



Среднее значение эффективной
дозы, получаемое жителем нашей
планеты от природных источников,
составляет


2,4 мЗв/год.
(миллизивертов в год)



ЕСТЕСТВЕННЫЕ И
ИСКУССТВЕННЫЕ
ИСТОЧНИКИ
ИОНИЗИРУЮЩИХ
ИЗЛУЧЕНИЙ И
РАДИОНУКЛИДОВ




Все живые существа на Земле постоянно подвергаются воздействию ионизирующей радиации путем внешнего и внутреннего облучения от естественных и искусственных источников ионизирующих излучений



Естественные источники ионизирующих излучений и радионуклидов

- Космическое излучение.
- Первичные радионуклиды земной коры.



**Природным
радиационным фоном**

**называют ионизирующие
излучения, исходящие от
природных источников.**



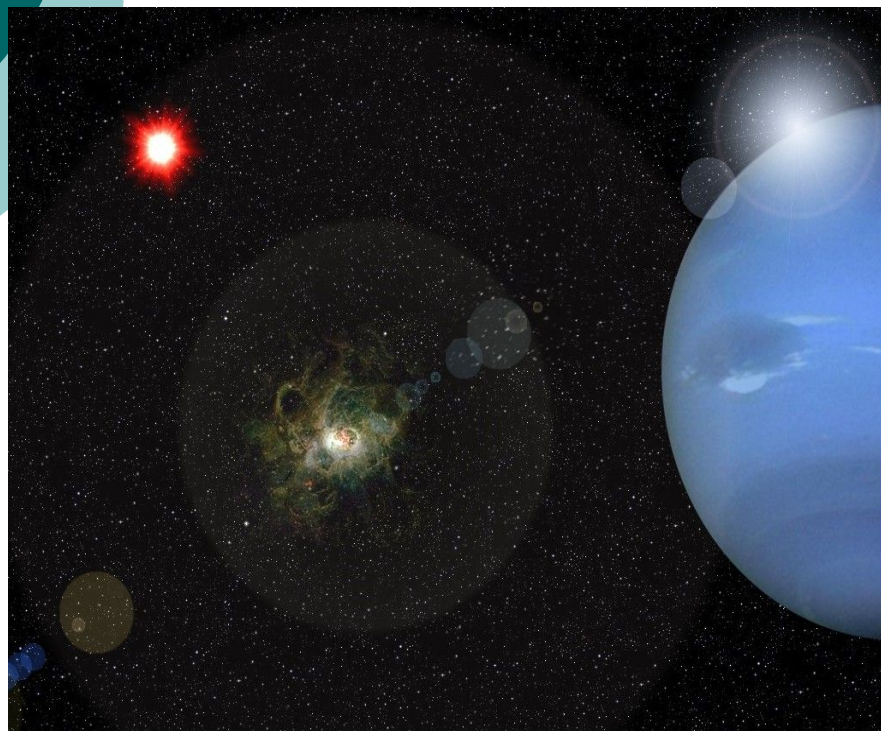
Космогенные источники

Космогенные источники:

- **а)** первичное космическое излучение – заряженные частицы высокой энергии, приходящие из межзвездного пространства и из солнечной галактики, а также коротковолновое электромагнитное излучение;
- **б)** вторичное космическое излучение – ионизирующее излучение, образующееся в земной атмосфере в результате взаимодействия первичного космического излучения с атомами воздуха. Наиболее распространенными продуктами космогенной активации являются: ${}^3\text{H}$, ${}^{7,10}\text{Be}$, ${}^{14}\text{C}$, ${}^{22}\text{Na}$, ${}^{32}\text{Si}$, ${}^{32,33}\text{P}$, ${}^{35}\text{S}$, ${}^{36,39}\text{Cl}$;
- **в)** радиоактивные изотопы, попадающие на поверхность Земли и в ее атмосферу из космического пространства вместе с космической пылью и метеоритными частицами.

Первичное космическое излучение:

○ Галактическое излучение



Протоны высоких энергий
(79%–87%)

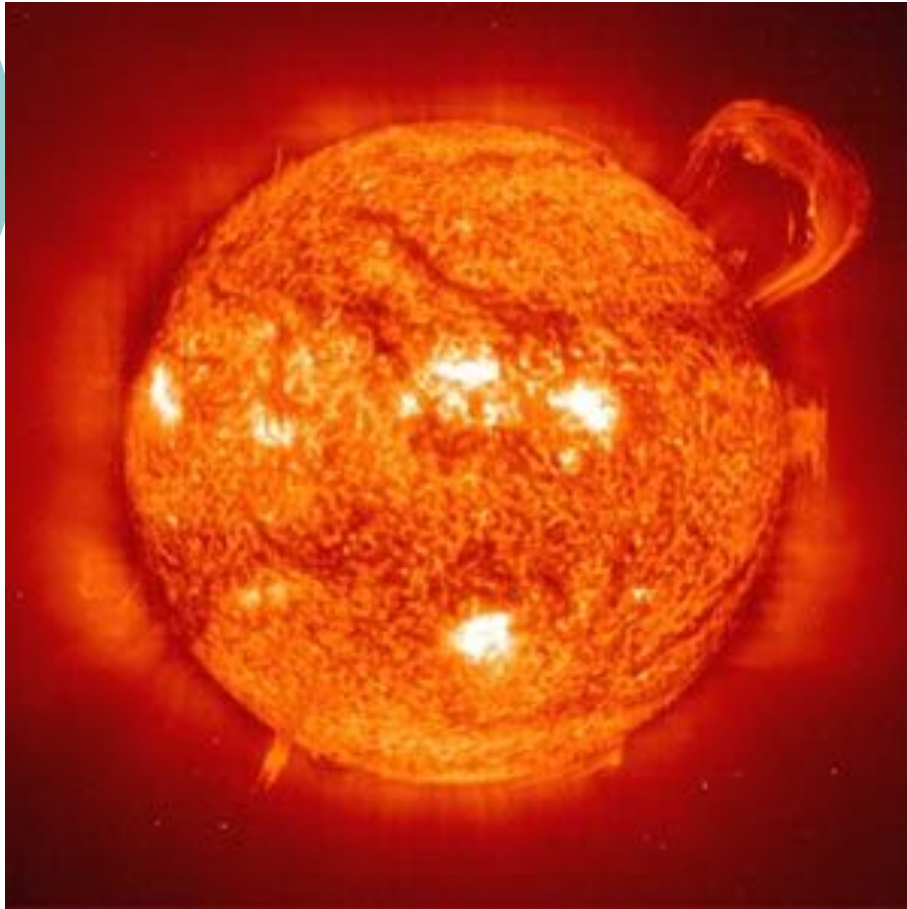
Атомные ядра от водорода и гелия до более тяжелых ядер лития, бериллия и др. (~10%)

Электроны и гамма-лучи
(~1%)

Энергия заряженных частиц:

от 3 – 15 ГэВ (10^9 эВ)
до 10^{17} – 10^{18} эВ.

Солнечное излучение



Электромагнитное
излучение (вплоть до
рентгеновского
диапазона)

Протоны

Электроны

Ядра гелия и других
элементов

■ Метеоритный дождь



Вторичное космическое излучение:

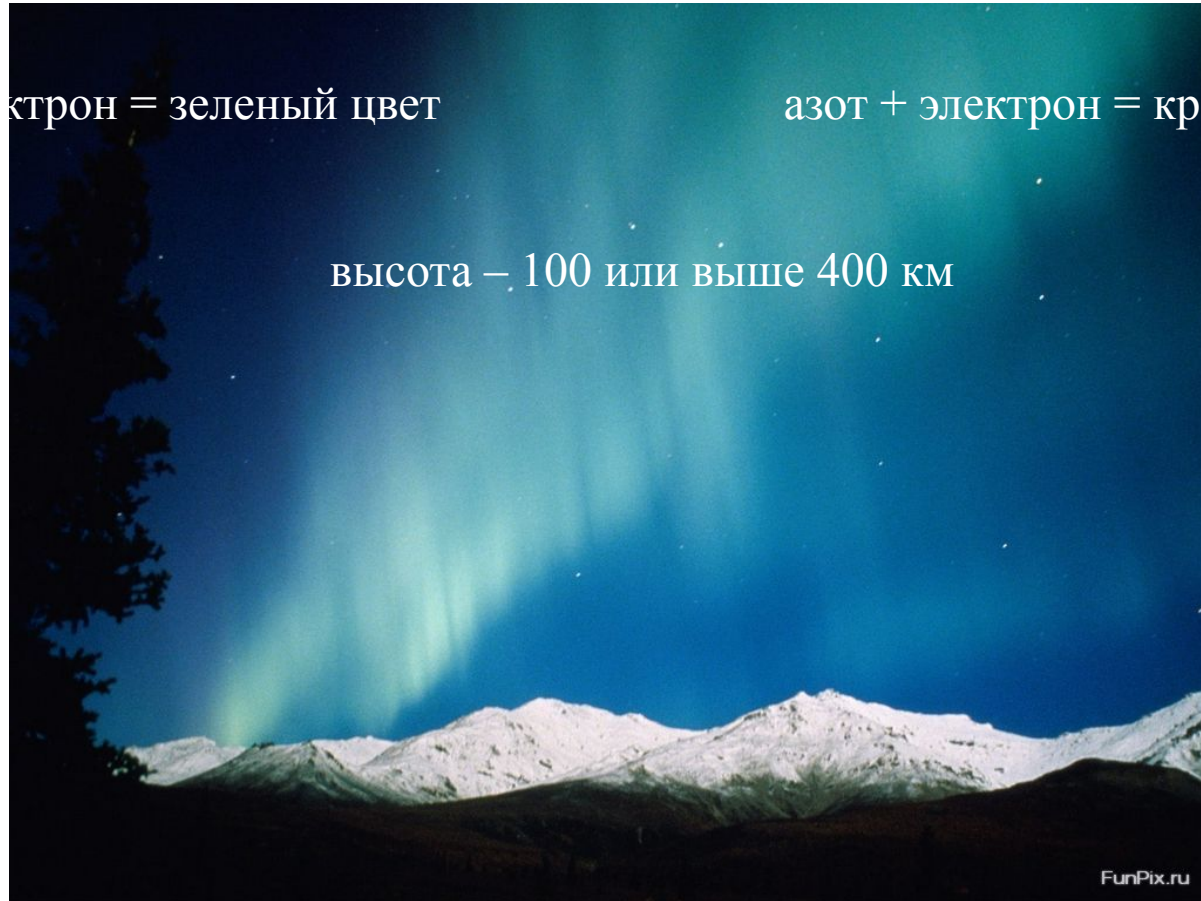
- μ^\pm -мюоны (тяжелый аналог электрона $m=200m_e$) и π^\pm -мезоны (70%),
- электроны и позитроны (26%),
- первичные протоны (0,05%),
- гамма-кванты,
- быстрые и сверхбыстрые нейтроны,
- атомы различных элементов (^3H и ^{14}C).

Полярное сияние

кислород + электрон = зеленый цвет

азот + электрон = красный цвет

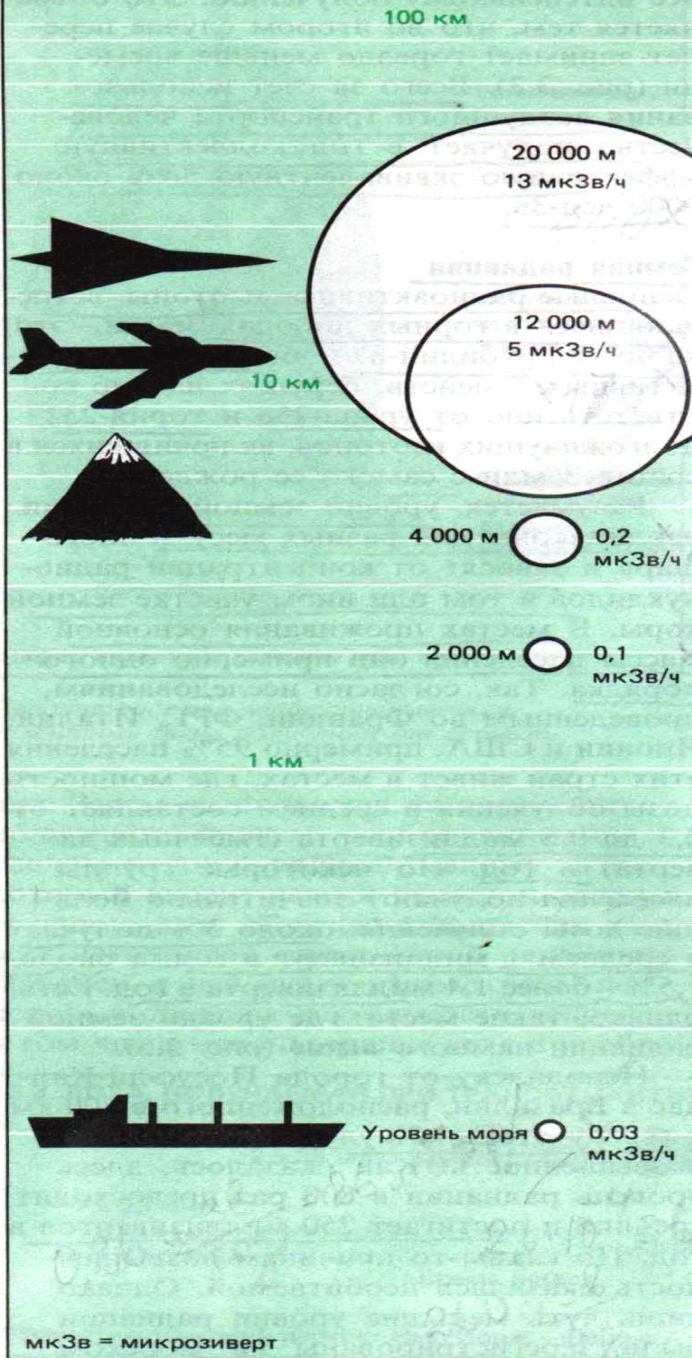
высота – 100 или выше 400 км



Интенсивность космического излучения зависит от следующих факторов:

- величины потока галактического излучения;
- активности солнца;
- географической широты;
- высоты над уровнем моря.

3.4. УРОВНИ КОСМИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ



Зависимость космического фона от высоты над уровнем моря

Высота, км	Мощность дозы, мкЗв/ч	Среднегодовая доза, мЗв
0	0,035	0,3
4	0,2	1,75
8,848 (Эверест)	1,0	8
10	2,9	
20	12,7	

Группы лиц, наиболее подверженные действию космического излучения:

- жители равнин и морских побережий;
- жители высокогорья и чабаны, пасущие скот;
- пассажиры самолета, поднимающегося на высоту 10-12 км (облучение из космоса превышает естественный уровень более чем в 100 раз);
- экипажи воздушных судов;
- космонавты.



Природные радиоактивные вещества

Природные радиоактивные вещества:

- Первая группа: нуклиды радиоактивных семейств (рядов) ^{235}U , ^{238}U и ^{232}Th с продуктами их распада.
- Вторая группа: радиоизотопы, находящиеся в земной коре и объектах внешней среды с момента образования Земли (^{40}K , ^{87}Rb , ^{48}Ca , ^{96}Zn , ^{130}Te , ^{129}I и др.).
- Третья группа: радиоактивные изотопы ^{14}C , ^3H , ^7Be , ^{10}Be , образующиеся непрерывно под действием космического излучения.

Каждый **радиоактивный ряд** представляет собой цепочку последовательных превращений, когда ядро, образующееся при распаде материнского ядра, тоже, в свою очередь, распадается, вновь порождая неустойчивое ядро и т.д.

В природе существует три **родоначальника** – уран-235, уран-238 и торий-232, и, соответственно, три радиоактивных ряда – два урановых и один ториевый.

«Вековое равновесие» – скорость распада каждого радионуклида равна скорости его образования

В природе концентрация естественных радионуклидов варьирует в широких пределах.

Больше всего в окружающей среде ^{87}Rb и ^{40}K .

Радиоактивный калий является основным радионуклидом, создающим природную активность кормов и сельскохозяйственной продукции в большинстве геохимических провинций Земли.

Радионуклиды в атмосфере

- радиоактивные вещества в газообразном состоянии (^{222}Rn и ^{220}Th (торон), ^{14}C , ^3H);
- радиоактивные вещества в виде аэрозолей (^{40}K , ^{238}U , ^{226}Ra и др.)

Одни и те же радионуклиды могут поступать в атмосферу как в результате природных процессов, так и вследствие технической деятельности человека (например, ^3H , ^{14}C , ^{85}Kr).

Пути поступления радионуклидов в атмосферу

- при выветривании земных пород и разложении органических веществ;
- при диффузии из почвы в приземные слои атмосферы радона (^{222}Rn), торона (^{220}Th) и продуктов их распада;
- при испарении с водной поверхности;
- под действием космического излучения;
- с космической пылью (^{26}Al , ^{10}Be и др.);
- в результате деятельности человека.

Радиоактивность атмосферы

Радиоактивность атмосферного воздуха
варьирует в широких пределах

$$7,4 * 10^{-4} - 16,3 * 10^{-3} \text{ Бк/л}$$

или

$$2 * 10^{-14} - 4,4 * 10^{-13} \text{ Ки/л}$$

Факторы, от которых зависит радиоактивность атмосферы:

- местоположения,
- содержания радионуклидов в материнских земных породах,
- времени года,
- состояния атмосферы,
- метеорологических условий и т.д.

Радиоактивность земной коры и почв

- Радионуклиды урановых и ториевого рядов
- Калий-40, рубидий-87, кальций-48, цинк-96, йод-129 и др.

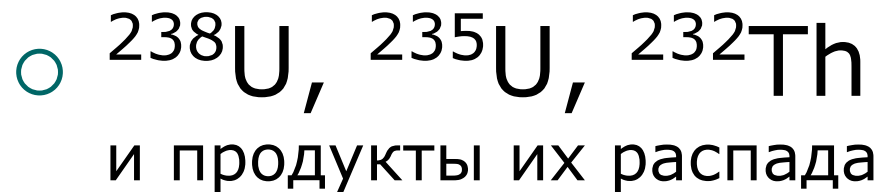
Доза гамма-излучения разных земных пород у поверхности Земли

0,26 – 11,5 мГр/год (в среднем)

0,12 – 0,7 Гр/год (в некоторых районах Земли)

Например бразильский курорт Гуарапари, штат Керала в Индии – моноцитовые пески, Гуандон в Китае – вследствие выхода на поверхность Земли радиоактивных руд и пород, а также значительной примеси в почве урана и радия


Радионуклиды в гидросфере



- Радионуклиды космического происхождения

Радиоактивность гидросферы складывается из радиоактивности:

- атмосферных осадков,
 - речной воды,
 - озерных вод,
- подземных вод,
 - морской воды.



Содержание радиоизотопов в
водных источниках имеет прямую

зависимость от степени
минерализации воды

Радиоактивность флоры и фауны

- ^{40}K , ^{14}C , ^3H , ^{18}O и ^{22}Na являются биогенами и весьма интенсивно усваиваются растениями и животными.
- Внешние источники природного радиационного фона – космическая радиация и излучения естественных радионуклидов, рассеянных в почве, воде, воздухе, строительных и других материалах.
- Внутренние источники природной радиации, содержащиеся в самом организме и поступающие в него с пищей, водой и воздухом.

1/3 этой дозы – внешнее облучение
2/3 дозы – внутреннее облучение

Суммарная доза, получаемая от природного радиационного фона людьми, колеблется в разных точках земной поверхности от 1 до 110 мЗв/год на человека

Неравномерность природного радиационного фона на нашей планете обусловлена:

- Различием в концентрации природных радионуклидов в различных участках земной коры и на ее поверхности.
- Высотой местности над уровнем моря, географической широтой, вариабельностью космического излучения.
- Преимущественным потреблением определенных продуктов питания.