

ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Физика радиоактивности. Основные виды и характеристики ионизирующих излучений.
2. Дозиметрические величины и единицы измерения. Биологическое действие ионизирующих излучений.
3. Нормирование радиационной безопасности.
4. Методы и приборы измерения ионизирующих излучений, методы защиты от ионизирующих излучений.



Ионизирующее излучение- это любое излучение, вызывающее ионизацию среды, т.е. протекание электрических токов в этой среде, в том числе и в организме человека, что часто приводит к разрушению клеток, изменению состава крови, ожогам и другим тяжелым последствиям.



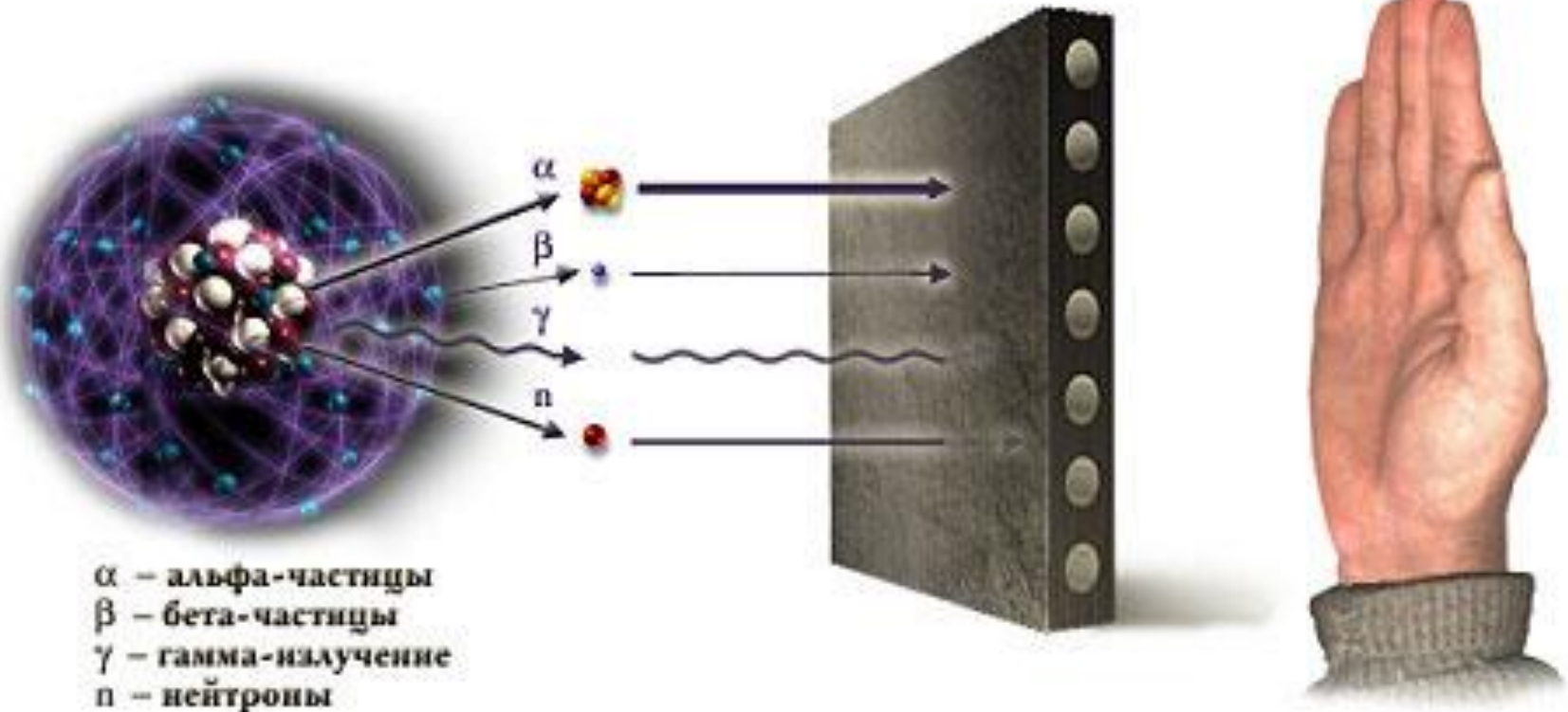
1. ФИЗИКА РАДИОАКТИВНОСТИ. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ.

Радиоактивностью называют самопроизвольное превращение неустойчивой разновидности одного химического элемента в неустойчивую разновидность другого элемента, которое сопровождается испусканием элементарных частиц или ядер (ионизирующим излучением).



Существуют два вида ионизирующих излучений:

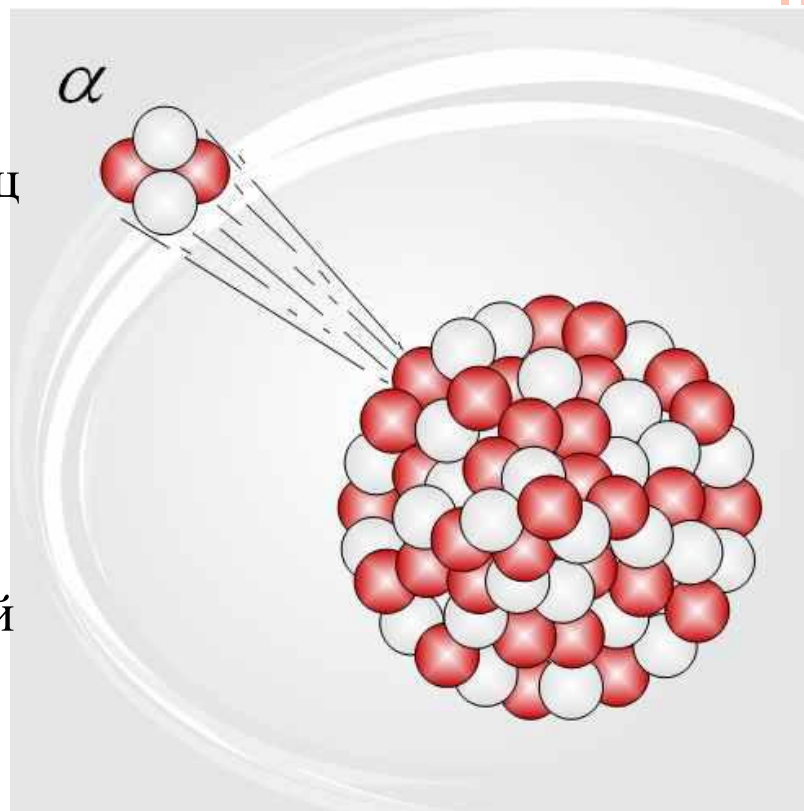
- корпускулярное, состоящее из частиц с массой покоя, отличной от нуля (альфа- и бета¹-излучение и нейтронное излучение);
- электромагнитное (гамма(γ)-излучение и рентгеновское) с очень малой длиной волны.



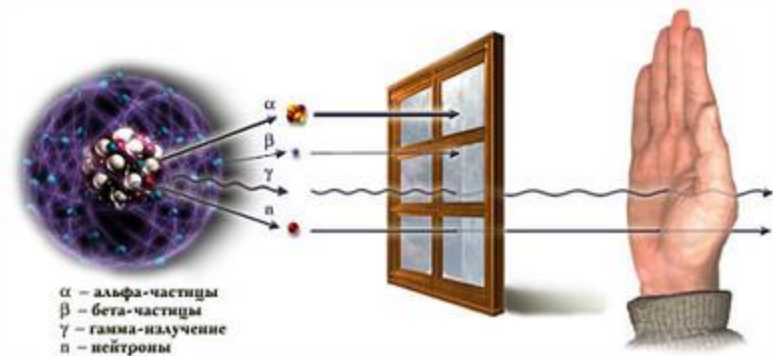
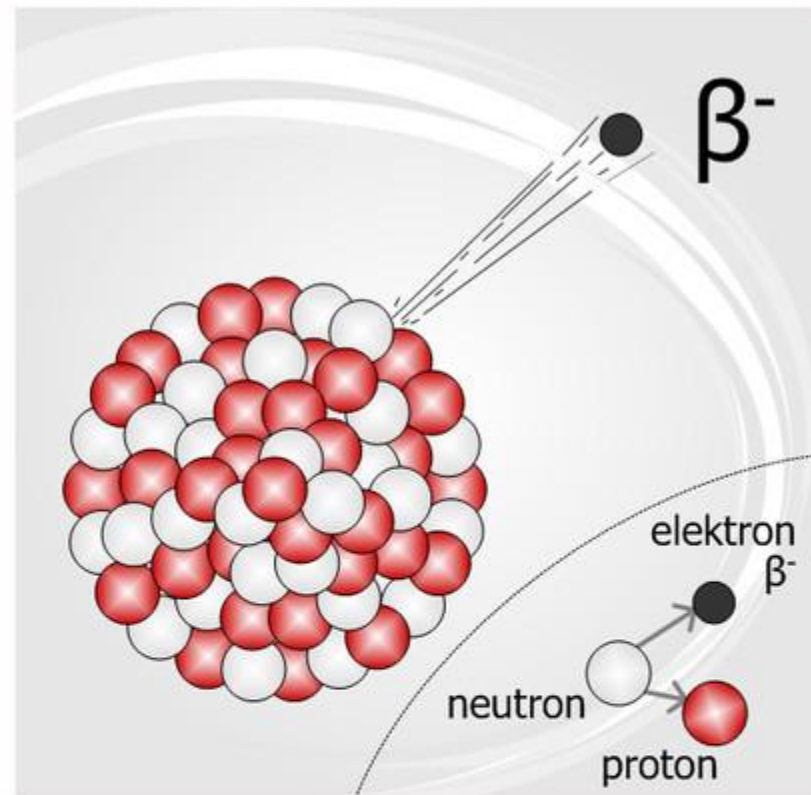
КОРПУСКУЛЯРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Альфа(α)-излучение представляет собой поток ядер гелия, обладающих большой скоростью. Эти ядра имеют массу 4 и заряд +2. Они образуются при радиоактивном распаде ядер или при ядерных реакциях. Энергия альфа-частиц не превышает нескольких МэВ[†]. Излучаемые альфа-частицы движутся практически прямолинейно со скоростью примерно 20 000 км/с.

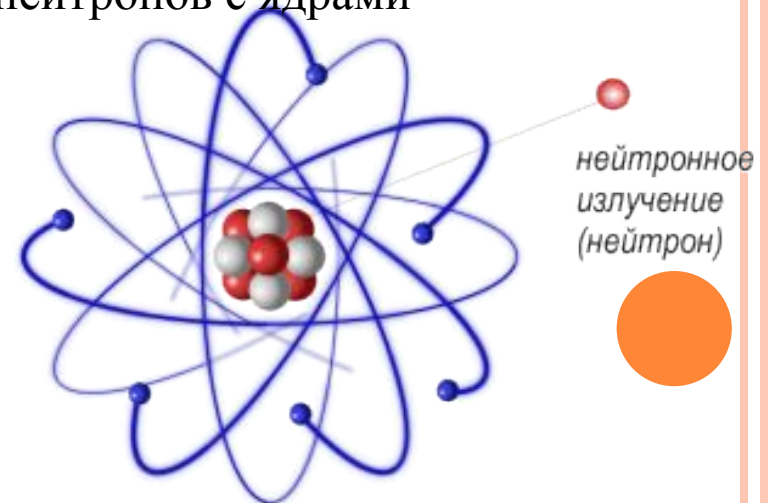
- МэВ – единица энергии (мега-электрон-вольт), применяемая в атомной и ядерной физике. $1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ}$ (электрон-вольт). Для перевода значений энергии излучения в систему СИ пользуются следующими соотношениями: $1 \text{ эВ} = 1,60206 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$; $1 \text{ МэВ} = 1,60206 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$.



□ *Бета-излучение* представляет собой поток электронов (β^- -излучение, или, чаще всего, просто β -излучение) или позитронов (β^+ -излучение), возникающих при радиоактивном распаде. В настоящее время известно около 900 бета-радиоактивных изотопов. Масса бета-частиц в несколько десятков тысяч раз меньше массы альфа-частиц. В зависимости от природы источника бета-излучений скорость этих частиц может лежать в пределах 0,3 – 0,99 скорости света. Энергия бета-частиц не превышает нескольких МэВ, длина пробега в воздухе составляет приблизительно 1800 см, а в мягких тканях человеческого тела $\sim 2,5$ см. Проникающая способность бета-частиц выше, чем альфа-частиц (из-за меньшей массы и заряда).

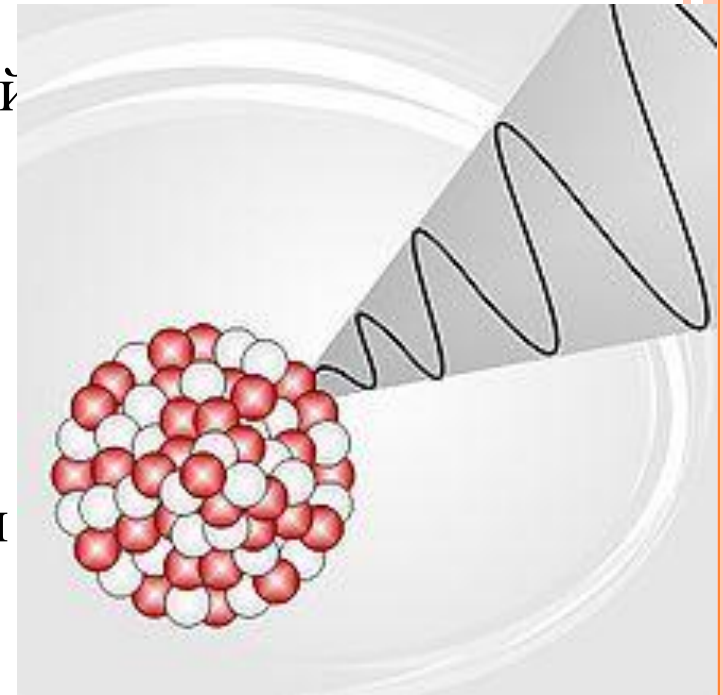


▣ *Нейтронное излучение* представляет собой поток ядерных частиц, не имеющих электрического заряда. Масса нейтрона приблизительно в 4 раза меньше массы альфа-частиц. В зависимости от энергии различают медленные нейтроны (с энергией менее 1 КэВ¹), нейтроны промежуточных энергий (от 1 до 500 КэВ) и быстрые нейтроны (от 500 КэВ до 20 МэВ). Среди медленных нейтронов различают тепловые нейтроны с энергией менее 0,2 эВ. Тепловые нейтроны находятся по существу в состоянии термодинамического равновесия с тепловым движением атомов среды. Наиболее вероятная скорость движения таких нейтронов при комнатной температуре составляет 2200 м/с. При неупругом взаимодействии нейтронов с ядрами атомов среды возникает вторичное излучение, состоящее из заряженных частиц и гамма-квантов (гамма-излучение). При упругих взаимодействиях нейтронов с ядрами может наблюдаться обычная ионизация вещества. Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии, но она существенно выше, чем у альфа- или бета-частиц.



ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

□ *Гамма-излучение* (γ -излучение) представляет собой электромагнитное излучение с высокой энергией и с малой длиной волны¹. Оно испускается при ядерных превращениях или взаимодействии частиц. Высокая энергия (0,01–3МэВ) и малая длина волны обуславливает большую проникающую способность гамма-излучения. Гамма-лучи не отклоняются в электрических и магнитных полях. Это излучение обладает меньшей ионизирующей способностью, чем альфа- и бета-излучение.



□ Рентгеновское излучение может быть получено в специальных рентгеновских трубах, в ускорителях электронов, в среде, окружающей источник бета излучения, и др. Рентгеновские лучи представляют собой один из видов электромагнитного излучения. Энергия его обычно не превышает 1 МэВ. В качестве примера определим длину волны γ -излучения с энергией 0,048 МэВ.



2. ДОЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Дозиметрической величиной, которая употребляется для свойства действия рентгеновского и γ -излучения на среду служит **ЭКСПОЗИЦИОННАЯ ДОЗА**.

Экспозиционная доза отражает способность данного вида излучений создавать в веществе заряженные частички. Единицей измерения экспозиционной дозы в системе единиц измерения (СИ) является **Кулон/кг (Кл/кг)**, внесистемной единицей – **Рентген (Р)**.

$$X = dQ/dm$$



Поглощенная доза – количество энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в пересчете на единицу массы хоть какого вещества.

Единицу измерения поглощенной дозы в системе СИ принимают Джоуль на килограмм (Дж/кг).

Эта единица имеет особое заглавие – **грей (Гр)**.

Внесистемной единицей измерения поглощенной дозы является **рад**.

$$D = dE/dm$$



Эквивалентная доза (H). Для оценки возможного ущерба здоровью человека в условиях хронического облучения в области радиационной безопасности введено понятие эквивалентной дозы H, равной произведению поглощенной дозы D_r , созданной облучением - r и усредненной по анализируемому органу или по всему организму, на весовой множитель w_r (называемый еще - коэффициент качества излучения) Единицей измерения эквивалентной дозы является Джоуль на килограмм. Она имеет специальное наименование Зиверт (Зв).

$$H_{T,R} = W_R * D_R$$



Основные радиологические величины и единицы

Величина	Наименование и обозначение единицы измерения		Соотношения между единицами
	Внесистемные	СИ	
Активность нуклида, А	Кюри (Ки, Ci)	Беккерель (Бк, Bq)	$1 \text{ Ки} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ $1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп/с}$ $1 \text{ Бк} = 2.7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}$
Экспозиционная доза, X	Рентген (Р, R)	Кулон/кг (Кл/кг, C/kg)	$1 \text{ Р} = 2.58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ $1 \text{ Кл/кг} = 3.88 \cdot 10^3 \text{ Р}$
Поглощенная доза, D	Рад (рад, rad)	Грей (Гр, Gy)	$1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр}$ $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$
Эквивалентная доза, H	Бэр (бэр, rem)	Зиверт (Зв, Sv)	$1 \text{ бэр} = 10^{-2} \text{ Зв}$ $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$
Интегральная доза излучения	Рад-грамм (рад·г, rad·g)	Грей·кг (Гр·кг, Gy·kg)	$1 \text{ рад} \cdot \text{г} = 10^{-5} \text{ Гр} \cdot \text{кг}$ $1 \text{ Гр} \cdot \text{кг} = 10^5 \text{ рад} \cdot \text{г}$

3.БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Для описания воздействия излучения на живые организмы вводят понятие относительной биологической эффективности излучения, которая измеряется с помощью *коэффициента качества*

Для рентгеновского, гамма- и бета-излучений коэффициент качества принят за 1. Для альфа-излучения и осколков ядер коэффициент качества 10...20. Нейтроны — 3...20 в зависимости от энергии. Для учёта биологического эффекта поглощённой дозы была введена эквивалентная поглощённая доза ионизирующего излучения, численно равная произведению поглощённой дозы на коэффициент биологической эффективности.

Помимо биологической эффективности, необходимо учитывать проникающую способность излучений

Механизмы биологического воздействия

Первичное действие ионизирующих излучений — это прямое попадание в биологические молекулярные структуры клеток и в жидкие (водные) среды организма.

Вторичное действие — действие свободных радикалов, возникающих в результате ионизации, создаваемое излучением в жидких средах организма и клеток.

Наиболее подвержены воздействию ионизирующего излучения активно делящиеся (эпителиальные, стволовые, также эмбриональные) клетки.



4. НОРМИРОВАНИЕ РАДИОЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Правила и нормы обеспечения радиационной в России регулируется следующими законодательными актами:

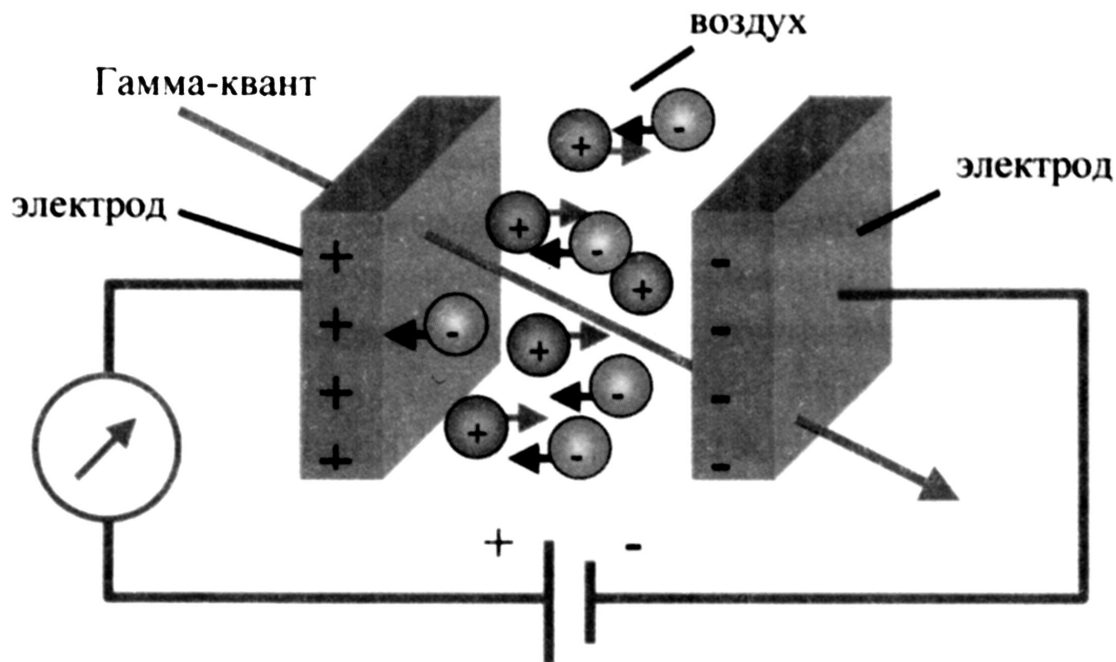
- 1.ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- 2.санитарные правила ОСПОРБ 99/2010;
- 3.нормы радиационной безопасности НРБ 99/2009;
- 4.санитарные правила, касающиеся строительства и эксплуатации атомных станций – СП АС-2003 и ПРБ АС-99.

Помимо этого, в соответствии с нормами РБ для обеспечения достаточного уровня радиационной безопасности должен проводиться ряд организационных мероприятий: оформление работы, допуск к работе с источниками ионизирующего излучения, надзор во время работы, оформление перерывов и окончания работы.

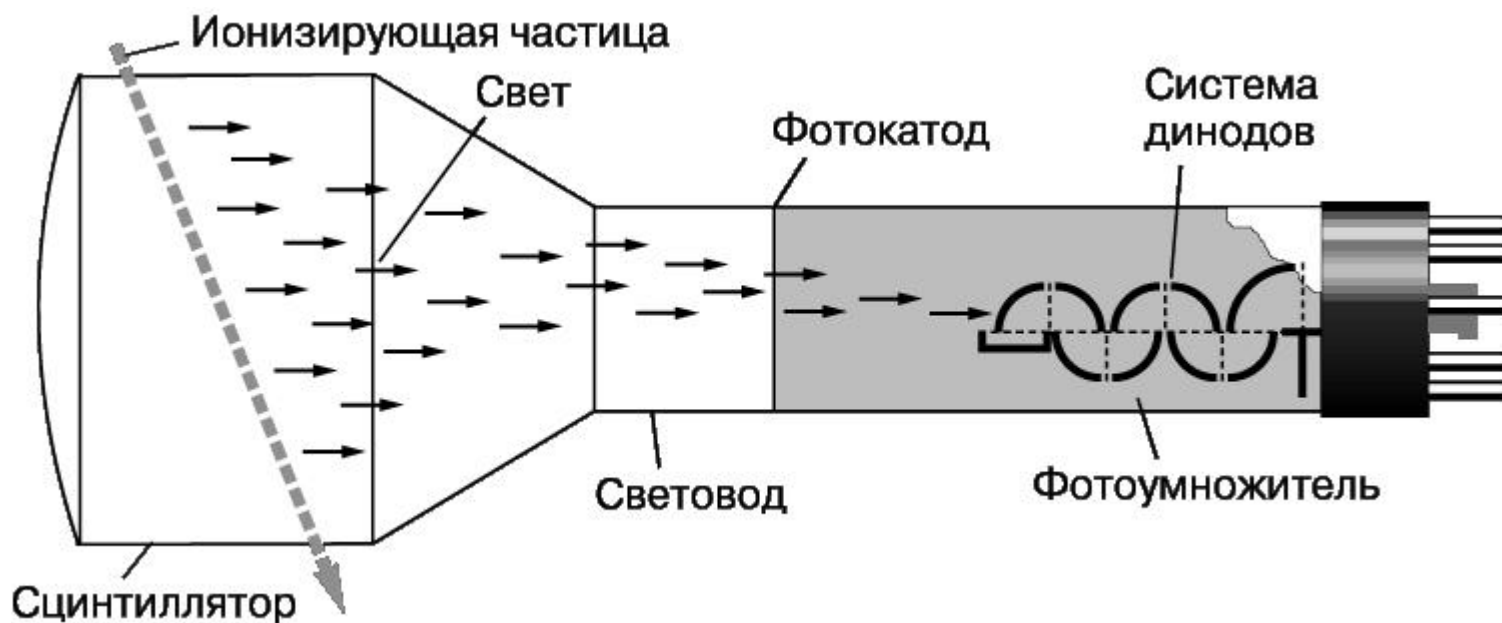


4. МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ, МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Ионизационный метод. Под действием излучения в газах и воздухе в результате ионизации образуются электроны и ионы. Если ионизация газа происходит в слое газа между двумя электродами, которые имеют разные потенциалы, то ионы и электроны будут двигаться к соответствующим электродам и в цепи возникнет электрический ток. По величине этого тока можно судить об интенсивности ионизационного эффекта (ионизационные камеры, пропорциональные счетчики, счетчики Гейгера-Мюллера).



Сцинтилляционный метод. В основе сцинтилляционного метода лежит явление люминесценции (холодного свечения вещества), которое вызвано ионизацией и возбуждением атомов, когда электроны переходят на более высокие энергетические уровни и через некоторое время возвращаются в основное состояние.



- **Химический метод.** Поглощение энергии веществом может вызывать различные химические реакции, при которых происходят определенные изменения в самих веществах. Возбужденные атомы и молекулы диссоциируют, образуя свободные радикалы. По величине интенсивности, например, окраски судят о количестве поглощенной энергии излучения. С помощью этого метода измеряется доза гамма - и нейтронного излучения. Дозы измеряются в пределах 10-100 Р и выше.

- **Фотографический метод.** Фотографические детекторы основаны на свойстве ионизирующих излучений воздействовать на чувствительный слой фотоматериалов аналогично видимому свету. Для данных целей применяют рентгеновские пленки, представляющие собой чувствительную эмульсию, нанесенную с одной или двух сторон на целлулоидную подложку. В состав эмульсии входит бромистое или хлористое серебро, равномерно распределенное в слое желатина.



1. Дозиметры на основе ионизационных камер

Точные приборы ионизирующего излучения, действующие за счет перемещения в специальном отсеке заряженных частиц. Устройство дополнено блоком питания и регистратором. Числовое значение тока, возникающего в камере, фиксируется микроамперметром и преобразовывается в показатель мощности излучения. Примерами таких дозиметров являются ДП-24, ДП22В, а также комплект ИД-1.



2. Газоразрядные счетчики

Высокочувствительные приборы для обнаружения ионизирующих излучений незначительной интенсивности. Устройство представляет собой металлический баллон, заполненный одним из инертных газов, с установленным внутри анодом. Возникновение электрических импульсов регистрируется специальным датчиком и преобразовывается в численные показатели. Аппараты используются в военной и бытовой сфере. Примерами устройств являются «Сосна», «Припять», ДП-12, «Мастер» и пр.



Счётчик Гейгера

Газоразрядный прибор для автоматического подсчёта числа попавших в него ионизирующих частиц.

3. Галогенные приборы ионизирующего излучения

Данный вариант измерительного устройства может применяться в полевых условиях, работать от сухих батарей. Специальные камеры оборудования заполнены не только инертным газом, но также хлором, бромом или йодом. Производители выпускают СИ1-Г, СИ-ЗБГ и прочие.

Кроме того, экспертами могут применяться приборы для измерения ионизирующих излучений, разработанные на основе сцинтилляционного метода. Устройства преобразуют энергию волн в световой поток, что позволяет получать точные результаты.

Несколько реже используются химические дозиметры. Они действуют за счет способности определенных соединений разлагаться или преобразовываться под воздействием тех или иных лучей. Такие приборы уместны при исследовании опасных объектов

и территорий в зоне ЧС. Химическая методика позволяет выявлять значительные дозы излучения.



МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Основными **способами защиты** от ионизирующих излучений являются:

- защита расстоянием;
- защита экранированием:
 - от альфа-излучения — лист бумаги, резиновые перчатки, респиратор;
 - от бета-излучения — плексиглас, тонкий слой алюминия, стекло, противогаз;
 - от гамма-излучения — тяжёлые металлы (вольфрам, свинец, сталь, чугун и пр.);
 - от нейтронов — вода, полиэтилен, другие полимеры;
- защита временем.
- химическая защита.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

