

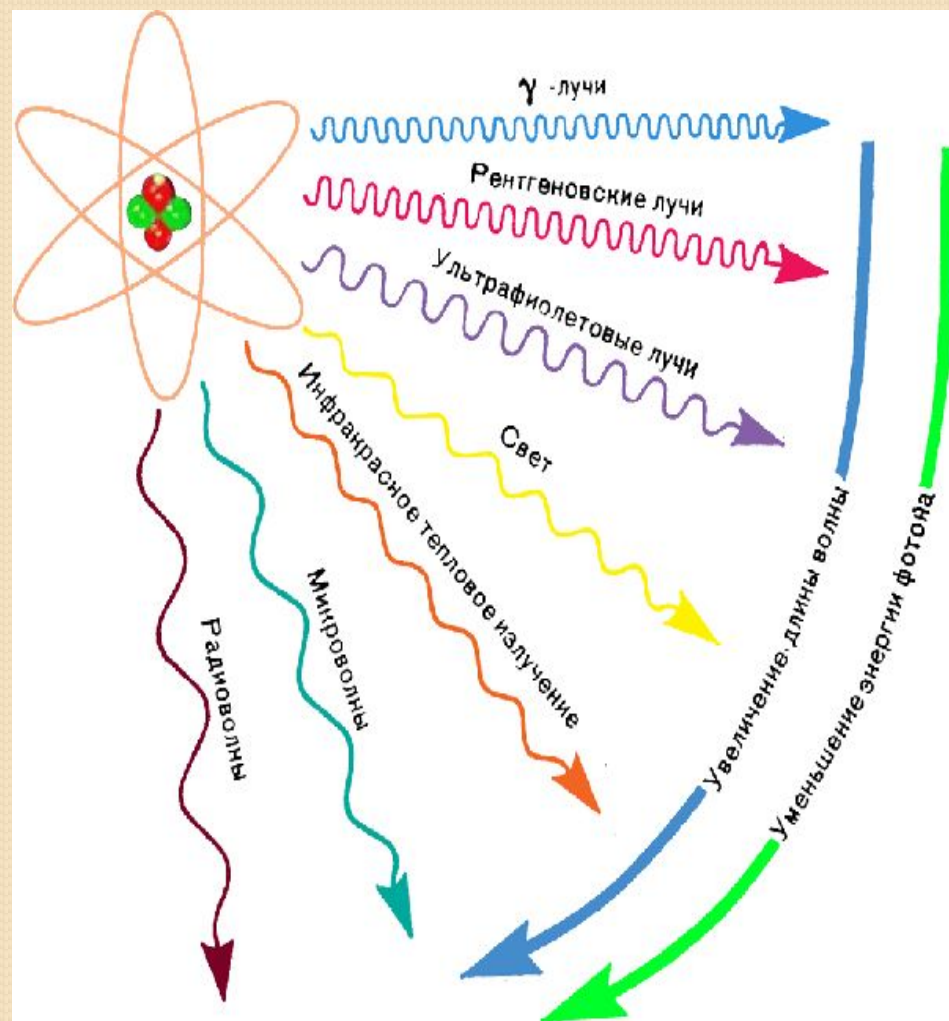
# ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

# Ионизирующее излучение

Ионизирующими называют излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию электрических зарядов различных знаков.

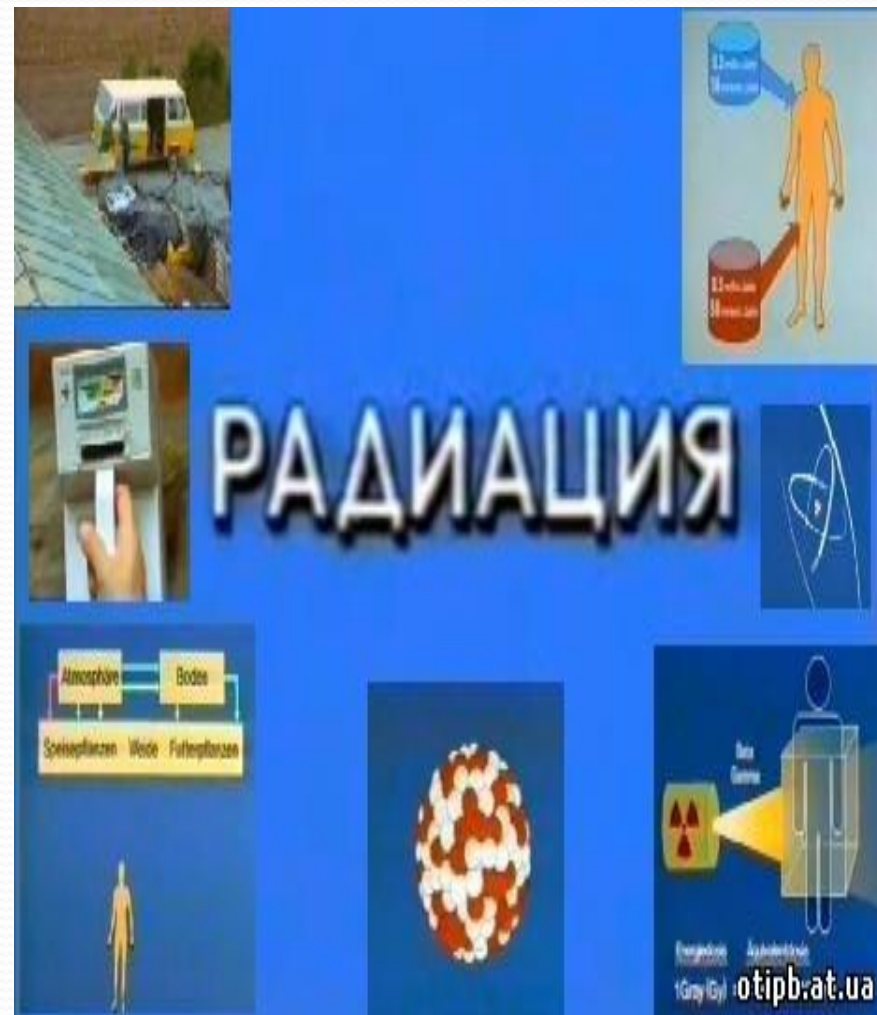
Существуют два вида ионизирующих излучений:

- корпускулярное (альфа- и бета-излучение и нейтронное излучение);
- электромагнитное (гамма-излучение и рентгеновское излучение).



# Источники ионизирующего излучения

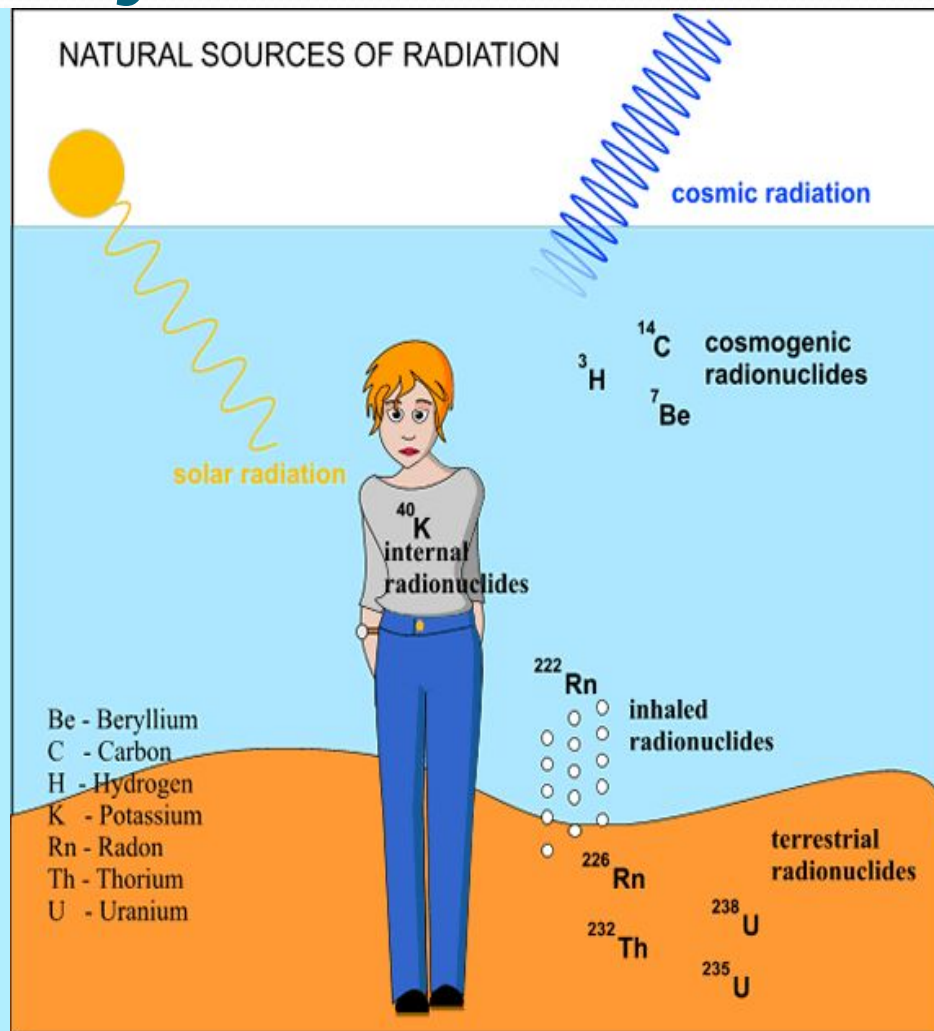
- **Источник излучения это вещество или устройство испускающее либо обладающее свойством испускать ионизирующее излучение.**
- **Источники излучения подразделяются на *естественные* и *искусственные*.**



# Естественные источники ионизирующего излучения

Жизнь на Земле возникла и развивается в условиях постоянного облучения от:

- космического излучения;
- Излучения от рассеянных в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов.



# КОСМИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

---

- Космическое излучение складывается из захваченных магнитным полем Земли частиц, галактического космического излучения и корпускулярного излучения Солнца.
- В состав космического излучения входят в основном электроны, протоны и альфа-частицы. Это так называемое первичное космическое излучение, которое взаимодействуя с атмосферой Земли, порождает вторичное излучение.

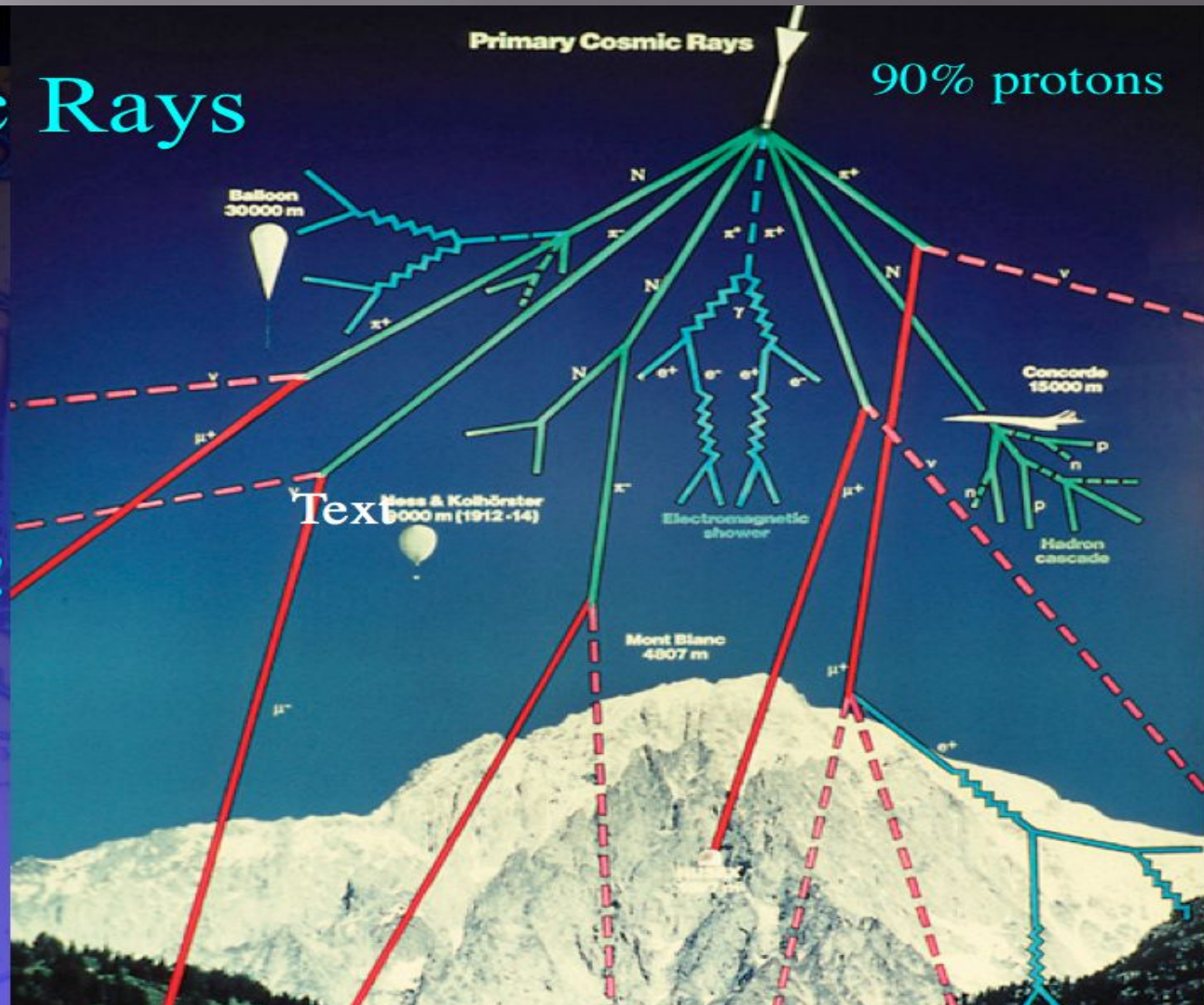
# Поток космических частиц к планете Земля

## Cosmic Rays

**p-p collisions!**

Discovered 1912  
by Victor Hess

Mostly muons  
at sea level



# Солнечная радиация

## 7 ПРИРОДА ЗЕМЛИ И ЧЕЛОВЕК СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И РАДИАЦИОННЫЙ БАЛАНС



## Особенности солнечной радиации

- *Солнечные вспышки представляют большую радиационную опасность во время космических полетов. Космические лучи, идущие от Солнца, в основном состоят из протонов широкого энергетического спектра (энергия протонов до 100 МэВ).*
- *Заряженные частицы от Солнца способны достигать Земли через 15-20 мин после того, как вспышка на его поверхности становится видимой.*
- *Длительность вспышки может достигать нескольких часов.*



# Особенности космического излучения

- \* Космическому внешнему облучению подвергается вся поверхность Земли. Однако облучение это неравномерно. Интенсивность космического излучения зависит от солнечной активности, географического положения объекта и возрастает с высотой над уровнем моря.
- \* Наиболее интенсивно оно на Северном и Южном полюсах, менее интенсивно в экваториальных областях. Причина этого - магнитное поле Земли, отклоняющее заряженные частицы космического излучения.

# Облучение от космического излучения

- Величина дозы радиоактивного облучения человека, зависит от географического местоположения, образа жизни и характера труда. Например на высоте 8 км мощность эффективной дозы составляет 2 мкЗв/час, что приводит к дополнительному облучению при авиаперевозках.
- При трансконтинентальном перелете на обычном турбовинтовом самолете, летящем со скоростью ниже скорости звука ( $T_{\text{полета}} \approx 7.5$  часа), индивидуальная доза, получаемая пассажиром (50 мкЗв)

# КОСМОГЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ

- В результате ядерных реакций, идущих в атмосфере (а частично и в литосфере) под влиянием космических лучей, образуются радиоактивные ядра - космогенные радионуклиды.

Например



- В создание дозы наибольший вклад вносят

которые поступают в организм человека вместе с пищей. Взрослый человек потребляет с пищей 95 кг углерода в год при средней активности на единицу массы углерода 230 Бк/кг. **Суммарный вклад космогенных радионуклидов в индивидуальную дозу**

# Характеристика космогенных радионуклидов

- Тритий – выпадает на Землю с осадками в виде третируемой воды. Концентрация в тканях живых организмов  $\approx 0.45$  Бк/кг.
- Углерод-14 – через фотосинтез вместе с обычным углекислым газом вовлекается в биологический круговорот. Концентрация в тканях растений и животных  $\approx 27$  Бк/кг.
- Бериллий-7 – поступает с дождевой водой в растения. Накапливается в организме  $\approx 50$  Бк/год.

*Среднее годовое поступление космогенных радионуклидов в организм человека.*

<i>Радионуклид</i>	<i>Поступление, Бк/год</i>	<i>Годовая эффективная доза, мкЗв</i>
${}^3\text{H}$	250	0.004
${}^7\text{Be}$	50	0.002
${}^{14}\text{C}$	20000	12
${}^{22}\text{Na}$	50	0.15

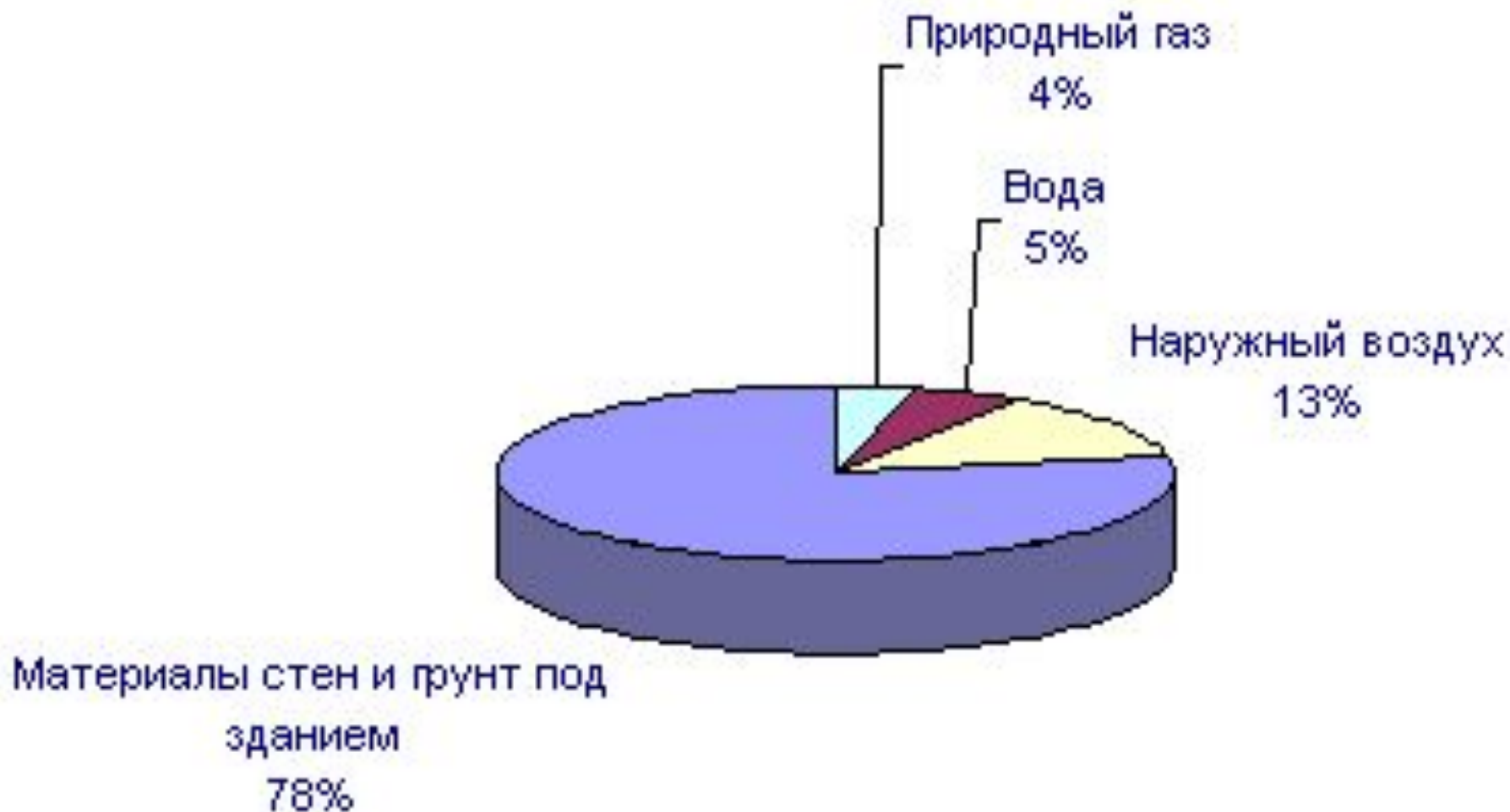
# Радионуклиды земного происхождения

- **В настоящее время на Земле сохранилось 23 долгоживущих радиоактивных элемента с периодами полураспада от  $10^7$  лет и выше.**
- Уран-238  $4.5 \cdot 10^9$   $\alpha$ -распад
- Торий-232  $1.4 \cdot 10^{10}$   $\alpha$ -распад,  $\gamma$ -распад
- Калий-40  $1.3 \cdot 10^9$   $\beta$ -распад,  $\gamma$ -распад
- Ванадий-50, рубиний-87, индий-115 и др.
- **Средняя эффективная эквивалентная доза внешнего облучения, которую человек получает за год от земных источников, составляет около 0.35 мЗв**

# Радиоактивный газ Радон

- При распаде  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  образуются изотопы газа радона с атомной массой 222 и 220, которые через поры и трещины земной поверхности непрерывно выходят в атмосферу и, распадаясь, порождают новые, переходящие в друг друга радионуклиды.
- Земля на которой стоят дома, и сам строительный материал - являются источниками радона. Его концентрация в наружном воздухе различается для разных точек земного шара от 1-2 Бк/м<sup>3</sup> до 10000 Бк/м<sup>3</sup> и более.
- **Основную часть дозы облучения от радона человек получает находясь в закрытом непроветриваемом помещении.** В зонах с умеренным климатом концентрации радона в закрытых помещениях в среднем примерно в 8 раз. выше, чем в наружном воздухе.

# Содержание радона в среде

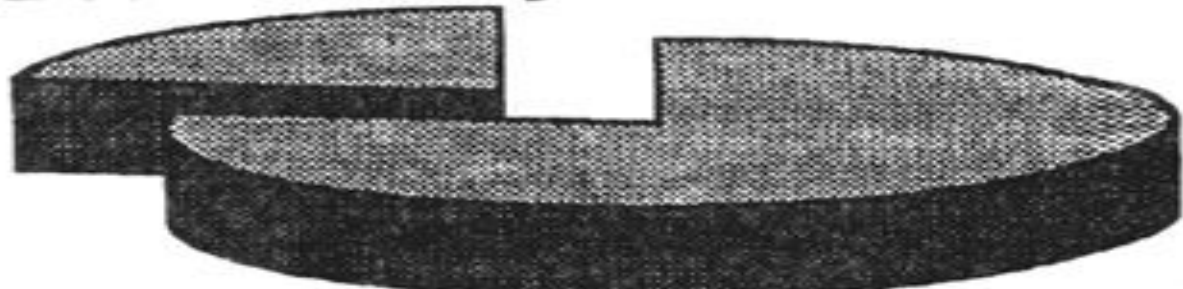




# Искусственные источники излучения

<b>Искусственные источники:</b>	
Медицина	20,7%
Выбросы от ядерного оружия	0,4%
Телевидение, авиация	0,4%
Промышленное производство	0,4%
Выбросы АЭС	0,1%

22%



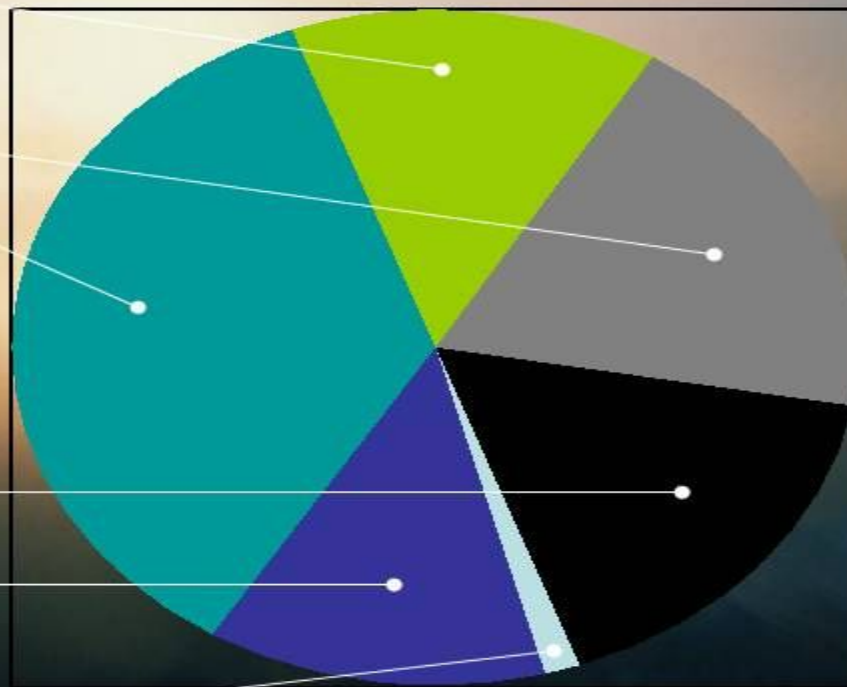
78%

**Естественные  
источники**

# Доза излучения, получаемая человеком от естественного и искусственного облучения

Дозы ионизирующего излучения получаемые человеком из различных ИСТОЧНИКОВ.

- Космическое излучение(14%)
- Радиоактивность почвы и строительных материалов(19%)
- Радиоактивные газы(37%)
- Внутреннее облучение радиоактивными веществами попадающими с пищей(17%)
- Медицинские процедуры(11,5%)
- Другие источники(транспорт, сжигание угля, ядерная промышленность)(1,5%)



# Характеристики основных радиоактивных

**элементов** (Характеристика элемента, меры предосторожности, период полураспада)

**Радон-222** Газ, испускающий альфа-частицы. Постоянно образуется в горных породах. Опасен при накоплении в шахтах, подвалах, на 1 этаже. Необходима вентиляция (проветривание). 3,8 суток

**Ксенон-133** Газообразные изотопы. Постоянно образуются и распадаются в процессе работы атомного реактора. В качестве защиты используют изоляцию. 5 суток

**Йод-131** Испускает бета-частицы и гамма-излучение. Образуется при работе атомного реактора. Вместе с зеленью усваивается жвачными животными и переходит в молоко. Накапливается в щитовидной железе человека. В качестве защиты от внутреннего облучения применяют "йодную диету", т.е. вводят в рацион человека стабильный йод. 8 суток

**Криптон-85** Тяжёлый газ, испускающий бета-частицы и гамма-излучение. Входит в состав отработанного топливного элемента реактора. Выделяется при их хранении. Защита - изолированное помещение. 10 лет

**Стронций-90** Металл, испускающий бета-частицы. Основной продукт деления в радиоактивных отходах. Накапливается в костных тканях человека. 29 лет

**Цезий-137** Металл, испускающий бета-частицы и гамма-излучение. Накапливается в клетках мышечной ткани. 30 лет

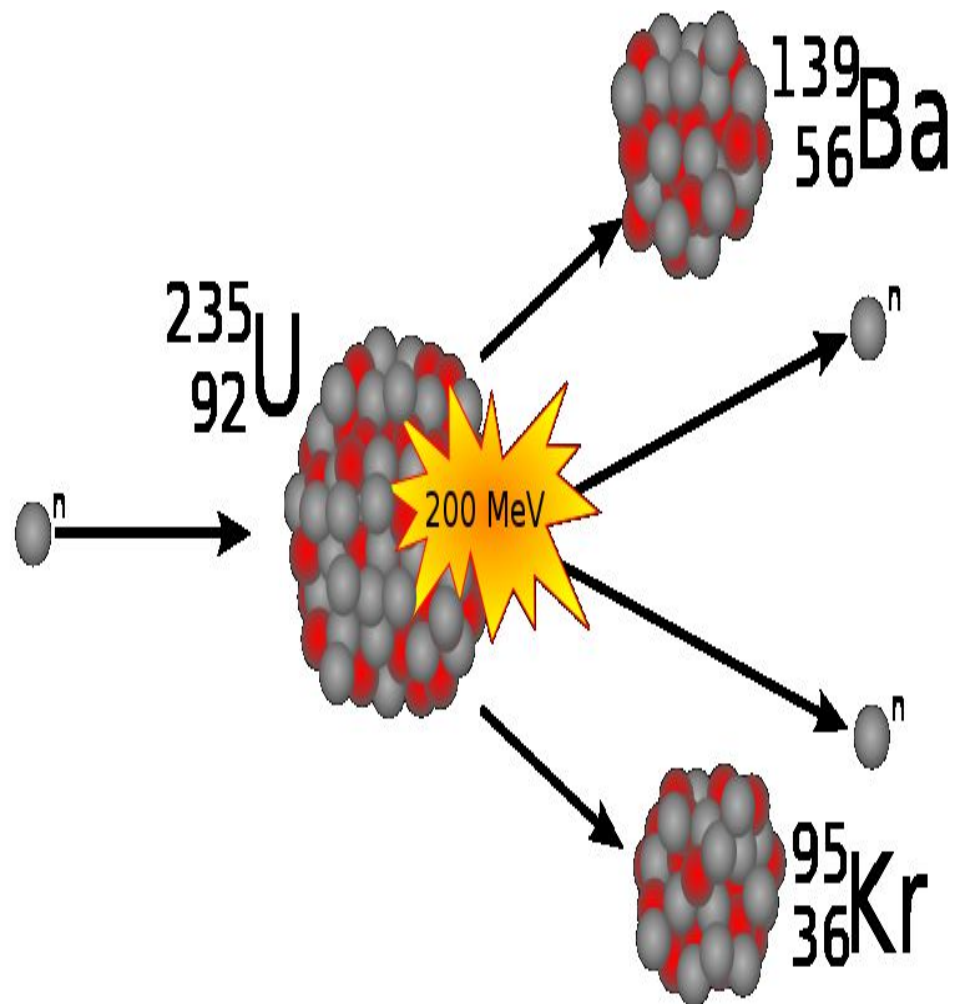
**Радий-226** Металл, испускающий гамма-излучение, альфа и бета-частицы. Защита - укрытия и убежища. 1600 лет

**Углерод-14** Естественный природный изотоп углерода. Используется при определении возраста археологического материала. 5500 лет

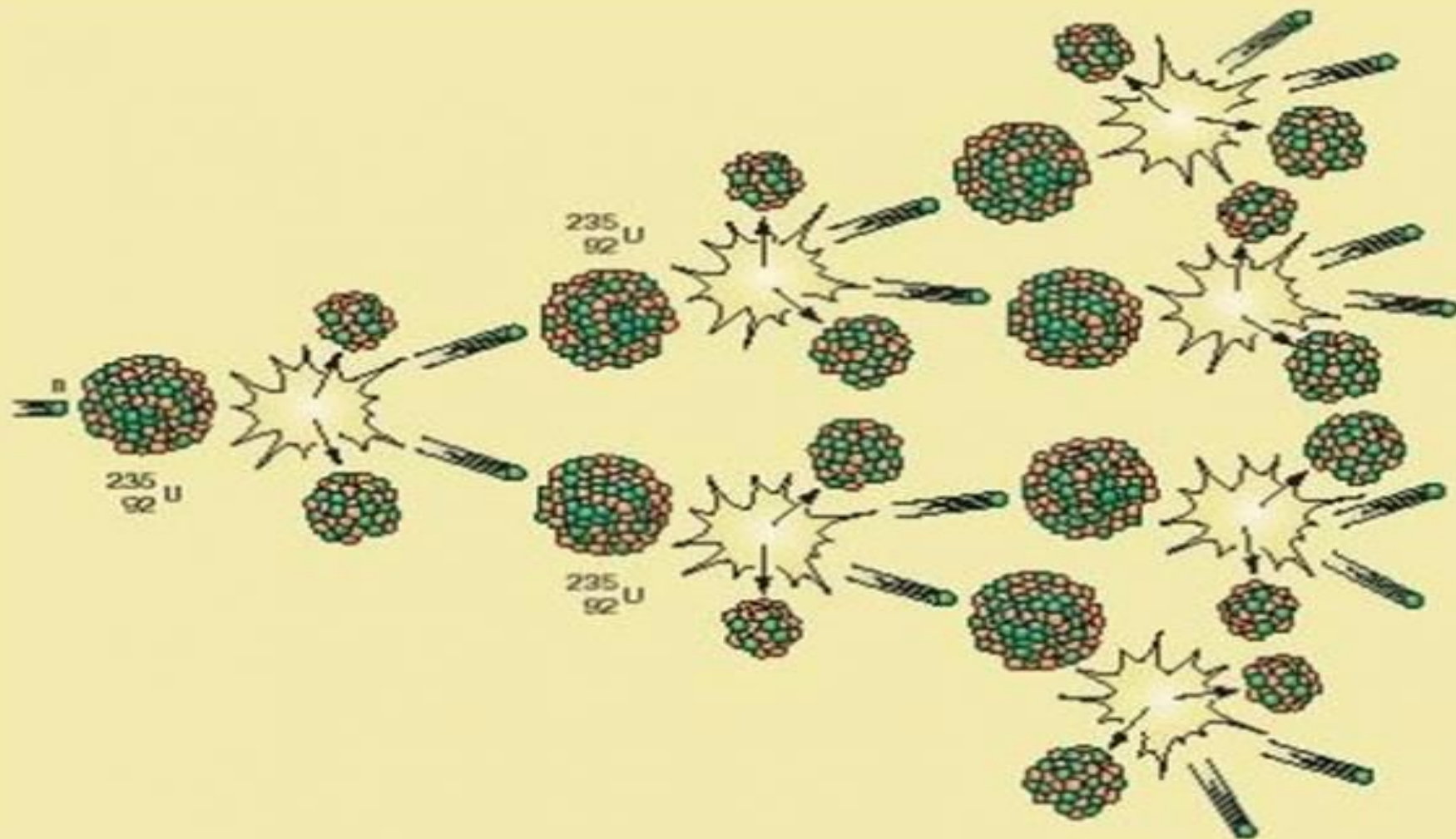
**Плутоний-239** Содержится в радиоактивных отходах. Защита - качественное

# Ядерные реакции

- Это взаимодействие элементарных частиц с ядрами атомов, сопровождающееся выделением энергии и образованием ядер новых химических элементов.
- Протекает ядерная реакция при массе расщепляющего вещества равной критической или больше ( ${}^{235}_{92}\text{U} \approx 20\text{кг}$ )



# Цепная ядерная реакция- саморазвивающееся деление атомных ядер





# Схема устройства атомного реактора

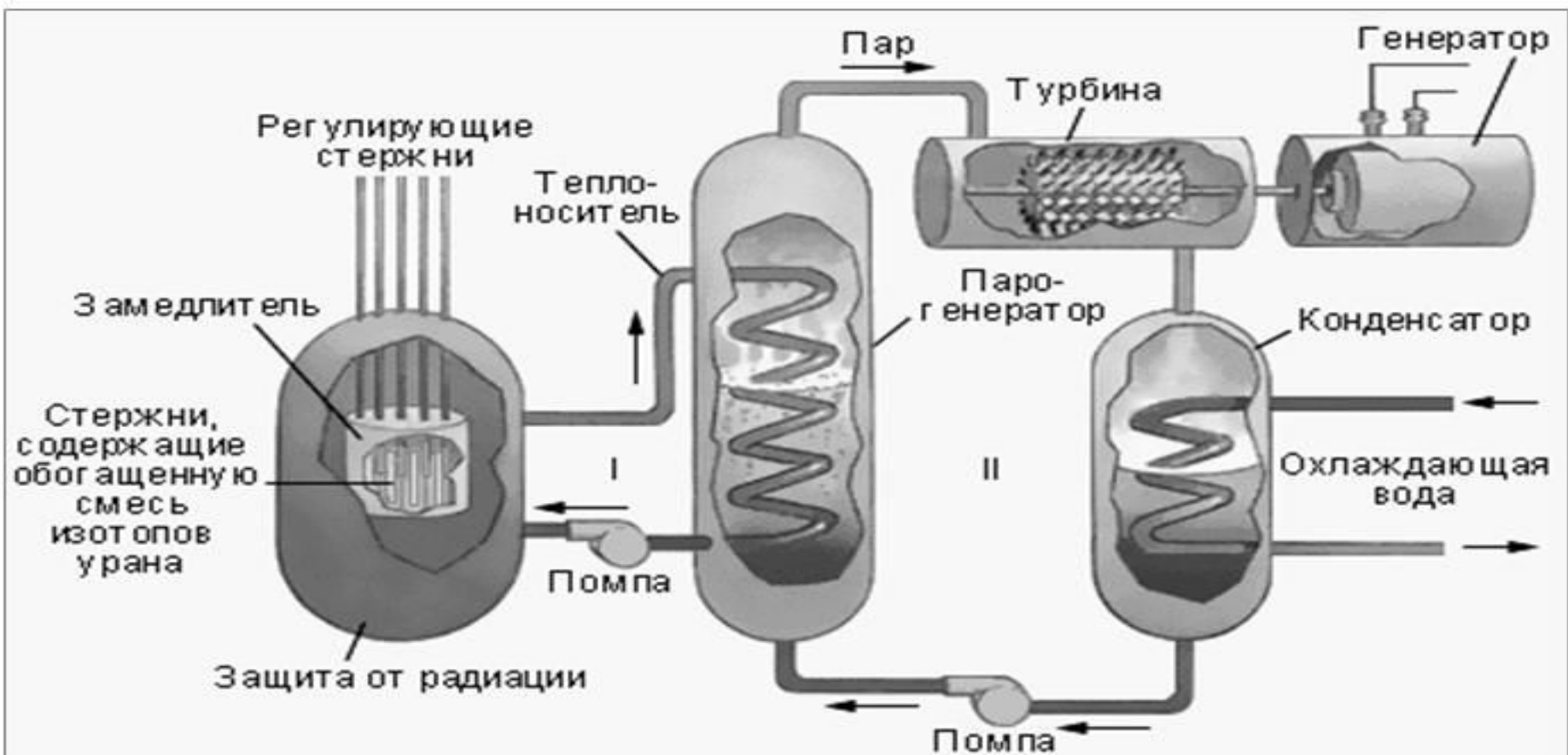


Рис. 8. Схема устройства атомной электростанции

# Катастрофа на ЧАЭС

- *Причины:*
- *Административные*
- *Психологические*
- *Профессиональные*
- *Эксплуатационные*
- *Конструктивные*



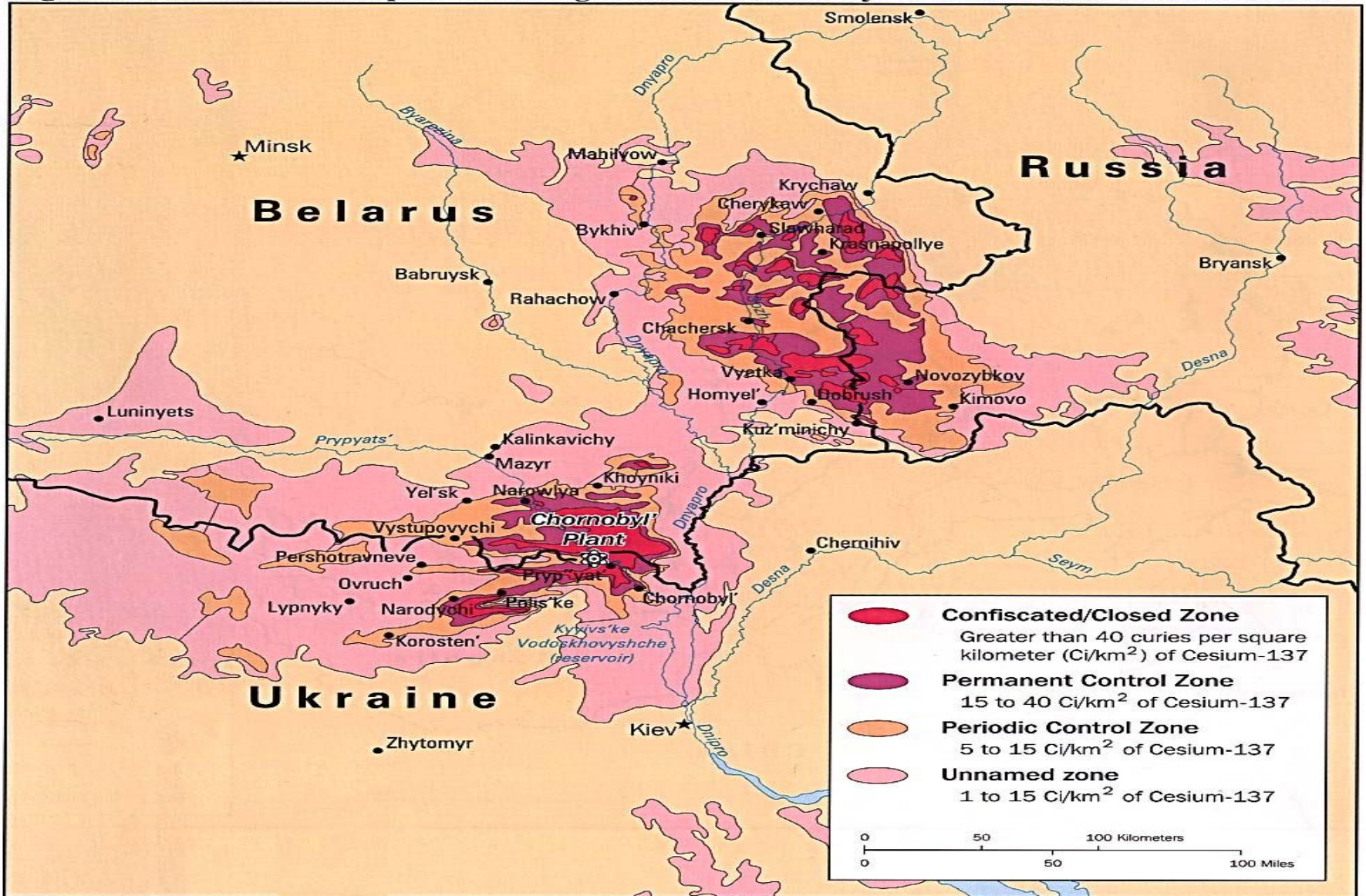


# *Развитие радиационной обстановки*

- *Характер и состав выброса*
- *Высота выброса*
- *Метеорологические условия*
- *Длительность выброса*



**Figure 31. Radiation Hotspots Resulting From the Chornobyl' Nuclear Power Plant Accident**



# **Характер радиоактивного загрязнения территория РБ**

- **Загрязнение радиоактивным йодом.**
- **Наибольшие уровни выпадения йода-131 в Брагинском, Хойникском, Наровлянском районах Гомельской области, где его содержание в почвах составило 37000 кБк/м<sup>2</sup> и более.**
- **Загрязнение цезием-137 (три пятна):**
- **Первое - 30 км. зона -37000 кБк/м<sup>2</sup> (1000 Ки/км<sup>2</sup>).**
- **Второе (Северо-Западный след) - южная и юго-западная часть Гомельской области, центральные части Брестской, Гродненской и Минской областей.**
- **Третье пятно (север Гомельской и центральная часть Могилевской областей).**

## **Загрязнение стронцием-90**

**Загрязнение территории республики стронцием-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) носит более локальный, по сравнению с цезием-137.**

**Наиболее высокая активность стронция-90 в почве в дальней зоне обнаружена на расстоянии 250 км - в Чериковском районе Могилевской области и составила 29 кБк/м<sup>2</sup> (0,78 Ки/км<sup>2</sup>), а также в северной части Гомельской области, в Ветковском районе - 137 кБк/м<sup>2</sup> (3,7 Ки/км<sup>2</sup>).**

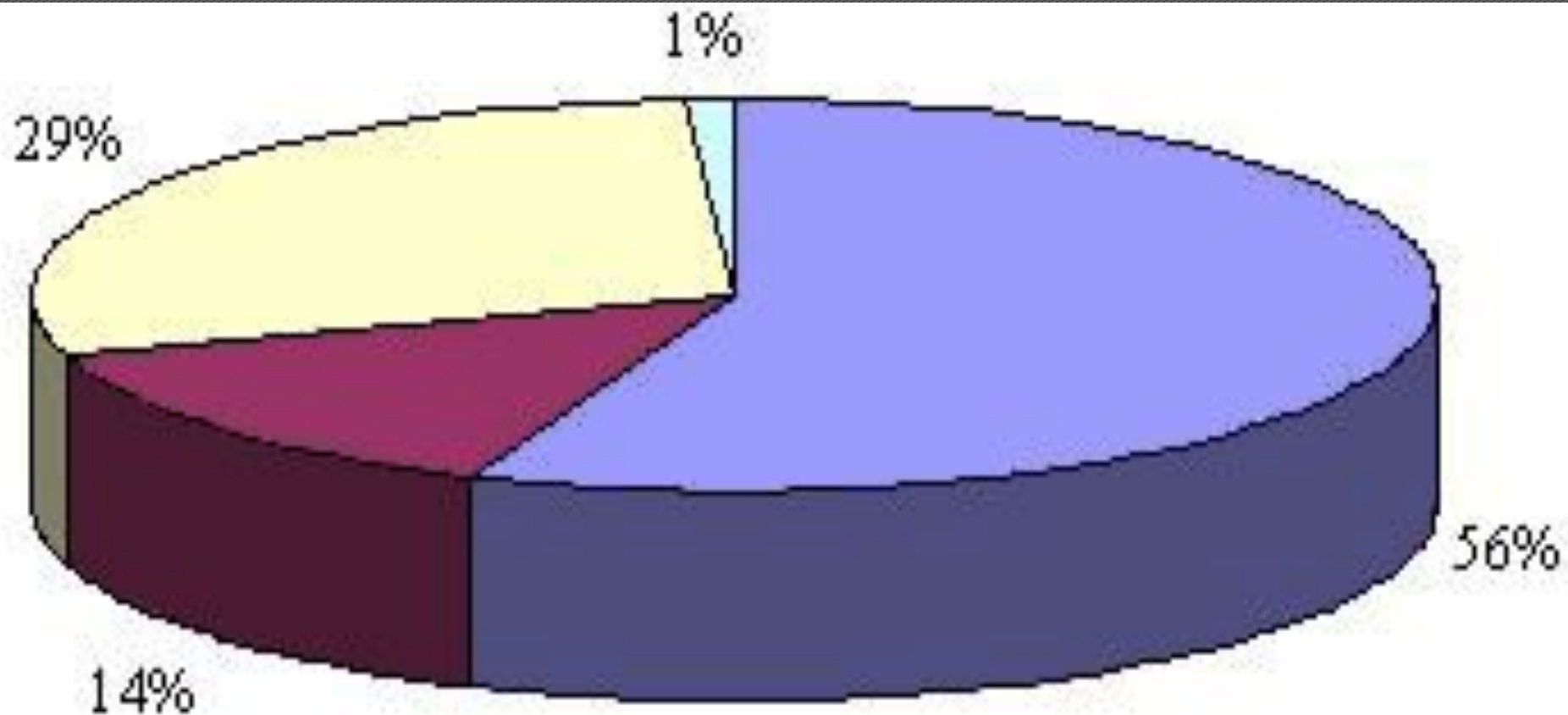
## **Загрязнение трансурановыми элементами**

**Загрязнение почвы изотопами плутония-238, -239, -240 ( $^{238}, ^{239}, ^{240}\text{Pu}$ ) с плотностью более 0,37 кБк/м<sup>2</sup> охватывает около 4,0 тыс. кв. км, или почти 2 % площади республики.**

**Эти территории преимущественно находятся в Гомельской области (Брагинский, Наровлянский, Хойникский, Речицкий, Добрушский и Лоевский районы) и Чериковском районе Могилевской области.**

**В результате бета-распада  $^{241}\text{Pu}$  на радиоактивно загрязненных территориях происходит образование америция-241 ( $^{241}\text{Am}$ ) в количествах, сравнимых с количеством основных источников.  $^{241}\text{Am}$  по радиотоксичности близок к изотопам плутония. В настоящее время вклад  $^{241}\text{Am}$  в общую альфа-активность составляет около 50 %. Рост активности почв, загрязненных трансурановыми изотопами, за счет  $^{241}\text{Am}$  будет продолжаться до 2060 г, тогда его вклад в общую альфа-активность составит 66,8 %. Через 100 лет после аварии на ЧАЭС, в 2086 году, общая  $\alpha$ -активность почвы на загрязненных территориях Республики Беларусь будет в 2,4 раза выше, чем в начальный послеаварийный период. Снижение  $\alpha$ -активности почвы от  $^{241}\text{Am}$  до уровня 3,7 кБк/м<sup>2</sup> ожидается после 2400 года**

# Облучение человека

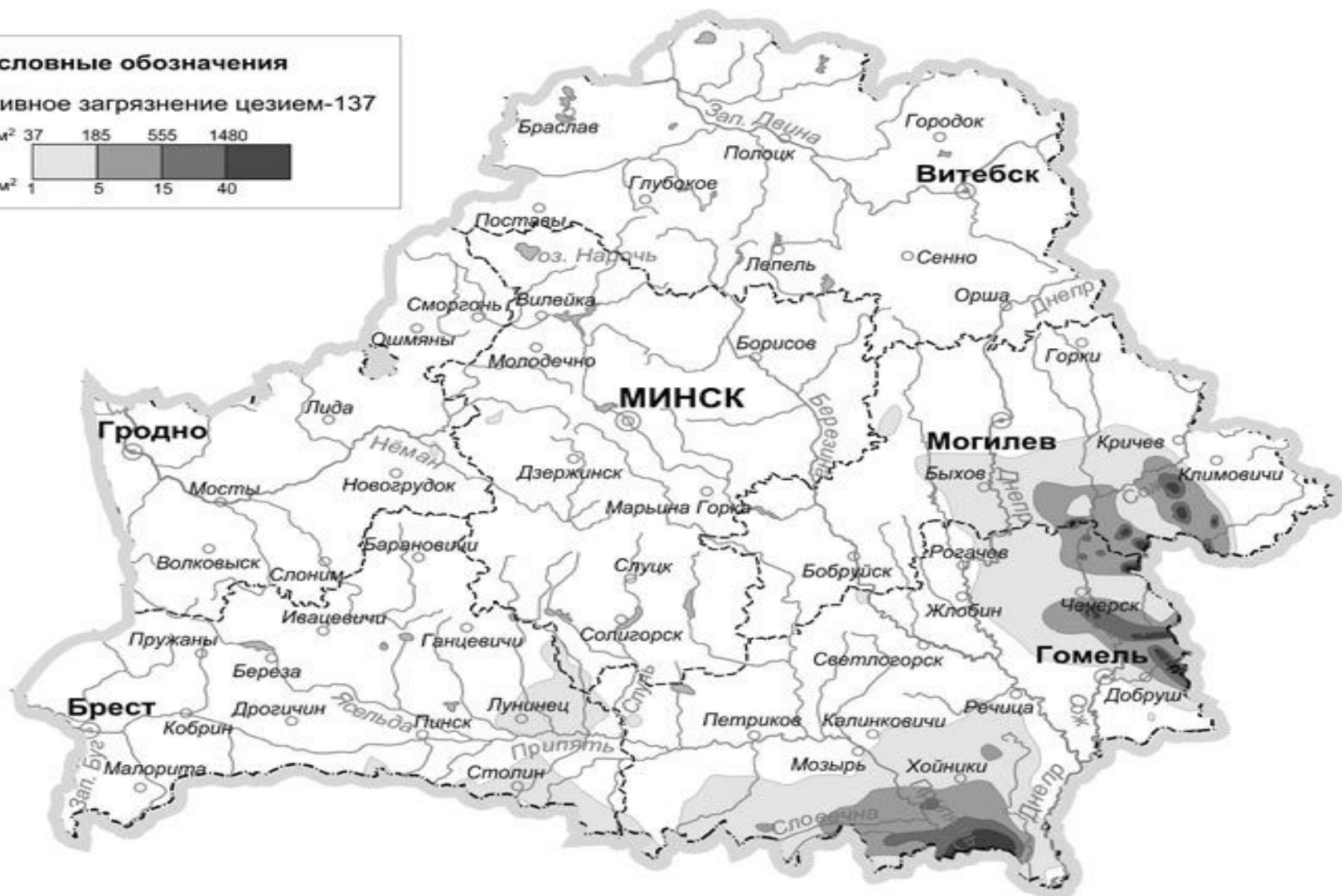


■ Природные ■ Космическое ■ Медицинские ■ Техногенные

# Вклад различных источников излучения в дозу облучения



# Радиоактивное загрязнение территории РБ





- В зависимости от концентрации изотопов  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в различных строительных материалах мощность дозы в домах изменяется от  $4 \cdot 10^{-8}$  до  $12 \cdot 10^{-8}$  Гр/ч. В среднем в кирпичных, каменных и бетонных зданиях мощность дозы в 2-3 раза выше, чем в деревянных





- Использование ископаемых видов топлива.
- Уголь содержит незначительное количество природных радионуклидов
- Использование фосфатов.
- Добыча фосфатов, которые используются главным образом для производства удобрений,
- Использование термальных водоемов.
- При этом происходит значительное поступление радона в окружающую среду.
- Рентгенодиагностика
- В ядерной медицине пациенту вводится препарат, содержащий  $\gamma$ -излучающие радионуклиды.