



# **Источники ионизирующих излучений**

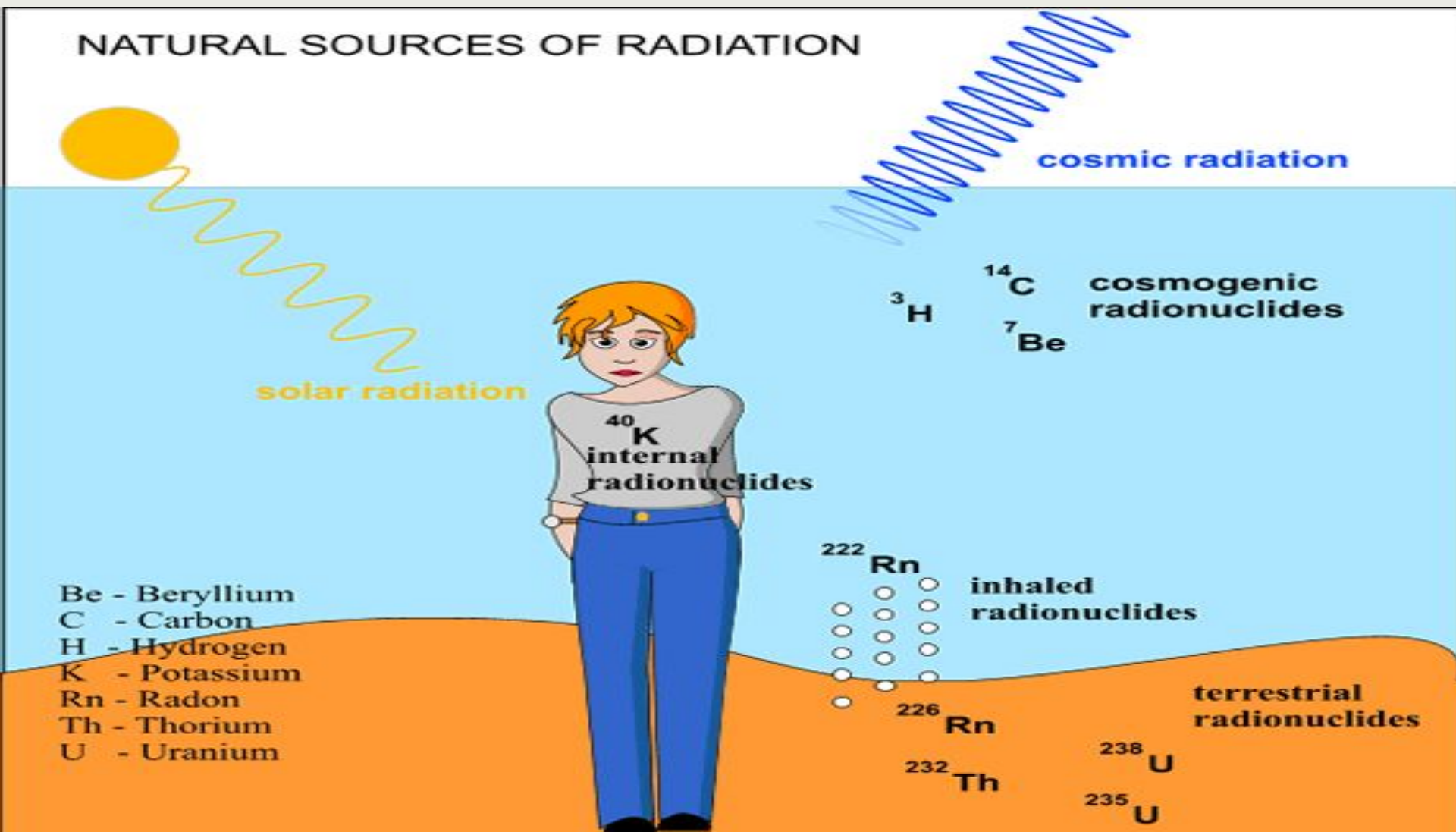
**Лекция разработана Сапун А.С.,**  
**БИП, 2011**

Ионизирующее излучение (ИИ)

≡ радиоактивность

**самопроизвольное  
превращение ядер атомов  
одних элементов в другие,  
способное вызывать цепочки  
обратимых и необратимых  
реакций в живых организмах**

# Откуда возникает радиационное излучение? Можно ли его избежать?



**Радиационный фон** —  
радиоактивное излучение,  
присутствующее на Земле от  
естественных и техногенных  
источников, в условиях которого  
постоянно находится человек.



Избежать радиоактивного облучения  
невозможно. Жизнь на Земле возникла и  
развивается в условиях постоянного  
облучения.

# Источники ионизирующего излучения

Естественные  
источники

Искусственные  
источники

# Естественные источники ионизирующего излучения

- 1. Космическое излучение (в т.ч. солнечная радиация)**
- 2. Земная радиация**

# Источники космического излучения

1) галактическое излучение

2) солнечное излучение

3) излучение заряженных частиц, захваченных магнитным полем Земли

**Радиационный фон, от  
космических лучей,  
ответственен за половину  
всего облучения получаемого  
населения от естественных  
источников радиации.**

# Космические лучи представлены:

- **1)** высокоэнергетическими потоками (примерно 90%);
- **2)**  $\alpha$ -частицами (около 9%);
- **3)** нейтронами, фотонами, электронами и ядрами легких элементов (1%).

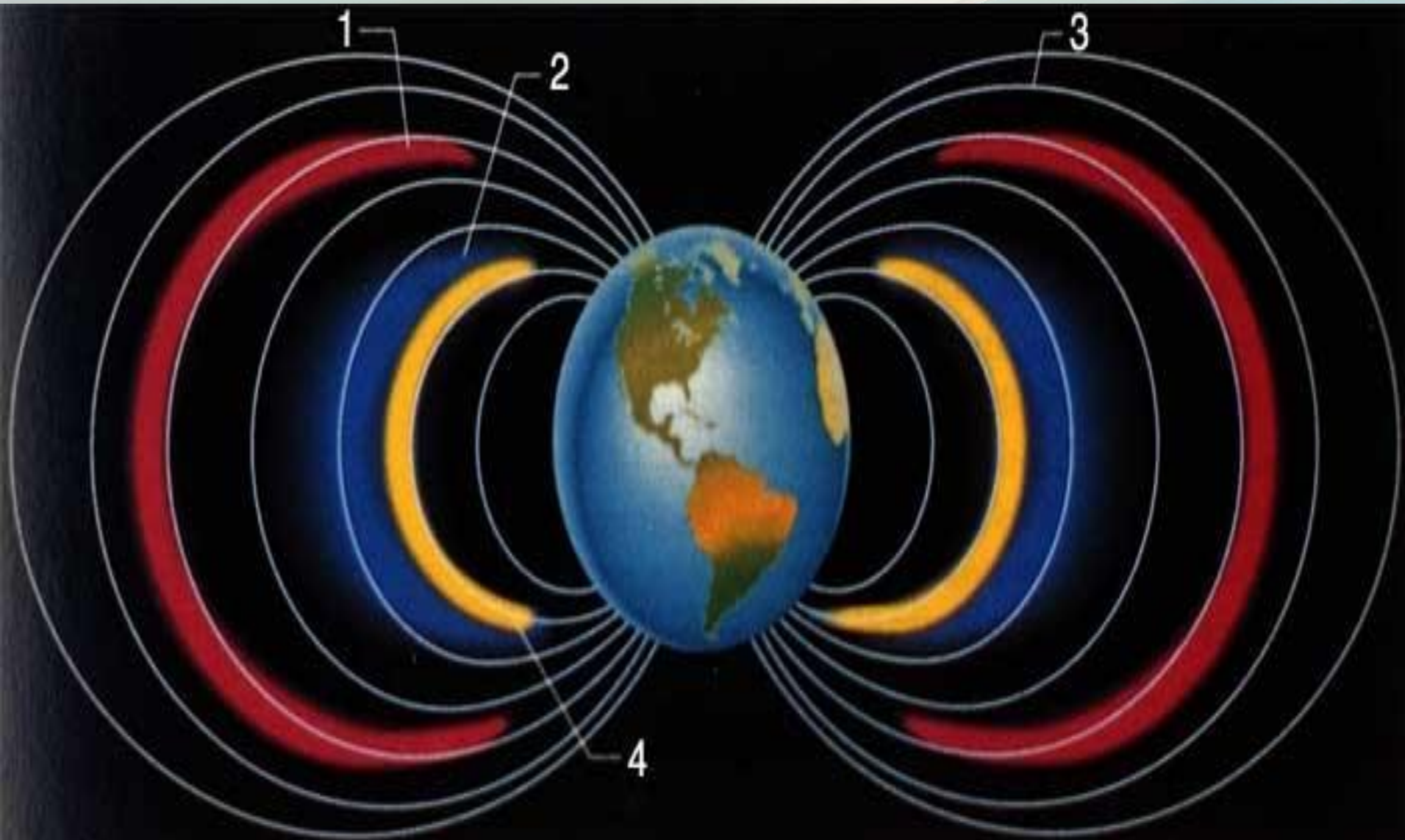
# Защитные механизмы Земли от радиационных воздействий

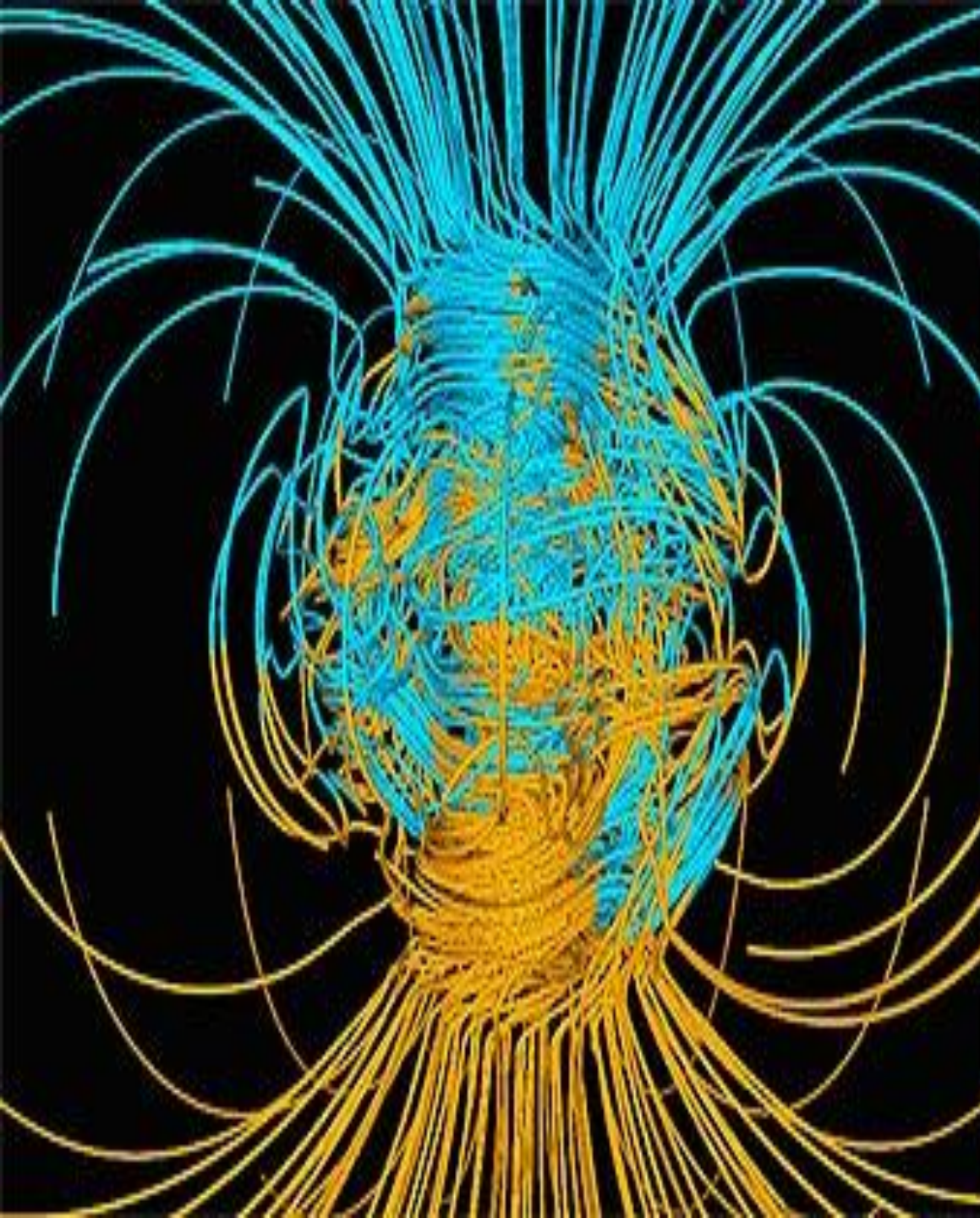
- Магнитное поле на расстоянии  
1-8 радиусов
- Атмосфера

# Дозы полученные человеком за определенный период времени (в микрозивертах)

| Место пребывания                     | Доза за определенный отрезок времени |         |       |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|-------|
|                                      | час                                  | месяц   | год   |
| Средние широты на<br>уровне моря     | 0,04                                 | 2,3     | 28    |
| Горы на высоте<br>1,5-2 км           | 0,06-0,08                            | 3,5-4,6 | 43-56 |
| Реактивный самолет<br>(высота 10 км) | 0,4                                  |         |       |

# Схема расположения радиационных поясов Земли





В ближайшее время  
магнитное поле  
Земли может  
ослабнуть, лишив  
находящиеся на  
орбите  
искусственные  
спутники защиты от  
солнечной  
радиации. К такому  
выводу пришли  
немецкие геофизики,  
проанализировав  
данные об  
изменениях земного  
ядра за девять лет!!!

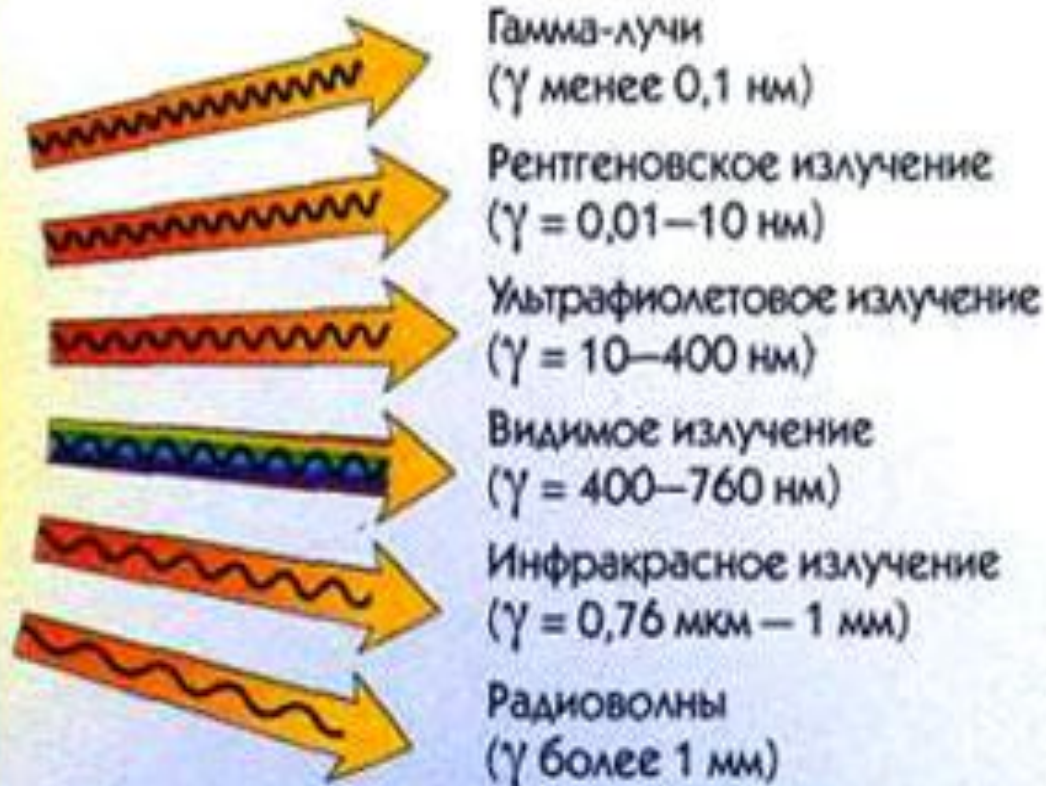


# Влияние Солнца на радиационный фон Земли

# Состав солнечного излучения



Солнечная  
радиация



Состав солнечного излучения

# Солнечная радиация

```
graph TD; A[Солнечная радиация] --> B[Прямая]; A --> C[Рассеянная]; B --> D[Доходит до Земли]; C --> E[Задерживается атмосферой 15-20%];
```

Прямая

Рассеянная

Доходит до Земли

Задерживается  
атмосферой 15-20%

**Земная радиация** исходит от радионуклидов  
с большим периодом полураспада

| Название семейства | Родо-начальник | Период полураспада | Конечные продукты |        |
|--------------------|----------------|--------------------|-------------------|--------|
| Семейство урана    | Уран-238       | 4,5 млрд. лет      | свинец            | радон  |
| Семейство тория    | Торий-232      | 10 млрд. лет       | свинец            | торон  |
| Семейство актиния  | Уран-235       | 700 лет            | свинец            | актион |

# Технологическое повышение радиационного фона за счет :

- 1) Угля, сжигаемого как на тепловых электростанциях, так и для обычных бытовых нужд.
- 2) Промышленное использования продуктов переработки фосфоритов
- 3) Использования большого количества потребительских товаров, содержащих естественные радионуклиды.

# Основные искусственные источники радиации:

**1) излучение в медицине;**

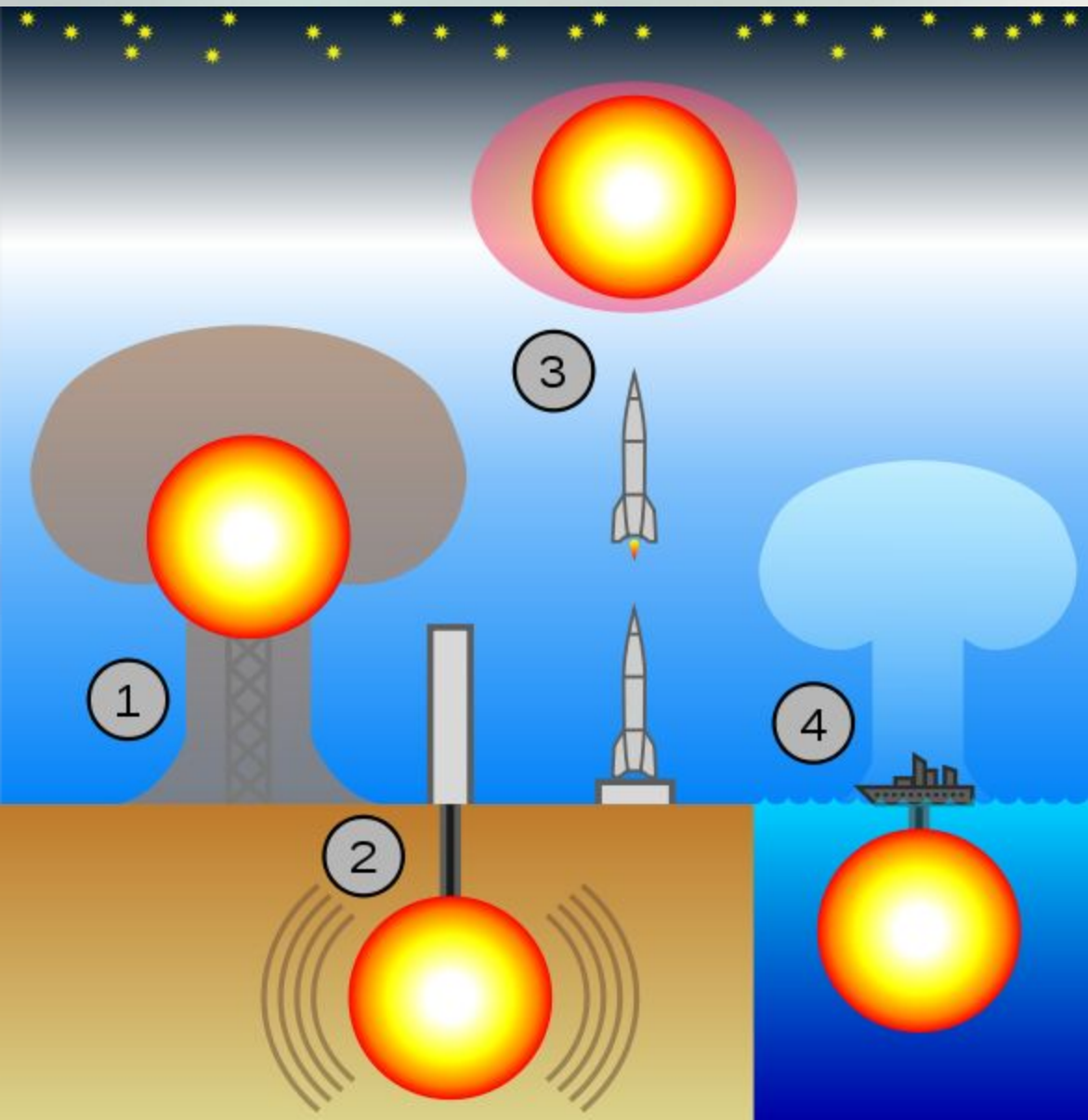
**2) ядерные взрывы;**

**3) атомная энергия.**

# 3 направления применения радиации в медицине

1. Использование излучения в диагностических целях.
2. Введение радиоактивных изотопов в организм человека
3. Использование ионизирующего излучения для борьбы со злокачественными болезнями.

# Виды ядерных испытаний



1. надземные,
2. подземные,
3. в верхних  
слоях  
атмосферы
4. подводные.

# История ядерных испытаний

16 мая 1945 - первое ядерное испытание было проведено Соединёнными Штатами в штате Нью-Мексико

29 августа 1949 – первое ядерное испытание в СССР

30 октября 1961 – самое крупное ядерное испытание «Царь-бомба» - 100 мегатонн в тротиловом эквиваленте

1963 - все ядерные и многие безъядерные государства подписали договор об ограничении ядерных испытаний, по которому обязались воздерживаться от ядерных взрывов в атмосфере, под водой и в космическом пространстве, разрешались подземные испытания.

# История ядерных испытаний

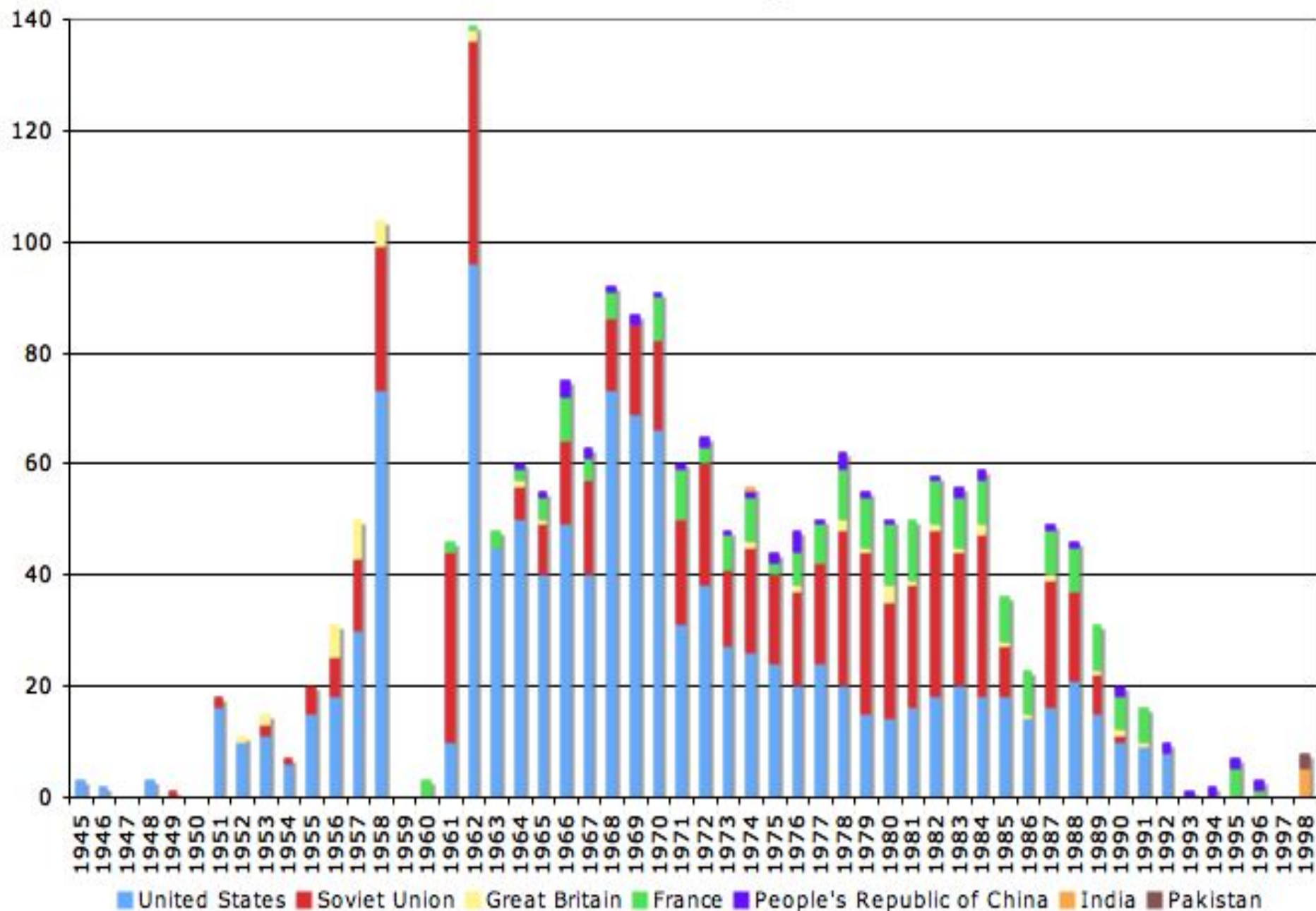
НО:

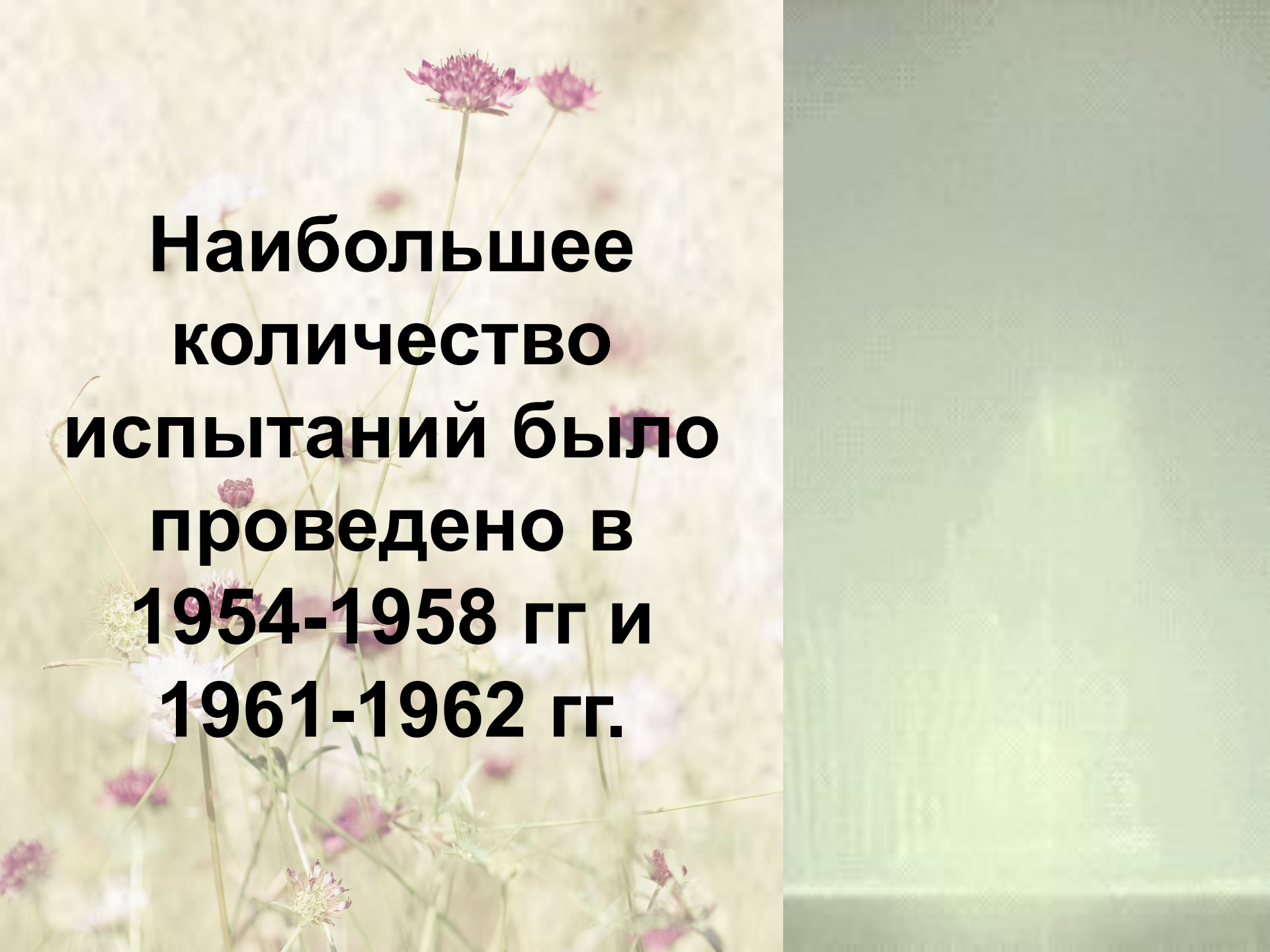
9 октября 2006 года о проведении ядерного испытания заявила КНДР.

25 мая 2009 года КНДР совершила второе ядерное испытание.

1996 – договор о полном запрещении ядерных испытаний

# Worldwide nuclear testing, 1945-1998

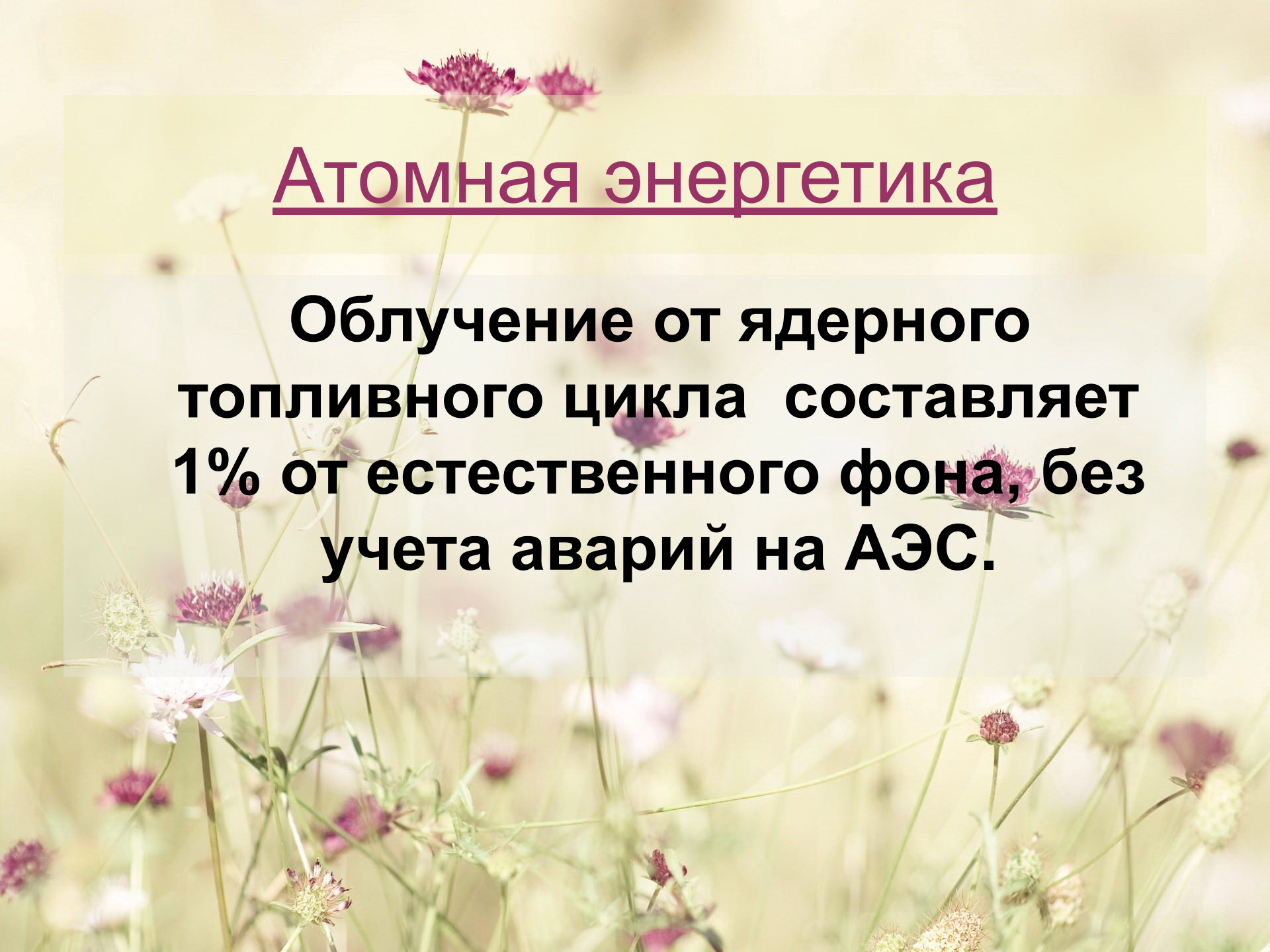


The background of the slide is a soft-focus photograph of a field. In the foreground and midground, there are several tall, thin stems with clusters of small, vibrant purple flowers. Interspersed among these are some lighter, possibly white or pale pink, flowers. The background is a hazy, light greenish-yellow, suggesting a distant horizon or a misty day. The overall tone is peaceful and natural.

**Наибольшее  
количество  
испытаний было  
проведено в  
1954-1958 гг и  
1961-1962 гг.**

# Закономерности глобального переноса радиоактивности

Радиоактивные вещества, если они заброшены в верхние слои атмосферы, многократно огибают Землю, постепенно концентрируясь между 30-тым и 50-тым градусами широты в Северном и Южном полушариях, независимо от географических координат взрыва, причем в Северном в 3-4 раза больше. Постепенно опускаясь вниз, они выпадают на земную поверхность большей частью с проливными дождями.

The background of the slide is a soft-focus photograph of a field of flowers. In the foreground, several purple thistle-like flowers are in focus, with their spiky heads clearly visible. Behind them, a larger field of similar flowers stretches towards the horizon, some in bloom and some as buds. The overall color palette is warm, with yellows and greens from the grass and foliage, and the purples of the flowers. The lighting is bright and even, suggesting a sunny day.

# Атомная энергетика

**Облучение от ядерного  
топливного цикла составляет  
1% от естественного фона, без  
учета аварий на АЭС.**

# Биологическое действие радиации осознали:

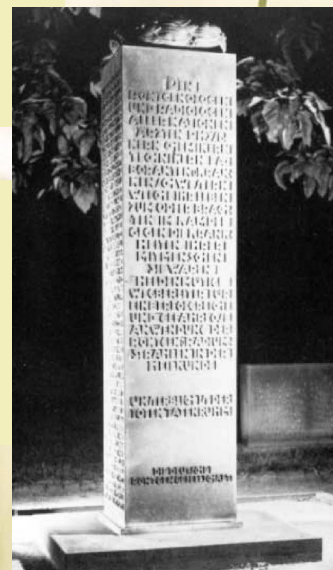
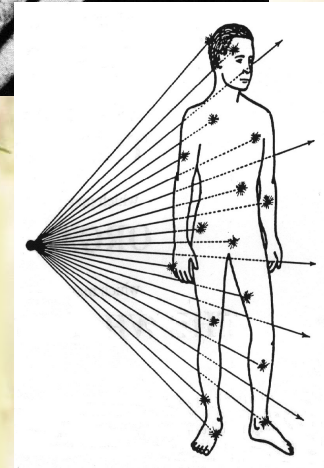
**1901** - Первый описанный случай радиационного ожога кожи

**1906** - Первый летальный исход (США)

**1911** - Первый описанный случай радиационно-индуцированной лейкемии

**1946** – Первое описание «клинического синдрома обусловленного атомной бомбардировкой»

**1936** - Обелиск в Гамбурге: имена 115 исследователей, погибших в результате действия радиации



# СТАДИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ

- 1. Физико-химические повреждения** (т.е. в организме идет перераспределение энергии)  
Продолжительность  $10^{-12}$ – $10^{-8}$  с.
- 2. Химические повреждения**, т.е. образование свободных радикалов, возбуждённых молекул.  
Продолжительность от  $10^{-7}$  с. до нескольких часов.
- 3. Биомолекулярные повреждения**, т.е. повреждение белков, нуклеиновых кислот и т.д.  
Продолжительность от микросекунд до нескольких часов.
- 4. Ранние биологические эффекты** – гибель клеток, органов, всего организма. Длится стадия от нескольких часов до нескольких недель.
- 5. Отдалённые биологические эффекты** (возникновение опухолей, генетических нарушений, сокращение продолжительности жизни и т. д.). Длится годы, десятилетия.



**Виды облучения тканей**  
**организма ИИ**



Внутреннее облучение

Внешнее облучение

# Пути попадания радионуклидов в организм

- **а)** с пищей и водой, т.е. через желудочно-кишечный тракт.
- **б)** через дыхательные пути с воздухом – ингаляционный.
- **в)** чрез повреждения на коже (кожно-резорбтивный).

# По характеру размещения в теле человека радионуклиды делятся на 4 группы:

**1**

в скелете:

$^{90}\text{Sr}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$

**2**

в печени:

$^{210}\text{Po}$ -полоний-210,  
 $^{144}\text{Ce}$ -церий-144

**3**

в щитовидной железе:

$^{131}\text{I}$ -йод-131

**4**

равномерно  
во всех  
органах и тканях:

$^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$

# Чувствительность клеток и органов к ИИ

|   |                             |    |                     |
|---|-----------------------------|----|---------------------|
| 1 | НЕРВНАЯ ТКАНЬ               | 7  | ЛЕГКИЕ              |
| 2 | ХРЯЩЕВАЯ И КОСТНАЯ<br>ТКАНЬ | 8  | КОЖА                |
| 3 | МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ              | 9  | СЛИЗИСТЫЕ           |
| 4 | СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ<br>ТКАНЬ     | 10 | ПОЛОВЫЕ<br>ЖЕЛЕЗЫ   |
| 5 | ЩИТОВИДНАЯ<br>ЖЕЛЕЗА        | 11 | ЛИМФОИДНАЯ<br>ТКАНЬ |
| 6 | ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ<br>ЖЕЛЕЗЫ   | 11 | КОСТНЫЙ МОЗГ        |

A soft-focus photograph of a field of flowers, likely cornflowers, in shades of purple and white. The flowers are on thin green stems, and the background is a warm, yellowish-gold bokeh. The text 'Спасибо за внимание!!!' is centered in a bold, dark green font.

**Спасибо за внимание!!!**