

«Радиологические измерения»

Лекция 1. Источники ионизирующих излучений.

*и.о. доцента кафедры
теоретической и ядерной физики
PhD Зарипова Ю.А.*

Радиоактивность в природе

- **Примордиальные – существует с момента создания Земли**
- **Космогенные - образуются в результате взаимодействия космических лучей**
- **Произведено человеком - усиленно или сформировано в результате действий человека**

Примордиальные Нуклиды

Нуклид	Период полураспада	Естественная радиоактивность
^{235}U	7.04×10^8 лет	0,711% всего природного урана
^{238}U	4.47×10^9 лет	99,275% всего природного урана U; от 0,5 до 4,7 частей на миллион общего U в обычных породах
^{232}Th	1.41×10^{10} лет	от 1,6 до 20 частей на миллион в обычных породах

Примордиальные Нуклиды

Нуклид	Период полураспада	Естественная радиоактивность
^{226}Ra	1,600 лет	16 Бк / кг в известняке и 48 Бк / кг в вулканической породе
^{222}Rn	3.82 дней	Благородный газ; среднегодовые концентрации в воздухе в США от 0,6 до 28 Бк/м ³
^{40}K	1.28×10^9 лет	От 0,037 до 1,1 Бк/г в почве

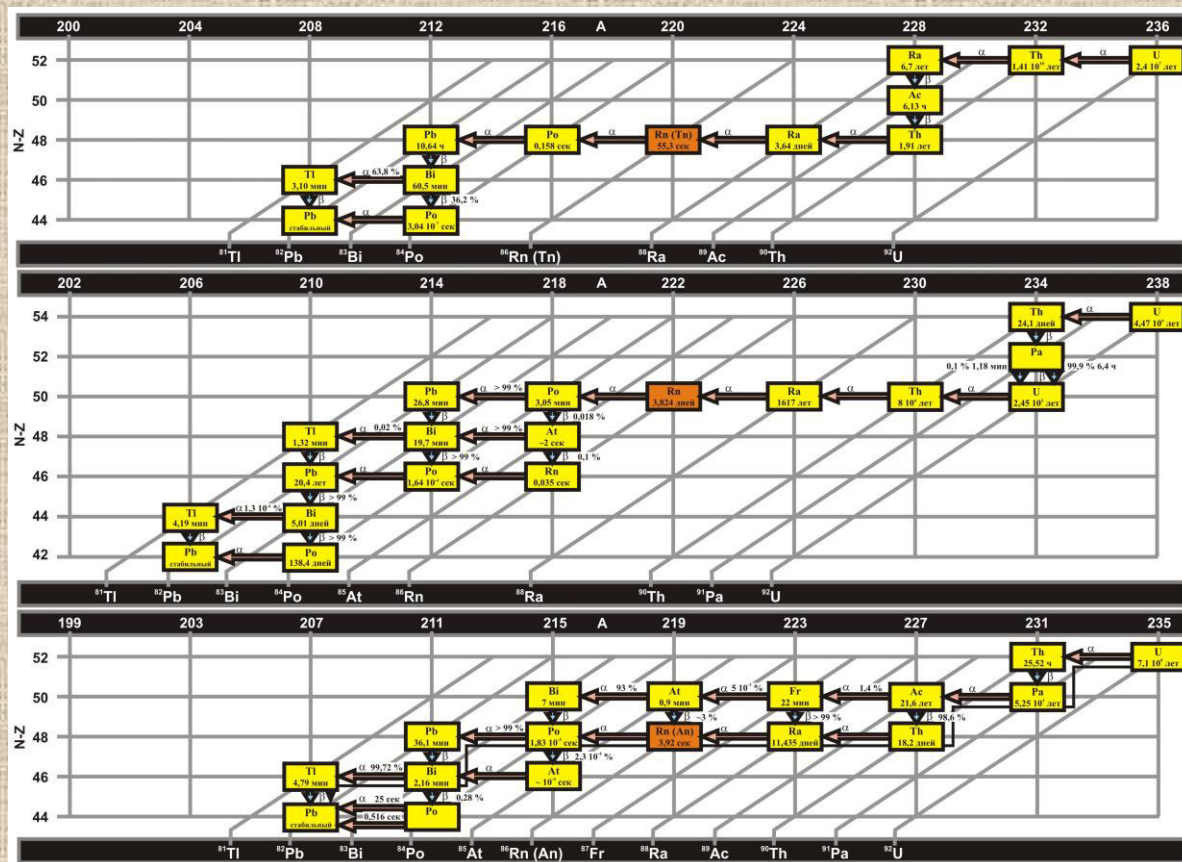
Радиационный фон

➤ В природе существуют три «цепочки» радиоактивного распада :

➤ урановый ряд, начинаая с ^{238}U

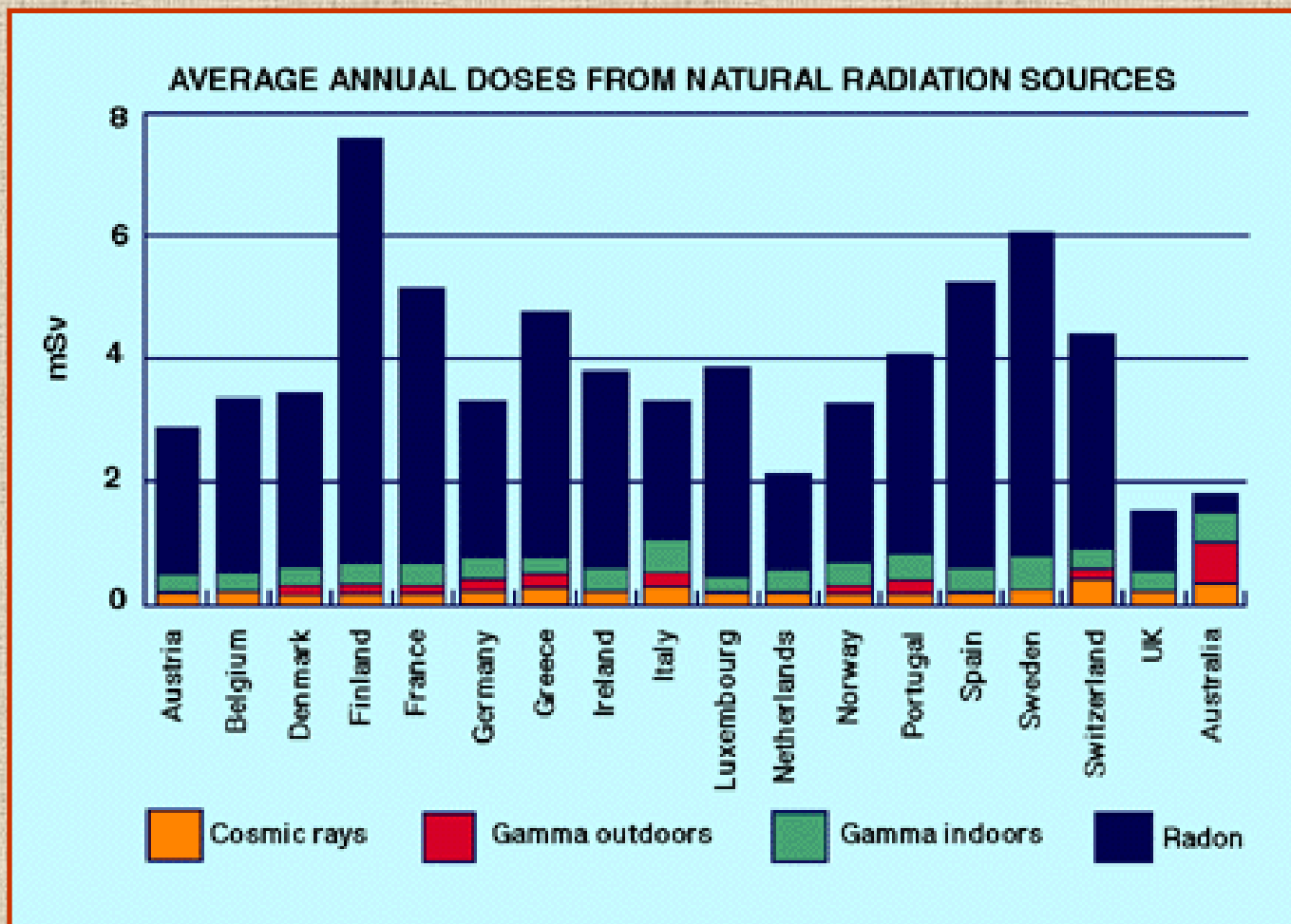
➤ серия тория, происходящая из ^{232}Th

➤ актиниевый ряд, происходящий от ^{235}U



➤ Когда-то давно существовала также серия нептуния, которая возникла из ^{241}Pu , период полураспада которой составлял всего 14 лет. Единственным оставшимся членом этого ряда является ^{209}Bi с периодом полураспада 2×10^{18} лет.

Статистика естественного радиационного фона по странам

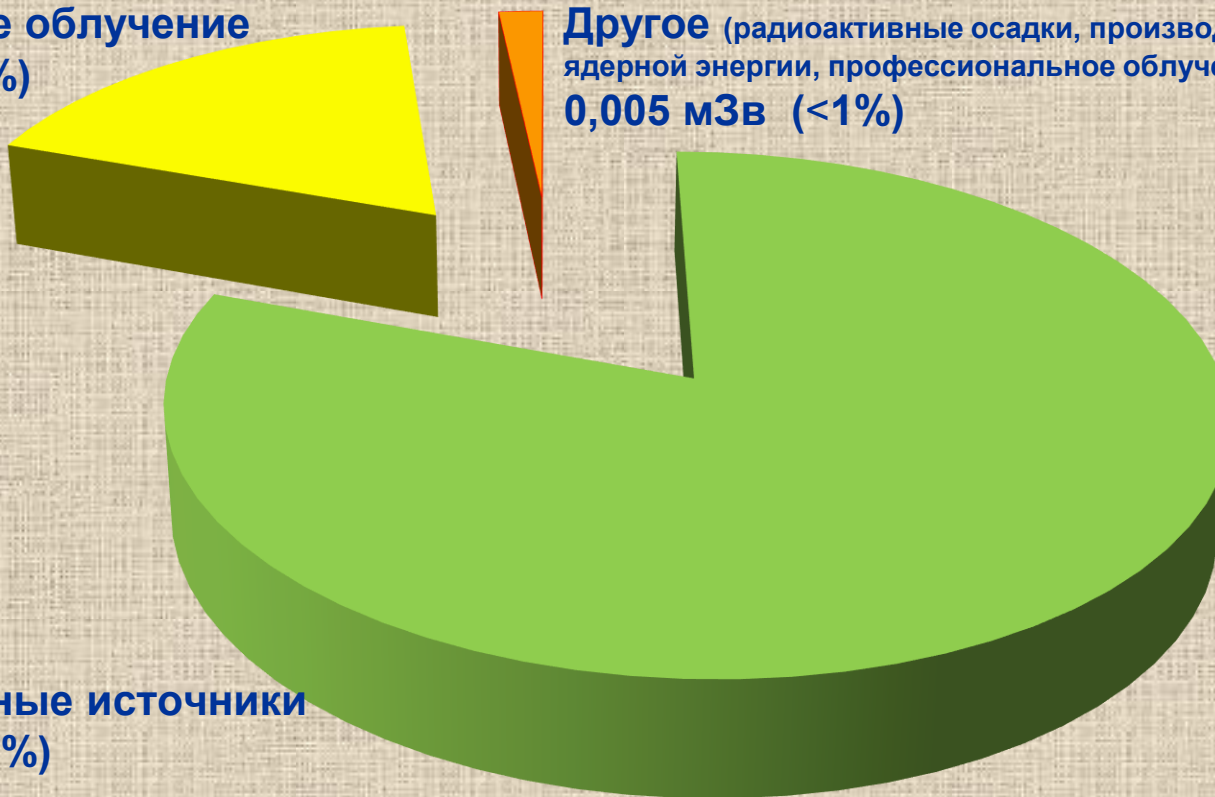


Средняя годовая доза облучения населения

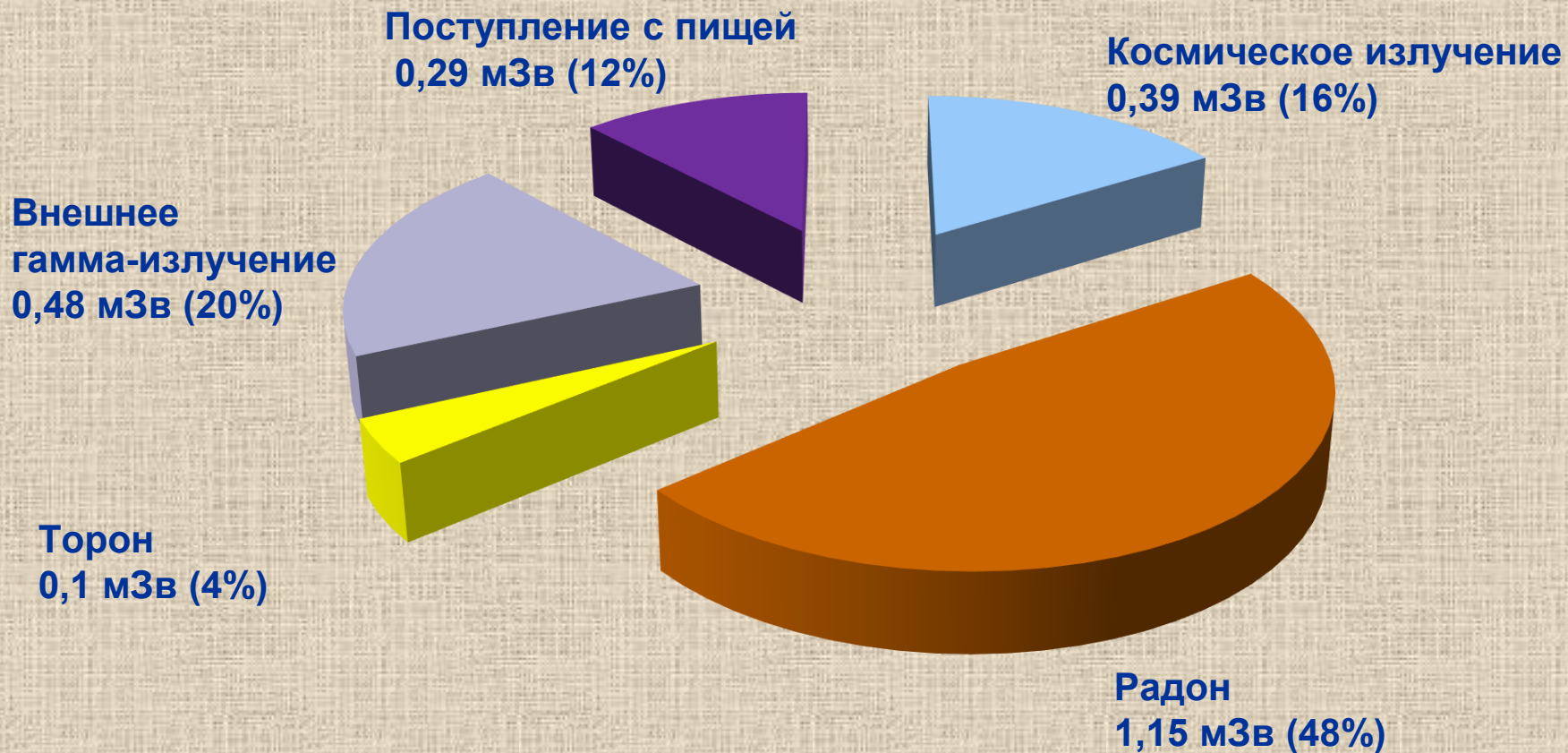
Медицинское облучение
0,64 мЗв (21%)

Другое (радиоактивные осадки, производство ядерной энергии, профессиональное облучение и т.д.)
0,005 мЗв (<1%)

Естественные источники
2,4 мЗв (79%)



Средняя годовая доза облучения от природных источников



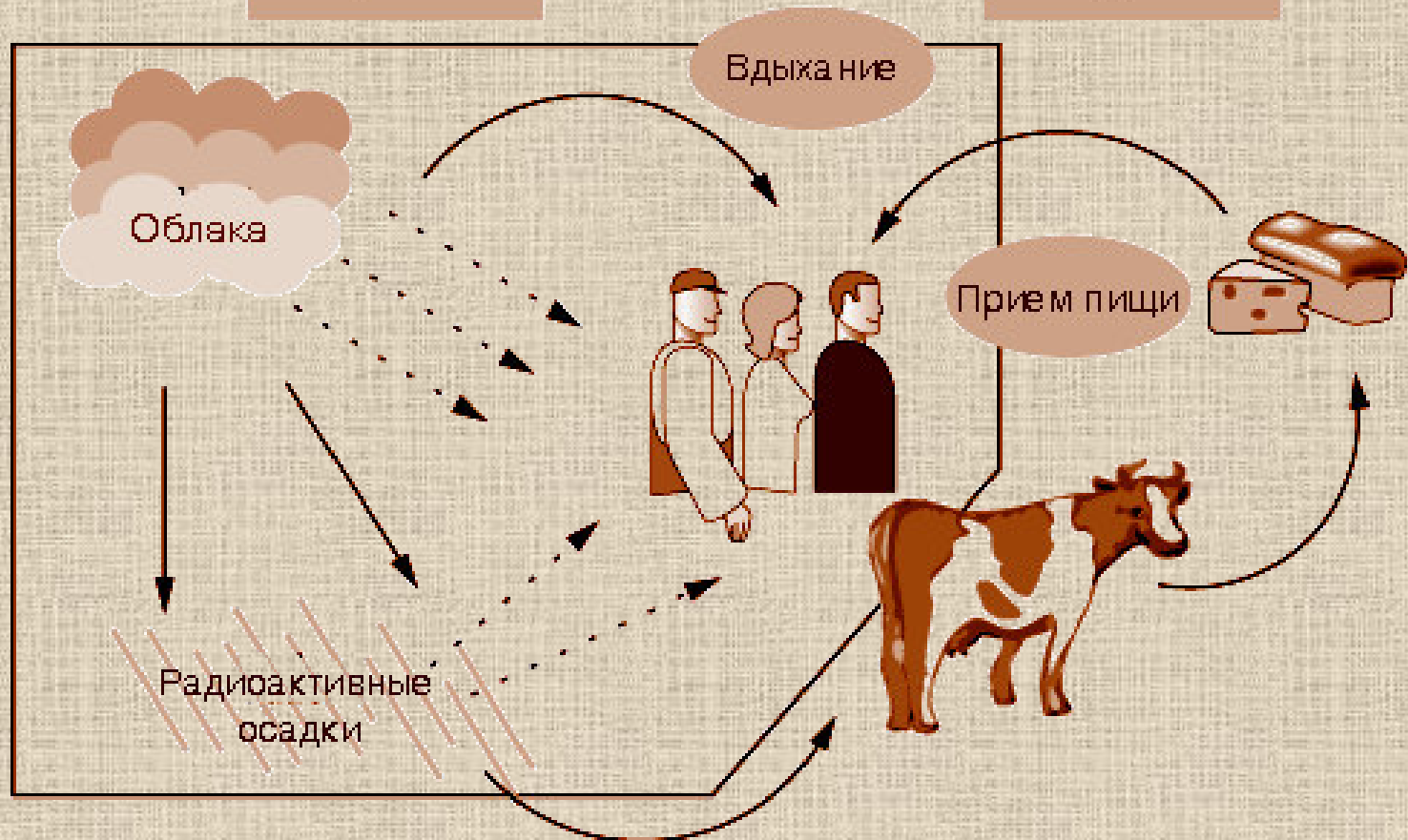
Человек подвергается облучению двумя способами:

Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи -

Внешнее
облучение

Радиоактивные вещества могут оказаться в воздухе, которым дышит человек, в пище или в воде и попасть внутрь организма -

Внутренне
облучение



Облучению от естественных источников радиации подвергается любой житель Земли, однако одни из них получают большие дозы, чем другие.

Радиационный фон в пределах:

- 0,1 – 0,2 мкЗв/ч (10 – 20 мкР/ч) считается нормальным;
- 0,2 – 0,6 мкЗв/ч (20 – 60 мкР/ч) считается допустимым;
- 0,6 – 1,2 мкЗв/ч (60 – 120 мкР/ч) считается повышенным.

<u>Высота над уровнем моря</u>	<u>Радиационный фон</u>
- уровень моря (нулевая отметка)	3 - 6 мкР/ч
- Республика Беларусь (2 000 м)	10 - 20 мкР/ч
- Кавказ (4 000 м)	30 - 40 мкР/ч
- Гималаи (6 000 м)	до 100 мкР/ч
- Самолет (12 000 м)	500 мкР/ч

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИИ

Естественный (природный) радиационный фон

2,42 мЗв/год

Природный радиационный фон

**Космические
излучения
0,39 мЗв/год**



Технологически измененный естественный радиационный фон

- Тепловая энергетика
- Индустрия строительных материалов и т.д.

Излучения земного происхождения

2,03 мЗв/год

**0,48 мЗв/год – внешнее облучение;
1,55 мЗв/год - внутреннее облучение**

Космические излучения

– 0,39 мЗв/год

поток частиц, падающих в земную атмосферу и идущих из глубины космоса со скоростью света.

Солнечные излучения

Галактические излучения

рождаются на Солнце во время солнечных вспышек

Первичное излучения

Вторичное излучения
– 0,38 мЗв/год
(внешнее облучение)

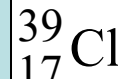
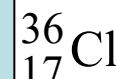
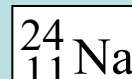
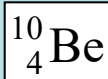
Космогенные радионуклиды
– 0,01 мЗв/год
(внутреннее облучение)

состоит из протонов 92 %, альфа-частиц 6 %, ядра легких элементов (Li, Be, B, C, N, O, F), электроны, нейтроны и фотоны - 2 %.

образуется в результате ядерных взаимодействий между первичным излучением с ядрами атомов, входящих в состав земной атмосферы.

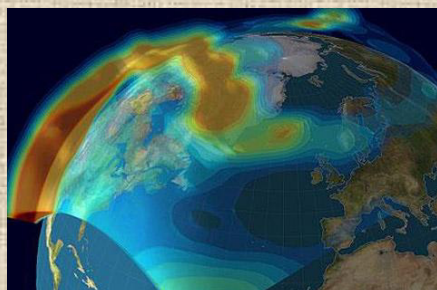
У поверхности Земли состоит в основном из фотонов, электронов, позитронов, других ядерных частиц, а также небольшой доли нейтронов.

образуются в результате взаимодействия первичного и вторичного излучений с ядрами элементов атмосферы.



12

и другие.



Излучения земного происхождения

2,03 мЗв/год

0,48 мЗв/год – внешнее облучение;

1,55 мЗв/год - внутреннее облучение

**Первая группа естественных
радионуклидов:**

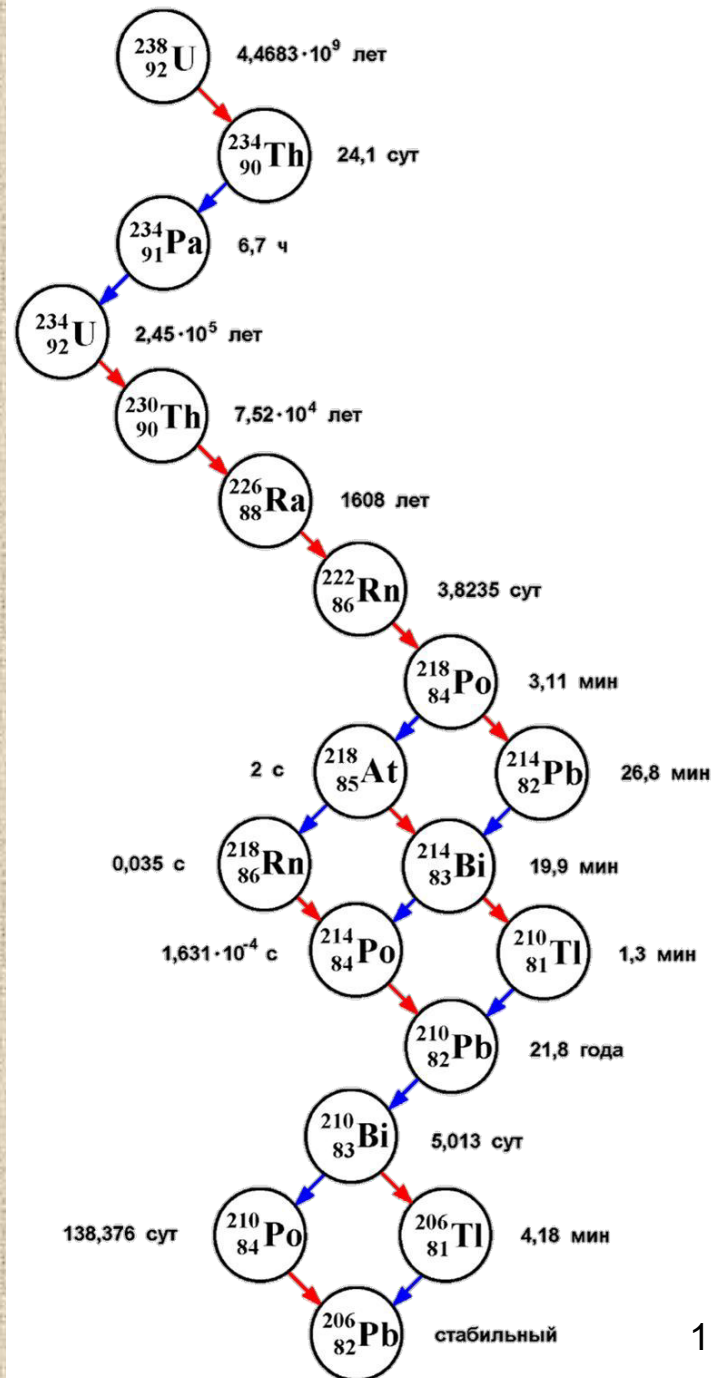
**радионуклиды уранорадиевого
и ториевого семейств, которые
берут свое начало от урана-238
и тория-232**

(всего 82 радионуклида)

1,58 мЗв/год

Вклад радона-222 и торона-220

1,25 мЗв/год



**Вторая группа естественных
радионуклидов:**

это 11 долгоживущих

радионуклидов, находящихся вне

этих семейств

**(калий-40, кальций-48, рубидий-87,
цирконий-96, индий-115,
лантан-138, церий-142, неодим-144,
самарий-147, лютеций-178,
рений-187)**

0,45 мЗв/год



Калий-40 - период полураспада равен $1,4 \cdot 10^9$ лет.

Внешнее / Внутреннее облучение

0,12 / 0,18 (мЗв/год)

Rn – (радон) находится в восьмой группе периодической таблицы химических элементов и представляет собой инертный одноатомный газ не имеющий вкуса и запаха, в 7,5 раза тяжелее воздуха.

Имеется три изотопа (α -излучатели):

^{219}Rn (актинон) – производное ^{235}U ;

^{220}Rn (торон) – производное ^{232}Th ;

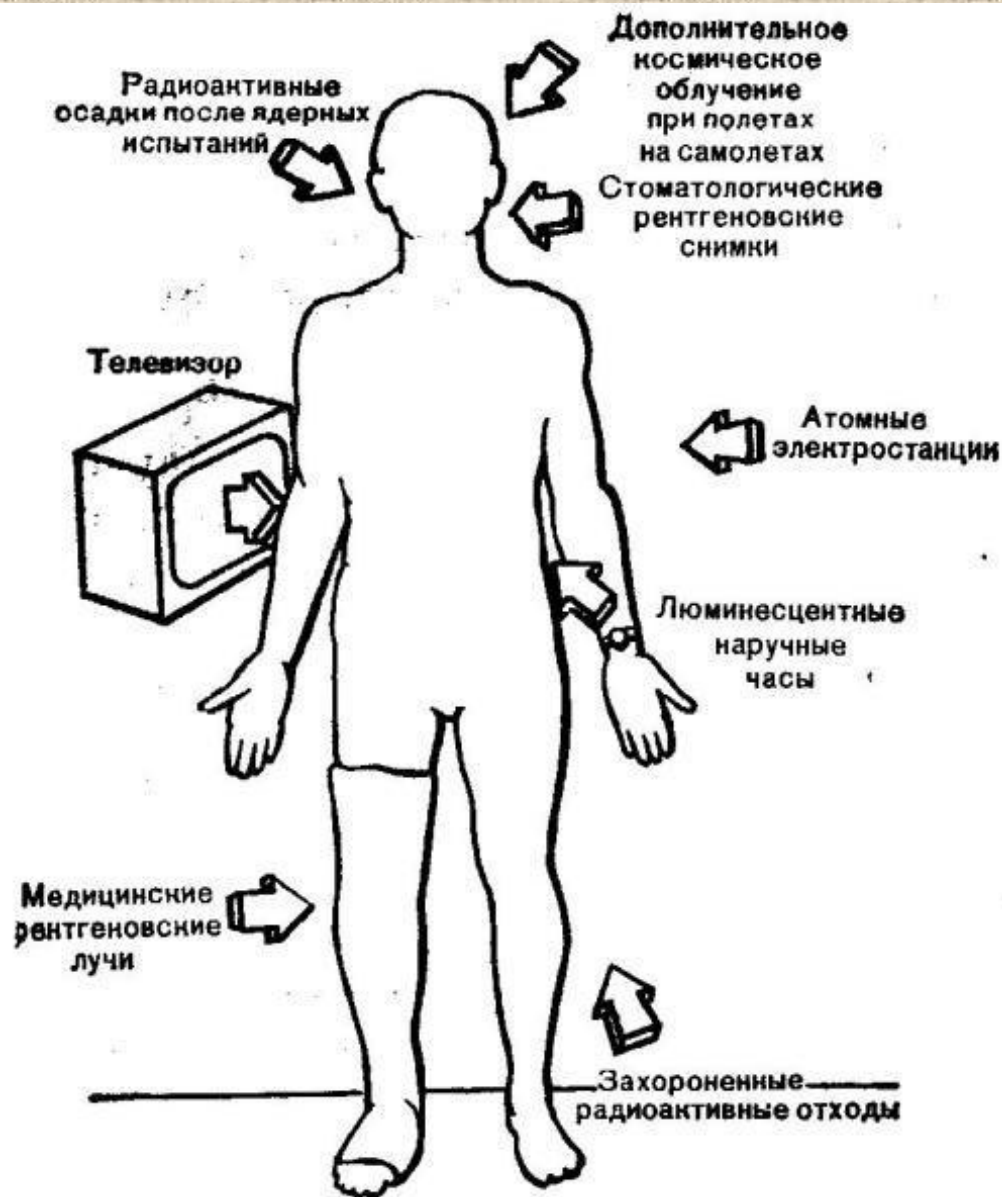
^{222}Rn (радон) – производное ^{238}U .

Наибольшую значимость имеют изотопы ^{220}Rn и ^{222}Rn .

Образование их зависит от концентрации в материалах ^{228}Ra и ^{226}Ra . Их много в горных породах, особенно в гранитах.

Механизм перемещения – молекулярная диффузия, активный перенос в горизонтальном направлении воздуха.

2. Искусственные источники ионизирующих излучений.



Искусственный радиационный фон
- 0,421 мЗв/год

Медицинские процедуры
- 0,4 мЗв/год

Радиоактивные осадки (испытания ядерного оружия)
- 0,02 мЗв/год

Атомная энергетика
- 0,001 мЗв/год



Строительные материалы

- Традиционные строительные материалы – дерево, кирпич, бетон имеют низкую активность, содержат уран и торий. Доза при проживании в деревянном доме - 0,5 в кирпичном -1,0 и в бетонном -1,7мЗв/год.
- Допустимые уровни удельной активности:- при A_m менее 370 Бк/кг стройматериалы используют без ограничений; при 370-740 Бк/кг в дорожном строительстве на территории населенных пунктов.

Дозы, получаемые от различных источников излучения

Вид облучения	Эффективная эквивалентная доза
Полет в течении одного часа на сверхзвуковом самолете (высота полета 18–20 км)	10-30 мкЗв
Полет в течении 1 сут на орбитальном космическом корабле (без вспышек на солнце)	0,18-0,35 мЗв
Прием радоновой ванны	0,01-1 мЗв
Флюорография	0,1-0,5 мЗв
Рентгеноскопия грудной клетки	0,1-1 мЗв
Рентгенография зубов	0,03-3 мЗв
Рентгеновская номография	5-100 мЗв
Рентгеноскопия желудка, кишечника	0,1-0,25 мЗв
Лучевая гамма-терапия после операции	0,2-0,25 Зв

Область применения и вид используемых закрытых источников ионизирующего излучения в различных областях

Область применения	Вид источника излучения
Медицина и биология	Ускорители заряженных частиц, рентгеновские и гамма-аппараты, гамма и бета-источники
Сельское хозяйство	Мощные гамма-установки, химические удобрения
Пищевая промышленность	Мощные гамма-установки, радиоизотопные приборы (уровнемеры)
Химическая и легкая промышленность	Мощные гамма-установки, радиоизотопные приборы (уровнемеры, толщиномеры, приборы для снятия статических зарядов)
Металлургия	Ускорители заряженных частиц, рентгеновские аппараты, аппараты для гамма-дефектоскопии, радиоизотопные приборы (уровнемеры)
Строительная индустрия	Ускорители заряженных частиц, рентгеновские аппараты, аппараты для гамма-дефектоскопии
Геология	Нейтронные и гамма-источники, радиоизотопные приборы (уровнемеры)
Научные исследования	Ускорители заряженных частиц, рентгеновские аппараты, мощные гамма-установки, нейтронные и бета-установки
Ядерная энергетика	Нейтронные источники

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИИ

Радиационный фон (суммарная доза – 2,841 мЗв/год)

**Естественный (природный) радиационный фон
– 2,42 мЗв/год**

**Искусственный радиационный фон
– 0,421 мЗв/год**

**Природный
радиационный фон**

**Технологически измененный
естественный радиационный фон**

**Космические излучения
– 0,39 мЗв/год**

**Излучения земного происхождения
– 2,03 мЗв/год
(0,48 мЗв/год – внешнее облучение;
1,55 мЗв/год – внутреннее облучение)**

**Медицинские
процедуры
– 0,4 мЗв/год**

**Радиоактивные осадки
(испытания ядерного
оружия)
– 0,02 мЗв/год**

**Атомная энергетика
– 0,001 мЗв/год**

**Солнечные
излучения**

**Галактические
излучения**

**Первичное
излучения**

**Вторичное
излучения
– 0,38 мЗв/год
(внешнее
облучение)**

**Космогенные
радионуклиды
– 0,01 мЗв/год
(внутреннее
облучение)**

**Первая группа радионуклидов
(32 радионуклида уранорадиевого и
ториевого семейств)**

– 1,58 мЗв/год

Вклад

**Радона Rn-222 и Торона Rn-220 – 1,25
мЗв/год**

**Вторая группа радионуклидов
(11 долгоживущих радионуклида,
не входящих в семейства)**

– 0,45 мЗв/год

Вклад Калий-40 – 0,3 мЗв/год



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**

