

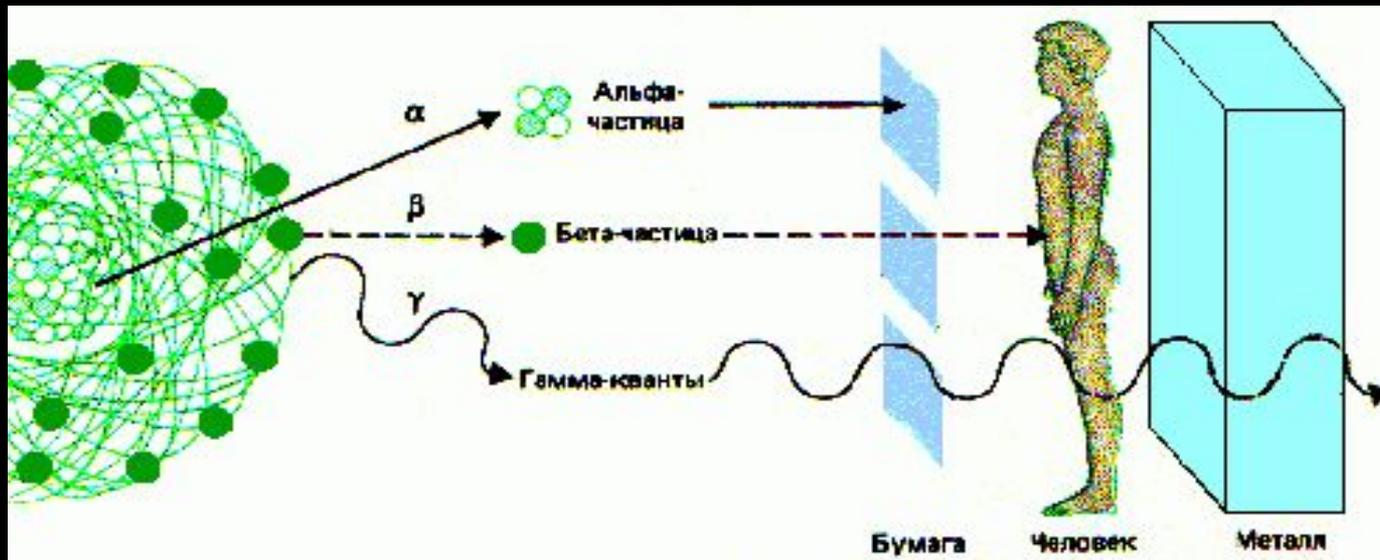
Аварии на Атомных электростанциях



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 поражениям 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

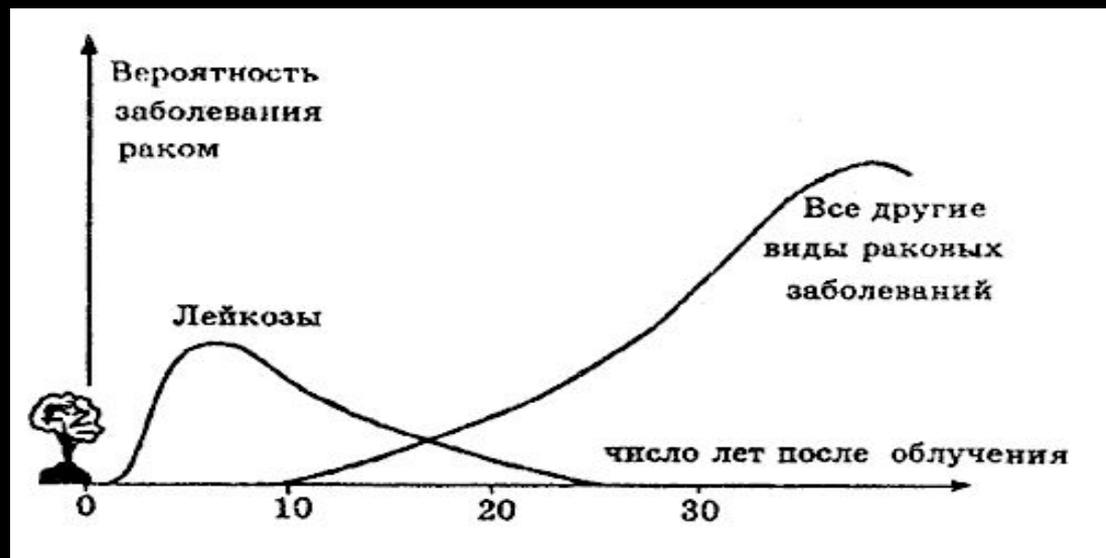
Это такие эффекты, для которых от дозы зависит лишь вероятность их появления, а не тяжесть и отсутствует порог.

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

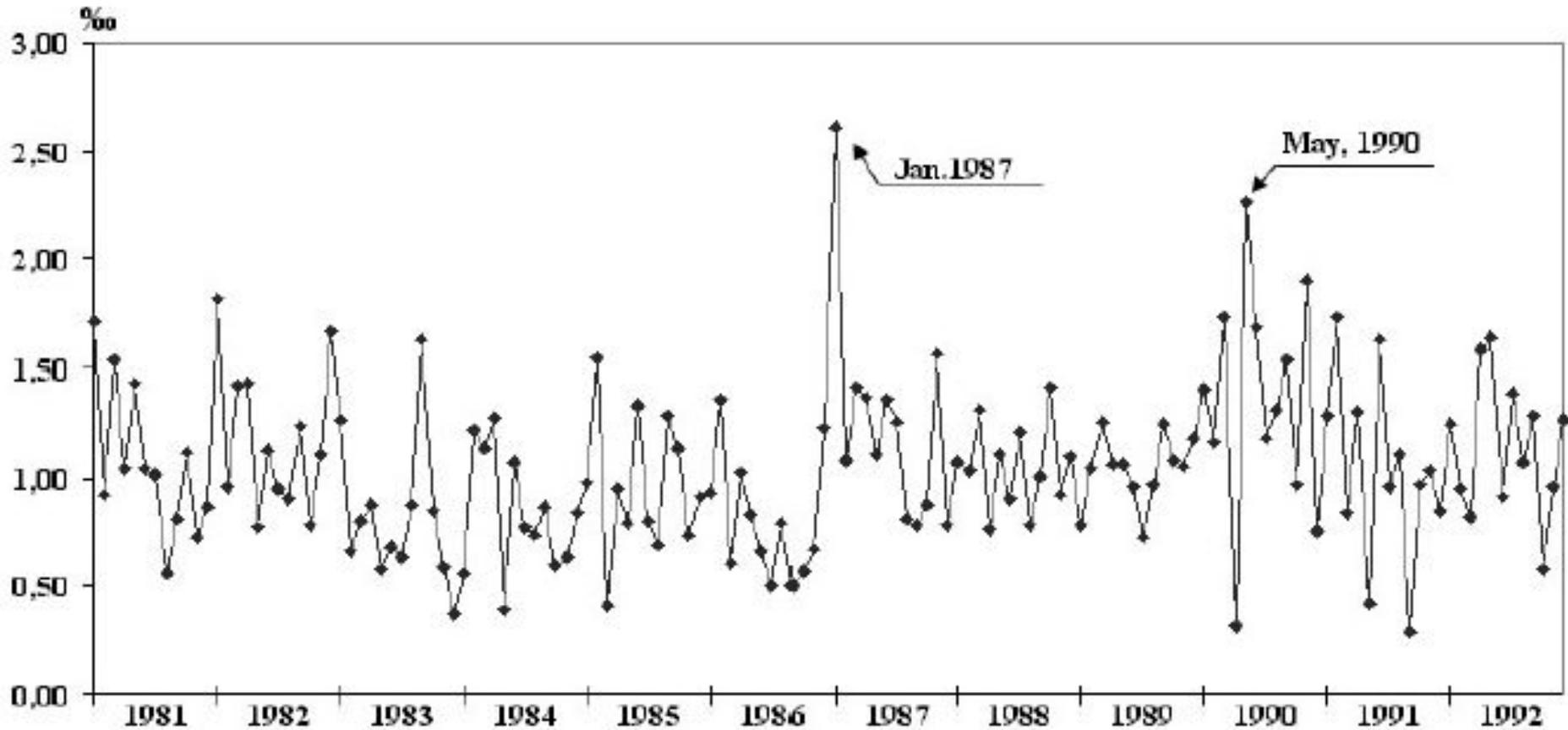
Генетические эффекты



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

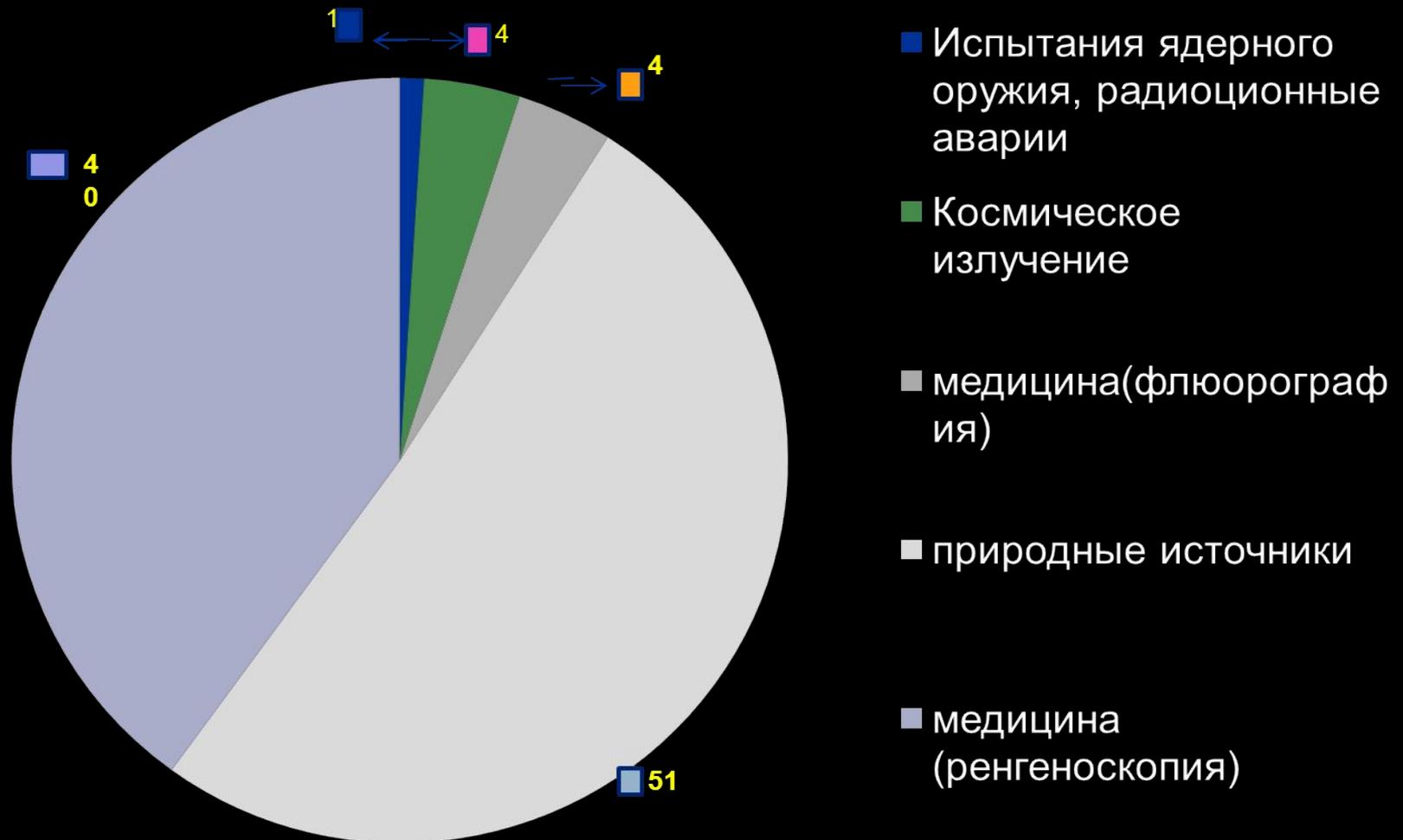


Генетические уродства плода



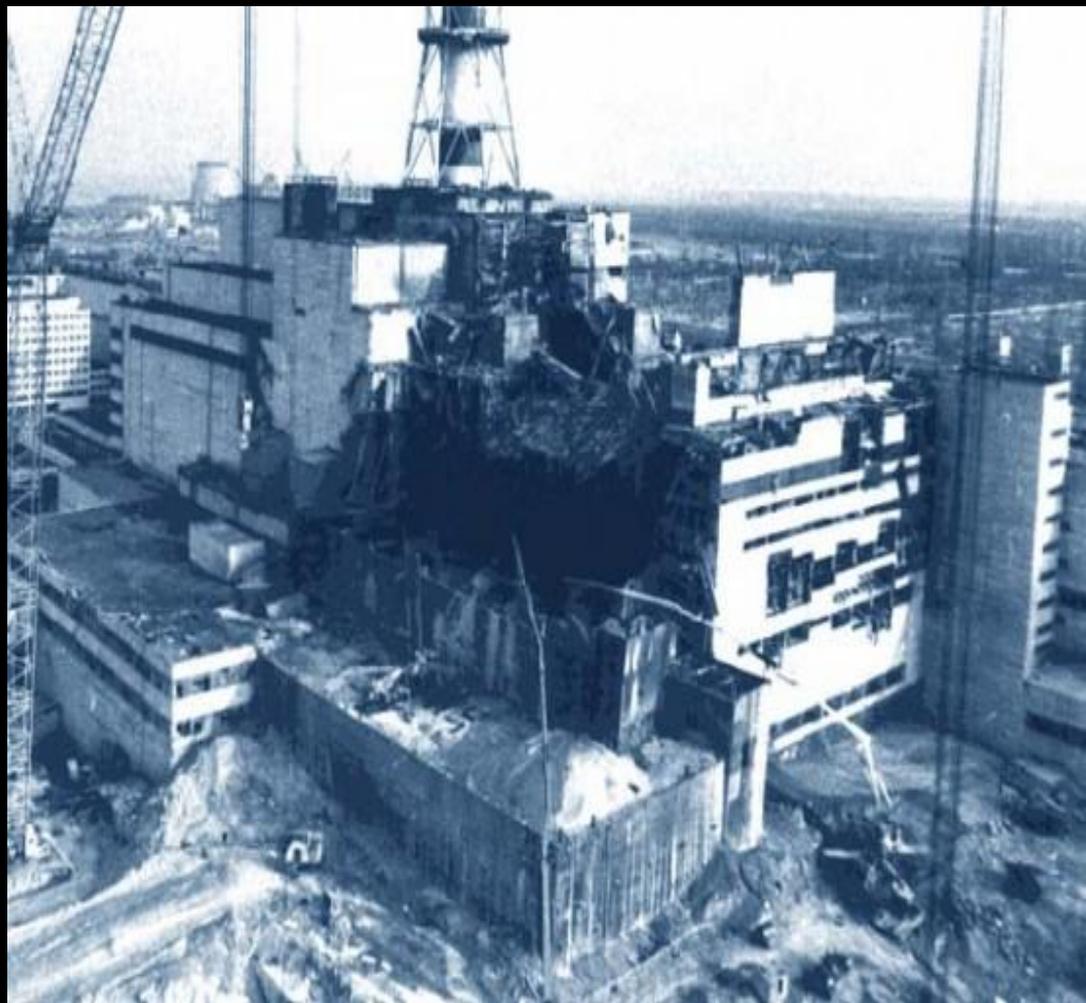
Количество детей с синдромом Дауна, родившихся в Белорусии в 80-х —90-х годах. Обратите внимание на пик частоты появления заболевания в январе 1987 года

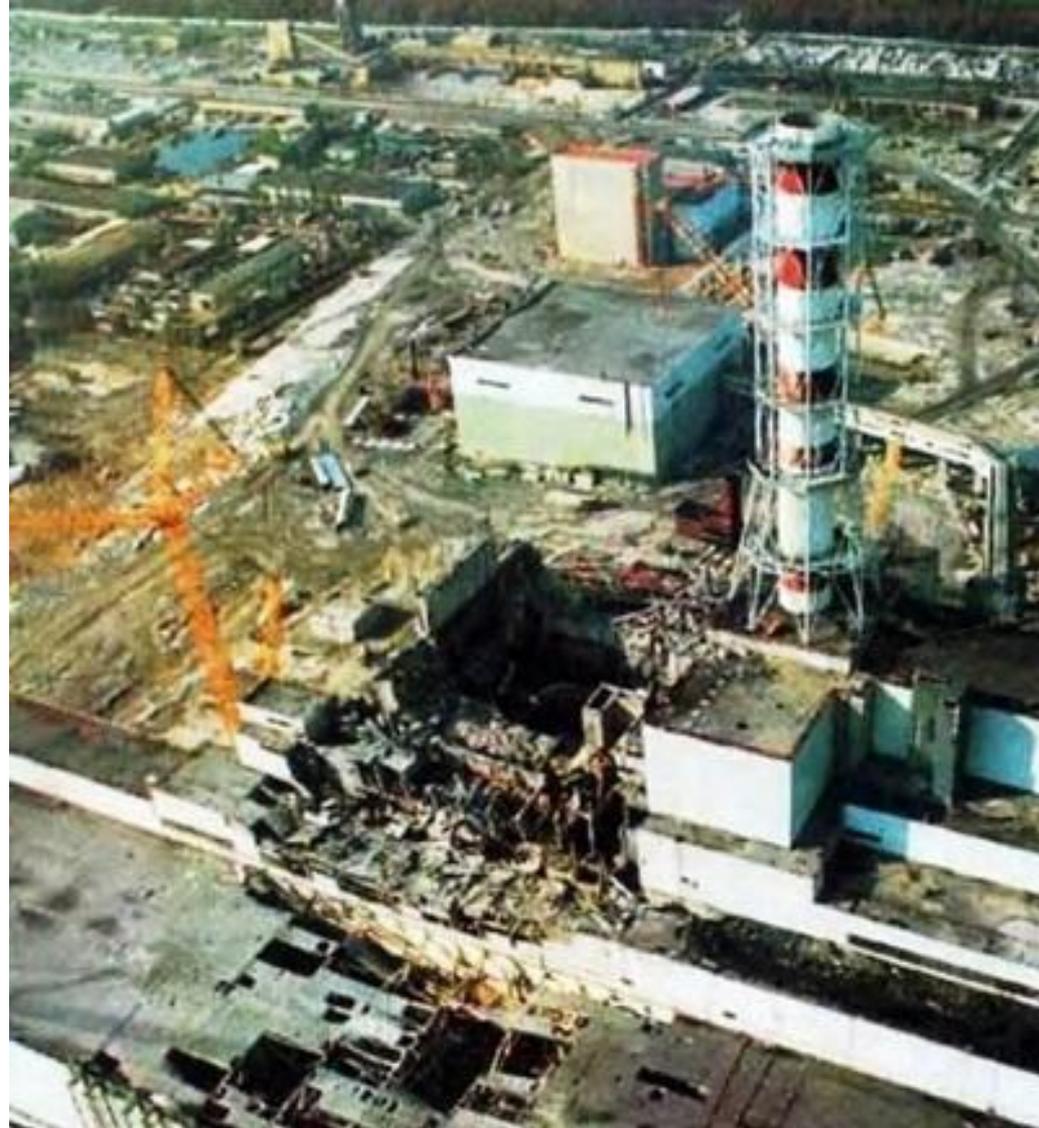
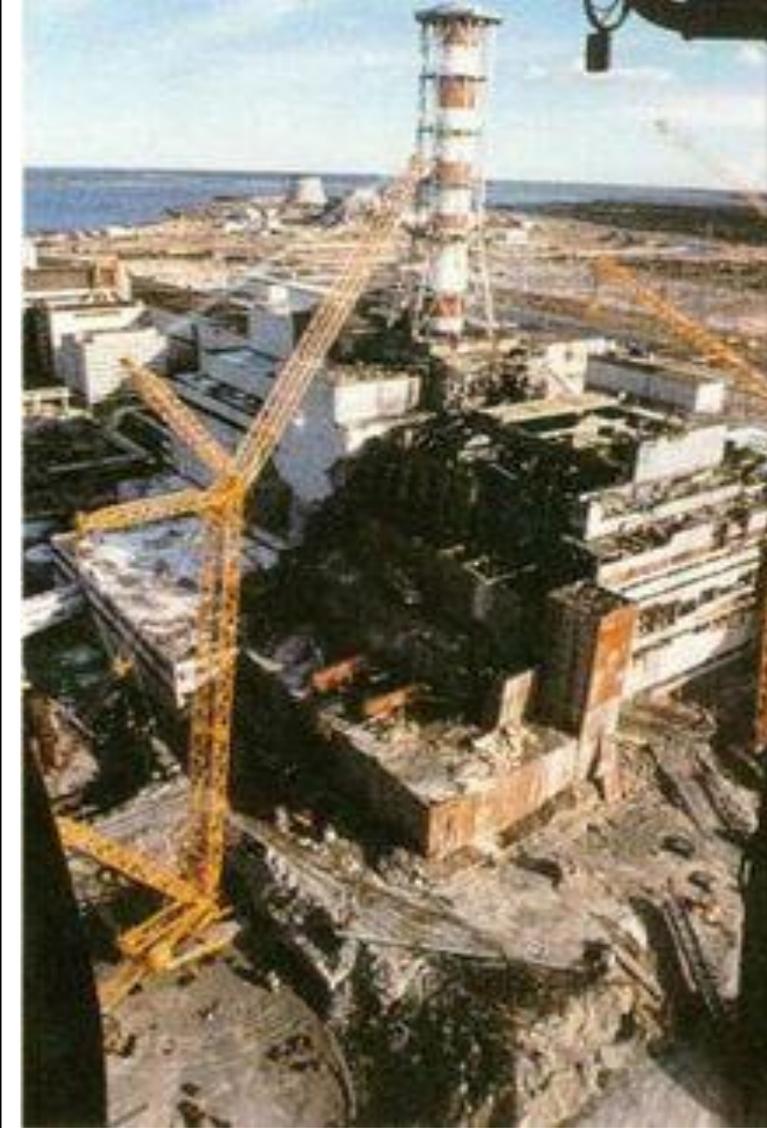
Вклад различных источников радиации в среднюю дозу облучения человека



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, йода-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

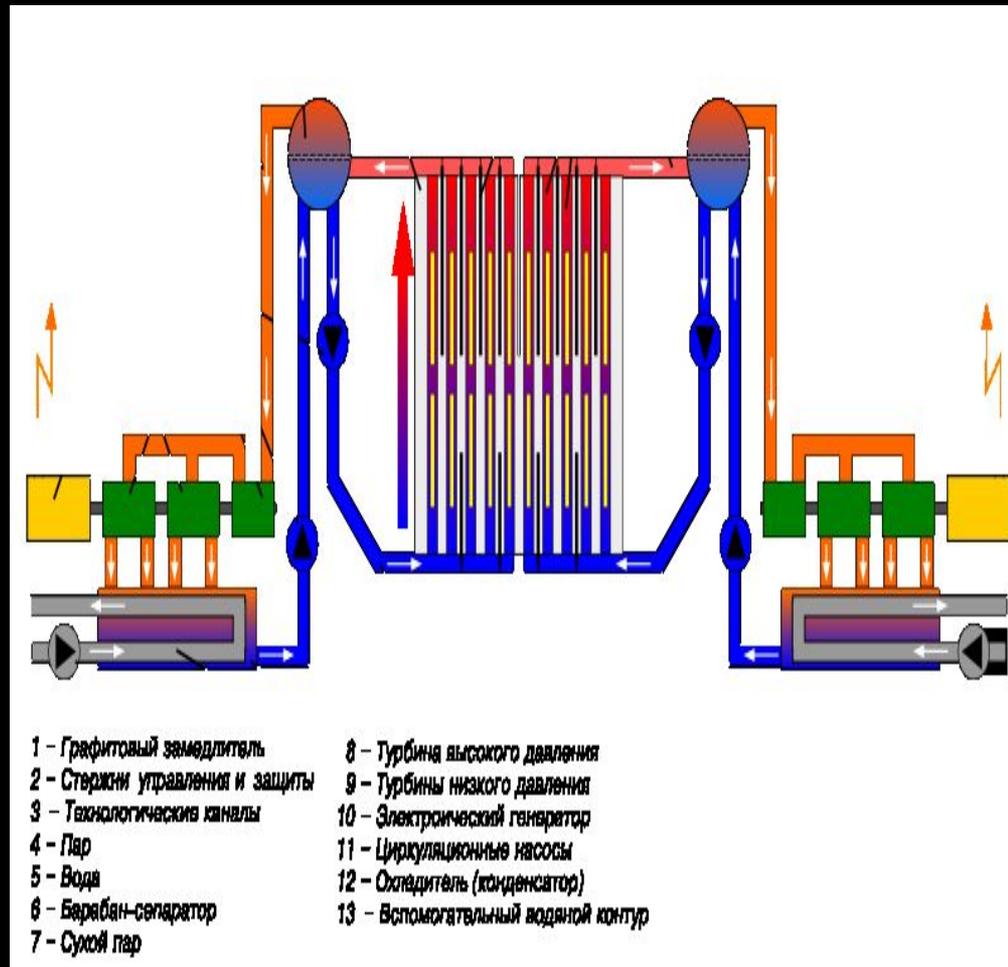
Некоторые факты:

Безопасность была на 2-ом плане...

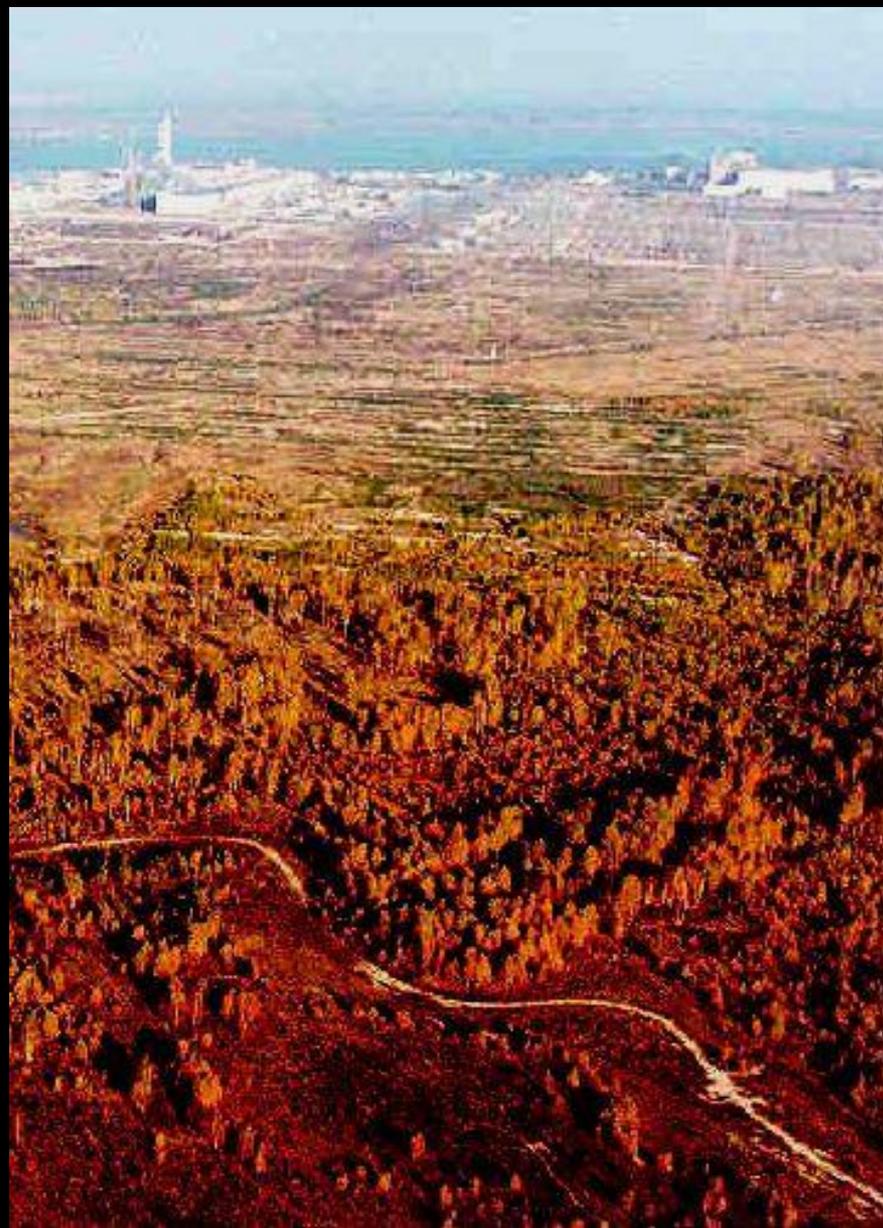
- установка реактора фактически не соответствовала действовавшим нормам безопасности во время проектирования и даже имела небезопасные конструктивные особенности
- недостаточный анализ безопасности
- недостаточное внимание к независимому рассмотрению безопасности
- регламенты по эксплуатации надлежащим 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 км²



- 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.



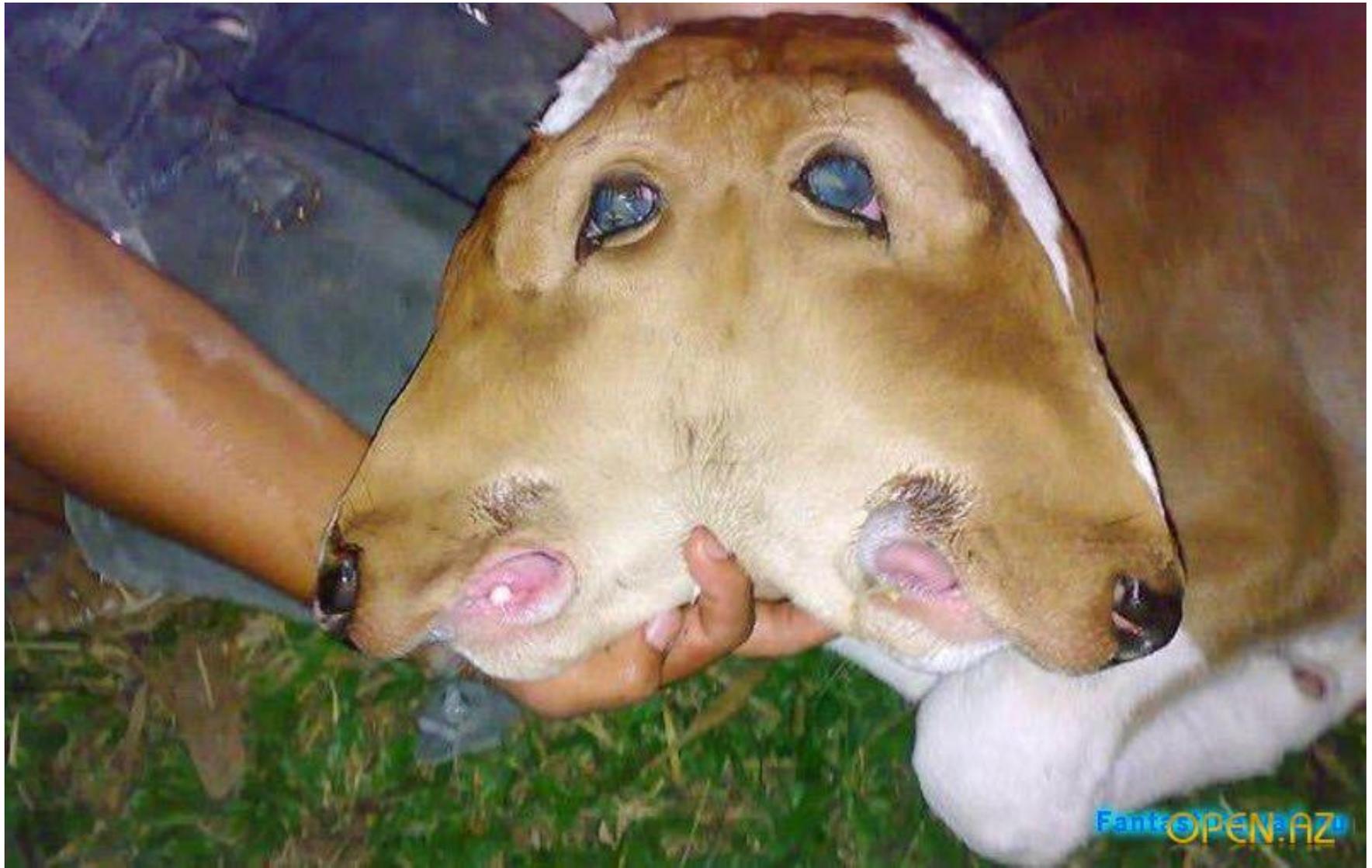
- В 30-километровую зону вокруг ЧАЭС стали прибывать специалисты, командированные для проведения работ на аварийном блоке и вокруг него, а также воинские части, как регулярные, так и составленные из срочно призванных резервистов. Их всех позднее стали называть «ликвидаторами». Ликвидаторы работали в 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.



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...

