

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.

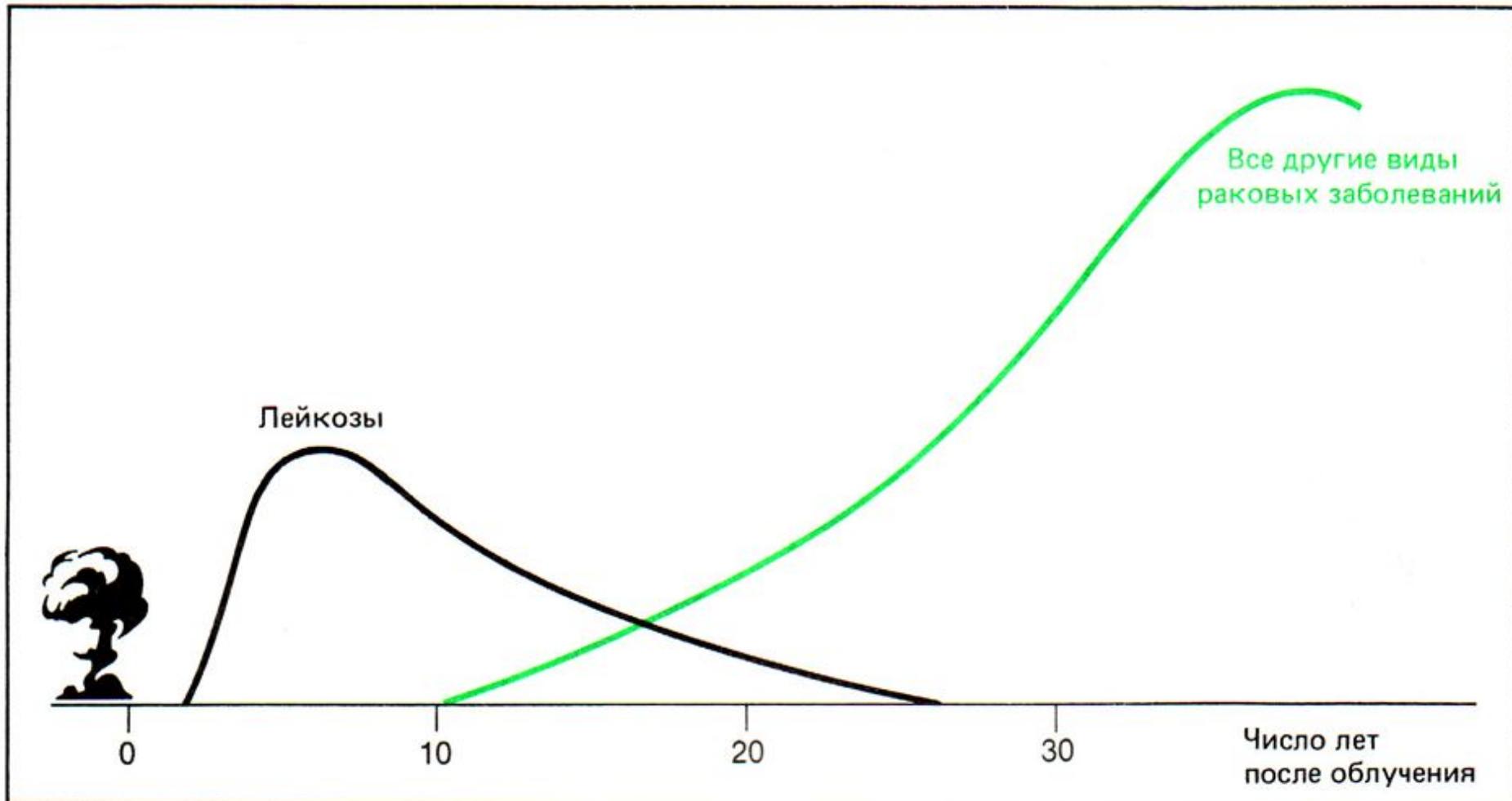
Гибель медицинского персонала

- 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.

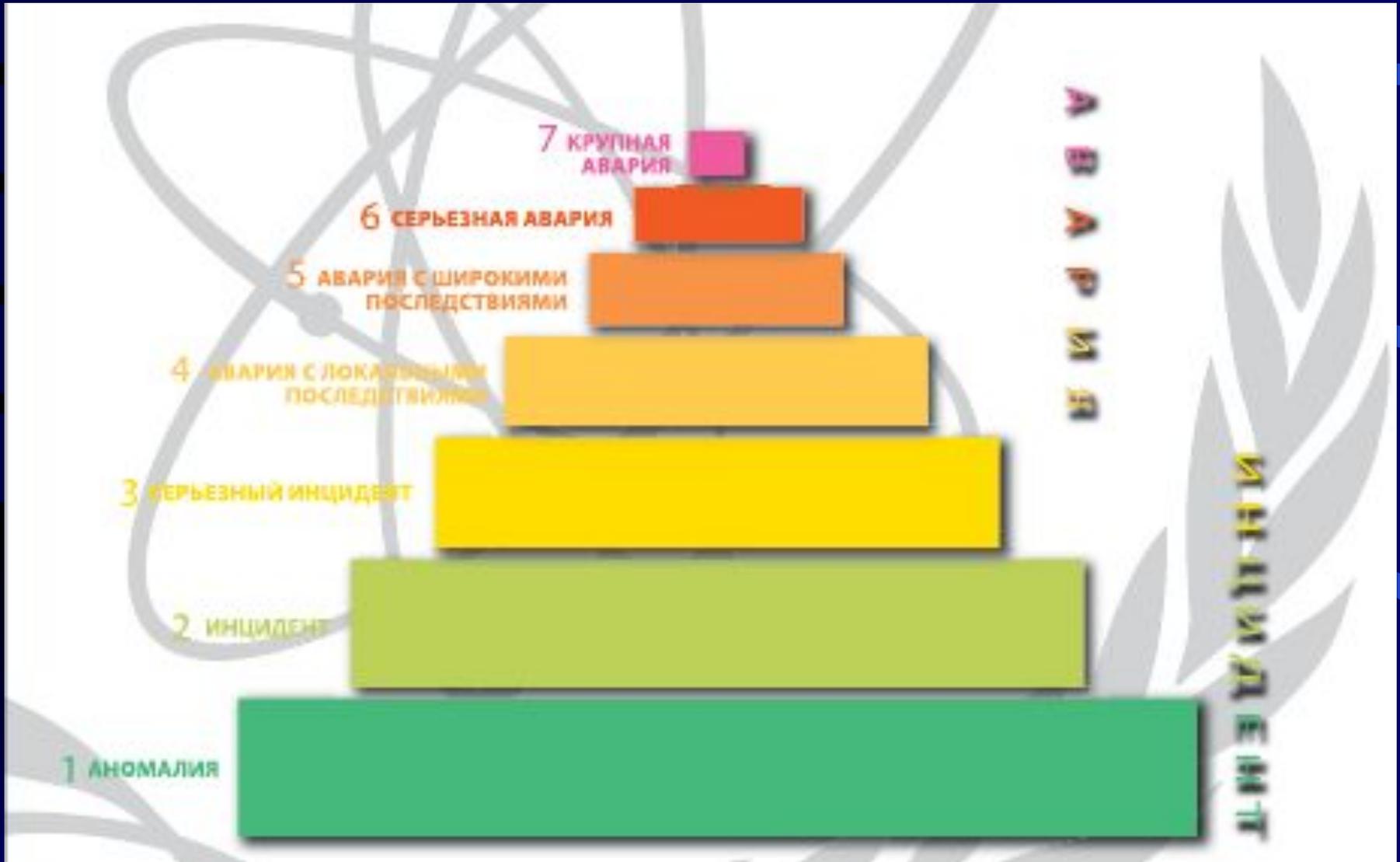
- Авария, не сопровождаемая значительным риском за границами площадки – повреждение ядерной установки, значимое облучение работающих.
- Авария, сопровождаемая значительным риском за границами площадки – выброс активных материалов, который требует введения мер защиты населения.
Повреждение активной зоны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

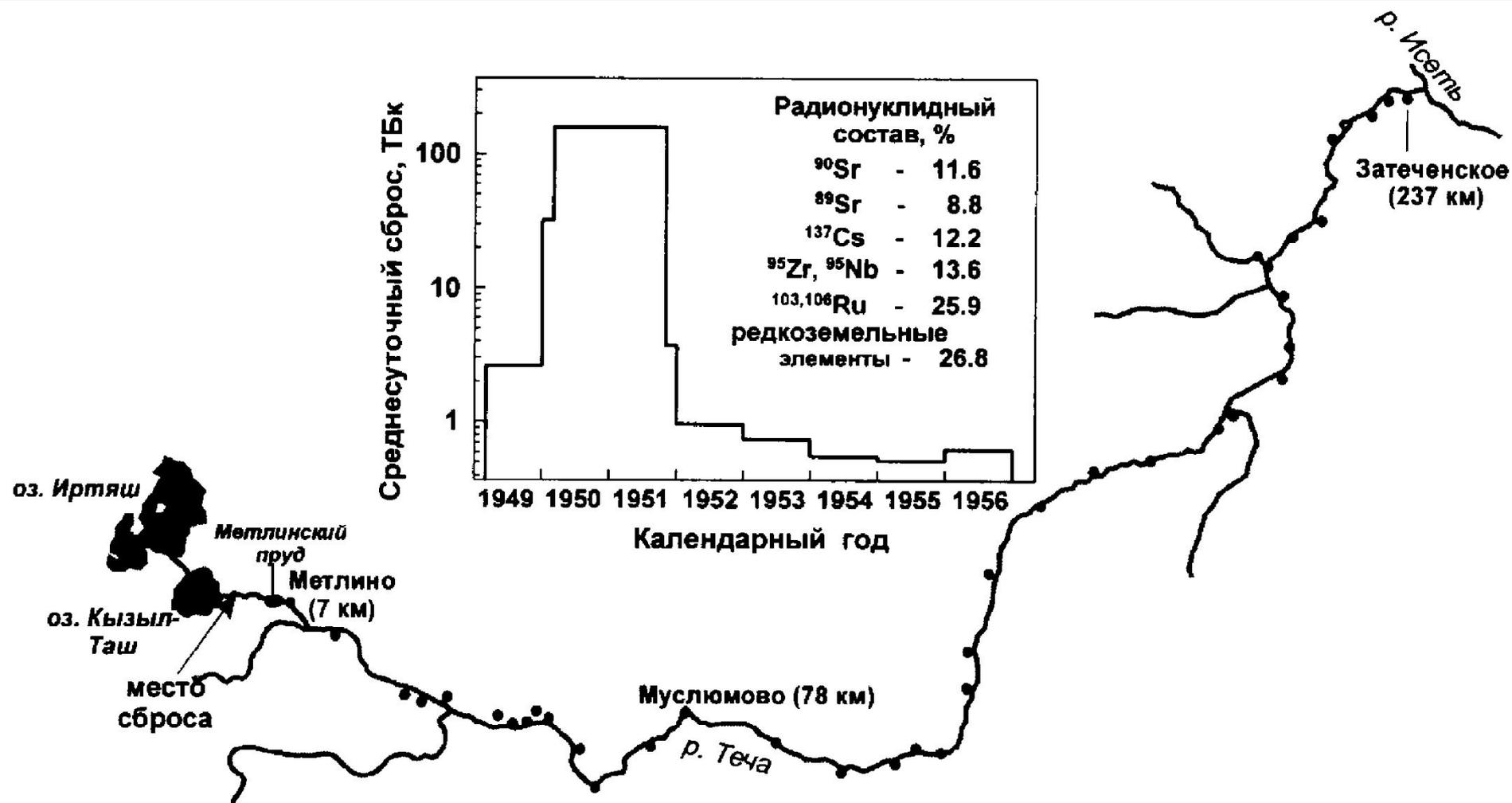


Рис. 1. Среднегодовые уровни сбросов в реку Теча и радионуклидный состав в период максимальных сбросов 1950–1951 гг.

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.

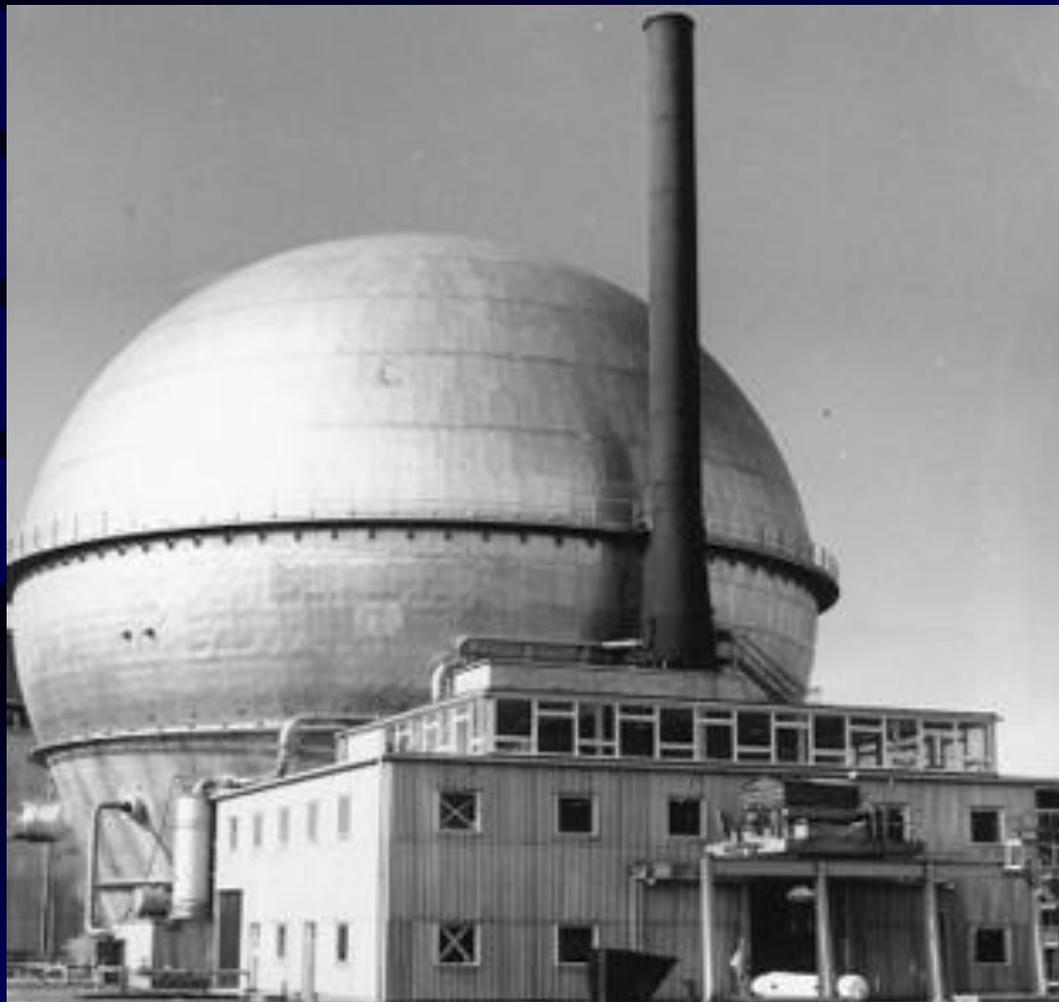
- Мертворождаемость возросла в 1,5 раза (преимущественно за счет мальчиков).
- Среди причин ранней детской смертности преобладали инфекционные заболевания, пневмонии новорожденных, а также врожденная слабость. Частота врожденных аномалий не отличалась от контроля.

- 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.

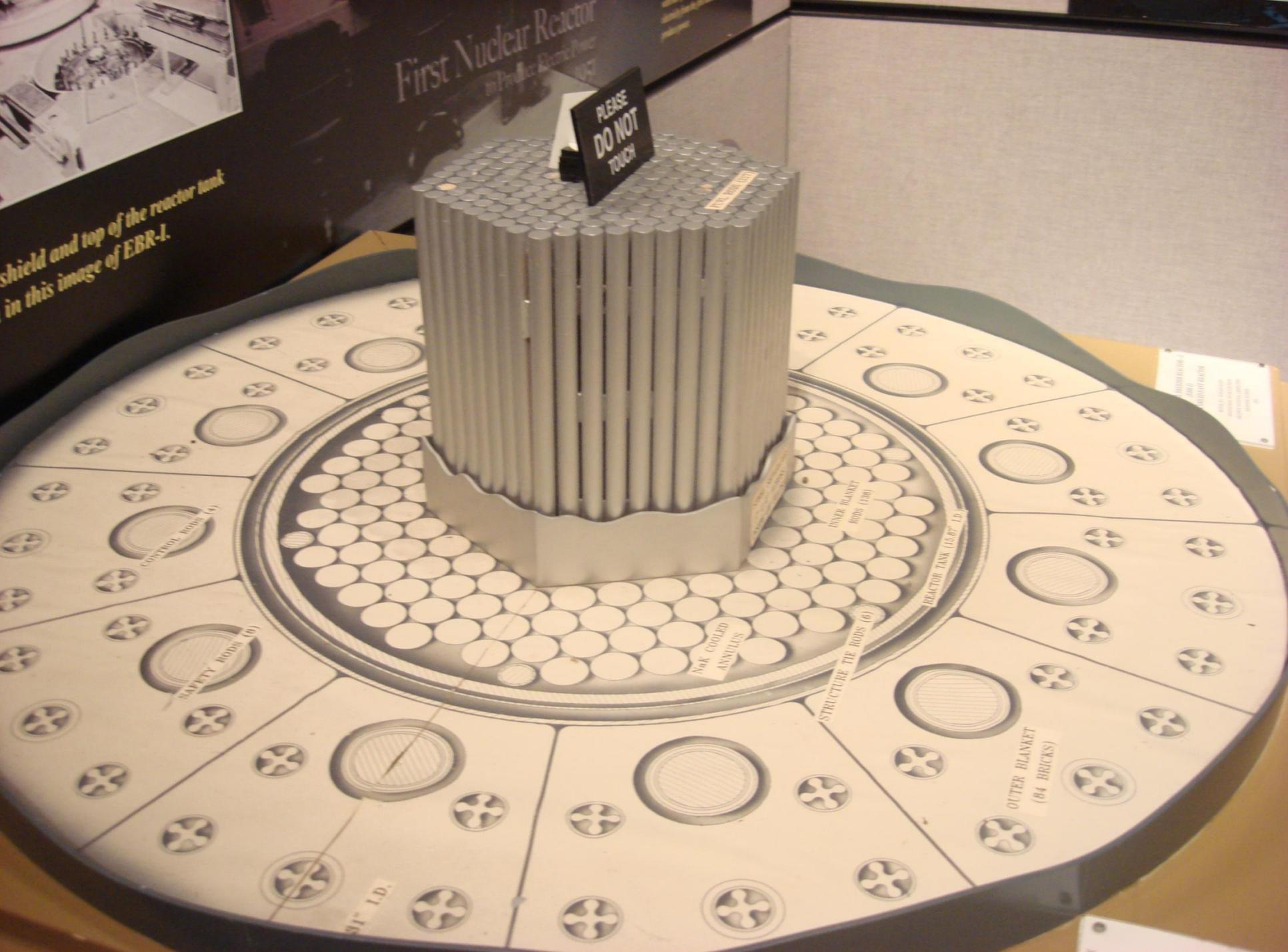
Атомная станция в Уиндскейле



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

First Nuclear Reactor

PLEASE
DO NOT
TOUCH



UNDERSTANDING
THE
REACTOR
CORE
THE
REACTOR
CORE
THE
REACTOR
CORE

16" I.D.

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

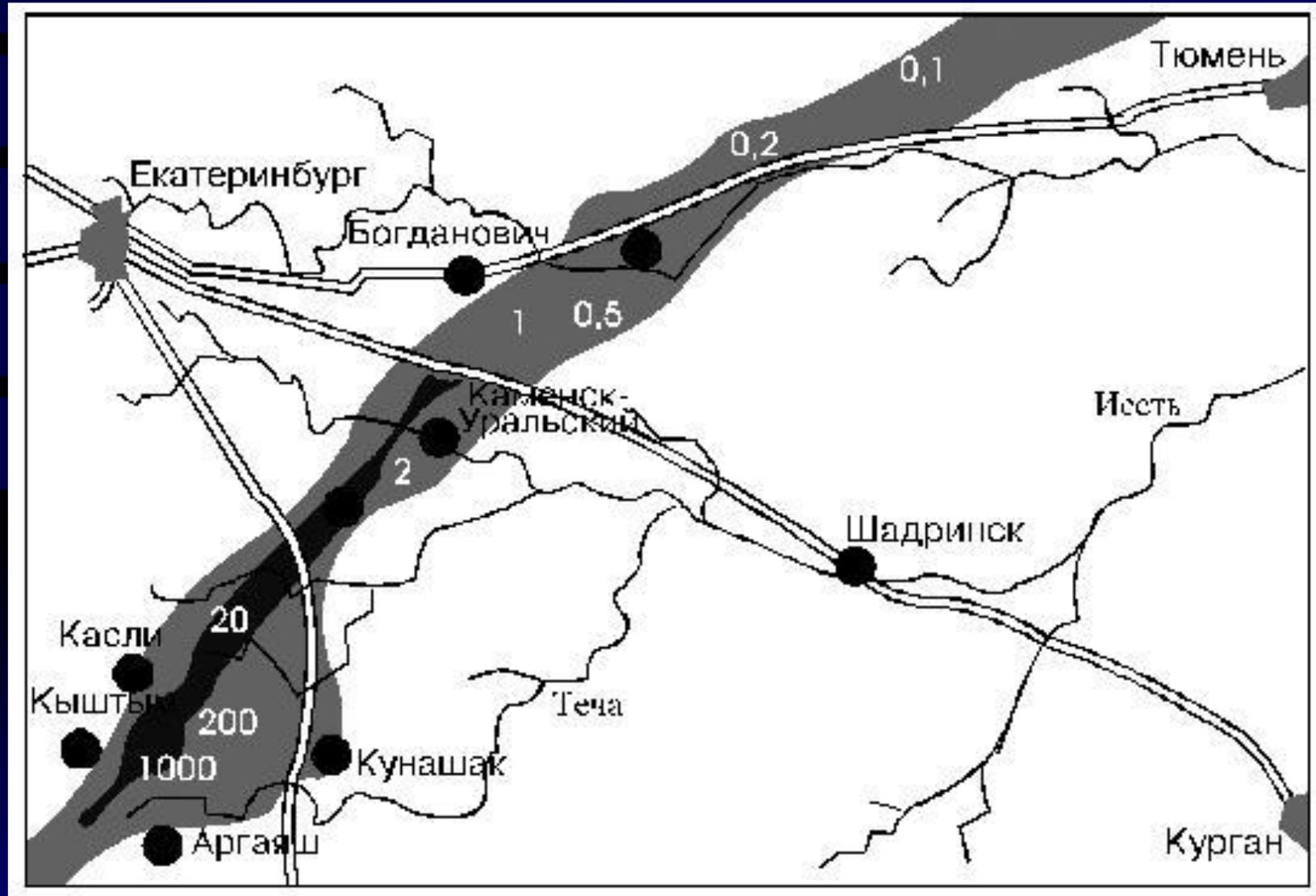
- Так как события на АЭС до сих пор являются засекреченными правительством GB, доступна не вся информация о её последствиях. Независимые исследователи полагают, что негативное воздействие аварии всё-таки было: по их подсчётам, радиационное загрязнение местности могло вызвать не менее 20 дополнительных 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)

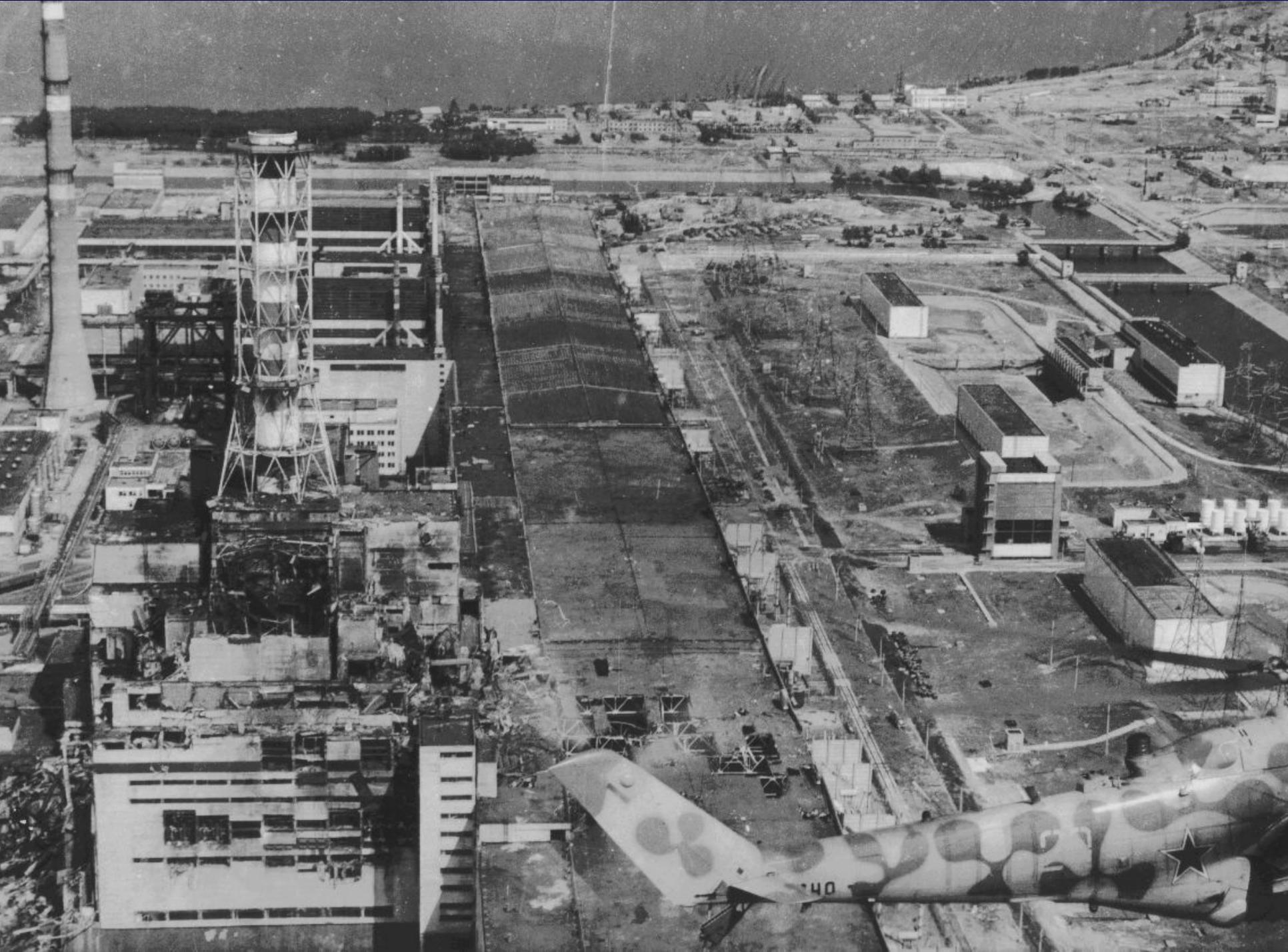
- Около 70% продуктов деления из активной зоны перешло в теплоносители.
- Мощность экспозиционной дозы в помещениях составляла 80 Р/час.
- В атмосферу попали радиоактивные ксенон и криптон, в Саскуэхану было сброшено 185 м³ радиоактивных вод.





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.

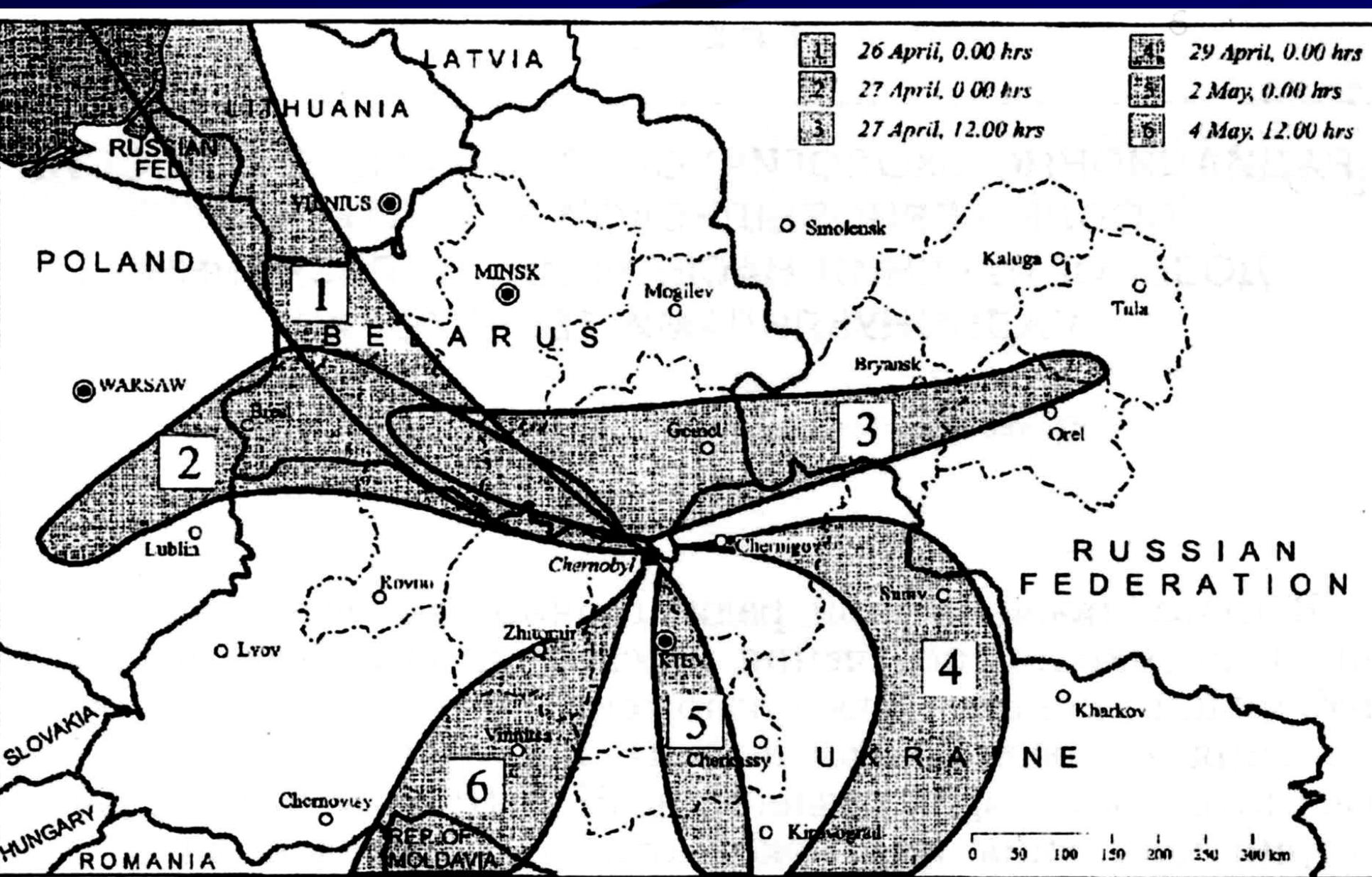


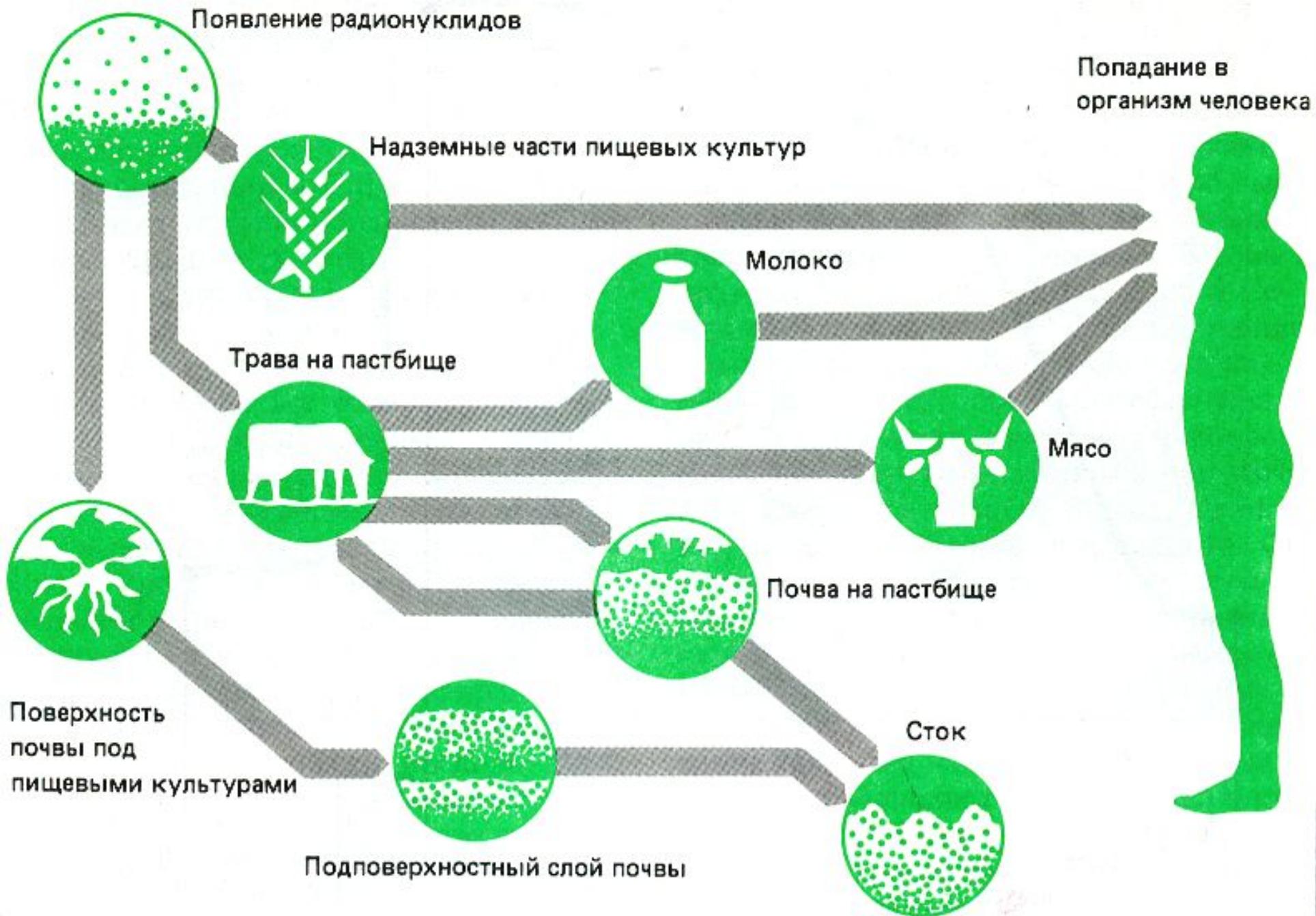
Рис. 1.1. Распространение шлейфов радиоактивных струй, выброшенных из чернобыльского реактора [UNSCEAR Report, 2000].

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



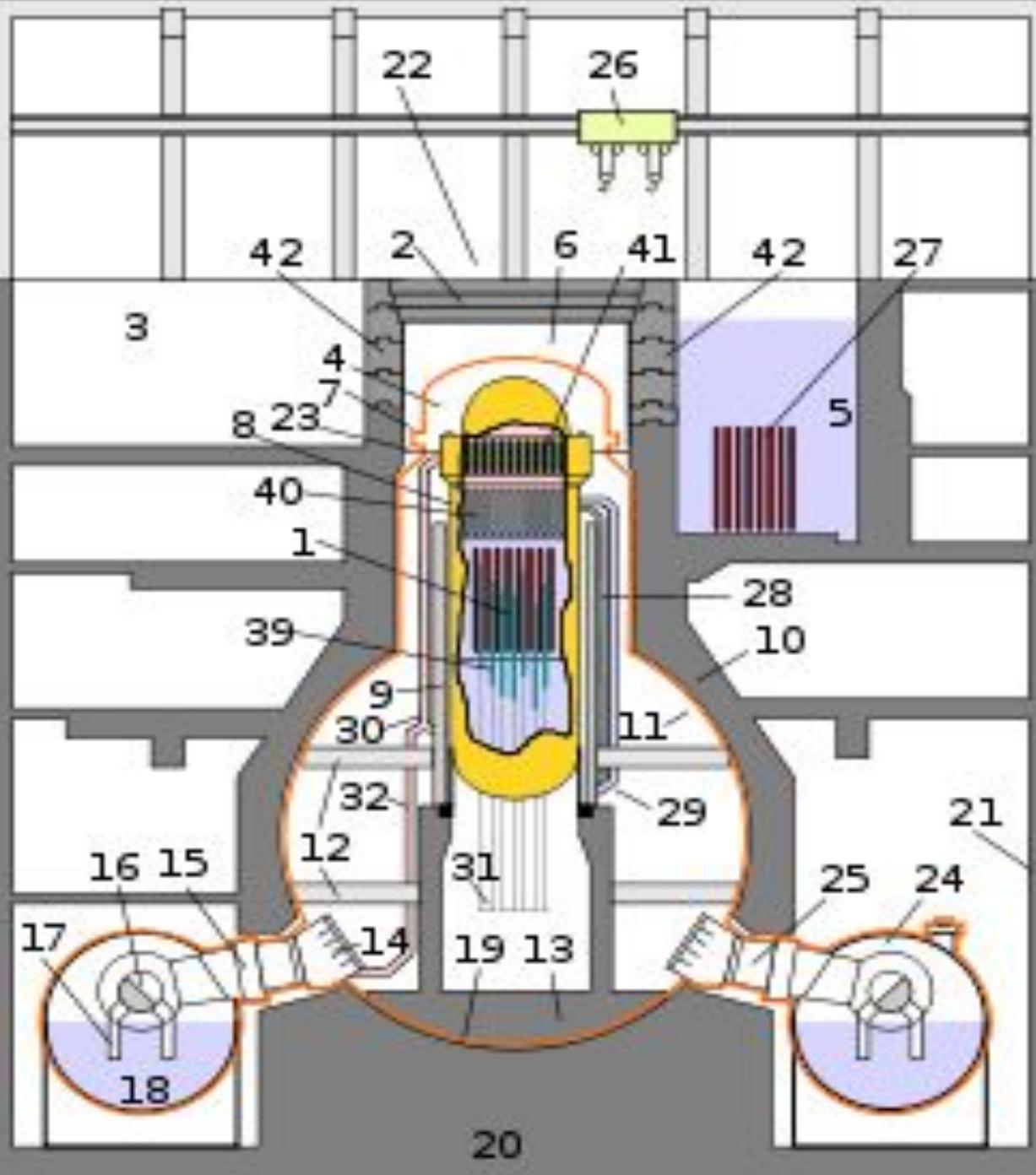


Краткая хронология событий

- 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...

