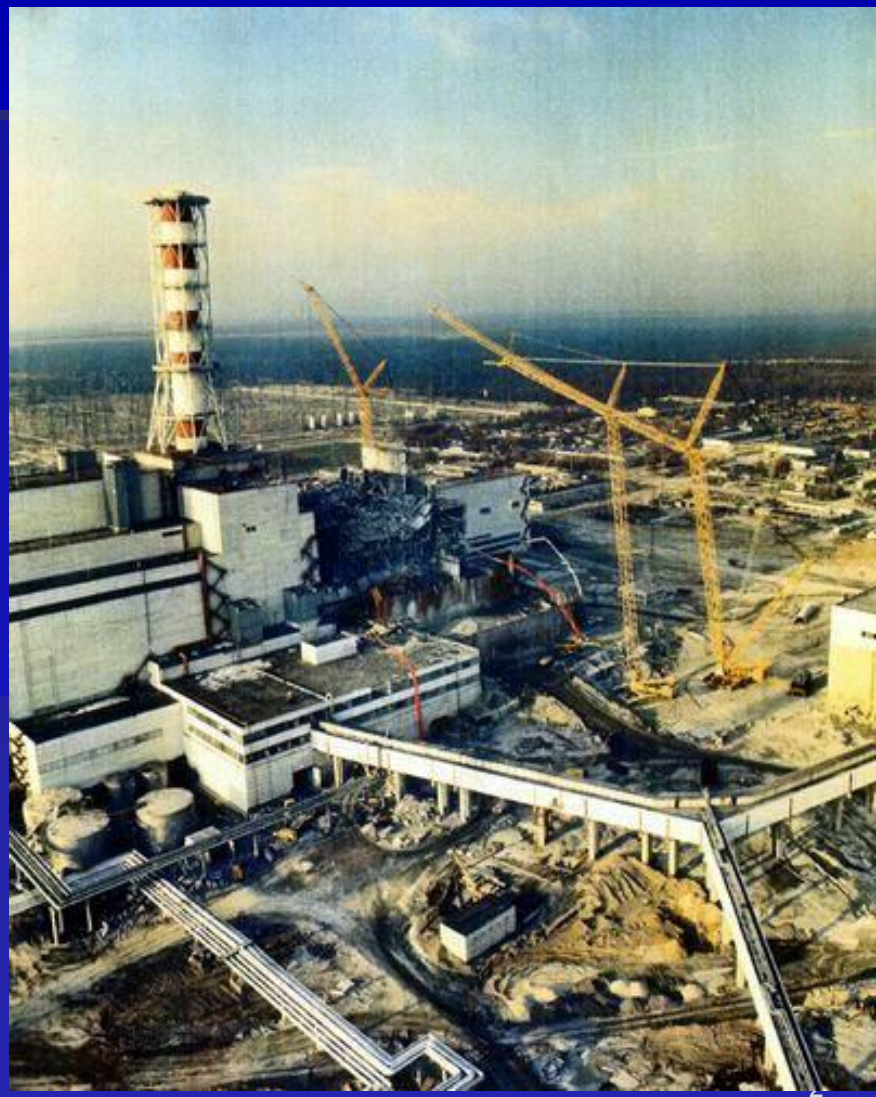
Дозы облучения населения и экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС

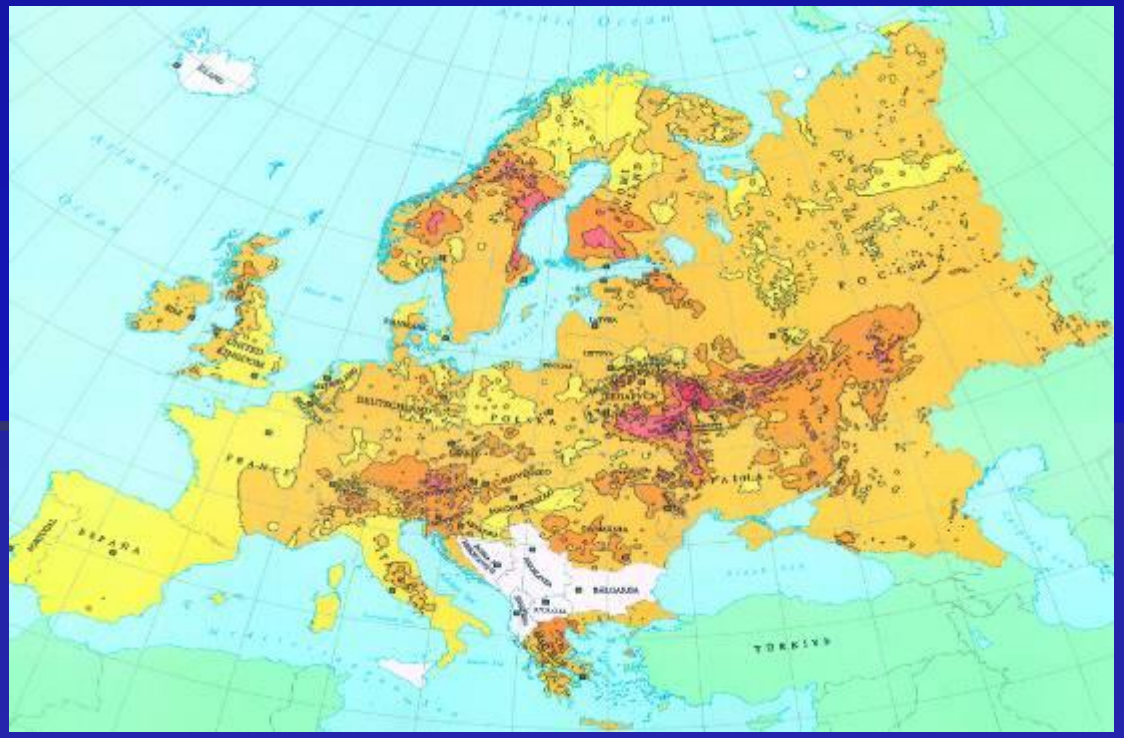
Авария на Чернобыльской АЭС

- 26 апреля 1986 г.
  в 01:23 два взрыва разрушили 4-й блок Чернобыльской АЭС, расположенной в ~ 100 км к северу от Киева (~2, 5 млн. чел.) и всего в 3 км к Ю-В от г. Припяти (~50 тыс. чел.)

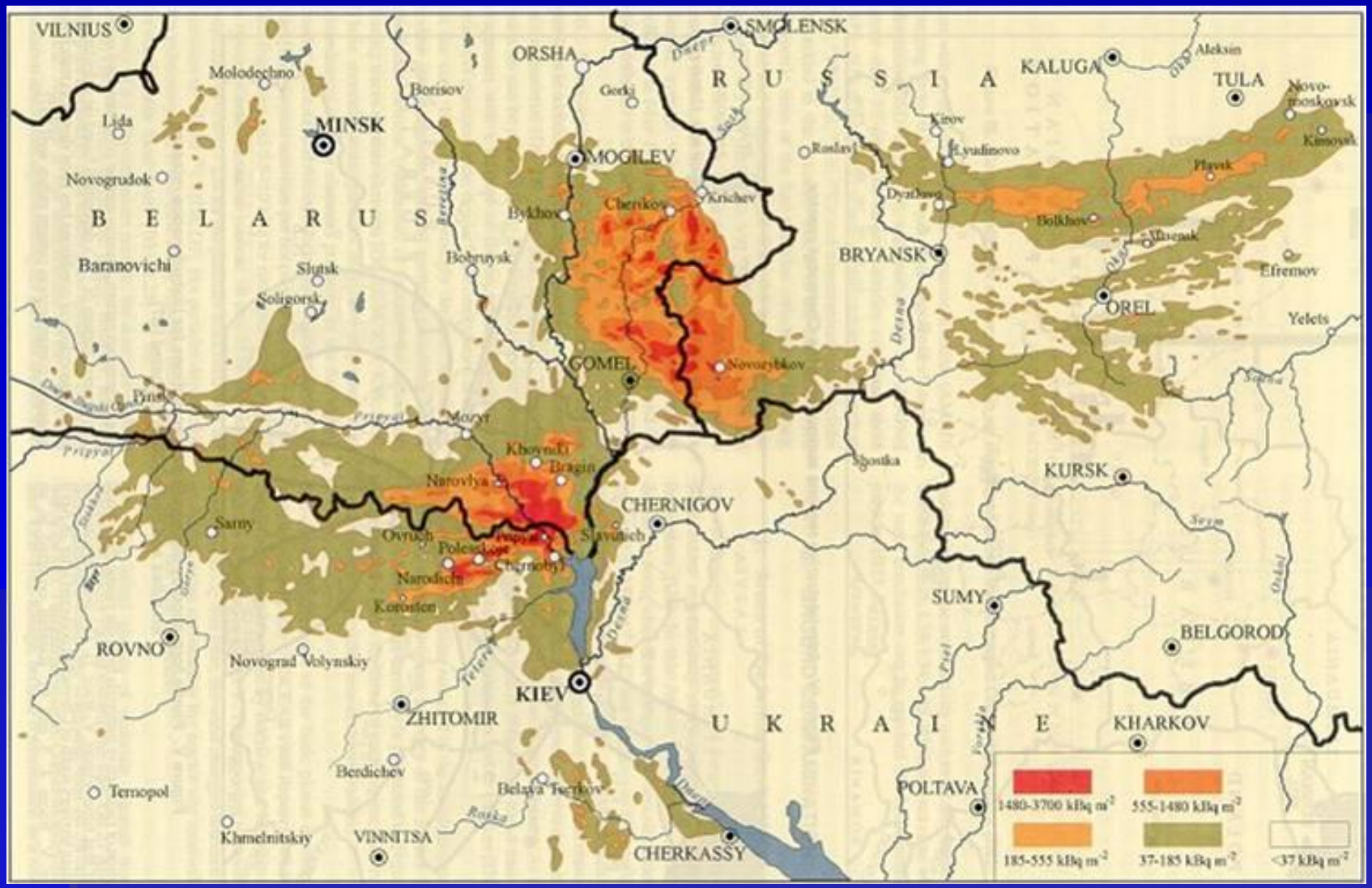


Выброс

- Основные выбросы продолжались 10 дней
- Выброс большой фракции инертных газов
  - Йод
  - Цезий
  - Другие продукты деления
- Общий выброс
  - ~ 14 x 10^{18} Бк



Загрязнение территории Беларуси, России и Украины цезием-137

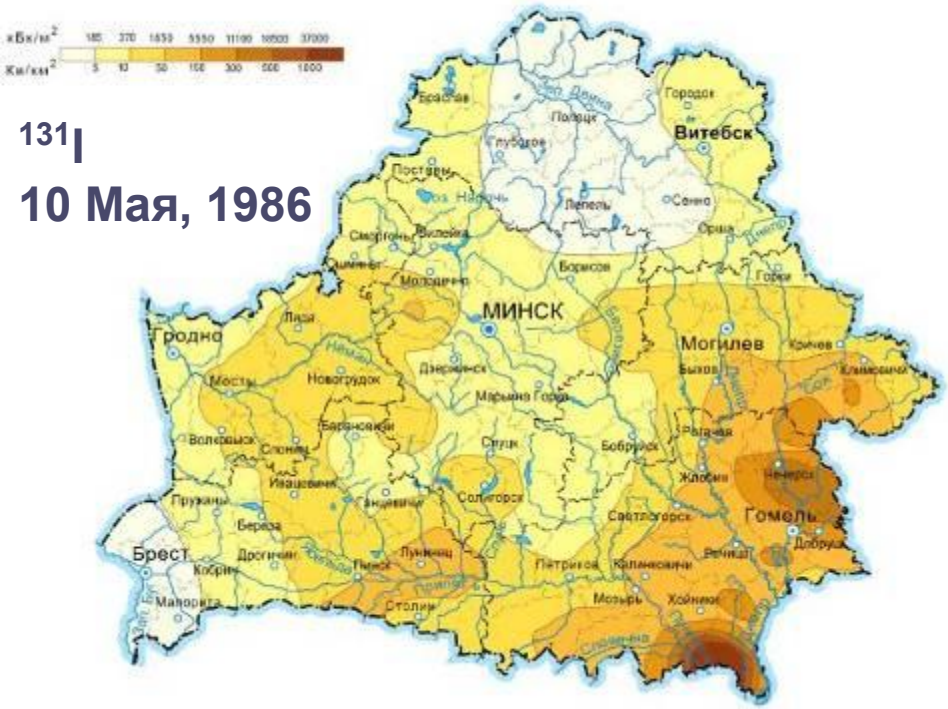


Загрязнение Беларуси

Загрязнение ^{137}Cs, кБк/м^2	Площадь, км^2	%
37–185	29,900	14.0
185–555	10,200	4.9
555–1480	4,200	2.0
>1480	2,200	1.1

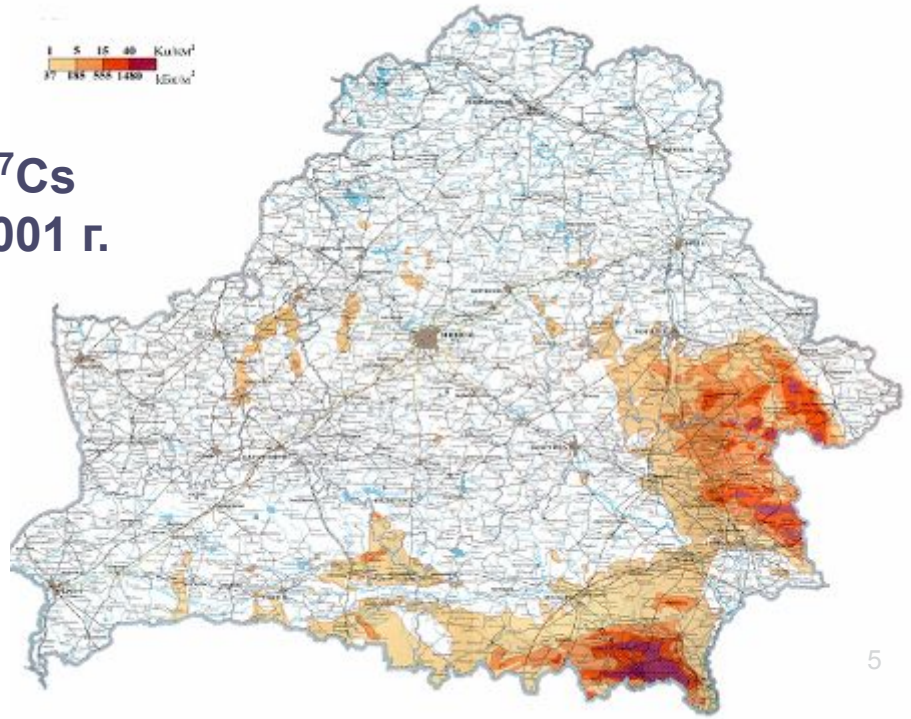
^{131}I

10 Мая, 1986



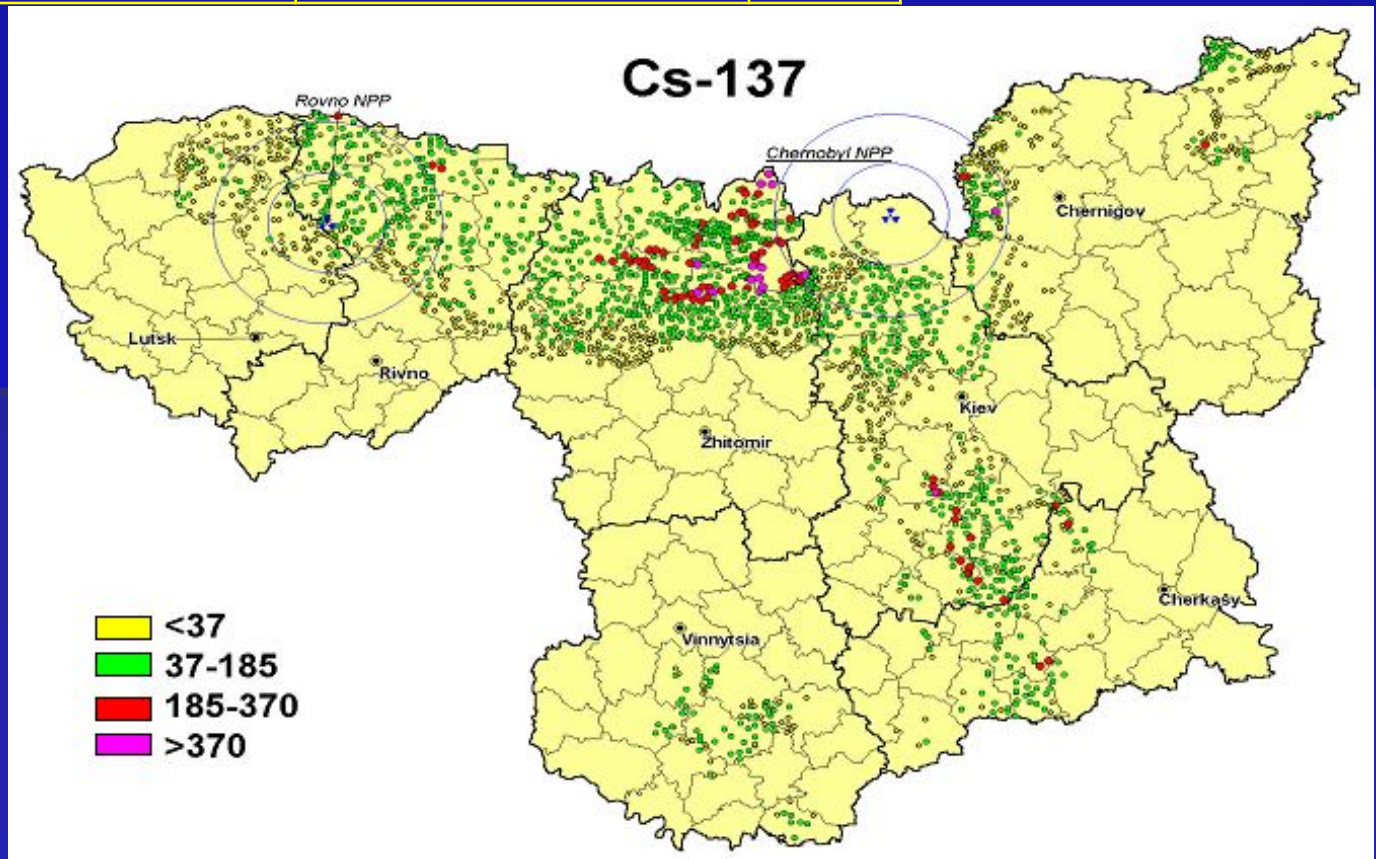
^{137}Cs

2001 г.



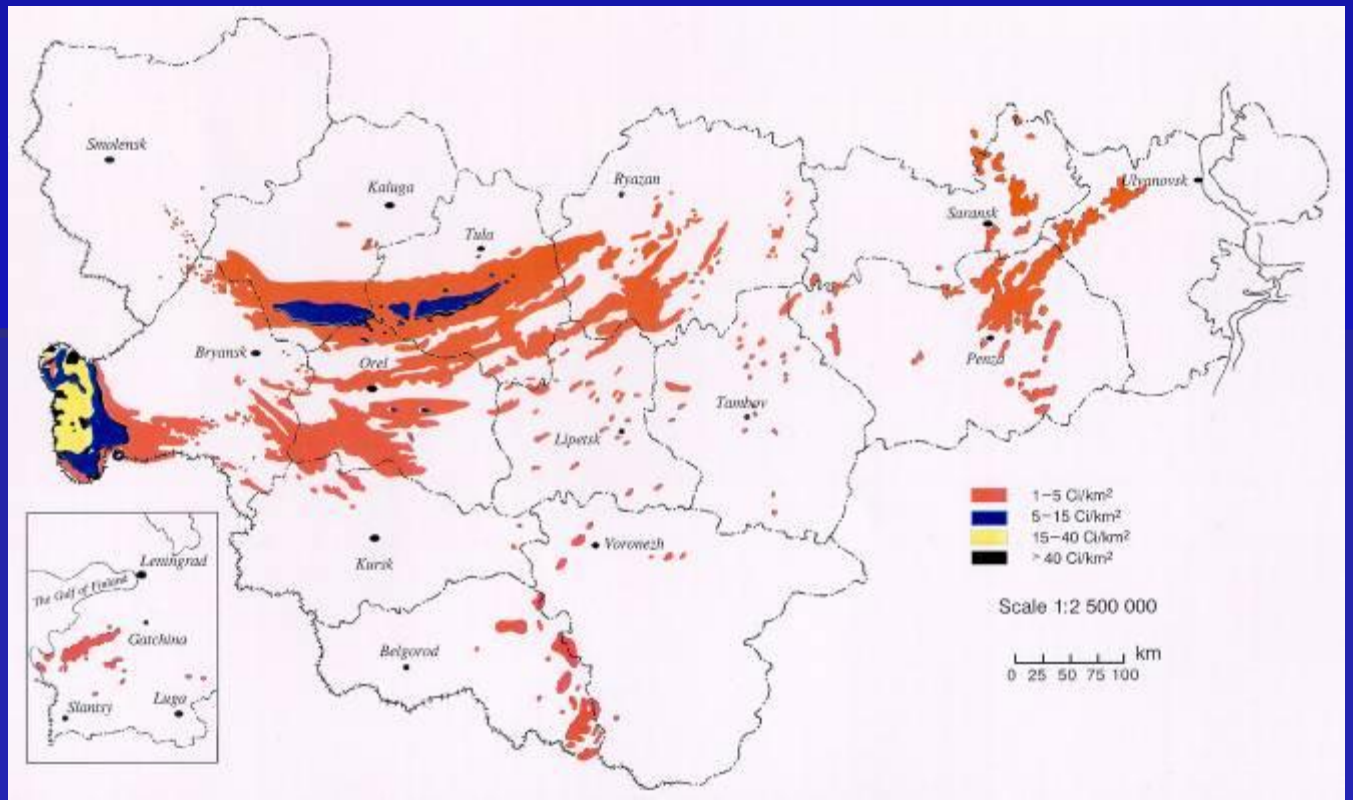
Загрязнение Украины ^{137}Cs

Загрязнение ^{137}Cs, кБк/м^2	Площадь, км^2	%
37–185	37,200	6.2
185–555	3,200	0.5
555–1480	900	0.2
>1480	600	0.09



Загрязнение России ^{137}Cs

Загрязнение ^{137}Cs, кБк/м^2	Площадь, км^2	%
37–185	49,760	0.29
185–555	5,450	0.03
555–1480	2,130	0.01
>1480	310	0.002



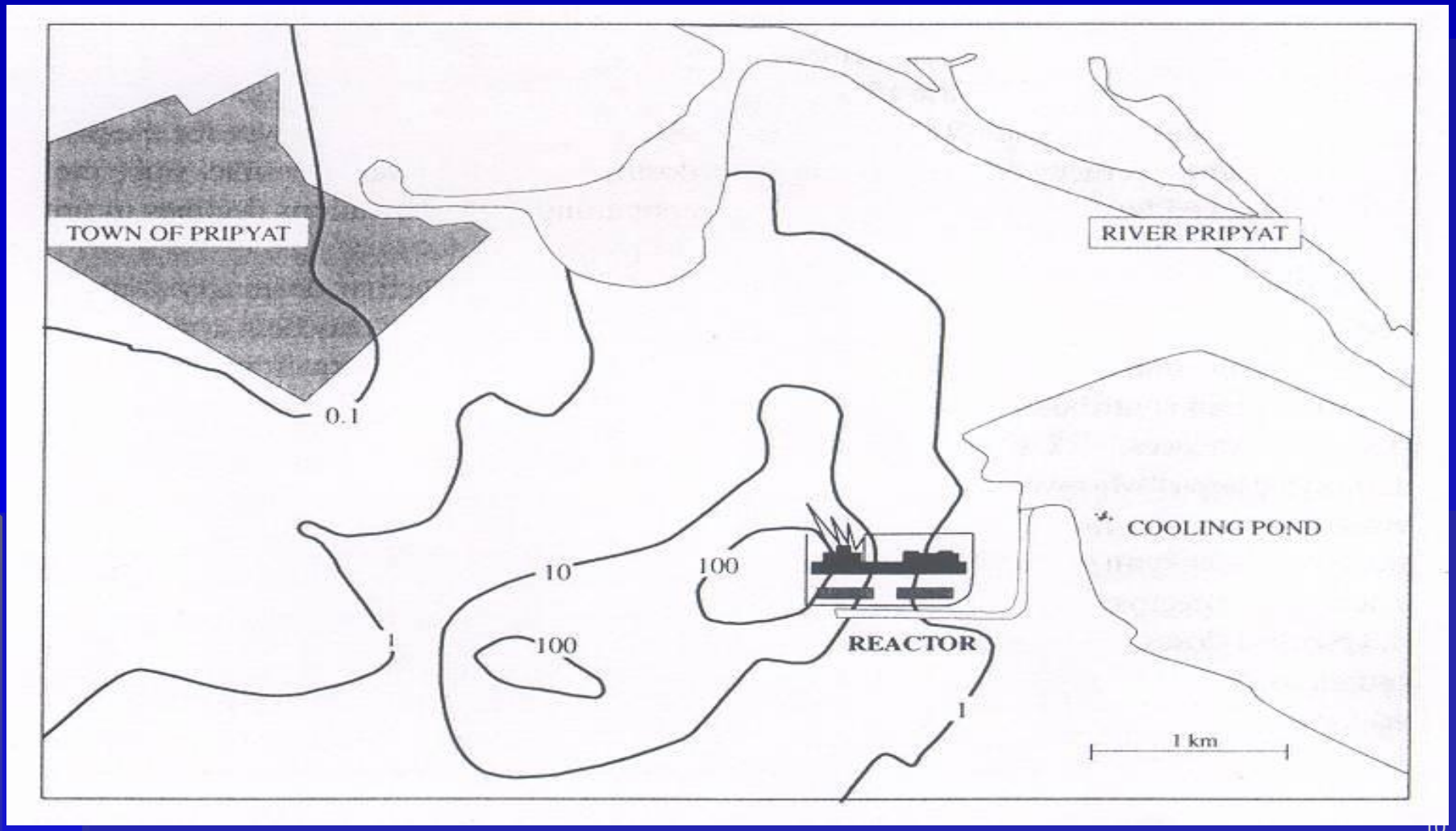
Масштабы последствий аварии

- Облучены более 600 тыс. «ликвидаторов»
- Выброшено около 14×10^{18} Бк радионуклидов; наиболее радиологически важные - ^{131}I и ^{137}Cs
- Более 200.000 км^2 территории Европы загрязнено ^{137}Cs, преимущественно в СССР
- 340 тыс. человек эвакуированы или переселены в 1986 -1991 гг.
- Более 5 млн. человек постоянно живут на загрязненных территориях
- Экономические потери в сотни млрд. долларов США

Последствия на площадке

- Около 1200 человек на площадке (персонал АЭС, пожарные, аварийные работники)
- Дозы облучения персонала реактора и пожарных составили **2-20 Гр**
- **Ранние последствия для здоровья:**
  - 2 человека погибли от взрыва и ожогов;
  - ОЛБ у 134 работников, из них 47 человек умерло (28 человек умерли в 1986 от ОЛБ и 19 человек умерли в 1987-2004 от причин не связанных с облучением)

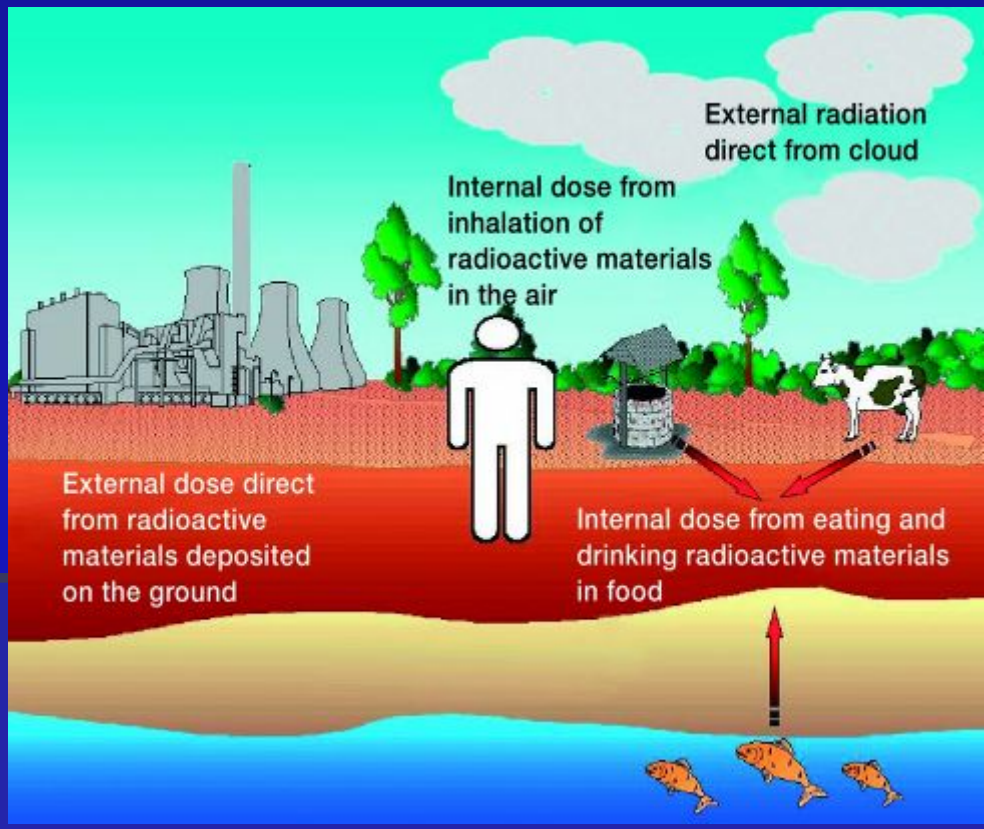
Последствия за пределами площадки: мощность дозы вблизи АЭС, Р/час



Эвакуированный город Припять

Уровни облучения людей

Из более чем 600 тысяч аварийных работников и пяти миллионов жителей загрязненных районов Беларуси, России и Украины большинство получило небольшие уровни облучения, сравнимые с природным радиационным фоном, без видимых последствий для здоровья.



Эффективные дозы облучения

- Ликвидаторы
  - Индивидуальные эффективные дозы
    - средние около 100 мГр
    - максимальная до 500 мГр
- Эвакуированное население
  - Индивидуальные эффективные дозы (внешние)
    - Средние около 17 мЗв
    - Диапазон от 0,1 до 380 мЗв
- Остальное население
  - Эффективные дозы (1986-2005)
    - Средние 10 - 20 мЗв
    - В диапазоне от нескольких мЗв до нескольких тысяч мЗв

Пределы доз (эффективная доза)

- 1986 - 250 мЗв
- 1987 - 100 мЗв
- 1988 - 50 мЗв

- Беларусь:

средняя около 31 мЗв:

30%-менее 10 мЗв;

4%-более 100 мЗв

Дозы облучения основных групп населения

Группа населения	Размер группы, тыс. чел.	Средняя доза на ЩЖ, 1986 г. (мГр)	Средняя эффективная доза, 1986-2005 гг.
Ликвидаторы	530	-	117
Эвакуированные	115	490	31
Жители Беларуси, России, Украины	98 000	16	1,3
Жители отдаленных стран	500 000	1,3	0,3

Дозы внешнего облучения ликвидаторов

Период	Число ликвида-торов	Доза внешнего облучения, мГр			
		Средняя доза	Медианная доза	75-я процентиль	95-я процентиль
Беларусь					
1986	68,000	60	53	93	138
1987	17,000	28	19	29	54
Россия					
1986	69,000	169	194	220	250
1987	53,000	92	92	100	208
Украина					
1986	98,000	185	190	237	326
1987	43,000	112	105	142	236

Острая лучевая болезнь

Степень ОЛБ	Диапазон доз, Гр	Число пациентов	Число смертей
Легкая (I)	0,8-2,1	41	
Средняя (II)	2,2-4,1	50	1
Тяжелая (III)	4,2-6,4	22	7
Очень тяжелая (IV)	6,5-16	21	20
ИТОГО	0,8-16	134	28

Всего умерло 47 человек, из них:

- 28 человек умерли от ОЛБ в течение первых 4 месяцев за период
- с 1987 по 2006 гг., от разных причин умерло 19 человек, из них:

  туберкулез - 2,

  цирроз печени - 2,

  внезапная остановка сердца - 6,

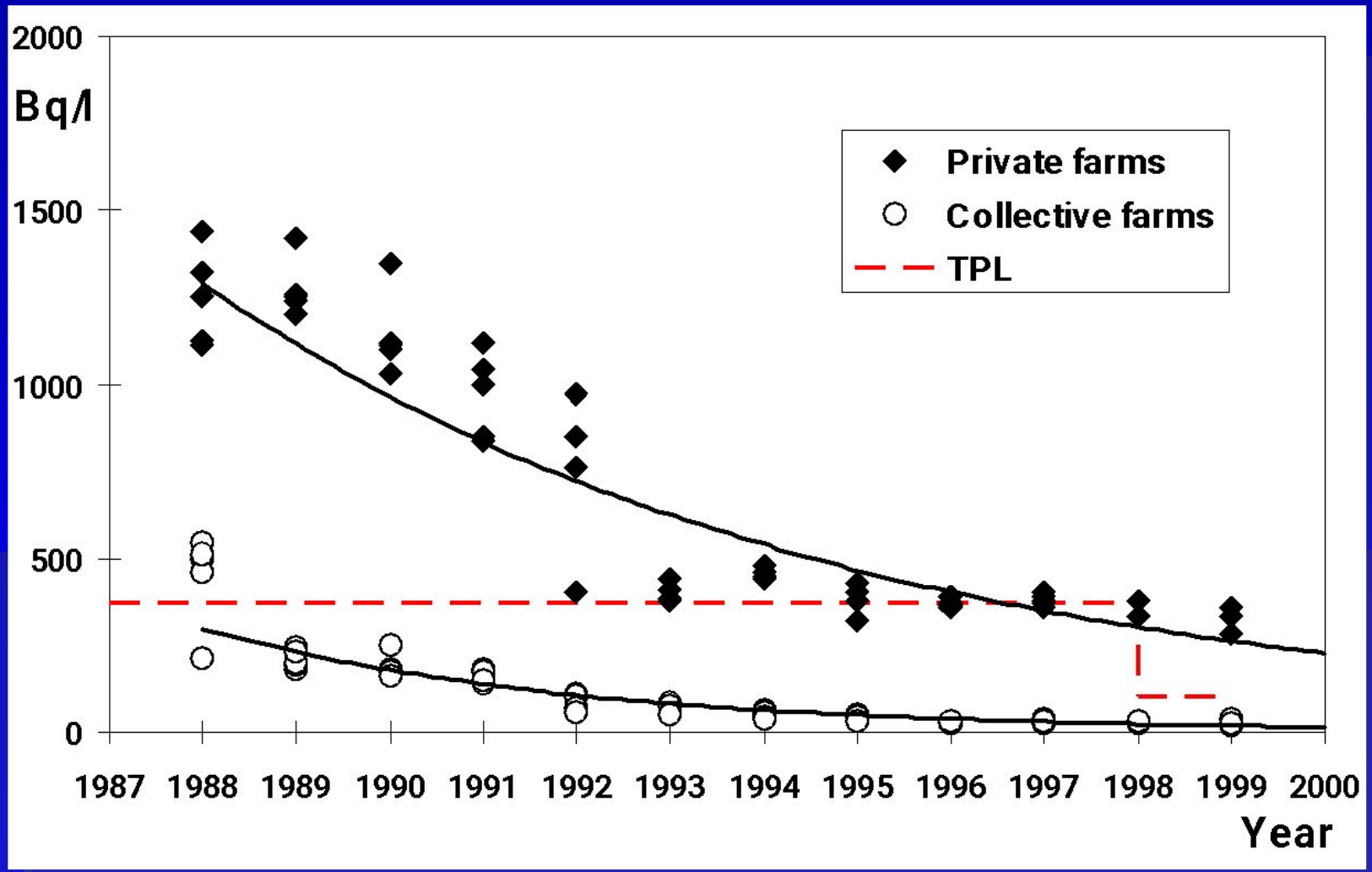
  злокачественные новообразования– 5,

  травмы – 1.

Радиация в окружающей среде

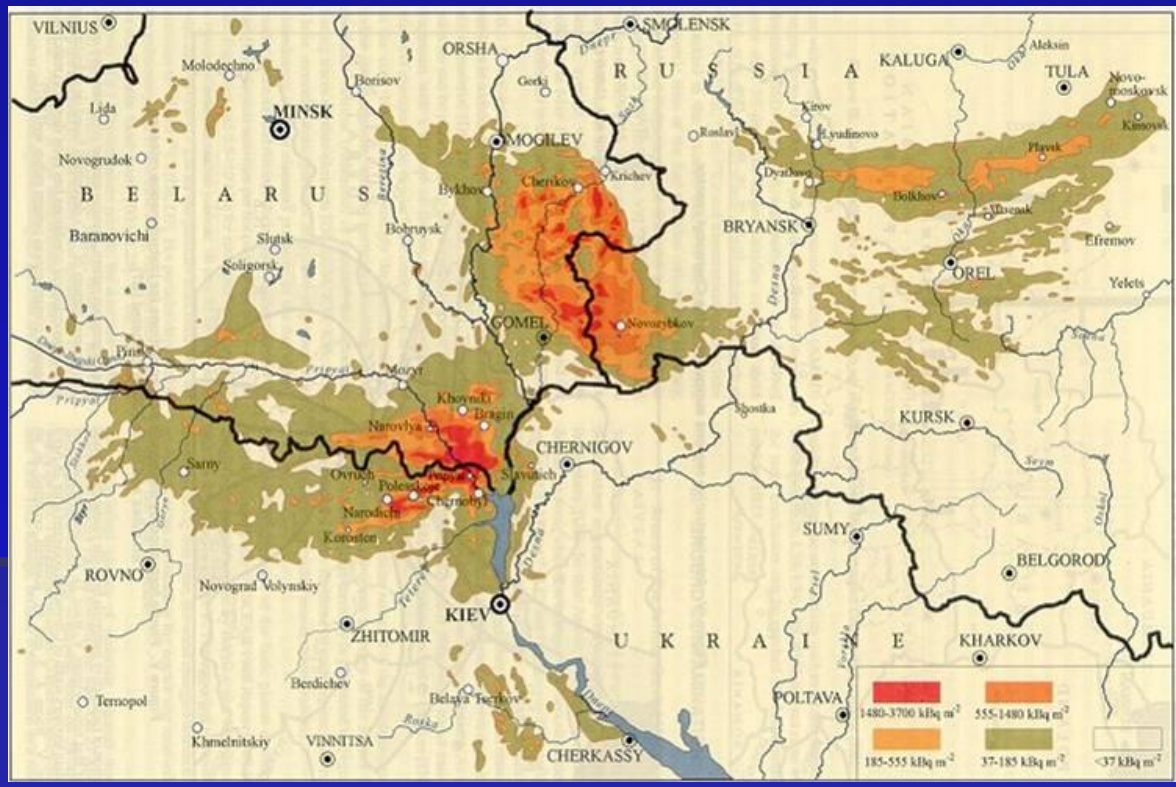
- Уровни излучения в окружающей среде снизились с 1986 г. в сотни раз вследствие природных процессов и защитных мер.
- Благодаря этому большинство ранее загрязненных территорий безопасны для проживания и хозяйственной деятельности.

Типичная динамика содержания ^{137}Cs в молоке в сравнении с ВДУ (TPL), Ровенская область, Украина



Основные выводы Чернобыльского Форума

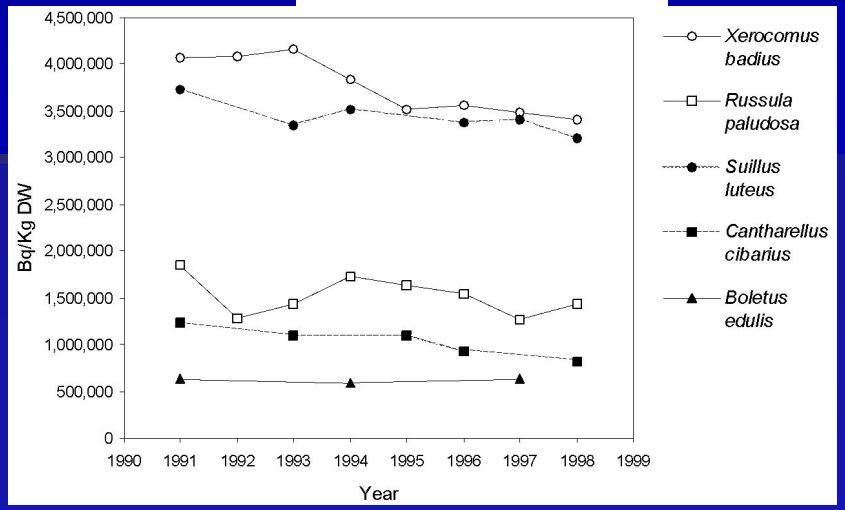
Однако в 30-км зоне вокруг ЧАЭС и на отдельных участках местности в Беларуси, России и Украины ограничения землепользования сохранятся на предстоящие десятилетия.

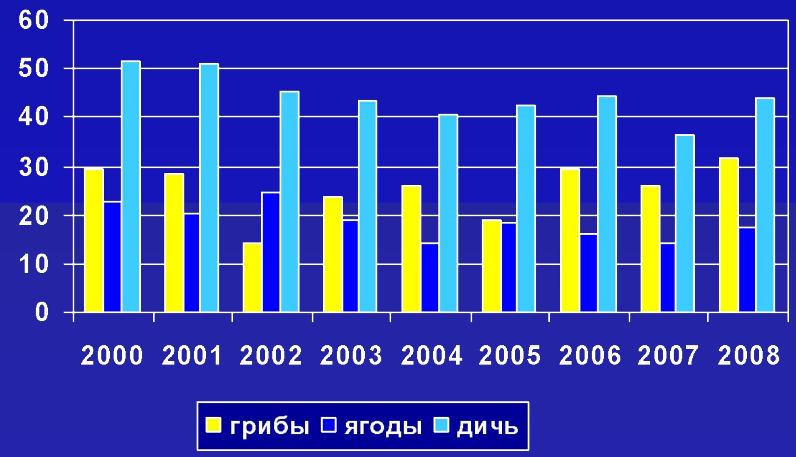


Радионуклиды в «пищевых продуктах»

- Особенно высокие концентрации ^{137}Cs были обнаружены в грибах, ягодах и мясе дичи;
- Эти высокие уровни сохранялись на протяжении двух десятилетий, и можно ожидать, что такая ситуация сохранится в течение еще нескольких десятилетий.

Грибы, Украина





Доля проб лесной продукции содержащей цезий-137 выше допустимого уровня в Беларуси

Радиационно-индуцированные эффекты у биоты

- Облучение привело к многочисленным острым эффектам у растений и животных на расстоянии до 10-30 км от точки выброса.
- В биоте наблюдались эффекты, вызванные радиационной гибелью клеток:
  - повышенная смертность хвойных растений, почвенных беспозвоночных и млекопитающих, и
  - потеря репродуктивной способности растений и животных.
- Для восстановления популяций растений и животных от серьезных радиационно-индуцированных эффектов потребовалось несколько лет.
- Вследствие прекращения деятельности людей зона отчуждения стала уникальным заповедником биоразнообразия.
- Не существует мер по улучшению радиологических условий в зоне отчуждения, которые не оказали бы негативного влияния на растения и животных.

Птенец белохвостого орлана в зоне отчуждения. До 1986 г. эти редкие птицы здесь не встречались (С. Гащак, 2004)

Лошади Пржевальского были выпущены в Чернобыльской Зоне в конце 1990-х гг. (Фото М. Балонова, 26.04.2006)

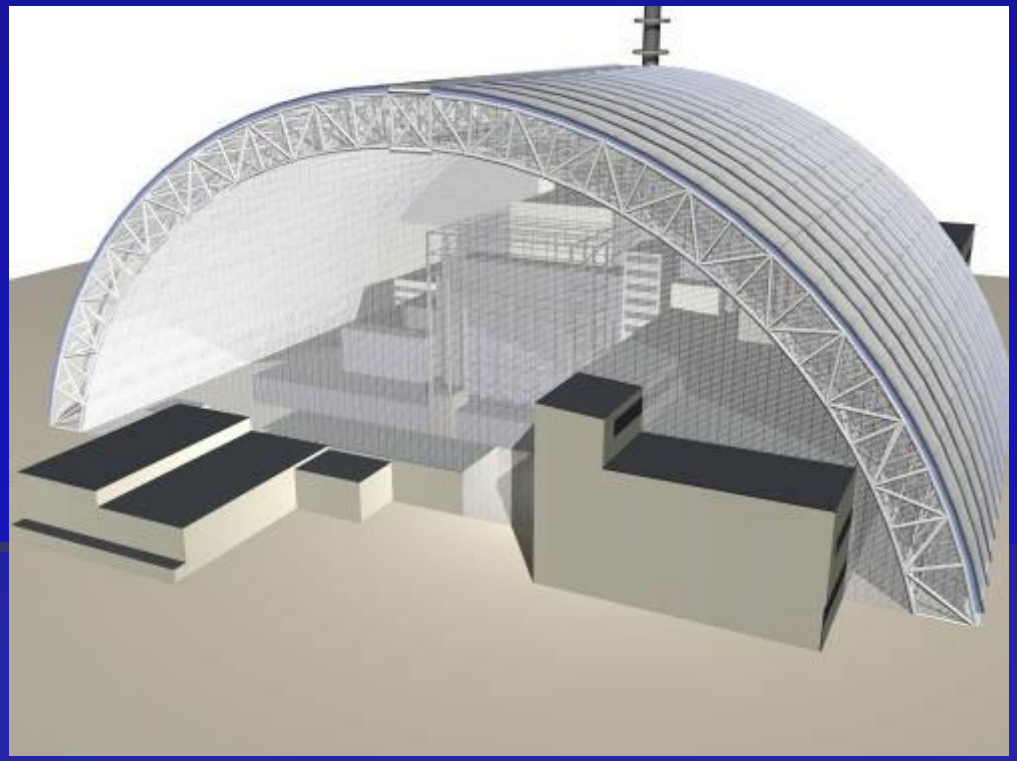
Рекомендации Чернобыльского Форума по окружающей среде

- Нет необходимости в новых крупных программах исследований радиоактивности, однако полезно продолжение целевого мониторинга отдельных сред.
- Информировать общественность об устойчивом радиоактивном загрязнении природных продуктов (грибы, дичь, ягоды и т.д.), а также рекомендовать кулинарные методы, снижающие содержание радионуклидов пищевом продукте.
- Сократить количество и частота взятия проб и измерений.
- Меры реабилитации эффективны в районах с бедными (песчаными или торфяными) почвами, где наблюдается интенсивный перенос цезия из почвы в растения.
- Нецелесообразны технологические меры реабилитации лесов и поверхностных вод.

Заключение-1

Приоритеты:

1. вывод из эксплуатации разрушенного 4-го блока ЧАЭС,
2. безопасное обращение с радиоактивными отходами в чернобыльской зоне отчуждения и
3. постепенная реабилитация зоны отчуждения .



Заключение - 2

- В ближайшие десятилетия следует продолжать целенаправленные исследования долгосрочных последствий чернобыльской аварии для окружающей среды, здоровья человека и для общества.
- Важно также сохранить накопленные опыт и знания по уменьшению последствий аварии.