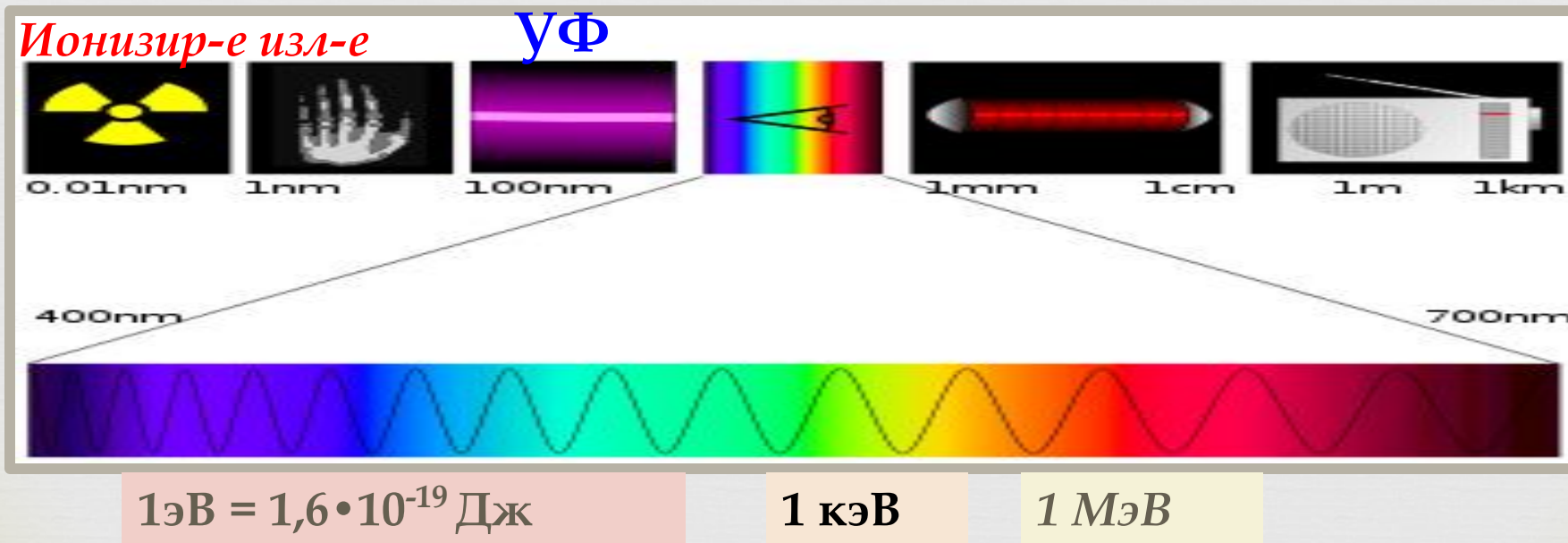


Ионизирующее излучение

Ионизирующее излучение (ИИ)

- это электромагнитные волны и потоки частиц, взаимодействие которых со средой приводит к *ионизации* ее атомов, то есть

Это излучение, способное *разрывать* химические связи молекул, составляющих живые организмы и тем самым вызывать биологически важные изменения.



Виды ИИ

Фотонное
= электромагнитные
волны

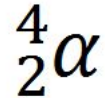
Рентгеновское излучение

гамма - лучи

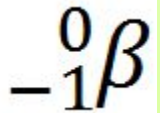
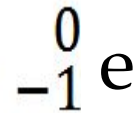
γ - фотоны

Корпускулярное

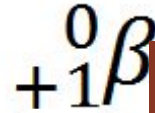
α - частицы,



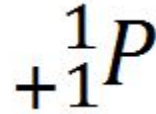
электроны,



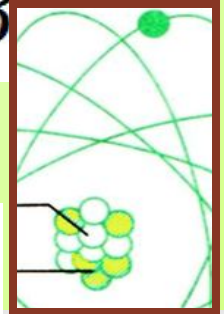
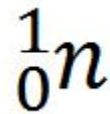
позитроны,



протоны,



нейтроны



Физические характеристики

1. ν - частота излучения

$$2. E = h\nu$$

3. Энергетический спектр

1. Масса

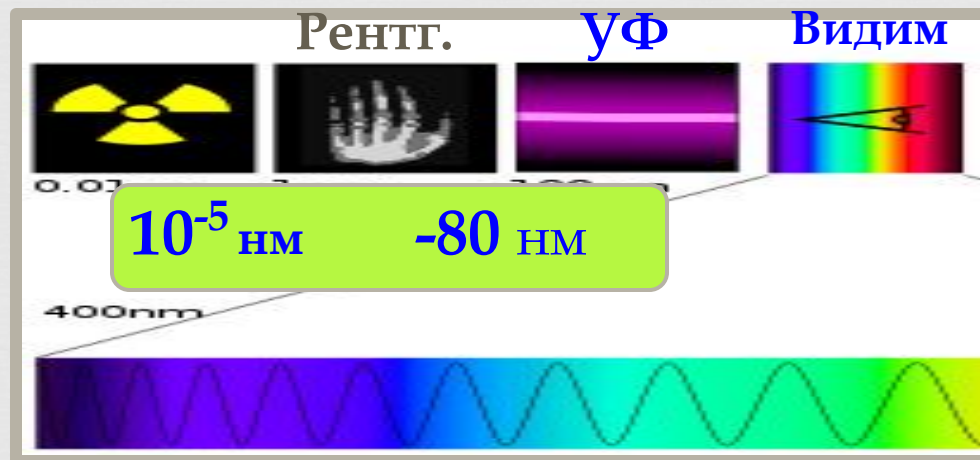
2. Заряд

3. Энергетический спектр

Рентгеновское излучение

Рентгеновское излучение (РИ) - это электромагнитные волны с длиной волны от 80 до 10^{-5} нм,

что соответствует энергии квантов от 0,12 кэВ до 1,2 МэВ



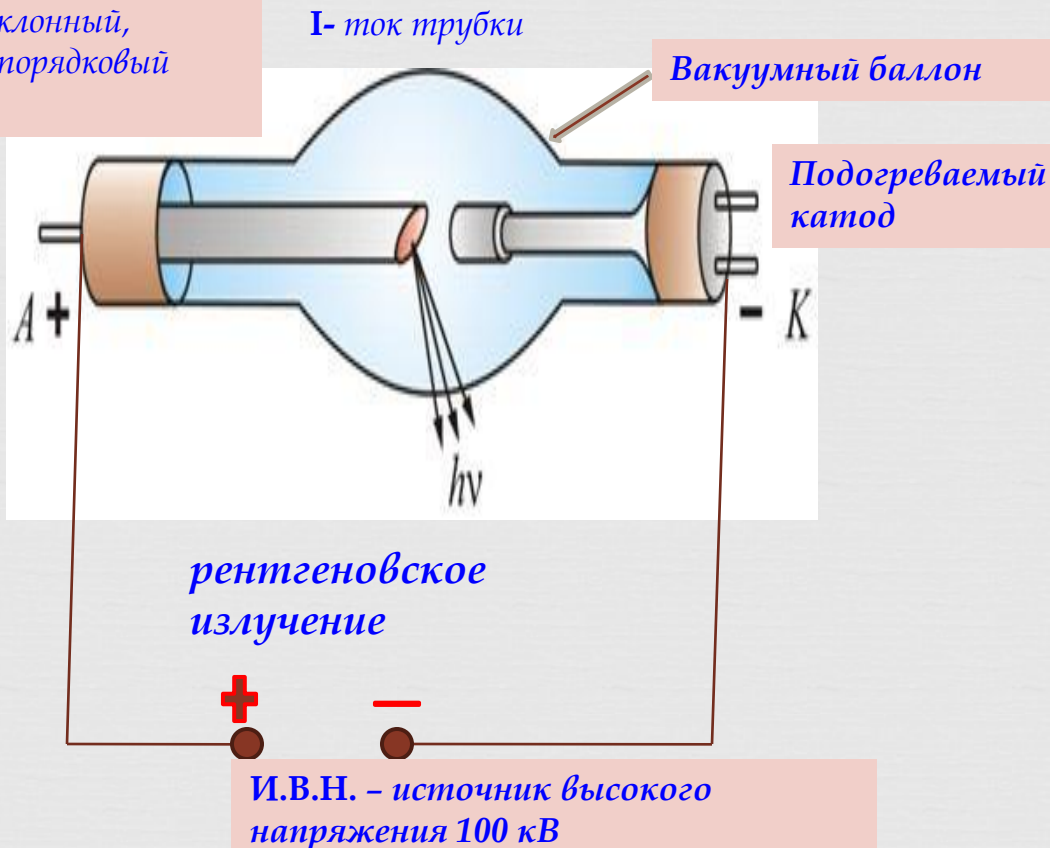
Мягкое Р.И. - до 0,2 нм

Жесткое Р.И. $\lambda < 0,2$ нм

Рентгеновская трубка – это двухэлектродный электровакуумный прибор, служащий источником рентгеновского излучения, которое возникает при взаимодействии испускаемых катодом электронов с веществом анода (антикатада)

Рентгеновская трубка состоит из

Анод = Антикатоде
Всегда наклонный,
Высокий порядковый
номер Z



1. Разогретый катод испускает электроны.
2. В результате их торможения электростатическим полем атомов анода возникает тормозное РИ.

Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом

Основные типы взаимодействия РИ с веществом (их 3)

Рассеяние

- Изменяется
направление движения
фотона

когерентное

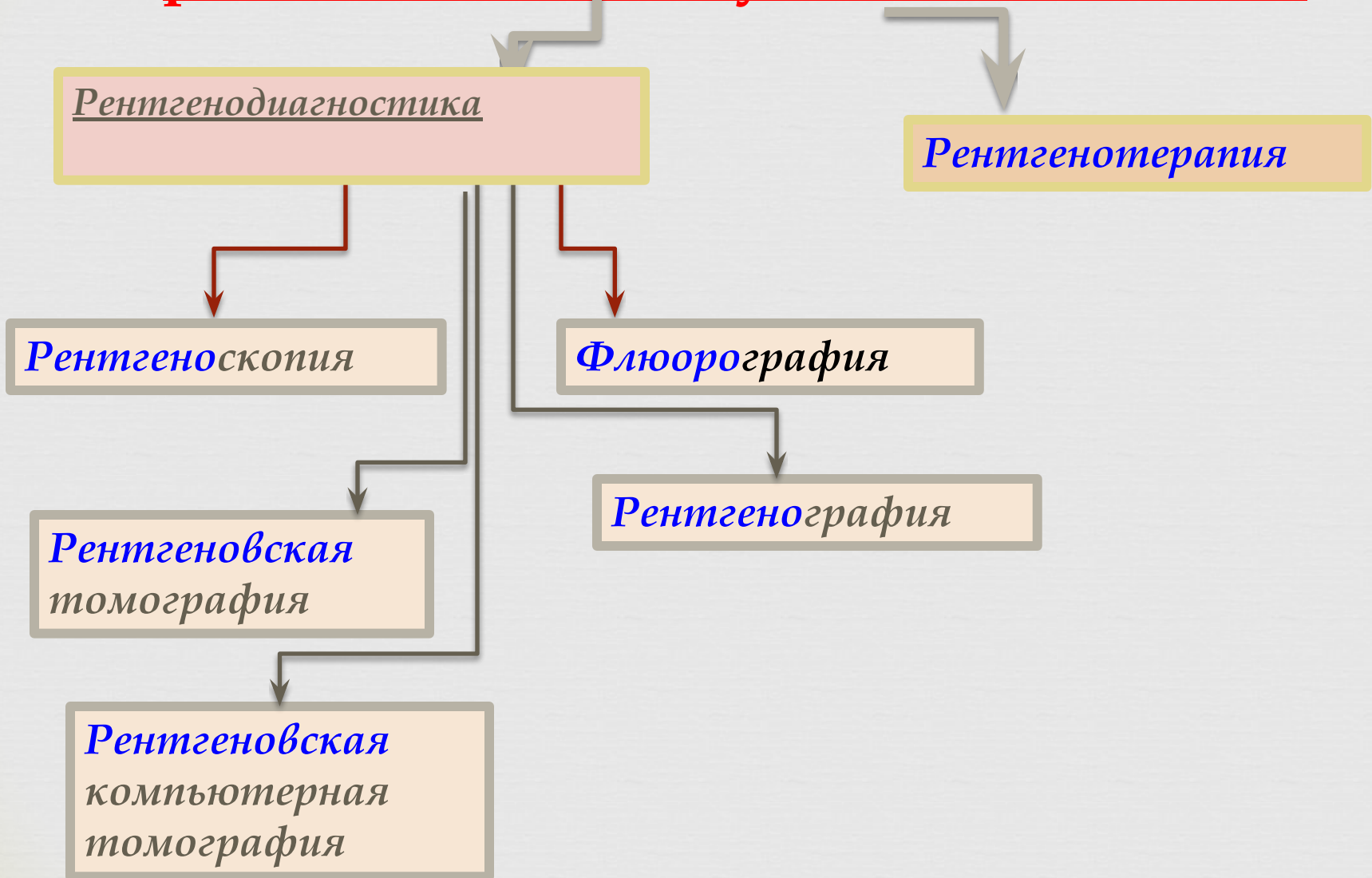
некогерентное

1. Когерентное
рассеяние
2. Фотоэффект
3. Некогерентное
рассеяние

Фотоэффект

Фотон поглощается

Физические основы применения рентгеновского излучения в медицине



Радиоактивность. Закон радиоактивного распада

Радиоактивность – это процесс самопроизвольного распада неустойчивых ядер с испусканием других ядер или элементарных частиц.

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

N – число еще нераспавшихся ядер
N₀ – исходное число ядер

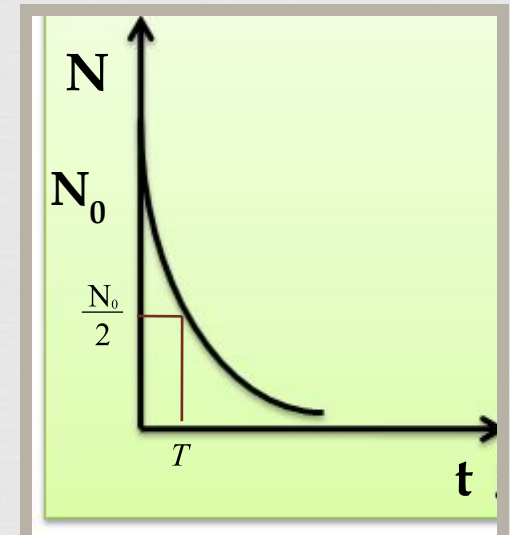
λ – постоянная распада

Физический смысл : λ

Это величина, обратная времени, в течение которого число нераспавшихся ядер уменьшается в «e» раз

$$\lambda = \frac{0,69}{T}$$

T – период полураспада- это время, в течение которого количество ядер уменьшается в два раза



Взаимодействие α -, β -, и γ - излучений с веществом

• γ -излучение

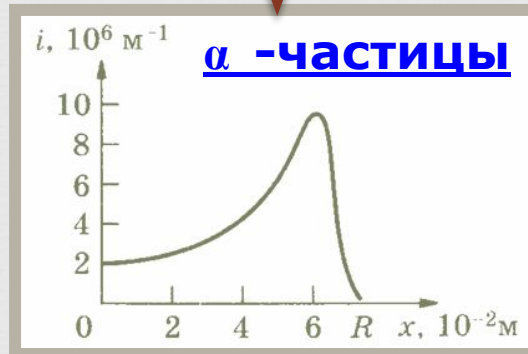
1. Фотоэффект
2. Некогерентное рассеяние
3. Образование пар электрон-позитрон
4. Фотоядерные реакции

$\frac{4}{2}\alpha$

– частицы

• β – электроны

${}_{-1}^0 e$



1. Тормозное рентгеновское излучение
2. Излучение Вавилова - Черенкова
3. Аннигиляция

Взаимодействие потока заряженных частиц

Воздействие ИИ на живые организмы связано с ионизацией, которую она вызывает в тканях.

Заряженные частицы представляют собой источники электрического поля, которые перемещаются среди

атомов и молекул вещества.

В зависимости от знака заряда

при пролете частицы она испытывает

электростатическое взаимодействие:

притягивается или отталкивается от

положительно заряженных ядер. В результате частица

полностью растрчивает свою

энергию и тормозится

веществом.

α - частицы,	$\frac{4}{2}\alpha$	
электроны,	${}_{-1}^0e$	${}_{-1}^0\beta$
позитроны,	${}_{+1}^0\beta$	
протоны,	${}_{+1}^1P$	



Механизмы действия ионизирующих излучений на организм человека



*«Радиация по самой своей природе
вредна для жизни».*

Это поражающее действие.

Радиационное поражение имеет 4 стадии

1. Физическая стадия. Длится 10^{-13} с

Происходит поглощение энергии молекулами структур клетки. Образуются ионизированные и возбужденные молекулы = активные центры.

2. Физико-химическая стадия действия излучения.

Длится 10^{-9} с

Это различного рода реакции. Происходит разрушение биологических молекул, их конформационная перестройка, образование свободных радикалов, обладающих высокой химической активностью.

3. Биохимическая стадия действия излучения

Длится до 1 с

Происходят реакции химически активных веществ с различными *биоструктурами*. Отмечается

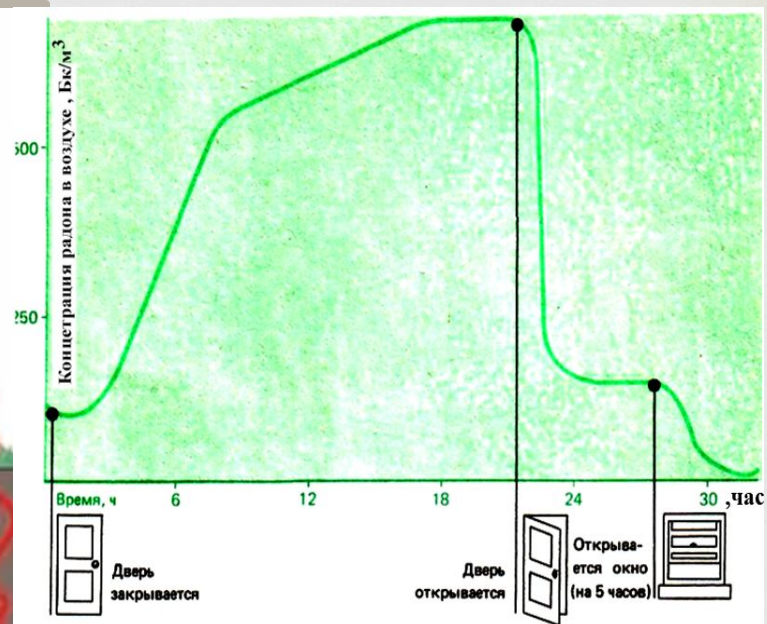
- *деструктуризация* и
- образование новых соединений, не свойственных облучаемому организму.
- *Нарушение обмена* веществ с изменением соответствующих функций

ПРИМЕР: Нарушение синтеза белков, АТФ.

4. Биологическая стадия = клиническая стадия. Длится от нескольких секунд до нескольких десятилетий.

На этой стадии возникают видимые радиационные поражения.

Как радон попадает в дом



54% дозы облучения каждого жителя Земли дает радон.



Дозиметрия ионизирующего излучения

Дозиметрия – это раздел ядерной физики, в которой изучаются

- величины, характеризующие действие **ИИ** на вещество,
- а также методы и приборы для их измерения.

Дозиметрия возникла из необходимости *количественной оценки* действия **ИИ**.

Эффект действия радиоактивных излучений на организм человека зависит от:



Величины поглощенной энергии на 1 кг, то есть от поглощенной дозы D

Вида действующего излучения

Принято сравнивать биологические эффекты, вызываемые *любыми ИИ* с эффектами от фотонного излучения (рентгеновского и гамма) с энергией **200 кэВ**

Эквивалентная доза

Это доза, полученная *живым* объектом с учетом *коэффициента качества* данного *конкретного* вида излучения.

$$H = D \cdot k$$

Эквивалентная доза H – это произведение поглощенной дозы D на коэффициент качества K .

$$\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = \text{Зв}$$

зиверт

Внесистемная единица *бэр*
(биологический эквивалент рада):

$$1 \text{ бэр} = 10^{-2} \text{ Зв}$$

Несколько цифр:

- Естественный фон – эквивалентная доза **1,25 мЗв/год (125 мбэр/год)**.
- Предельно допустимая доза ПДД при профессиональном облучении **0,05 Зв (5 бэр в год)**.

ПДД – это наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы за календарный год, при котором равномерное облучение в течение 50 лет не может вызвать в состоянии здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

Летальная доза от γ – излучения: **6 Зв (600 бэр)**.

Для сравнения:

В Японии 0,14 мкЗв (1мкЗв – это миллионная часть зиверта)

Делаем рентгенограмму – 100 мкЗв

Допустимая доза облучения с целью диагностики – **15мЗв/год**

Радиорезистентные ткани = наиболее устойчивые к радиации

Нервная ткань – самая устойчивая

Хрящевая ткань до 70 Гр

Костная ткань

Мышечная

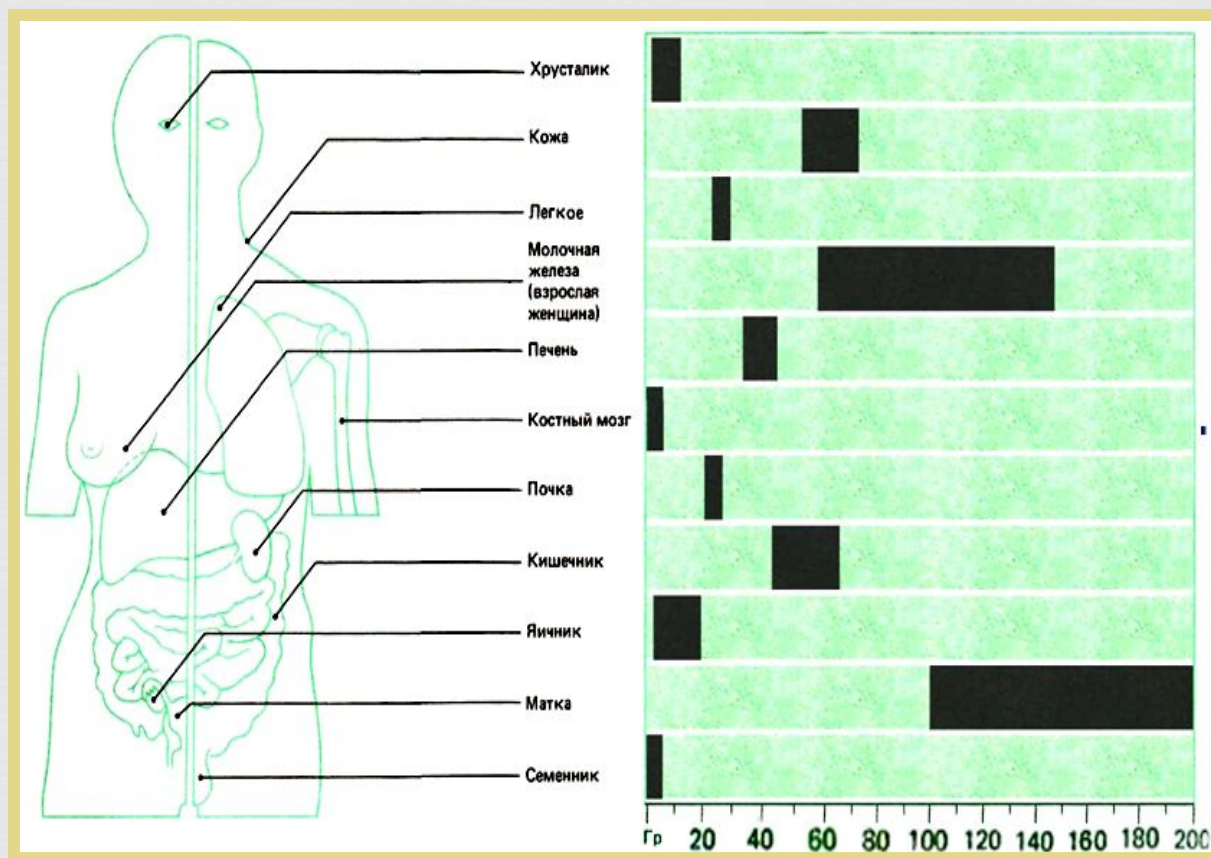
Соединительная

Почки

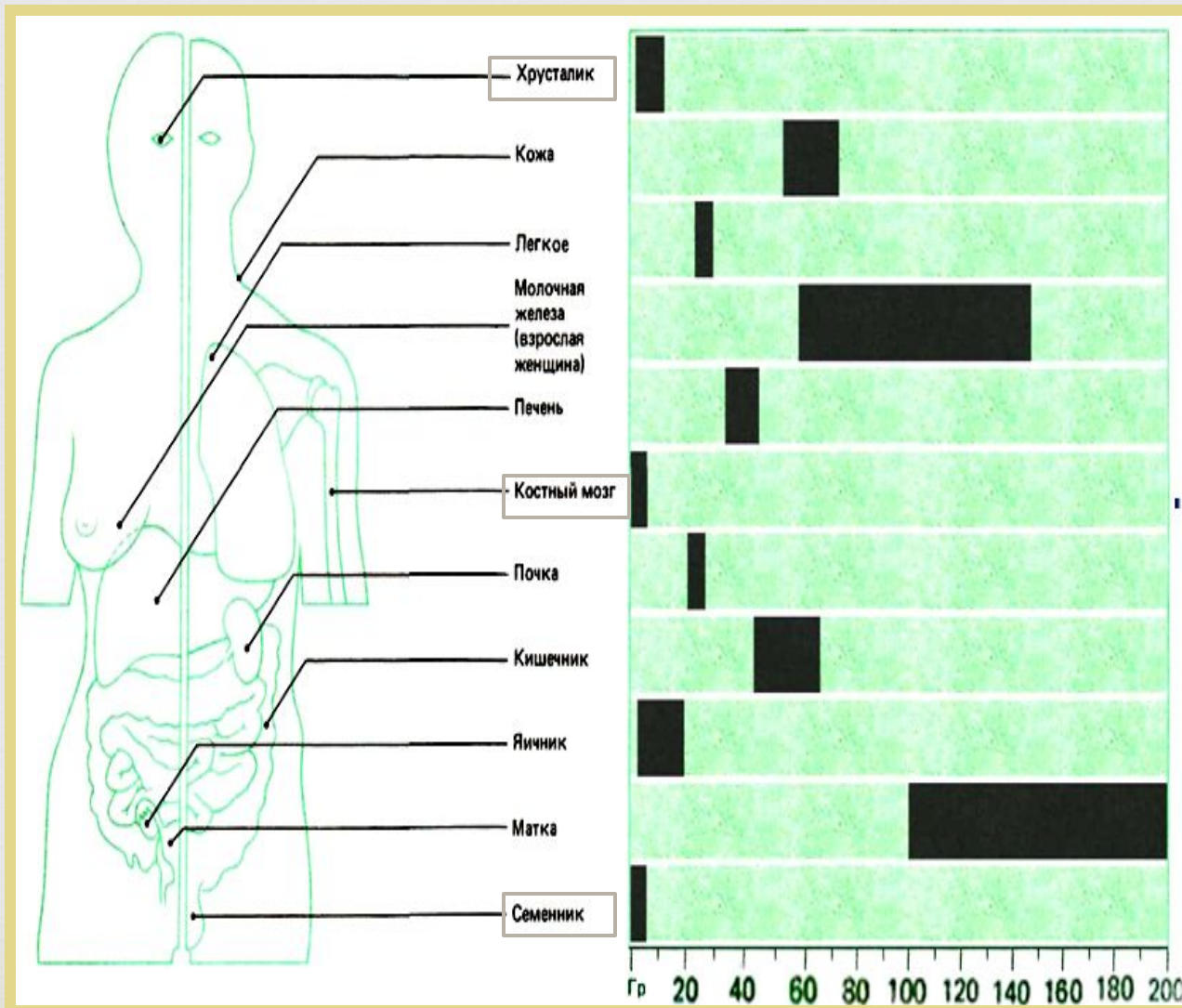
Легкие

Печень

Кожа



Радионеустойчивые = наиболее чувствительные к действию радиации



1. Костный мозг -
кроветворные органы
При дозе 0,5 Гр через
сутки сокращается
число лимфоцитов,
через 2 недели – число
эритроцитов

2. Половые железы
Семенники

0,1 Гр – временная
стерильность
2 Гр – постоянная
стерильность

3. Хрусталик

4. Детский
организм

Защита от ионизирующего излучения

Защита от ИИ – это совокупность мер, обеспечивающих защиту *от негативных последствий* излучения и некоторых способах *уменьшения дозы* облучения.

Различают *три вида защиты*:

- *Временем*
- *Расстоянием*
- *Материалом*

Защита материалом основана на различной способности веществ *поглощать ИИ*.

Необходимо находиться как можно *дальше* от источника излучения и по возможности *меньшее время*.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ)

Задача СИЗ: предотвратить попадание радиоактивных веществ

- на кожу,
- в органы дыхания (используется респиратор)
- и пищеварения

И, следовательно, свести к минимуму дозу облучения.



Используются радиопротекторы- это вещества, *ослабляющие воздействие на организм радиоактивного излучения.*

В состав радиопротекторов входят соединения, вызывающие гипоксию. Они блокируют свободные радикалы, возникающие в процессе облучения. При *недостатке кислорода* в тканях (гипоксии) поражающее действие ИИ



Наиболее эффективны радиопротекторы, содержащие *серу* (один класс) и *биогенные амины* (другой класс), а также витамины, коферменты, нуклеиновые кислоты и т.п.

Биологические протекторы:

- Женьшень,



Яды змей



*Китайский
лимонник,*

