

От Хиросимы и Нагасаки
до аварии на ЧАЭС и
Фукусима-Дайити

Последствия бомбардировок Хиросимы и Нагасаки

- Из 500 тысяч жителей 216 тысяч было ранено, убито или пропало без вести. 106 тысяч погибли.
- 75% получили термические поражения.
- 70% получили механические повреждения.
- 30% имели лучевые повреждения.

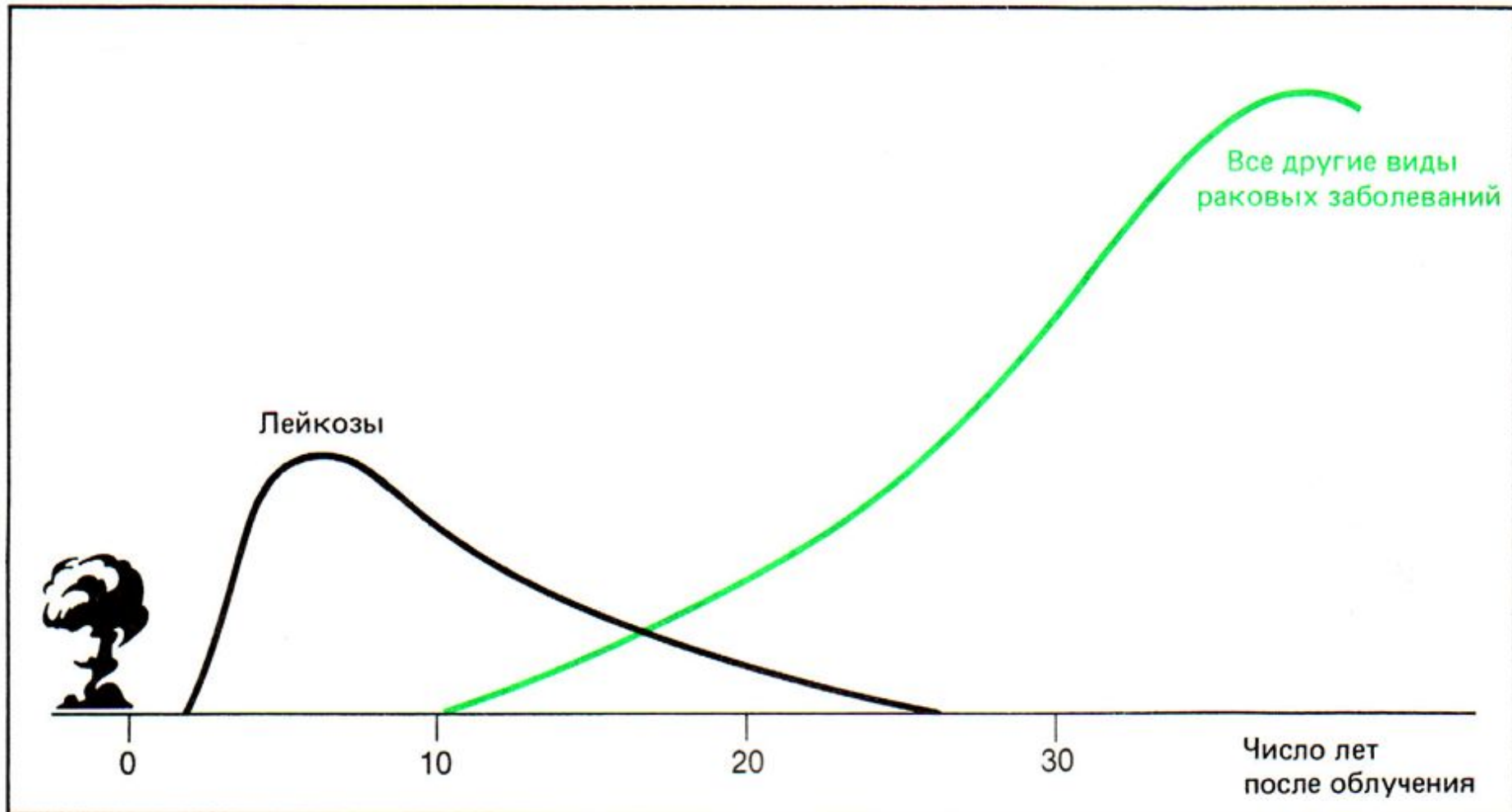
Гибель медицинского персонала

- Из 200 врачей в Хиросиме пострадало почти 90%. Из 1780 медсестер 1654 были убиты или пострадали.
- Медицинское оборудование практически полностью отсутствовало.
- Отряды ГО не смогли выполнять свои функции, а помощь из других городов прибыла слишком поздно.

Стохастические эффекты

- Онкологическая заболеваемость и смертность выросли за счет лиц, которые получили дозы выше 0,1 Зв.
- Рост уровня гемобластозов отмечен со 2 – 3 года и достиг пика через 5 – 7 лет.
- Для солидных опухолей большинства локализаций рост отмечен с 9 - 10 года после облучения.

Вероятность заболевания раком



Другие эффекты облучения

- Отмечен рост выявления лучевой катаракты (при дозе выше 0,6 Зв), и доброкачественных узлов щитовидной железы с 1% в контроле до 4% в группе наблюдения.
- Смертность была выше только в группе со значительными дозами, а средняя продолжительность жизни была выше, нежели в контроле.

Стохастические последствия

- Японские врачи проследили результаты 15000 беременностей. Учитывались выкидыши, число мертворожденных, морфологические аномалии, детская смертность, показатели роста и умственного развития, уровень хромосомных aberrаций и генных мутаций. Отличий от контрольной группы не выявлено.

Большие радиационные аварии

- За период с 1951 и по настоящее время на предприятиях атомной энергетики разных стран официально зарегистрировано около 20 разномасштабных аварий на АЭС. Самые тяжелые из них на территории бывшего СССР.

Классификация радиационных аварий

- По масштабам радиационные аварии делят на два класса: промышленные и коммунальные.
- Промышленные – когда аварийному облучению подвергается персонал.
- Коммунальные делят на локальные, региональные и глобальные.

Международная шкала ядерных аварий

- Аномалия – все, что выходит за рамки режима эксплуатации.
- Событие – значительный отказ оборудования, облучение персонала.
- Серьезное событие – выброс активностей вовне, дозы облучения достаточны для возникновения резкого ухудшения состояния здоровья.

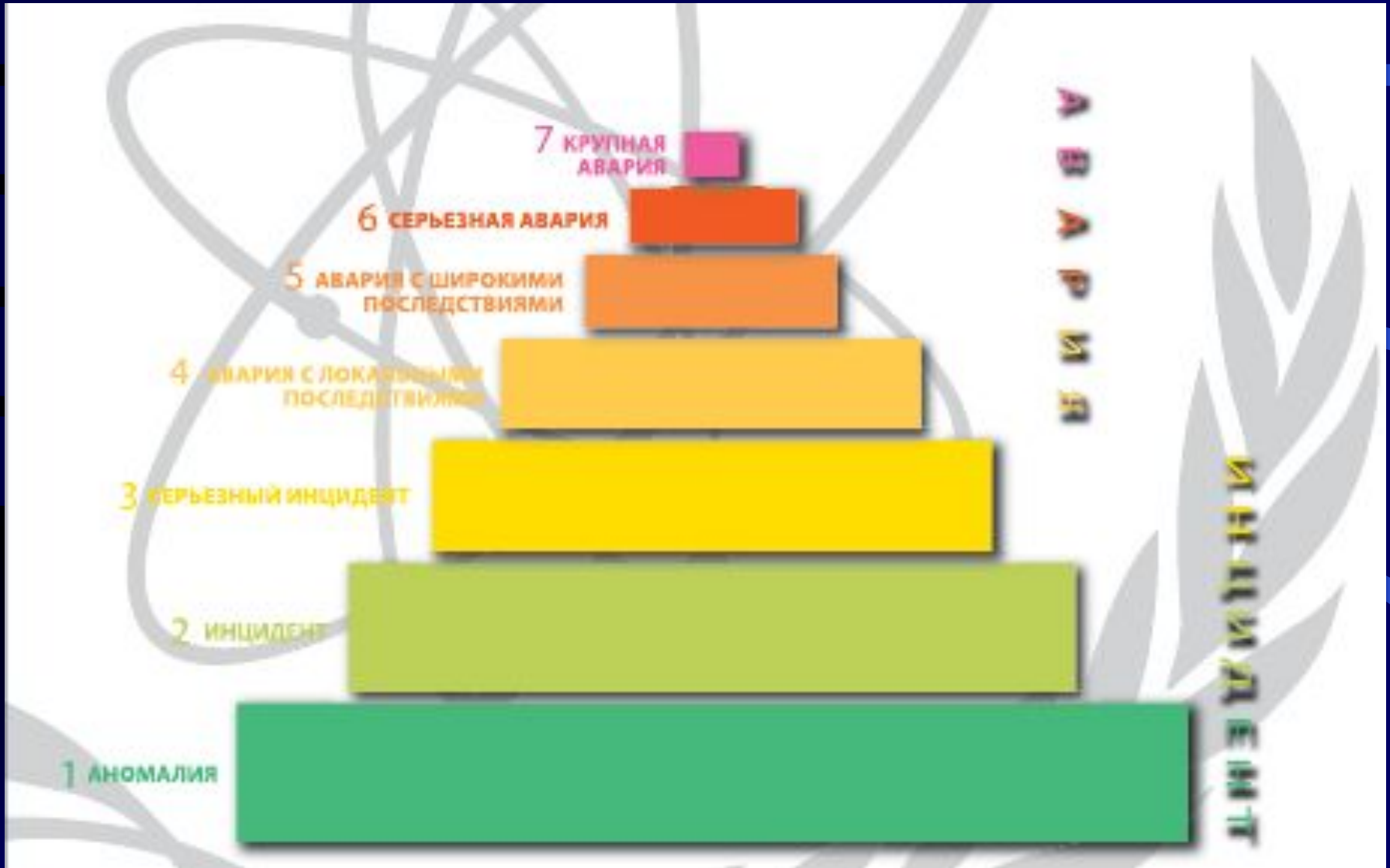
- Авария, не сопровождаемая значительным риском за границами площадки – повреждение ядерной установки, значимое облучение работающих.
- Авария, сопровождаемая значительным риском за границами площадки – выброс активных материалов, который требует введения мер защиты населения.
Повреждение активной зоны реактора.

- Серьезная авария – внешний выброс радиоактивных материалов, что требует осуществления максимальных контрмероприятий.
- Большая авария – внешний выброс значительного количества радионуклидов, что приводит к возможности острого влияния на здоровье людей, и загрязнение значительных территорий. Долгосрочные негативные экологические последствия.

Крупные радиационные аварии

- INES-7 Чернобыль (1986), Фукусима-1 (2011)
- INES-6 Челябинск (1957)
- INES-5 Уиндскейл (1957), Три-Майл-Айленд (1979), Гояния (1987)
- INES-4 Сен-Лоран-дез-О (1980), Токаймура (1999), Флёрюс (2006).

International Nuclear Event Scale



Кыштым – радиационное загрязнение

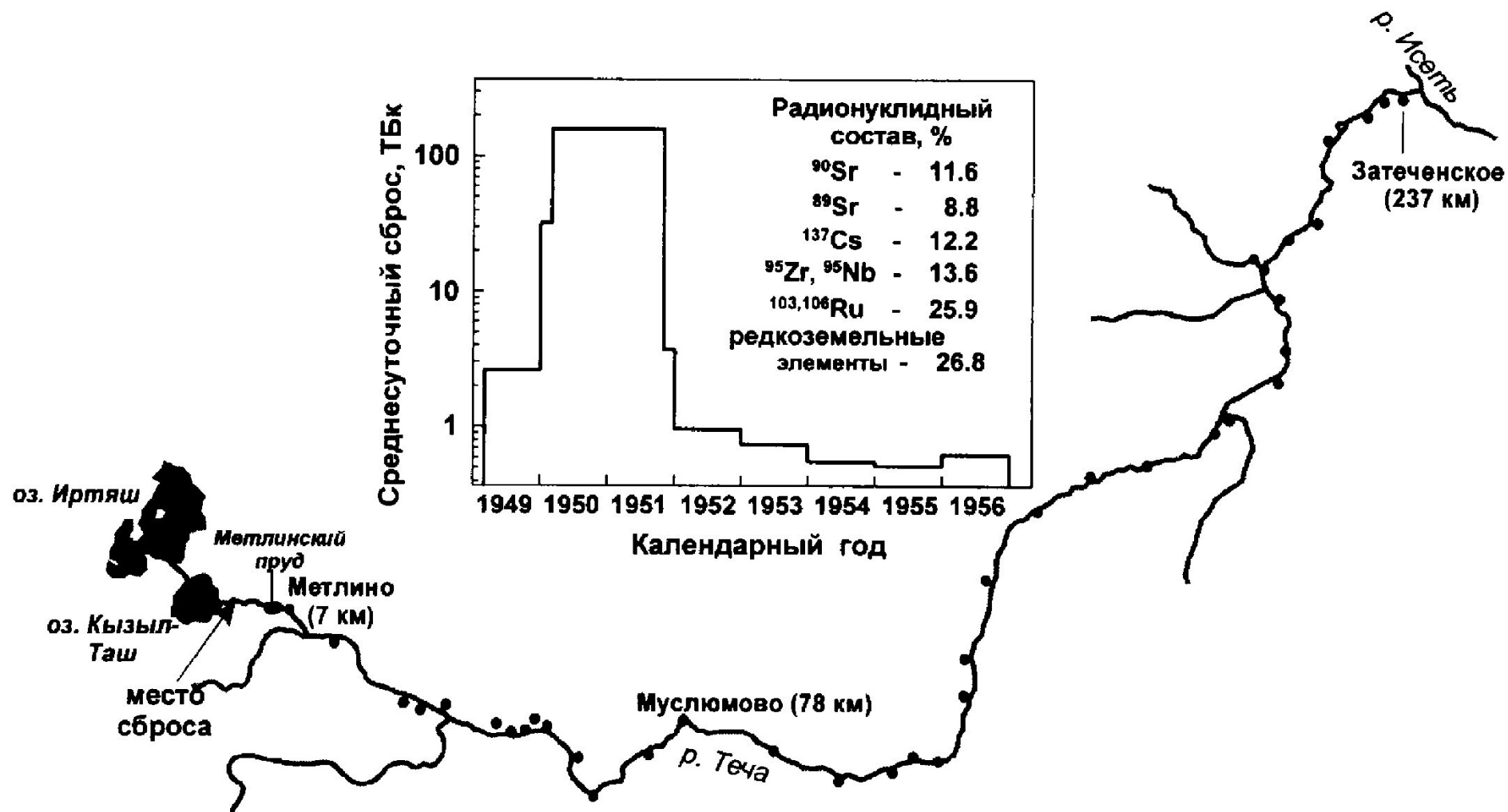


Рис. 1. Среднегодовые уровни сбросов в реку Теча и радионуклидный состав в период максимальных сбросов 1950–1951 гг.

Санкционированный сброс радионуклидов

- Общая активность составила $10,1 \cdot 10^6$ Бк, около четверти этой величины пришлись на долгоживущие изотопы цезия и стронция (^{137}Cs , ^{90}Sr).
- Мощности доз достигали на берегах – 5 Р/час, на приусадебных участках – 3,5 Р/час, в домах и на улицах 10 – 15 мР/час.

Медицинские последствия

- В последующие годы, несмотря на полное прекращение радиационного загрязнения и переселение значительных контингентов в незагрязненные районы, у 900 жителей ближайшего села (Метлино) был установлен диагноз хроническая лучевая болезнь. Наблюдались преходящие лейко- и тромбоцитопении.

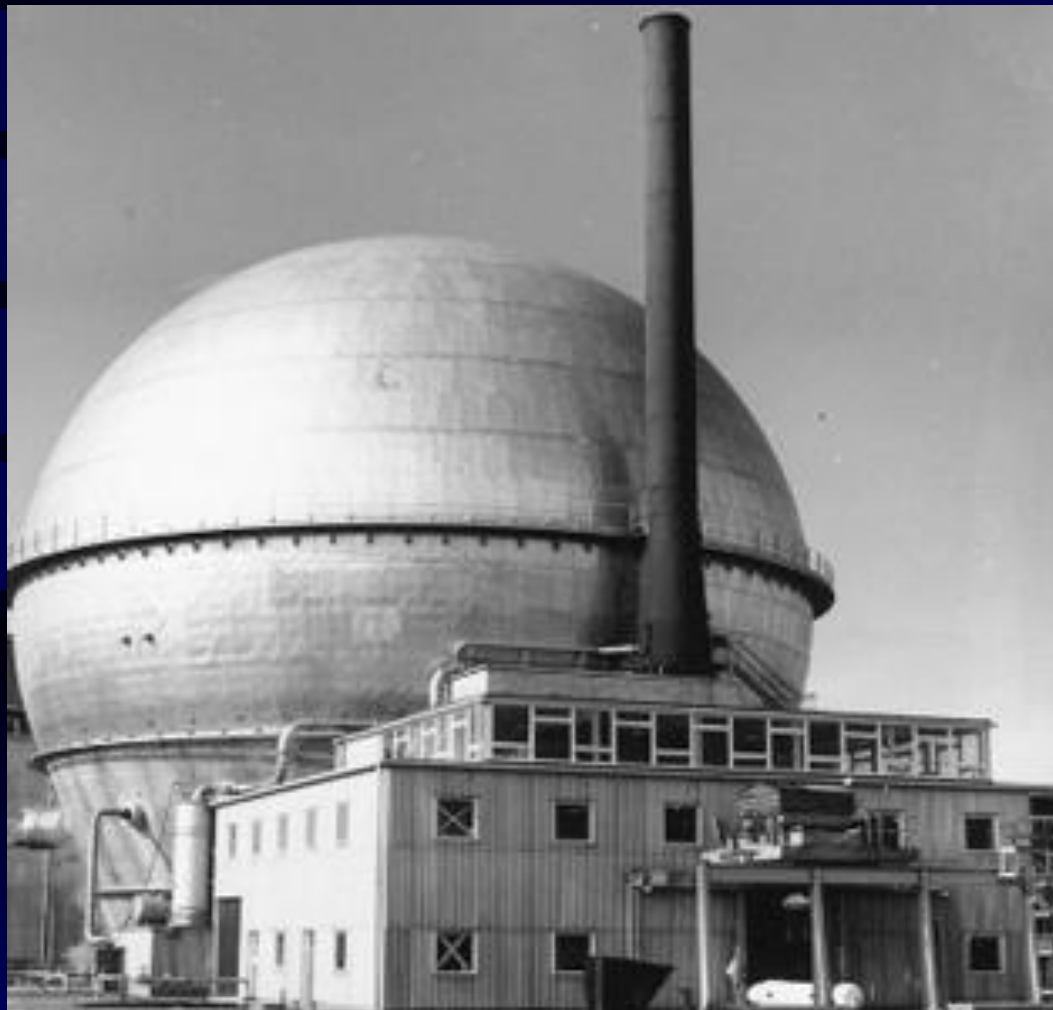
- Мертворождаемость возросла в 1,5 раза (преимущественно за счет мальчиков).
- Среди причин ранней детской смертности преобладали инфекционные заболевания, пневмонии новорожденных, а также врожденная слабость. Частота врожденных аномалий не отличалась от контроля.

- Реальное укорочение продолжительности жизни составило 11 лет в группе с эффективной дозой 140 сЗв и 2 года – при дозе 50 сЗв.
- Достоверное увеличение коэффициента онкологической смертности отмечено при дозе 140 сЗв, и нивелировалось при уменьшении ее до 11 сЗв.

Авария в Уиндскейле (GB)

- Вследствие повышения температуры в каналах реактора произошел выброс в атмосферу около 20 000 Ки ^{131}I , и 600 Ки ^{137}Cs .
- Погибло 13 работников в ядерном центре.
- Наивысший уровень от облака составлял 4 мР/час, что превышало ЕРФ в 400 раз.

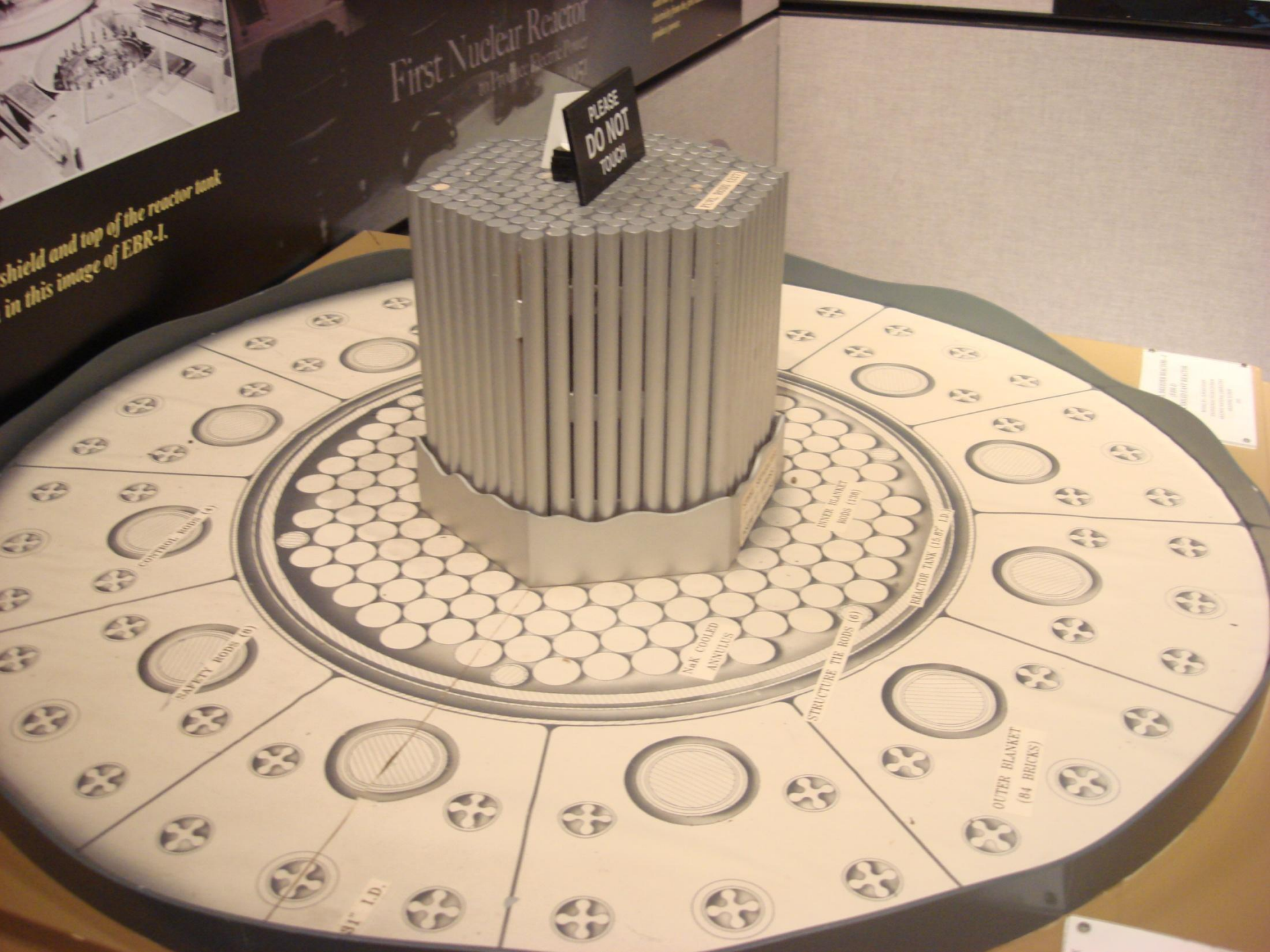
Атомная станция в Уиндскейле



shield and top of the reactor tank
in this image of EBR-I.

First Nuclear Reactor

PLEASE
DO NOT
TOUCH



CONTROL RODS (6)

SAFETY RODS (6)

NaK COOLED ANNULUS

STRUCTURE TIE RODS (6)

INNER BLANKET RODS (100)

REACTOR TANK (16.8" I.D.)

OUTER BLANKET (84 BRICKS)

16.8" I.D.

UNDERSTANDING THE REACTOR
THE REACTOR TANK
THE REACTOR TANK
THE REACTOR TANK
THE REACTOR TANK
THE REACTOR TANK

Медицинские последствия

- Потенциальную опасность для населения имело лишь поступление в организм ^{131}I с молоком и молочными продуктами.
- После введения моратория на них доза облучения щитовидной железы не превышала для детей 16 сГр, а для взрослых – 9,5 сГр.

Последствия аварии изучались НКРЗ. По сделанной комиссией оценке, среди населения могло произойти около 30 дополнительных смертей от заболевания раком (0,0015% прироста смертности от рака), то есть за время, в течение которого могут произойти эти 30 смертей, среди подвергшихся облучению людей по статистике умерло бы около 1 млн человек

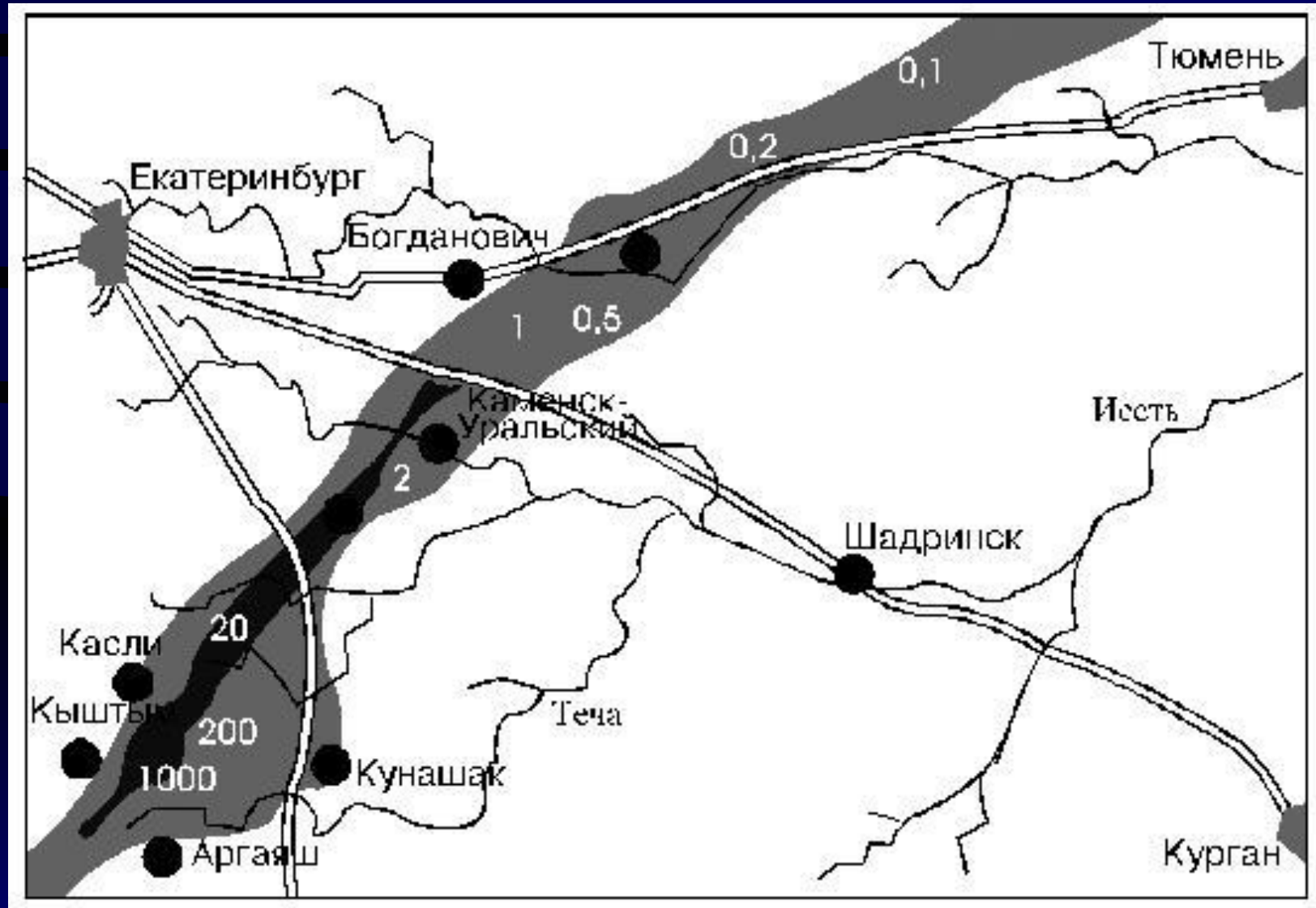
- Так как события на АЭС до сих пор являются засекреченными правительством GB, доступна не вся информация о её последствиях. Независимые исследователи полагают, что негативное воздействие аварии всё-таки было: по их подсчётам, радиационное загрязнение местности могло вызвать не менее 20 дополнительных случаев рака. Кроме того, по не подтверждённой, но и не опровергаемой официальными представителями информации, на самой АЭС более 200 человек пострадали от лучевой болезни.

Авария на комбинате “Маяк”

- В сентябре 1957 г. на радиохимическом комбинате "Маяк" взорвалась емкость высокоактивных отходов.
- На площади 23000 км² было рассеяно около $7,4 \cdot 10^{12}$ Бк радионуклидов. 2,7% из них пришлось на ⁹⁰Sr, что обусловило долгосрочный характер загрязнения.



Радиоактивный след



Радиационное загрязнение

- Радиационный фон лишь через 15 лет не отличался от естественного гамма-фона. Планомерное отселение осуществлялось с территорий, где плотность загрязнения превышала 4 Ки/км^2 (10000). Население находилось под защитой мер по контролю за инкорпорацией радионуклидов.

Медицинские последствия

- Специалисты наблюдали за состоянием 153 солдат с дозой облучения до 1 Зв. отмечены умеренная лейко- и лимфопения, у 50% – сдвиг формулы влево до метамиелоцитов. Диагноз ОЛБ установлен не был, не выявлено и поражения кожных покровов.

- Обследовано 2000 местных жителей. Отмечены преходящие лейкоцитозы, лимфопении, тромбоцитопении расцененные как реакция на облучение. При дальнейшем наблюдении структура заболеваемости не отличалась от таковой в контроле. Показатели детской смертности не изменились.

Стохастические эффекты

- Не выявлено избыточной частоты возникновения злокачественных опухолей за 30 лет наблюдения.
- Отсутствуют, также, и генетические эффекты.
- Не отмечено увеличения стандартизованных коэффициентов смертности пострадавшего населения.

Авария на АЭС в Пенсильвании (USA)

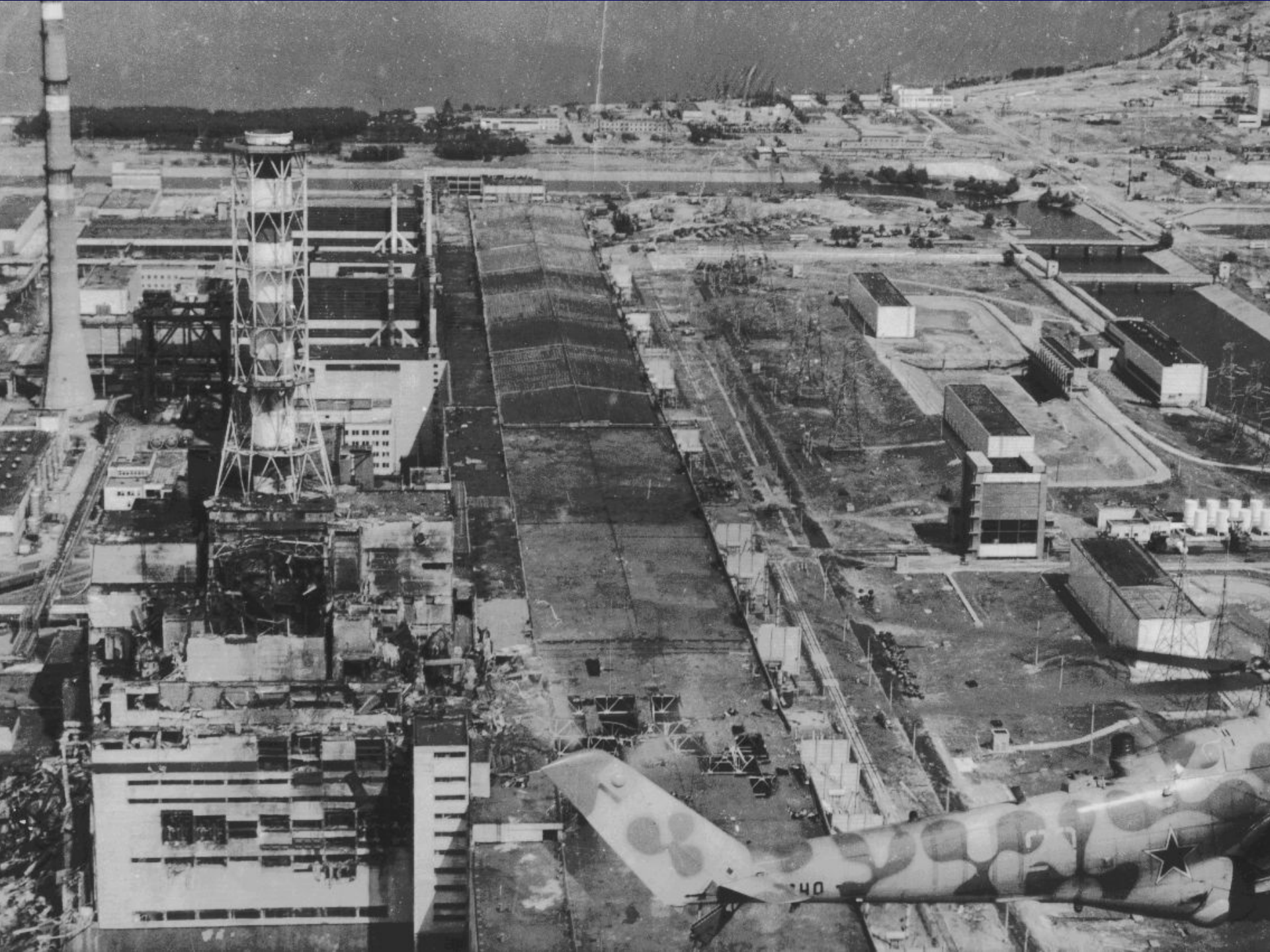
- Около 70% продуктов деления из активной зоны перешло в теплоносители.
- Мощность экспозиционной дозы в помещениях составляла 80 Р/час.
- В атмосферу попали радиоактивные ксенон и криптон, в Саскуэхану было сброшено 185 м³ радиоактивных вод.





Авария на ЧАЭС (СССР, Украина)





- На момент аварии на ЧАЭС было 176 человек персонала и 268 строителей.
- С радиационными повреждениями и ожогами госпитализировано более 300 человек.
- У 145 (137) из них развилась ОЛБ разных степеней тяжести.
- 28 пострадавшим спасти жизнь не удалось.

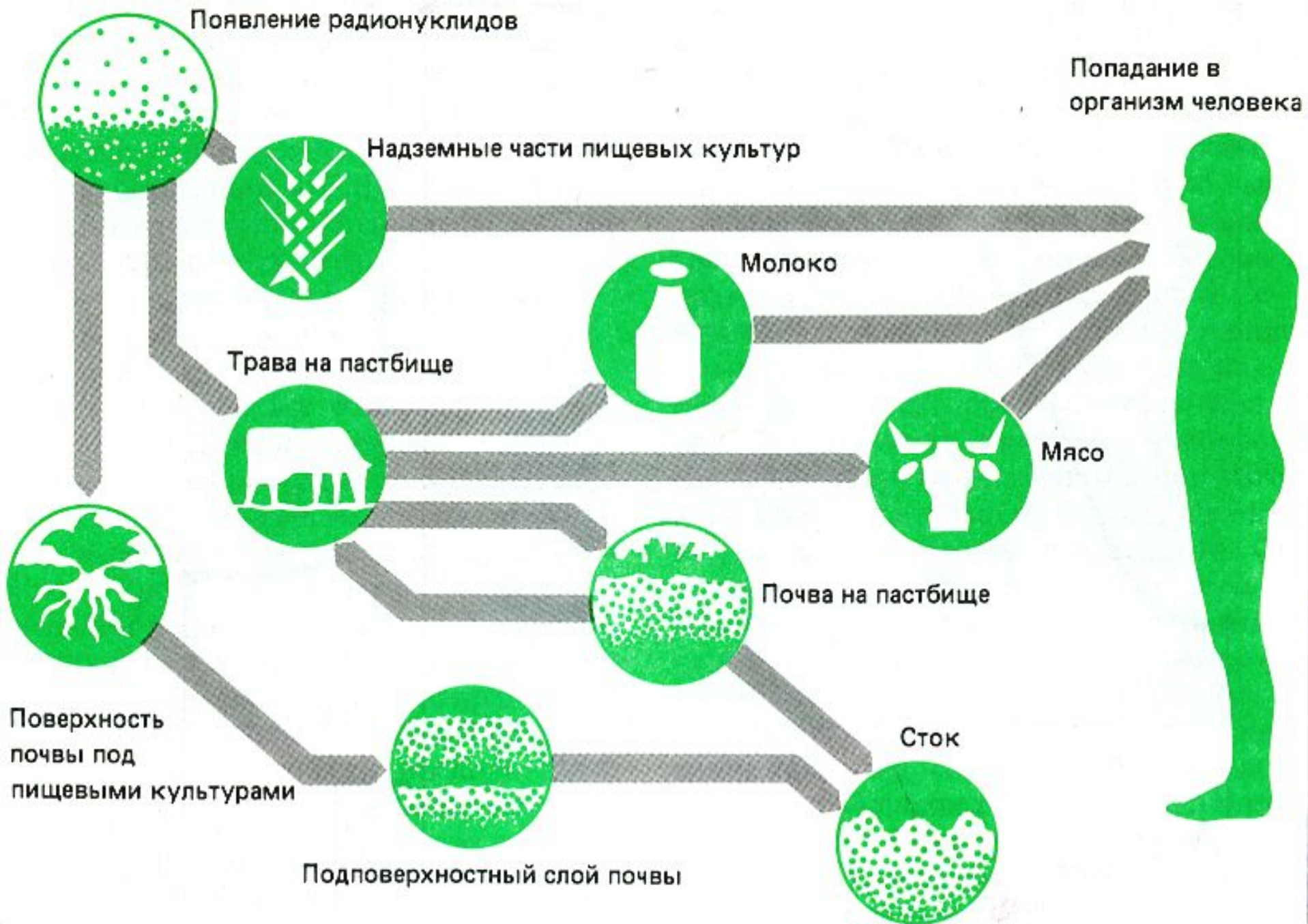
- На момент аварии ветер был слабым, переменным, но вследствие того, что высота облака превышала 1200 м, произошло распространение нуклидов на большие территории.
- Мощный, длительный выброс радионуклидов продолжался 9 суток, в окружающую среду попало почти 100 МБк радионуклидов.

Контингенты пострадавших

- Персонал атомной станции
- Участники ликвидации 1986 г.
- Участники ликвидации 1987 г.
- Население, эвакуированное из 30-км зоны и г. Припять
- Жителей радиационно загрязненных территорий.

Контрмеры для населения

- Укрытия и герметизация помещений;
- Ограниченный режим поведения;
- Профилактика поступления ^{131}I ;
- Ограничение режима питания;
- Временное отселение, эвакуация;
- Постоянное переселение;
- Дезактивация территорий и сооружений.



По данным НКДАР ООН

- Наибольшую роль в облучении населения играют 8 радионуклидов: ^{14}C (углерод), ^{137}Cs (цезий), ^{95}Zr (цирконий), ^{106}Ru (рутений), ^{90}Sr (стронций), ^{144}Ce (церий), ^3T (водород), ^{131}I (йод).
- Радионуклиды испаряются из топлива или распространяются в виде мелкодисперсной пыли.

Медицинские последствия аварии на ЧАЭС

- У 145 человек развилась ОЛБ разной степени тяжести, в том числе:
 - I ст. тяжести – у 43;
 - II ст. тяжести – у 61;
 - III ст. тяжести – у 21;
 - IV ст. тяжести – у 20 человек.

- Главным этиологическим фактором было воздействие относительно равномерного общего гамма- и бета-облучения. Лучевое поражение кожи существенно утяжеляло клиническое течение ОЛБ и в значительном числе случаев определяло исход болезни.
- Основными облучателями были: ^{131}I , ^{129}I , ^{135}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr .

- При наблюдении за состоянием здоровья эвакуированного населения на протяжении первых лет после аварии появления заболеваний, которые могли быть непосредственно связаны с радиационным воздействием выявлено не было.
- В дальнейшем, отмечен рост практически во всех группах заболеваний, в том числе психических расстройств и заболеваний нервной системы.

- У ликвидаторов существенно выросла встречаемость хронической патологии: неврологической, заболеваний ЖКТ, болезней органов кровообращения, костно-мышечной системы и др.
- Участники ликвидации аварии и ныне требуют систематического медицинского наблюдения как группа повышенного риска.

- Наивысший уровень врожденных аномалий был зарегистрирован в Народицком районе – 1,7 на 100 родов (показатель для Украины в целом составлял в 1988 г. – 1,9).
- Общее число случаев рака щитовидной железы у детей составило 1109, что превышает средние показатели по стране в 5 раз. Этот рост был более выраженным при дозах на железо выше 1 Гр.

Генетические аномалии

- Владимир Бебешко ответил, что «тенденция присутствует», но сравнительных цифр так и не привел. Украинский ученый заметил, что не стоит сбрасывать со счетов влияние малых доз радиации, на что академик Иванов предложил, что прежде чем делать эпидемиологические выводы, надо опубликовать эти данные в серьезных международных журналах.

- «Для того чтобы говорить о генетических эффектах и пороках развития, нужно сравнивать их с тем, что было до 1986 года. Таких эффектов не было после взрывов в Хиросиме и Нагасаки, где дозы облучения были в 20 раз выше Чернобыльских», — отметил он.

Рак щитовидной железы

- Академик Иванов: «Достоверные данные есть только о росте случаев РЩЖ. За 25 лет мы проводили скрининг в пострадавших областях РФ. Выявили множество онкозаболеваний, но мощный скрининг всегда дает выявление в 4–5 выше обычного, хотя достоверно было доказано, что 40% выявленных случаев РЩЖ у лиц, бывших детьми в 1986 году, связано с радиационными причинами».

- Говоря о дозах радиационного влияния на жителей Дальнего Востока, Камчатки и Сахалина после Фукусимы, академик назвал их «ничтожными».
- А вот о росте психосоматических заболеваний вследствие радиофобий говорить можно. После аварии на ЧАЭС выросло количество сердечно-сосудистых болезней, болезней ЦНС, участились случаи обострения гастроэнтерологической патологии.

- А.К. Гуськова, профессор ФМБЦ имени А.И. Бурназяна ФМБА РФ, отметила, что 3–4% населения могут так реагировать на непроверенную информацию.

Профессор Гуськова также заметила, что стресс и психические травмы искусственно формируют у людей, перенесших радиационное облучение, «правополушариевое» поведение: такие люди чаще подчиняют свое поведение не рациональным мотивам, а эмоциям.

- Так, женщины без особых на то оснований боялись рожать даже зачатых до Чернобыльской катастрофы детей. Украинские ученые подтвердили, что среди лиц, получивших 250–300 мЗв (миллизивертов) облучения, в частности, проживавших в городе Славутич, был «всплеск случаев шизофрении и увеличилось количество суицидальных попыток».

- Несмотря на работу территориальных органов здравоохранения страх перед последствиями облучения, состояние тревоги у населения, выраженная неадекватная оценка ситуации являются важнейшими факторами ухудшения положения вокруг проблем связанных с аварией на ЧАЭС. Эта работа должна проводиться и теперь.

- "Психосоматические последствия аварии затронули большое количество людей в Белоруссии, Украине и в России, но они являются не результатом облучения... а результатом радиофобии, ответственность за которую ложится на СМИ и законодательно-административные органы».

Збигнев Яворовский



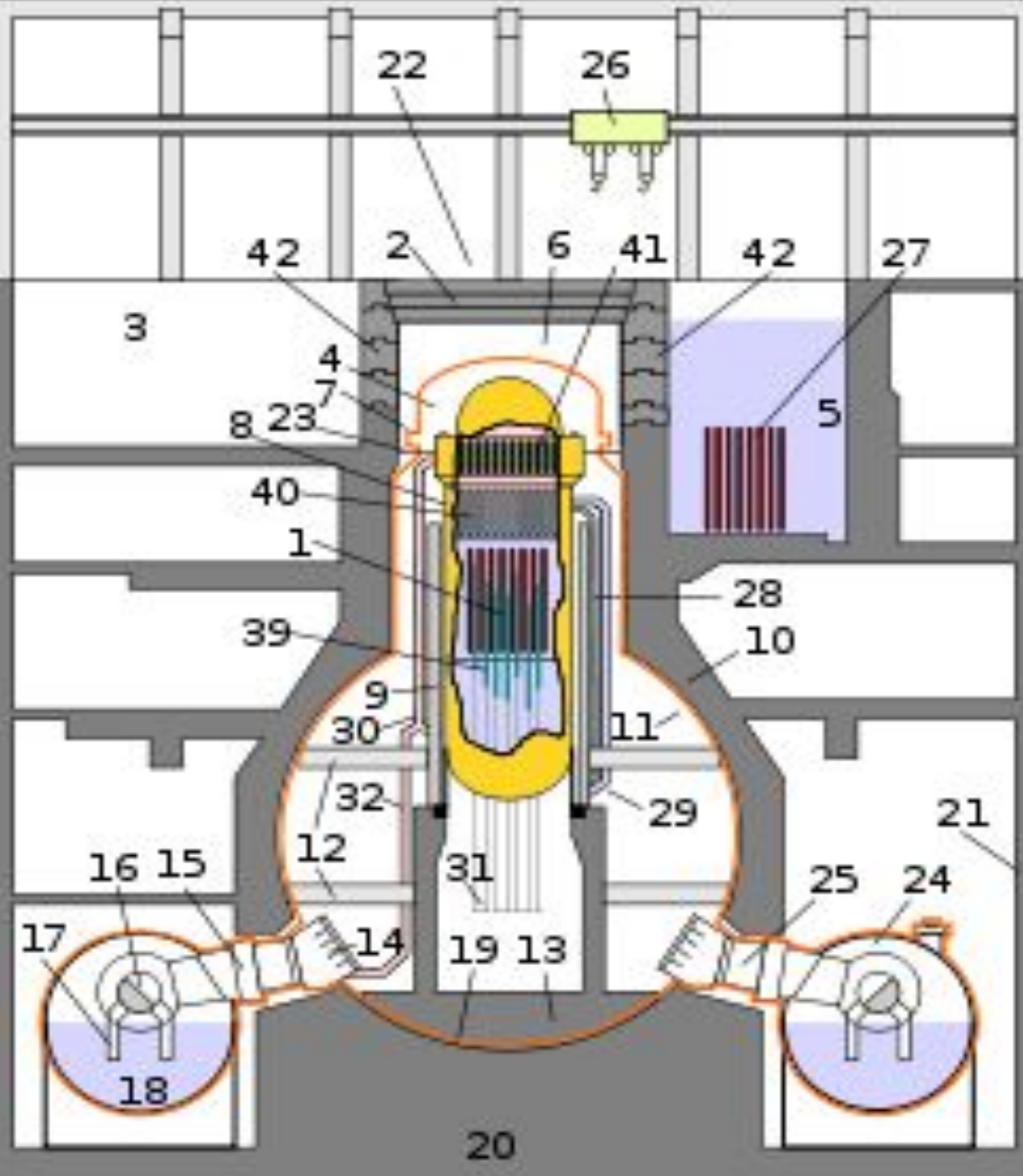


Краткая хронология событий

- В момент землетрясения три работающих реактора были остановлены в штатном режиме.
- В результате цунами было нарушено энергоснабжение, что не позволило производить охлаждение реакторов.
- В 6.36 на 1 блоке произошел взрыв водорода (пароциркониевая реакция)

- Уровень радиации на границе промплощадки станции сразу после взрыва достиг 1015 мкЗв/час,
- через 4 минуты — 860 мкЗв/час,
- через 3 часа 22 минуты — 70,5 мкЗв/час.
- В пробах, взятых передвижными лабораториями за территорией промплощадки АЭС, был обнаружен цезий-137, что указывает на возможность повреждения ТВЭЛов.

- 14.11 произошёл взрыв водорода на третьем энергоблоке станции по тем же причинам, что и на первом. В результате ранения получили 11 человек.
- На блоках 1 и 2 начались работы по восстановлению аварийного электроснабжения с помощью мобильных силовых установок. Продолжалась подача морской воды с борной кислотой для охлаждения реакторов блоков 1 и 3.



5 - бассейн
выдержки
отработавшего
топлива;
10 - бетонная
гермооболочка,
ограничивающ
ая сухую шахту
реактора;
24 — бак-
барботёр

- 15.03, в 6:20 по местному времени произошёл взрыв на втором блоке АЭС.
- Давление в баке-барботёре упало в три раза, что говорит о его повреждении. В момент взрыва уровень радиации на промплощадке вырос до 8217 мкЗв/час, но позже снизился на треть.
- На 4-м блоке произошёл пожар в хранилище ОЯТ, радиоактивные вещества, стали поступать в атмосферу.

Энергоблоки на 16 марта 2011



- Со станции эвакуирован весь персонал. Вести борьбу с катастрофой остались 50 инженеров.
- 21 марта в образцах морской воды, взятых рядом со станцией, обнаружено превышение норм содержания иода-131. В образцах воды, взятых из водозабора 2 апреля, содержание радиоактивного иода в 7,5 миллионов раз превышало разрешённые количества.

Влияние на жизнь людей

- Превышение нормы содержания радионуклидов обнаружено в молоке и сельскохозяйственных продуктах, произведенных в префектуре Фукусима и близлежащих к ней. Правительство ограничило распространение и употребление некоторых продуктов в нескольких районах.

- Радиоактивный йод обнаруживался в водопроводной воде нескольких префектур с 21 по 27 марта.
- В мелкой рыбе у побережья о. Ибараки обнаружен радиоактивный цезий в количествах, превышающих допустимые.
- Уровень загрязнения океанской воды за счет йода-131 превысил контрольные значения более чем в 4 000 раз.

Эвакуация населения

- 11.03 Правительство Японии эвакуировало население из трёхкилометровой зоны вокруг АЭС.
- 12.03 была объявлена эвакуация из 10-км зоны, а через день и из 20-км зоны.
- Проживающим в пределах 30-км рекомендовано оставаться в помещениях.

- Общее число эвакуированных может составить около 320 000 человек.
- Общая сумма компенсационных выплат может достичь 80 млрд долларов.
- АЭС была застрахована, однако по условиям договора не является страховым случаем ущерб, причинённый в результате землетрясения, цунами и извержения вулкана.

Облучение персонала и ликвидаторов

- Погибли два работника из персонала станции.
- У нескольких человек выявлено переоблучение в пределах 10 бэр и загрязнение радионуклидами поверхности кожи.
- Данные о дозах 500 ликвидаторов-добровольцев отсутствуют.

Что дальше...

