

- **Дозы ионизирующего излучения.**
- **Естественное и антропогенное облучение современного человека.**
- **Дозовые пределы облучения, дозиметрия.**

Асс. Гресь С.Н.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

- Доза излучения - это энергия излучения, поглощенная определенной массой облучаемого вещества.
- Экспозиционная доза - это отношение суммарного заряда ионов одного знака, созданного фотонным излучением в сухом атмосферном воздухе, к массе воздуха в элементарном объеме.

Единицы измерения:

- В системе SI - кулон на кг воздуха (Кл/кг)
 - Внесистемная единица рентген (Р)
- $$1\text{Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}; 1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$$

Экспозиционная доза используется для количественной оценки ионизирующего действия поля гамма- и рентгеновского излучения.

▣ Поглощенная доза - энергия излучения, поглощенная в единице массы облучаемого вещества (кроме воздуха)

Единица поглощенной дозы:

- Грей (Гр)
- Внесистемная ед. – рад (radiation absorbed dose)

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад}$$

$$1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/кг}$$

Мощность поглощенной дозы выражается в Гр/сек, $1 \text{ рад/сек} = 0,01 \text{ Гр/сек}$

- **Поглощенная доза** прямо пропорционально зависит от порядкового номера поглощающего элемента в таблице Менделеева
- Измерить поглощенную дозу непосредственно в человеческом организме трудно, но возможно при использовании тканеэквивалентных детекторов (органические вещества, вода, сложные композиции, ткани)

Эквивалентная доза внешнего облучения - доза, поглощенная в органе или ткани организма и умноженная на взвешивающий коэффициент для конкретного вида излучения (W_R)

□ Единица эквивалентной дозы

1) в системе SI - Зиверт (Зв):

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \times W_R = 100 \text{ рад} \times W_R = 100 \text{ бэр}$$

2) внесистемная единица - бэр (биологический эквивалент рада)

. Коэффициент радиационного риска органов и тканей

Орган или ткань	ω_T	Орган или ткань	ω_T
Организм в целом	1,00	Молочная железа	0,05
Половые железы	0,2	Печень	0,05
Красный костный мозг	0,12	Пищевод	0,05
Толстый кишечник	0,12	Щитовидная железа	0,05
Легкие	0,12	Кожа	0,01
Желудок	0,12	Поверхность кости	0,01
Мочевой пузырь	0,05	Остальные органы и ткани	0,05

- ▣ *Мощность дозы* - это доза, поглощенная в массе вещества за определенный отрезок времени.
- ▣ Мощность экспозиционной дозы выражают в Ки/кг*с, Р/с, Р/ч;
- ▣ единицы мощности поглощенной дозы - Гр/с, Гр/год, рад/с и т.д.
- ▣ единицы мощности эквивалентной дозы - мкЗв/с, мЗв/час, мЗв/год, мбэр/с, бэр/год и т.д.
- ▣ В социально-гигиенических исследованиях применяется понятие "коллективные дозы"

- Доза коллективная эффективная эквивалентная (S) – эта сумма индивидуальных эквивалентных доз, полученных людьми одной группы (популяции, когорты).
- Коллективная доза облучения рассчитывается по формуле: $S = E * N$, где E - средняя эффективная индивидуальная доза в группе населения (когорте), подвергшейся облучению (Гр, Зв)
 N - численность популяции (чел.).

Естественный радиационный фон (ЕРФ)

1) Внешние компоненты

- Космическое излучение
- Радионуклиды литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы: урана (^{238}U), тория (^{232}Th) и актиноурана (^{235}Ac), ^{40}K , ^{48}Ca , (^{14}C) и тритий (^3H)
- Строительные материалы из природных компонентов (кирпич, бетон, цемент)

2) Внутреннее естественное ионизирующее облучение

- Поступление в организм с пищей и водой (^{40}K , ^{226}Ra , ^{14}C , ^3H и др.)
- С воздухом (^{224}Rn , ^{220}Tn в приземных слоях атмосферы и ^{14}C , ^3H).

Искусственная радиоактивность

- Антропогенное радиоактивное загрязнение биосферы ведет к повышению радиационного фона за счет искусственных радиоизотопов стронций-90, цезий-137 и иттрий-90.
- Искусственные радиоактивные аэрозоли образуются в результате ядерных взрывов, наиболее токсичными из них считаются стронций-90, цезий-137, углерод-14 и йод-131

Применение ИИ в Медицине

- Флюорография
- Рентгенологическое обследование
- Радиоизотопная медицина (введение радиоактивных изотопов в организм человека)
- Лучевая и альфа-терапия

Выдвигается требование минимально достаточных уровней облучения для получения диагностической информации.

В настоящее время необходима замена этих методов на менее опасную КТ и ядерный магнитный резонанс (ЯМР)

Гигиеническое нормирование облучения населения.

подразделяются на категории:

- ▣ **персонал**, т.е. лица, получающие облучение при своей профессиональной деятельности (группы А и Б)
- ▣ **все население** (группа В)

**. Основные пределы доз для населения категории В
(сверх естественного радиационного фона) (НРБ-99)**

Нормируемые величины	Пределы доз (ПД)
Эффективная доза при облучении всего тела за год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв за 1 год
Эквивалентная доза за год:	
- в хрусталике глаза	15 мЗв
- в коже	50 мЗв
- кистях и стопах	50 мЗв

Принципы и методы дозиметрии

- **Дозиметрия** – это измерение дозы или мощности дозы внешнего облучения.
- Работа дозиметров основана на эффектах, возникающих в воздухе или другой среде при прохождении фотонного излучения.
- **Ионизационный метод** используется для измерения экспозиционной дозы или мощности дозы излучения.
- **Детекторы:** конденсатор или электроскоп

Образующиеся между электродами ионы уменьшают величину электрического заряда на электродах, что и фиксируется на шкалах дозиметров в единицах экспозиционной дозы (Р, мР, мкР)

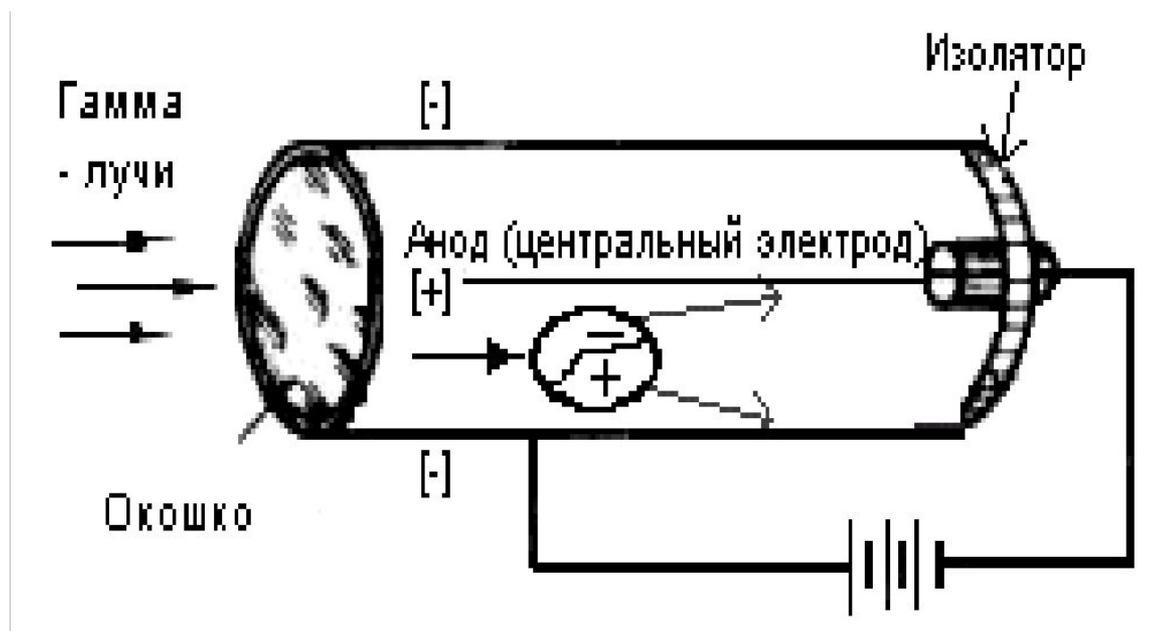
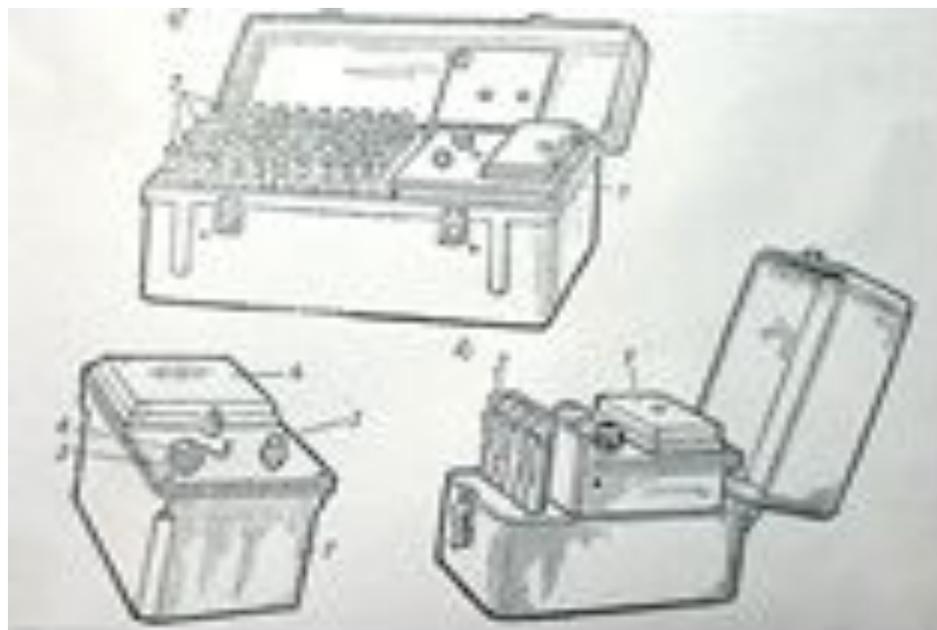


Рис. 15. Схема ионизационной камеры

Прямопоказывающие индивидуальные дозиметры типа ДК

Устроены по типу *электроскопа*. Перед работой дозиметр заряжают, а во время пребывания в зоне облучения доза может проверяться визуально по отклонению стрелки электроскопа от нуля



Дозиметр/электроскоп



Сцинтилляционный метод использует сцинтилляторы.

Возникающие в сцинтилляторе под действием излучения вспышки света преобразуются фотоэлектронным умножителем в импульсы тока, скорость счета которых пропорциональна мощности дозы излучения (рис. 17)

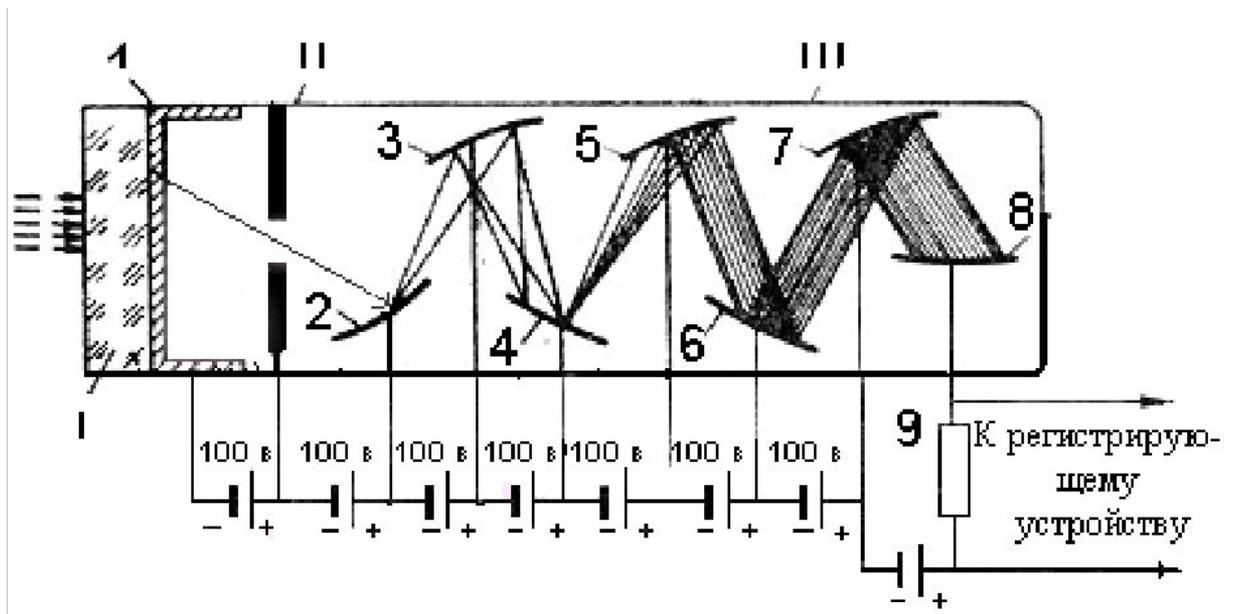


Рис. 17. Схема сцинтилляционного счетчика

Дозиметр сцинтилляторный



▣ *Термолюминесцентный метод* основан на накоплении люминофором (чаще всего – алюмофосфатным стеклом) энергии поглощенного ионизирующего излучения и отдаче ее в виде светового потока после дополнительного нагрева до 300°C токами высокой частоты.

▣ *Фотографический метод* основан на использовании эмульсии рентгеновской пленки, интенсивность потемнения которой под действием излучения пропорционально экспозиционной дозе излучения.

Лабораторная работа

«Гигиеническая оценка дозы облучения, полученной лицами из населения»

Пример гигиенической оценки полученной дозы облучения

Задача №1. Доза, зафиксированная дозиметром за сутки, составляет 5,8 мкЗв. Доза получена в течение суток жителем микрорайона, расположенного на расстоянии 400 м от АЭС (мощность неизвестна). Известно, что данный житель находился в день проведения дозиметрии 3 часа на улице, а остальное время (21 час) дома. Рассчитайте средние дозы, полученные этим человеком на улице и дома. Соответствует ли доза, полученная на улице средней индивидуальной дозе облучения населения от АЭС? Влияет ли она существенно на общую среднегодовую дозу, получаемую жителем данного микрорайона? Какие рекомендации могут быть даны жителям указанного микрорайона?

Заключение: 1) Житель относится к населению категории В, ПД для которого составляет 1 мЗв/год сверх естественного фона. Известно, что доза облучения от пребывания в жилом помещении составляет в среднем $1600 \text{ мкЗв/год} = 4,38 \text{ мкЗв/сутки}$. Доза, полученная жителем за 21 час пребывания в жилом помещении – около $4,38 : 24 \cdot 21 = 3,8 \text{ мкЗв}$. 2) Доза, полученная указанным человеком на улице и связанная в определенной степени с облучением от АЭС, составляет $5,8 - 3,8 = 2 \text{ мкЗв}$ за сутки (с учетом пребывания на улице не более 3-х часов в сутки), т.е. $2 \times 365 = 730 \text{ мкЗв/год}$, что является допустимой, поскольку ниже ПД для лиц категории В ($1 \text{ мЗв/год} = 1000 \text{ мкЗв/год} = 2,7 \text{ мкЗв/сут.}$). Населению микрорайона можно рекомендовать больше времени проводить вне помещений, но не более 4-х часов (4 часа дадут 2,7 мкЗв, т.е. ПД в сутки).

Задача №2. Весной в период сева тракторист в течение 6 дней работал в поле, производя обработку земли комплексным минеральным удобрением, а затем в течение 14 дней работал на комбайне, занимаясь севом зерновых и посадкой овощей на обработанных удобрением полях. Имевшийся у него индивидуальный дозиметр зафиксировал общую дозу облучения за время работы на уровне 800 мкЗв. Осенью он работал в общей сложности 10 дней на тех же полях и получил общую дозу облучения 200 мкЗв. Допустима ли полученная трактористом за год доза для лиц категории В?

Заключение. Доза облучения, полученная трактористом за год составила $800+200 = 1000$ мкЗв = 1мЗв. Однако, в измеренную дозиметром дозу вошел и естественный радиационный фон, который за 30 дней (т.е. 1 месяц) работы составил $900:12 = 75$ мкЗв, а на долю радиации от удобрений приходится не более $1000 - 75 = 925$ мкЗв. При средней для лиц из населения дозе облучения от удобрений 0,13 мкЗв/год эта доза чрезвычайно велика. Несмотря на то, что общая доза облучения тракториста за год не превышает ПД, необходимо изменить режим и условия работы тракториста, обеспечить его индивидуальными средствами защиты для предупреждения попадания аэрозоля удобрений внутрь организма.