

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ,  
ЕДИНИЦЫ И  
ТЕРМИНЫ В ОБЛАСТИ  
РАДИАЦИОННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ**

# **Основные термины и определения радиационной безопасности изложены в:**

- **Федеральном Законе от 9 января  
1996 года N3-ФЗ**

**«О РАДИАЦИОННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ»**

- **СанПиН 2.6.1.2523-09  
«НОРМЫ РАДИАЦИОННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ НРБ99/2009».**

# РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Состояние защищенности  
настоящего и будущего поколений  
людей от вредного для их здоровья  
воздействия ионизирующего  
излучения.

# РАДИОАКТИВНОСТЬ

- **Радиоактивность** – самопроизвольное превращение ядер атомов с испусканием ионизирующего излучения.
- **Ионизирующее излучение** – излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов разного знака.
- **Альфа-излучение** – ионизирующее излучение, состоящее из положительно заряженных альфа-частиц (ядер гелия), испускаемых при ядерных превращениях.

**Бета-излучение-поток** бета-частиц  
(отрицательно заряженных электронов или  
положительно заряженных позитронов) с  
непрерывным энергетическим спектром.

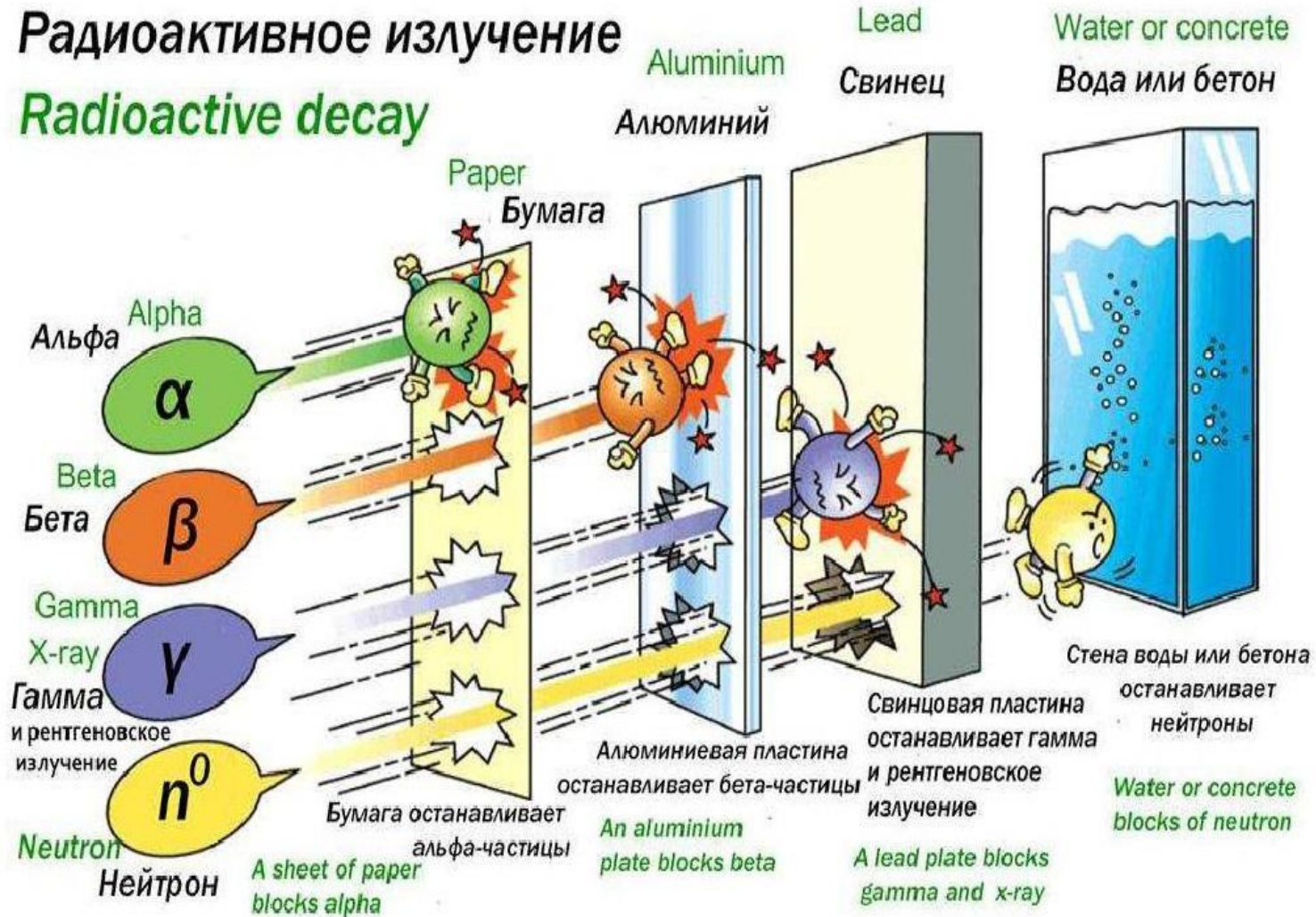
**Гамма-излучение-электромагнитное**  
(фотонное) ионизирующее излучение,  
испускаемое при ядерных превращениях или  
аннигиляции частиц.

**Нейтронное излучение-поток** незаряженных  
частиц -нейтронов с высокой проникающей  
способностью.



# Радиоактивное излучение

## Radioactive decay



**Активность (A)** -мера радиоактивности  
какого-либо количества радионуклида,  
находящегося в данном энергетическом  
состоянии в данный момент времени

Для измерения активности  
радиоактивного вещества в системе СИ  
установлена единица –  
беккерель (Бк),  $1 \text{ Бк} = 1 \text{ распад/с}$ .  
Ранее использовалась внесистемная  
единица активности - кюри (Ки),  
 $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ .

# ЗАКОН РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА

- **Скорость радиоактивного распада постоянна и не зависит от температуры, давления, химического состояния вещества и других факторов.**
- **Периодом полураспада называется время, в течение которого распадается половина атомов радиоактивного вещества.**

**Следствие: нельзя сделать радиоактивное вещество нерадиоактивным**



# ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Уильям Кельвин	кельвин	К (ранее градус кельвина)
Рольф Зиверт	зиверт	Зв
Мария Кюри	кюри	Ки
Вильгельм Конрад Рентген	рентген	Р
Шарль Кулон	кулон	Кл
Анри Беккерель	беккерель	Бк
	метр	М
	секунда	С

# ДОЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ

Множитель	Приставка	Обозначение
$10^{-1}$	деци	Д
$10^{-2}$	санتي	С
$10^{-3}$	милли	М
$10^{-6}$	микро	МК
$10^{-9}$	нано	Н
$10^{-12}$	пико	П
$10^{-15}$	фемто	Ф
$10^{-18}$	атто	А

# Энергия излучения

измеряется в специальных единицах -  
электронвольтах (эВ) и кратных единицах –  
килоэлектронвольтах (1 кэВ = 10<sup>3</sup> эВ) и  
мегаэлектронвольтах (1 МэВ = 10<sup>6</sup> эВ).

$$1 \text{ эВ} = 1,6 * 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кэВ} = 1,6 * 10^{-16} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ МэВ} = 1,6 * 10^{-13} \text{ Дж}$$

# ЭНЕРГИЯ И ДЛИНА ПРОБЕГА АЛЬФА-, БЕТА-ЧАСТИЦ И ГАММА-КВАНТОВ

Вид излучения	Энергия излучения, МэВ	Длина пробега	
		в воздухе	в биологической ткани
Альфа-частицы	4,5-6	4-5 см	40-50 мкм
Бета-частицы	до 3,0	максимальная 13 м, средняя 2-4 м	максимальная 1,5 см средняя 2-4 мм
Гамма-кванты	0,1-2	мощность дозы снижается вдвое при прохождении слоя: 200-250 м                      20-25 см	

# ПОГЛОЩЕННАЯ ДОЗА

Единица названа грей в честь английского физика Луиса Гарольда Грея, сделавшего открытия в области дозиметрии

$$1\text{Гр}=1\text{Дж/кг.}$$

Ранее использовалась отмененная в настоящее время единица рад:

$$1\text{рад}=100\text{эрг/г}=10^{-2}\text{Гр,}$$

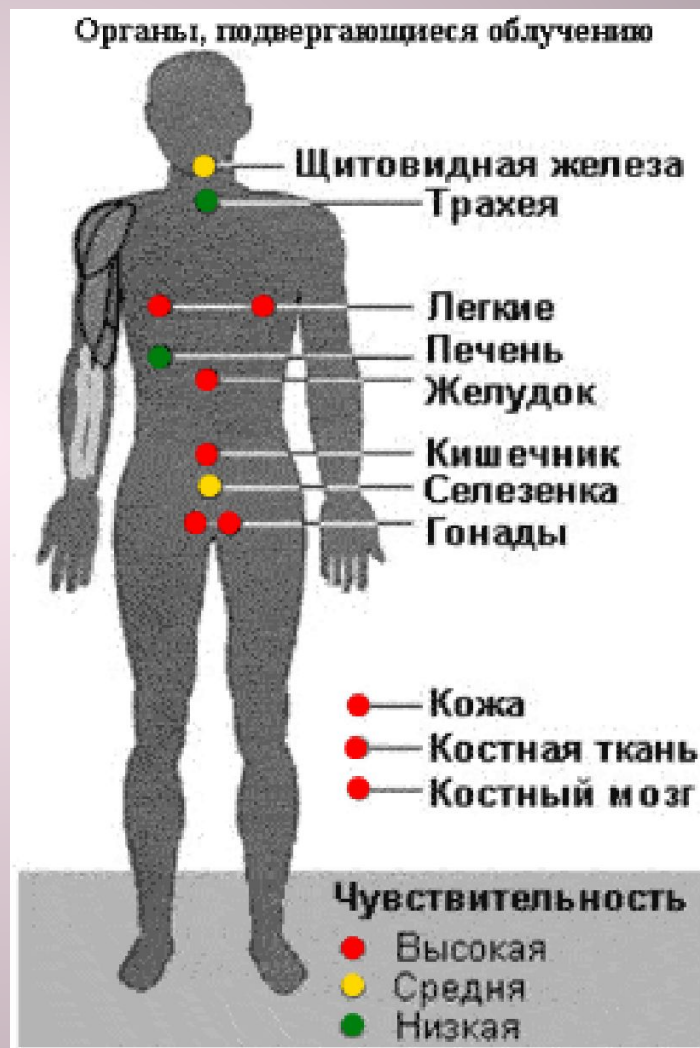
Отменена единица измерения экспозиционной дозы гамма-излучения рентген (Р), названная в честь немецкого физика Вильгельма Конрада Рентгена(1845-1923)

$$1\text{Р}=0,95\text{рад}=0,95 \cdot 10^{-2}\text{Гр.}$$



# ЭФФЕКТИВНАЯ ДОЗА

Величина воздействия  
ИИ, используемая как  
мера риска  
возникновения  
отдаленных  
последствий облучения  
организма человека и  
отдельных его органов с  
учетом их  
радиочувствительности



# ДОЗА ЭФФЕКТИВНАЯ (ЭКВИВАЛЕНТНАЯ) ГОДОВАЯ

Сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

Единица годовой эффективной дозы-зиверт (Зв).

# ВЗВЕШИВАЮЩИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ $W_R$ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ (УСТАНОВЛЕННЫ НРБ-99)

фотоны любых энергий	1
электроны и мюоны любых энергий	1
нейтроны с энергией менее 10 кэВ	5
нейтроны с энергией от 10 до 100 кэВ	10
нейтроны с энергией от 100 кэВ до 2 МэВ	20
нейтроны с энергией от 2 до 20 МэВ	10
нейтроны с энергией более 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2 МэВ	5
альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20

# ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ДОЗА

Единица названа в честь шведского физика Рольфа Зиверта:

$$1\text{Зв} = 1\text{Гр} * W_R$$

Ранее использовалась единица эквивалентной дозы бэр (биологический эквивалент рада):

$$1\text{Зв} = 100\text{бэр}$$

# ЭФФЕКТИВНАЯ ДОЗА E РАВНА

$$E = \sum_T W_T * H_T,$$

где:  $W_T$ -взвешивающий коэффициент для биологической ткани  $T$ ,  
 $H_T$ -эквивалентная доза на ткань или орган  $T$



# ВЗВЕШИВАЮЩИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ (ПРИВЕДЕНЫ В НРБ-99)

Ткань или орган	Тканевый взвешивающий фактор, WT
Гонады	0,20
Красный костный мозг	0,12
Толстый кишечник	0,12
Легкие	0,12
Желудок	0,12
Мочевой пузырь	0,05
Грудная железа	0,05
Печень	0,05
Пищевод	0,05
Щитовидная железа	0,05
Кожа	0,01
Клетки костных поверхностей	0,01
Остальное	0,05*

"Остальное" включает надпочечники, головной мозг, экстрагаторокальный отдел органов дыхания, тонкий кишечник, почки, мышечную ткань, поджелудочную железу, селезенку, вилочковую железу и матку. В тех исключительных случаях, когда один из перечисленных органов или тканей получает эквивалентную дозу, превышающую самую большую дозу, полученную любым из двенадцати органов или тканей, для которых определены взвешивающие коэффициенты, следует приписать этому органу или ткани взвешивающий коэффициент, равный 0,025, а оставшимся органам или тканям из рубрики "Остальное" приписать суммарный коэффициент, равный 0,025.

# КОЛЛЕКТИВНАЯ ДОЗА

$$K = \sum H_i,$$

где:

$H_i$ -эквивалентная доза, полученная  
 $i$ -м человеком

# МОЩНОСТЬ ДОЗЫ

доза излучения за единицу времени  
(секунду, минуту, час).

# ПРЕДЕЛ ДОЗЫ (ПД)

-значение эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения населения и персонала за счет нормальной эксплуатации радиационного объекта, которое не должно превышать. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.

# РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ

**Эффекты радиационные  
(детерминированные,  
стохастические, соматические,  
наследственные):**

**Детерминированные** (ранее обозначавшиеся как нестохастические) - эффекты излучения, для которых существует дозовый порог, выше которого тяжесть этого эффекта повышается с увеличением дозы.



**Стохастические-вероятностные биологические эффекты, для которых предполагается отсутствие дозового порога их возникновения. Принимается также, что вероятность возникновения этих эффектов пропорциональна величине воздействующей дозы, а тяжесть их проявления не зависит от дозы. При облучении человека к стохастическим эффектам относят злокачественные опухоли и наследственные заболевания.**

**Соматические-детерминированные и стохастические биологические эффекты, возникающие у облученного индивидуума.**

**Наследственные-стохастические эффекты, проявляющиеся у потомства облученного индивидуума.**

**Лучевая болезнь -общее заболевание организма, развивающееся вследствие воздействия ионизирующего излучения. Различают *острую лучевую болезнь (ОЛБ) и хроническую лучевую болезнь (ХЛБ)* различной степени тяжести.**

**Облучение планируемое повышенное-**планируемое облучение персонала в дозах, превышающих установленные основные пределы доз, с целью предупреждения развития РА или ограничения ее последствий.

**Облучение потенциальное-**облучение, которого нельзя ожидать с абсолютной уверенностью, но которое может иметь место в результате аварии с источником, либо события или последовательности событий гипотетического характера, включая отказы оборудования и ошибки вовремя эксплуатации.

**Облучение природное-**облучение, которое обусловлено природными ИИ.

**Облучение производственное-**облучение работников от всех техногенных и природных ИИИ в процессе производственной деятельности, за исключением облучения за счет нахождения в производственных помещениях, удовлетворяющих установленным требованиям.

**Облучение профессиональное-**облучение персонала в процессе его работы с техногенными ИИИ.

**Облучение техногенное-** облучение от техногенных источников, как в нормальных, так и в аварийных условиях, за исключением медицинского облучения пациентов.

## Естественный радиационный фон

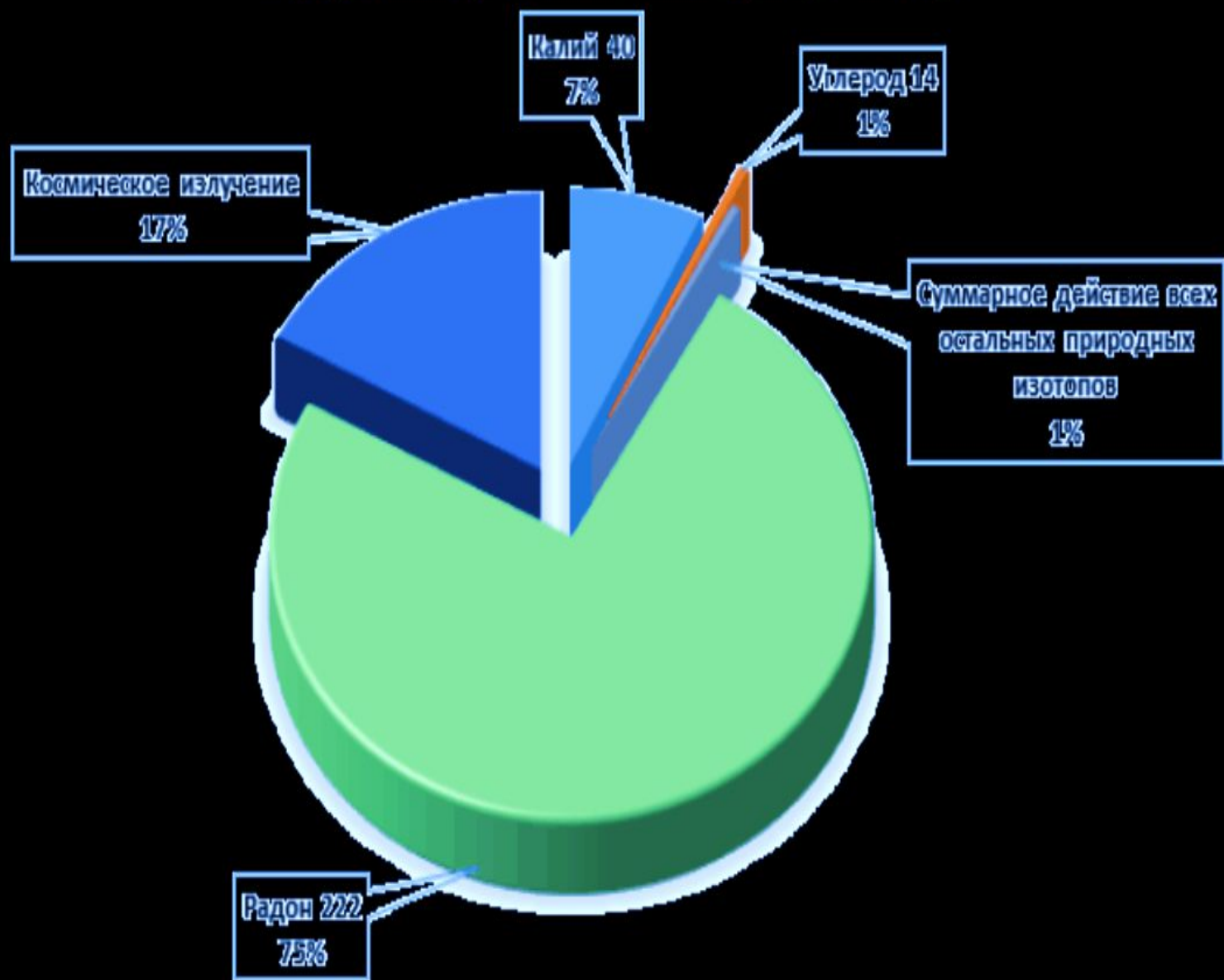
-доза излучения, создаваемая космическим излучением и излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека

## Техногенно измененный радиационный фон

-естественный радиационный фон, измененный в результате деятельности человека



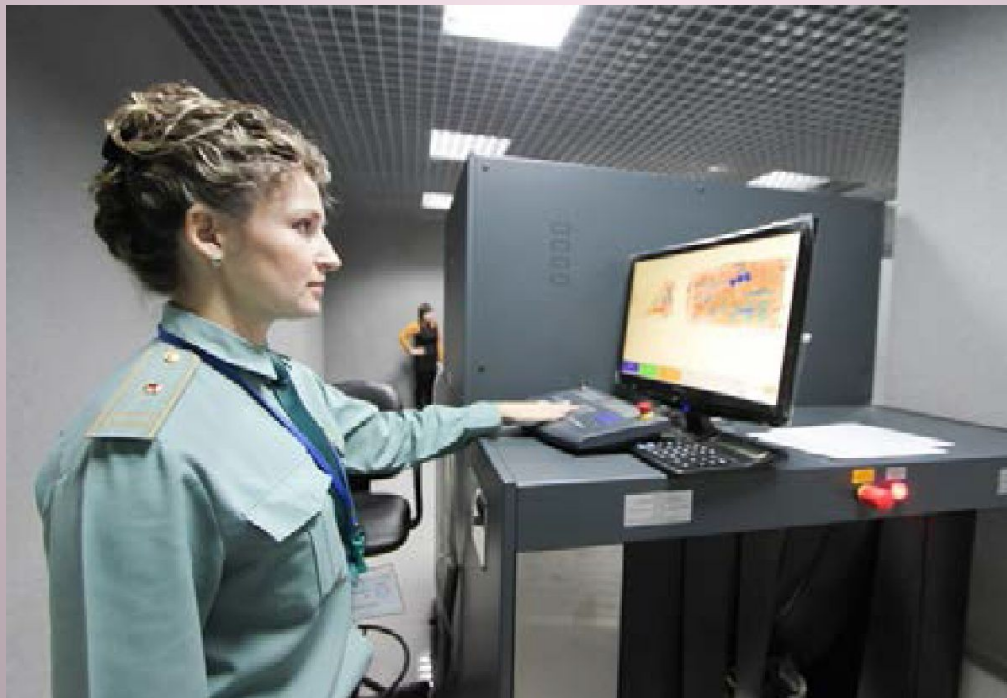
## Природный радиационный фон (мЗв/год)





# ПЕРСОНАЛ

-лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или работающие на радиационном объекте или на территории его санитарно-защитной зоны и находящиеся в сфере воздействия техногенных источников (группа Б).



# УСТРОЙСТВО (ИСТОЧНИК), ГЕНЕРИРУЮЩЕЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

-электрофизическое устройство (рентгеновский аппарат, ускоритель, генератор и т.д.), в котором ИИ возникает за счет изменения скорости заряженных частиц, их аннигиляции или ядерных реакций.



# ИСТОЧНИК ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**-(источник излучения) радиоактивное вещество или устройство, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение, на которое распространяется действие НРБ-99/2009.**



**Источник радионуклидный закрытый ИИ**, устройство которое исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в ОС в условиях применения и износа, на которые он рассчитан.

**Источник радионуклидный открытый-ИИ**, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нем радионуклидов в ОС.

**Источник излучения природный-ИИИ** природного происхождения, на который распространяется действие НРБ-99/2009.

**Источник излучения техногенный-ИИИ**, специально созданный для его полезного применения или являющийся побочным продуктом этой деятельности



# ПРЕДЕЛ ГОДОВОГО ПОСТУПЛЕНИЯ (ПГП)

-уровень поступления данного радионуклида в организм в течение года, который при монофакторном воздействии приводит к облучению условного человека ожидаемой дозой, равной **20 мЗв** для персонала группы А, **5 мЗв** для персонала группы Би и **1 мЗв** для населения.



**Загрязнение радиоактивное-**  
присутствие РВ на поверхности,  
внутри материала, в воздухе, в  
теле человека или в другом  
месте, в количестве,  
превышающем уровни,  
установленные НРБ-99/2009.

**Загрязнение поверхности не  
снимаемое (фиксированное)-**  
РВ, которые не переносятся при  
контакте на другие предметы и  
не удаляются при дезактивации.

**Загрязнение поверхности  
снимаемое (нефиксированное)-**  
РВ, которые переносятся при  
контакте на другие предметы и  
удаляются при дезактивации.

