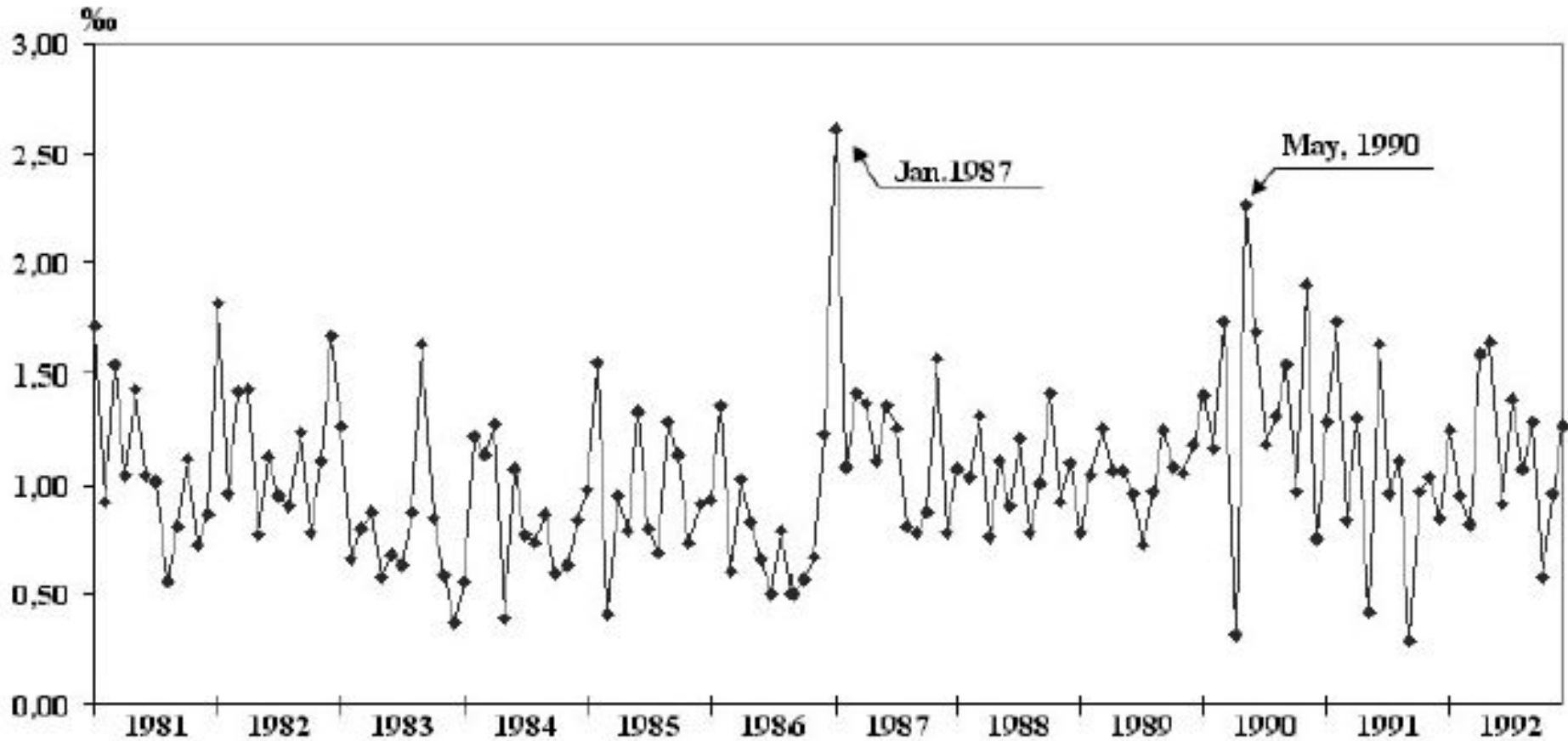
# Генетические эффекты



Генетические эффекты также являются стохастическими, проявляются во втором, третьем поколениях. Это врожденные физические и психические уродства и ряд других тяжелых заболеваний

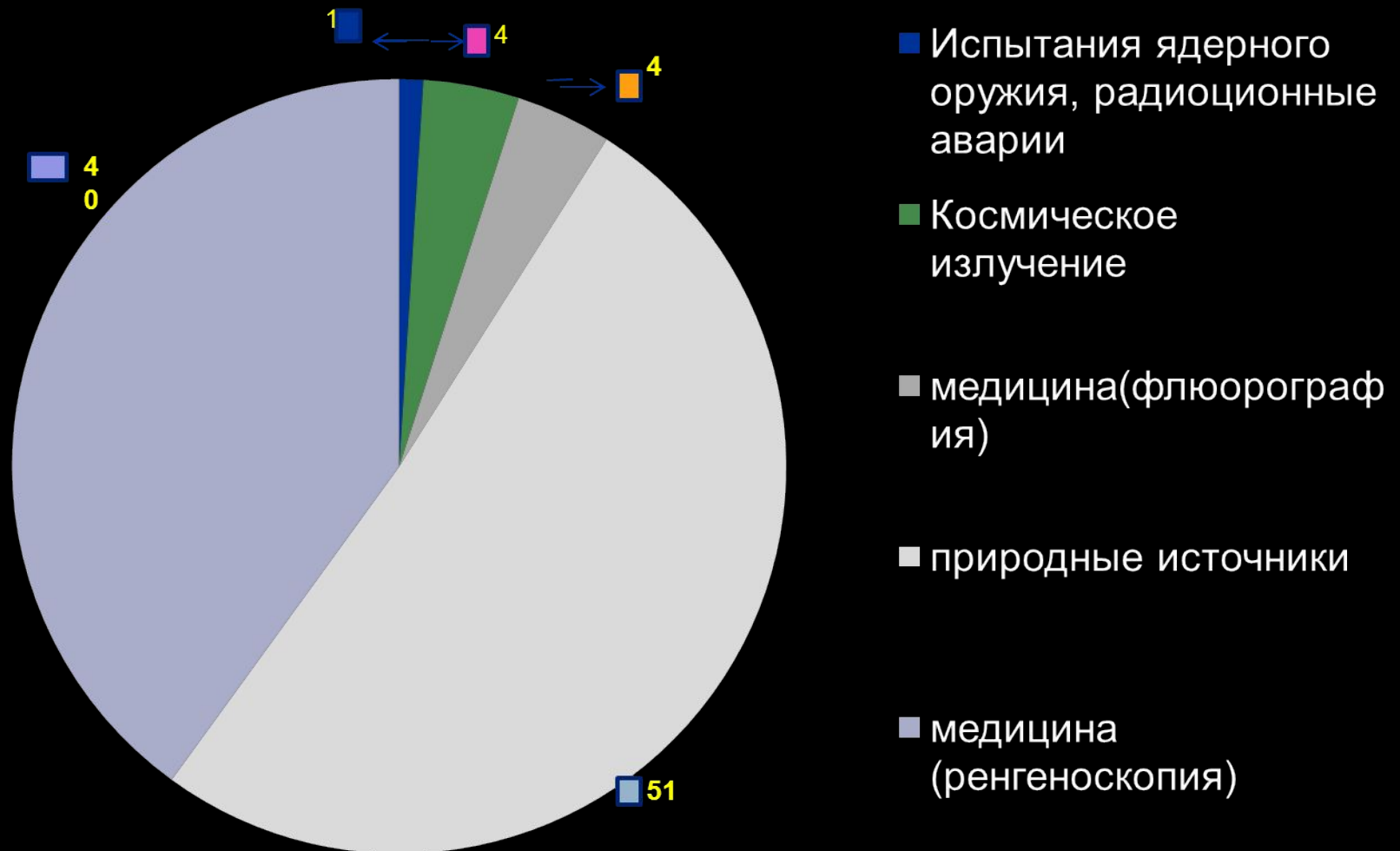


Генетические уродства плода



**Количество детей с синдромом Дауна, родившихся в Белорусии в 80-х —90-х годах. Обратите внимание на пик частоты появления заболевания в январе 1987 года**

# Вклад различных источников радиации в среднюю дозу облучения человека

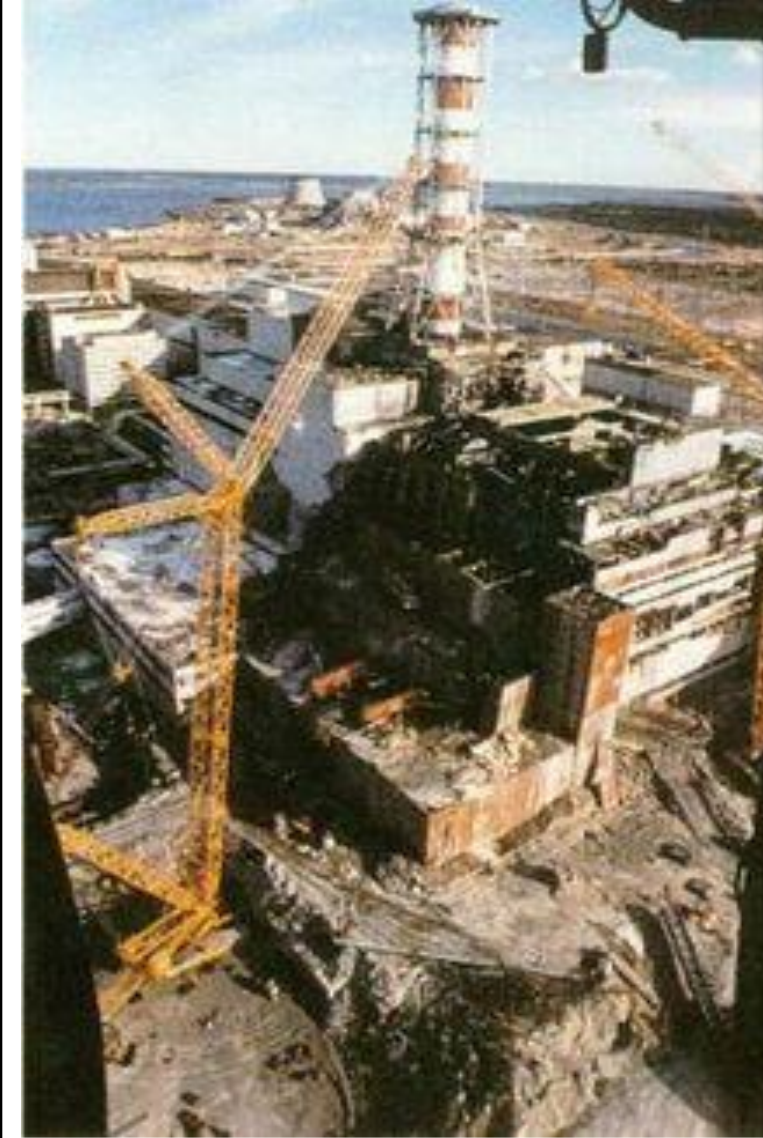


# АВАРИЯ НА ЧАЭС

- Примерно в 1:24 26 апреля 1986 года на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС произошёл взрыв, который полностью разрушил реактор. Причиной этого стало проведение испытаний на безопасность на сверхнизкой мощности в 200 МВт, в то время как норма - 700 МВт.
- Когда уровень мощности упал слишком низко, нажатием кнопки аварийного отключения был спровоцирован неудержимый рост мощности, приведший к разрушению 4 блока.
- Здание энергоблока частично обрушилось. Впоследствии остатки активной зоны расплавились. Смесь из расплавленного металла, песка, бетона и частичек топлива растеклась по подреакторным помещениям.
- В результате аварии произошёл выброс в окружающую среду радиоактивных веществ, в том числе изотопов урана, плутония, иода-131 (период полураспада 8 дней), цезия-134 (период полураспада 2 года), цезия-137 (период полураспада 33 года), стронция-90 (период полураспада 28 лет).







Четвёртый блок Чернобыльской  
АЭС

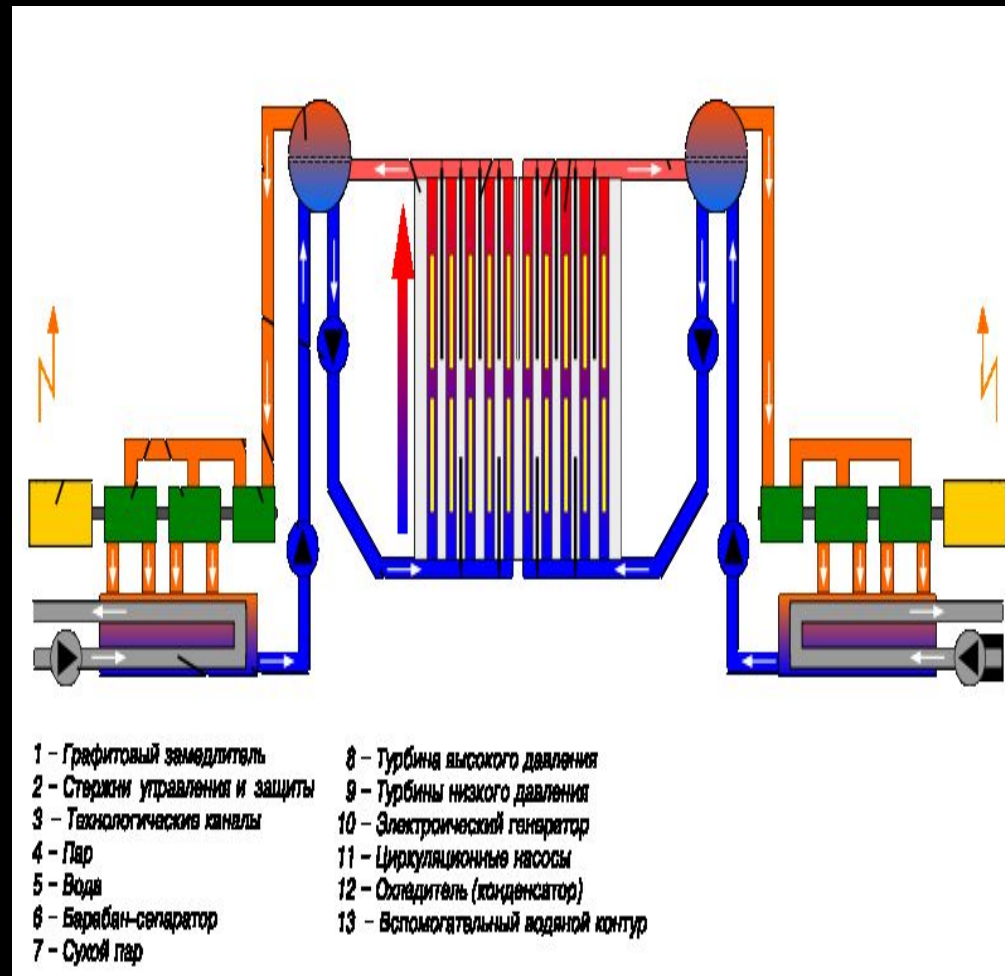
# Некоторые факты:

Безопасность была на 2-ом плане...

- установка реактора фактически не соответствовала действовавшим нормам безопасности во время проектирования 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
- применение СГОРАЕМЫХ материалов в строительстве, с целью удешевления конструкции, что и сказалось на тушении здания энергоблока (тушение продолжалось всю ночь, многие пожарные получили смертельные дозы излучения)

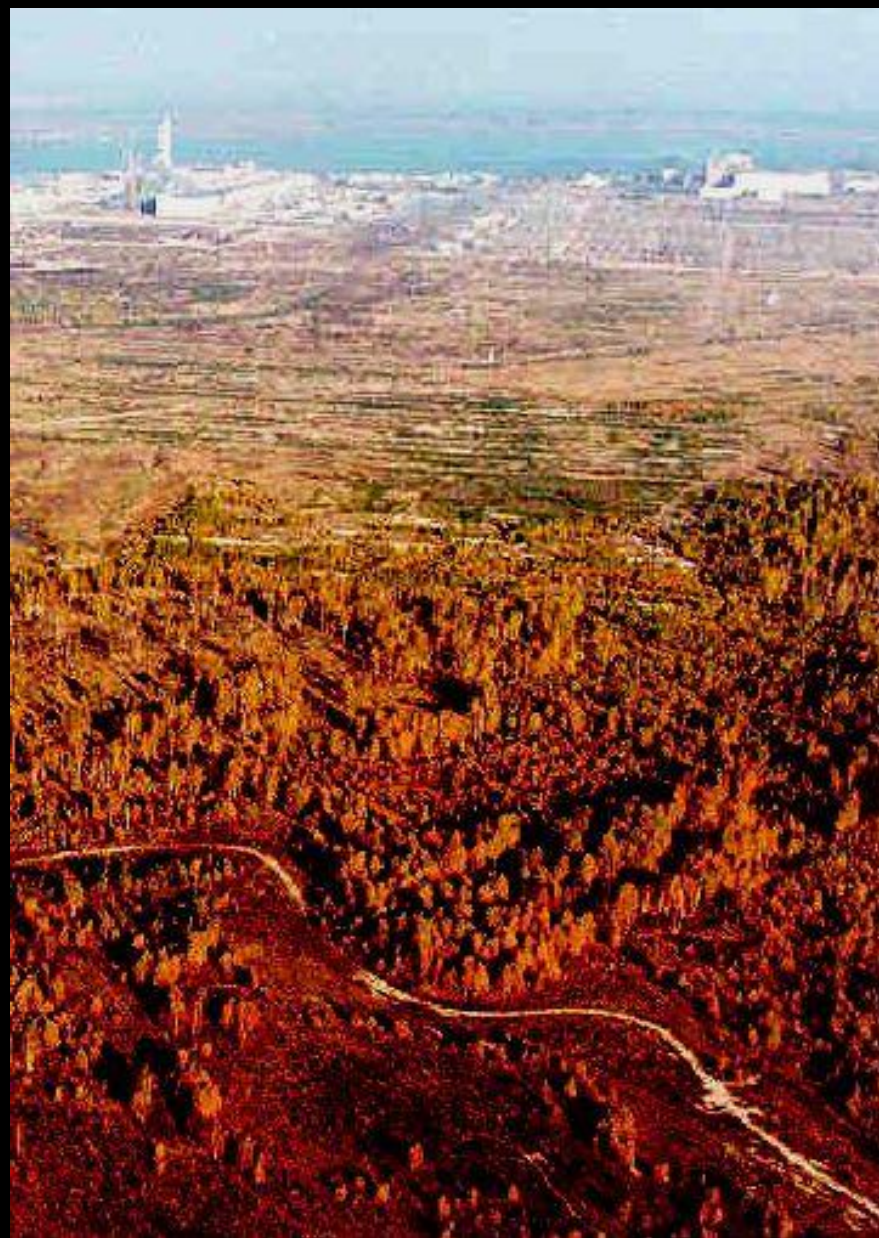
# Недостатки реактора РБМК-1000

- Реактор становится практически неуправляемым на сверхнизкой мощности, необходимо сразу его глушить, но результат был непредвиденным...
- Большое количество трубопроводов и различных вспомогательных подсистем требует наличия большого количества высококвалифицированного персонала;
- Необходимость проведения поканального регулирования расходов, что может повлечь за собой аварии, связанные с прекращением расхода теплоносителя через канал;
- Более высокая нагрузка на оперативный персонал, связанная с большим количеством узлов (например запорно-регулирующей арматуры);
- Большее количество активированных конструкционных материалов из-за больших размеров АЗ и металлоёмкости РБМК, остающихся после вывода из эксплуатации и требующих утилизации.





- В первые часы после аварии, многие не сознавали, насколько сильно повреждён реактор, поэтому было принято ошибочное решение обеспечить подачу воды в активную зону реактора для её охлаждения. Эти усилия оказались бесполезны, так как и трубопроводы, и сама активная зона были разрушены, из-за чего требовалось вести работы в зонах с высокой радиацией. Другие действия персонала станции, такие как тушение локальных очагов пожаров в помещениях станции, меры, направленные на предотвращение возможного взрыва напротив, были необходимыми. Возможно, они предотвратили ещё более серьёзные последствия. При выполнении этих работ многие сотрудники станции получили большие дозы радиации, а некоторые даже смертельные. Выброс привёл к гибели деревьев рядом с АЭС на площади около 10 км<sup>2</sup>



- Пожарные не дали огню перекинуться на третий блок (у 3-го и 4-го энергоблоков единые переходы). Из средств защиты у пожарных была только боёвка (брезентовая роба), каска и рукавицы. В противогазах работать было невозможно из-за высокой температуры горения, их пожарные сняли уже в первые 10 минут. 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», а после снятия рукавиц снималась и кожа с рук. 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.





- Первое официальное сообщение было сделано по телевидению 28 апреля. В довольно сухом сообщении сообщалось о факте аварии и двух погибших, об истинных масштабах катастрофы стали сообщать позже.
- После оценки масштабов радиоактивного загрязнения стало понятно, что потребуется эвакуация города Припять, которая была проведена 27 апреля. В первые дни после аварии было эвакуировано население 10-километровой зоны. В последующие дни было эвакуировано население других населённых пунктов 30-километровой зоны.
- Запрещалось брать с собой вещи, многие были эвакуированы в домашней одежде. Чтобы не раздувать панику, сообщалось, что эвакуированные вернутся домой через три дня. Безопасные пути движения колонн эвакуированного населения определялись с учётом уже полученных данных радиационной разведки. Несмотря на это, ни 26, ни 27 апреля жителей не предупредили о существующей опасности и не дали никаких рекомендаций о том, как следует себя вести, чтобы уменьшить влияние радиоактивного загрязнения.



- В 30-километровую зону вокруг ЧАЭС стали прибывать специалисты, командированные для проведения работ на аварийном блоке и вокруг него, а также воинские части, как регулярные, так и составленные из срочно призванных резервистов. Их всех позднее стали называть «ликвидаторами». Ликвидаторы работали в опасной зоне посменно: те, кто набрал максимально допустимую дозу радиации, уезжали, а на их место приезжали другие. Основная часть работ была выполнена в 1986—1987 годах, в них приняли участие примерно 240 000 человек. Общее количество ликвидаторов (включая последующие годы) составило около 600 000.



Карта радиоактивного загрязнения на 1996год

- закрытые зоны (более 40 Ки/км<sup>2</sup>)
- зоны постоянного контроля (15—40 Ки/км<sup>2</sup>)
- зоны периодического контроля (5—15 Ки/км<sup>2</sup>)

1—5 Ки/км<sup>2</sup>





# Последствия ЧАЭС



# Последствия ЧАЭС





# Последствия ЧАЭС



# Дальнейшая судьба станции

После аварии на 4-м энергоблоке работа электростанции была приостановлена из-за опасной радиационной обстановки. Однако уже в октябре 1986 года, после обширных работ по дезактивации территории и постройки «саркофага», 1-й и 2-й энергоблоки были вновь введены в строй; в декабре 1987 года возобновлена работа 3-го

. В 1991 году на 2-м энергоблоке вспыхнул пожар, и в октябре этого же года реактор был полностью выведен из эксплуатации. В декабре 1995 года был подписан меморандум о взаимопонимании между Правительством Украины и правительствами стран «большой семёрки» и [Комиссией Европейского Союза](#). В 1991 году на 2-м энергоблоке вспыхнул пожар, и в октябре этого же года реактор был полностью выведен из эксплуатации. В декабре 1995 года был подписан меморандум о взаимопонимании между Правительством Украины и правительствами стран «большой семёрки» и Комиссией Европейского Союза, согласно которому началась разработка программы полного закрытия станции к 2000 году. [15 декабря](#). В 1991 году на 2-м энергоблоке вспыхнул пожар, и в октябре этого же года реактор был полностью выведен из эксплуатации. В декабре 1995 года был подписан меморандум о взаимопонимании между Правительством Украины и правительствами стран «большой семёрки» и Комиссией Европейского Союза, согласно которому началась разработка программы полного закрытия станции к 2000 году. [15 декабря 2000 года](#) был навсегда остановлен реактор последнего, 3-го энергоблока.

Саркофаг возведённый над четвёртым взорвавшимся энергоблоком

Конец...

