

# Вибрация на производстве



# *Вибрация*

- представляет собой механическое колебательное движение тел, передающееся на весь организм человека или отдельные его части.

простейшим видом является гармоническое поступательное или крутильное колебание.



# Основные параметры синусоидального поступательного колебания

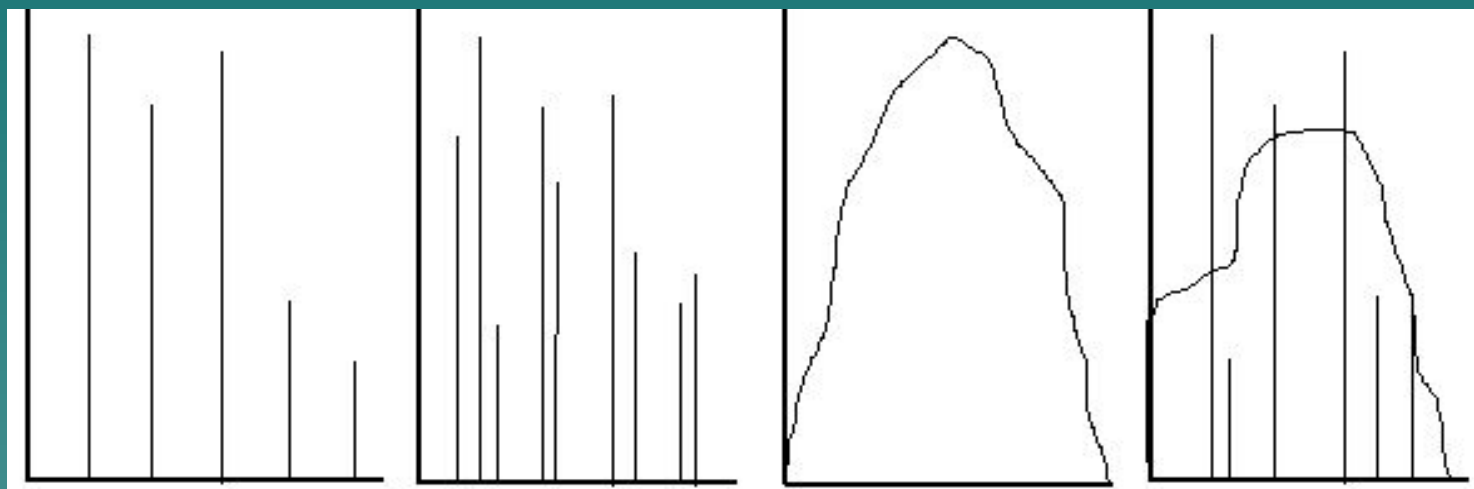
- ◆ частота, Гц;
- ◆ период колебания  $T$ (с).
- ◆ вибросмещение  $X_a$ , м;
- ◆ виброскорость  $V_a$ , м/с;
- ◆ виброускорение  $a_a$ , м/с<sup>2</sup>.

$$V_a = (2\pi f) X_a$$

$$a_a = (2\pi f)^2 X_a$$

# Спектры колебательного процесса

Амплитуда  $V$ , м/с



дискретный

непрерывный

Частота  $f$ , Гц

# Октавные диапазоны частот

В практике виброакустических исследований весь диапазон частот вибраций разбивают на октавные диапазоны, которые характеризуются:

- ◆ **f1** – нижняя граничная частота,
- ◆ **f2** – верхняя граничная частота,

$$f2 / f1 = 2$$

- ◆ **среднегеометрическая частота**

$$f_{cp} = \sqrt{f1 \cdot f2}$$

Среднегеометрические частоты  
октавных (третьоктавных) полос  
частот в виброакустике  
стандартизованы и составляют:

**1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250;  
500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000  
(0,8; 1,0; 1,2 и т. д.) Гц**

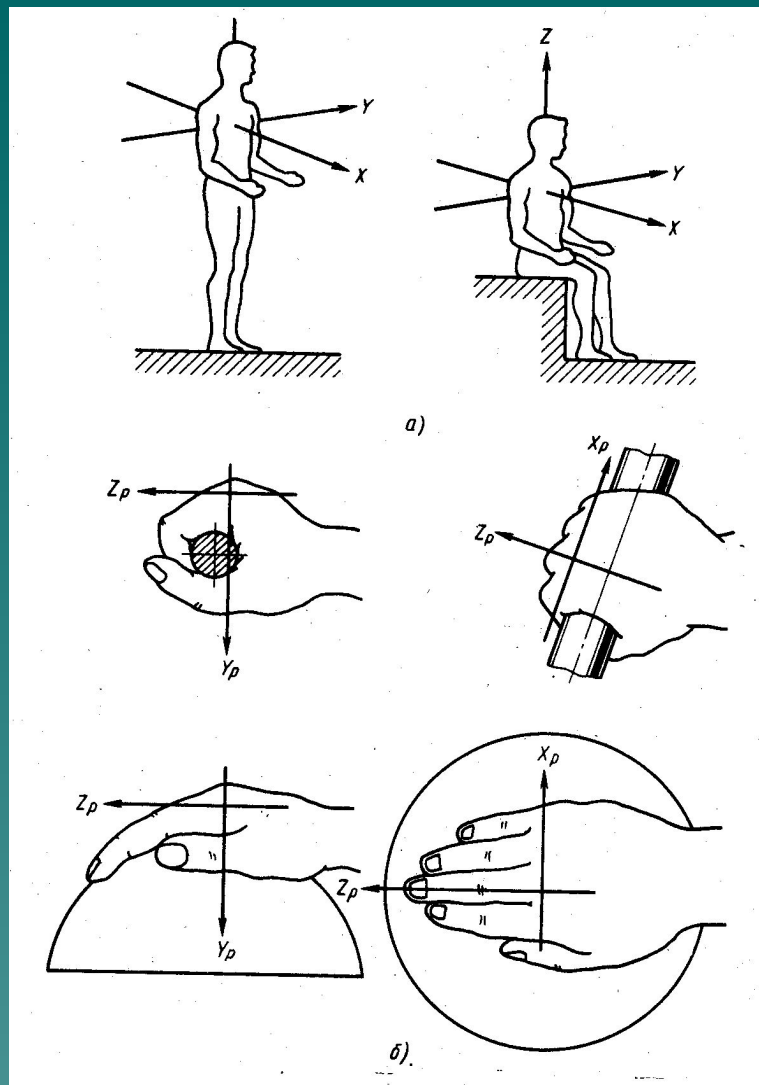
## Для оценки вибрации используются

- логарифмические уровни виброскорости  $V_a$ , Дб

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{v}{5 \cdot 10^{-8}}$$

- логарифмические уровни виброускорения  $A_a$ , Дб

$$L_a = 20 \cdot \lg \frac{a}{3 \cdot 10^{-4}}$$



Направление координатных осей при действии вибрации:  
 а – общей (положение стоя и сидя);  
 б – локальной (охват цилиндрических и сферических поверхностей)



**По источнику возникновения общую вибрацию классифицируют на категории:**

- ▣ общую вибрацию 1-й категории – транспортную вибрацию;**
- ▣ общую вибрацию 2-й категории – транспортно-технологическую вибрацию,;**
- ▣ общую вибрацию 3-й категории – технологическую вибрацию.**

# Диапазон частот нормируемых параметров :

- ◆ **для локальной вибрации**

8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;

- ◆ **для общей вибрации**

0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0;  
5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0;  
20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0;  
80,0 Гц.

# Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_L, Y_L, Z_L$			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с · 10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

# Обеспечение вибрационной безопасности

## *Организационно-технические мероприятия:*

- замена операций, требующих применения ручных машин, автоматизацией процессов и их дистанционным управлением;
- применение самоходного оборудования с автоматическим управлением;
- механизация процессов ручной формовки;
- дистанционное управление бетоноукладчиков;
- планово-предупредительный ремонт и контроль вибрационных параметров.

# *Технические мероприятия*

- расчет фундаментов и виброизоляционных средств на стадии проектирования является кардинальным средством снижения общей вибрации при установке мощных машин и агрегатов,
- создание новых конструкций инструментов и машин,
- выбор рациональных параметров ударного узла,
- применение различных демпфирующих приспособлений (виброгасящие насадки и настилы из губчатой резины, поролона),
- пружинные амортизаторы (амортизирующие сиденья, площадки с пассивной пружинной изоляцией),
- балансировка абразивных кругов и насадок.

# Гигиенические, лечебно-профилактические и правовые мероприятия

- общее время контакта с вибрирующими машинами, не должно превышать  $\frac{2}{3}$  длительности рабочего дня, продолжительность непрерывного воздействия не превышала 15–20 мин;
- перерывы: 20 мин (через 1–2 ч от начала смены) и 30 мин (через 2 ч после обеденного перерыва);
- при превышении вибрации в 4 раза запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию.
- к работе с вибрирующими машинами допускаются лица не моложе 18 лет, получившие соответствующую квалификацию;
- периодические осмотры не реже 1 раза в год;
- работа с вибрирующим оборудованием, как правило, должна проводиться в отапливаемых помещениях;
- использовать специальные комплексы производственной гимнастики;
- витаминпрофилактику (два раза в год комплекс витаминов С, В; никотиновая кислота),
- спецпитание;
- 5–10-минутные гидропроцедуры и самомассаж для верхних конечностей.



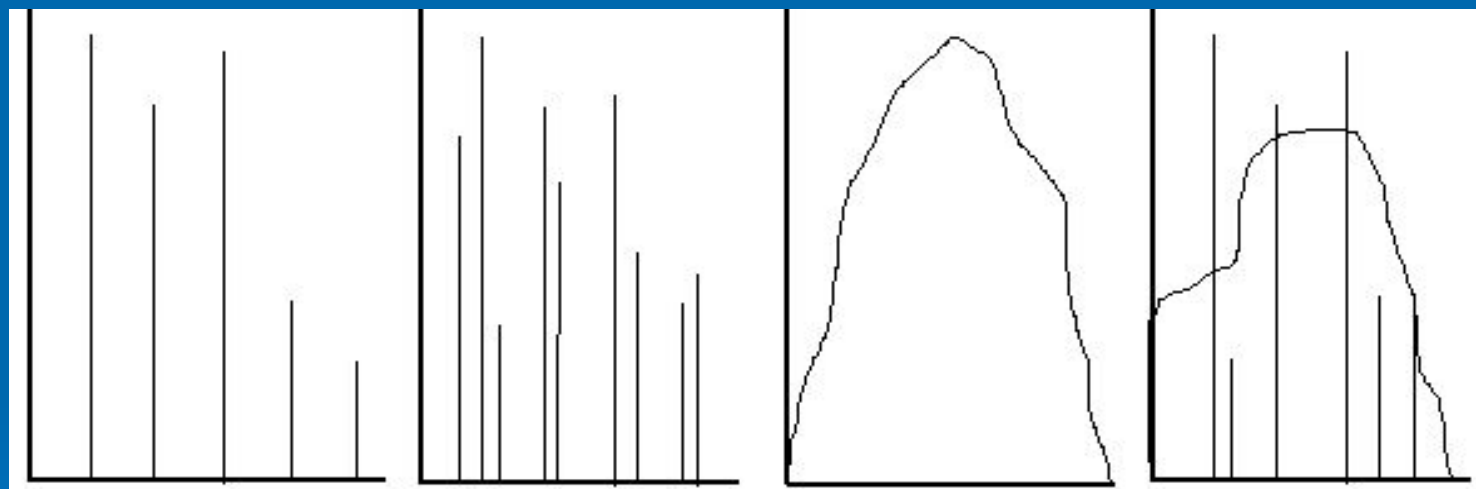
# Физические характеристики звуковой волны

- звуковое давление  $p(t)$ , Па ( $\text{Н/м}^2$ )
- частота колебания  $f$ , (Гц)
- период колебания  $T$  (с);  $T = 1/f$
- скорость звука  $C$  (м/с)
- интенсивность звука  $I$  ( $\text{Вт/м}^2$ ).



# Спектры колебательного процесса

Амплитуда  $V$ , м/с



дискретный

непрерывный

Частота  $f$ , Гц

# Октавные диапазоны частот

В практике виброакустических исследований весь диапазон частот вибраций разбивают на октавные диапазоны, которые характеризуются:

- $f_1$  – нижняя граничная частота,
- $f_2$  – верхняя граничная частота,

$$f_2 / f_1 = 2$$

- среднегеометрическая частота

$$f_{cp} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами:

31,5; 63; 125; 250; 500; 1000;  
2000; 4000; 8000 Гц.

## Для оценки шума используются

- ◆ логарифмические уровни интенсивности звука  $L_I$ , дБ

$$L_I = 10 \cdot \lg I/I_0, \text{ дБ}$$

$I_0$  – пороговая величина интенсивности звука ( $10^{-12}$ , Вт/м<sup>2</sup>).

- ◆ логарифмические уровни звукового давления  $L_p$ , дБ

$$L_p = 20 \cdot \lg P/P_0, \text{ дБ}$$

$P_0$  – пороговая величина звукового давления ( $2 \cdot 10^{-5}$ , Па).

# Классификация шума

- ◆ По частотному составу:
  - инфразвук** – колебания, распространяющиеся в воздушной среде с частотой ниже 16 Гц;
  - звук** – от 16 до 20000 Гц,
    - ◆ низкочастотный (до 400 Гц)
    - ◆ среднечастотный (в диапазоне 400...1000 Гц)
    - ◆ высокочастотный (свыше 1000 Гц).
  - ультразвук** – с частотой более 20000 Гц
    - ◆ низкочастотный – от  $10^4$  до  $10^5$
    - ◆ высокочастотный от  $10^5$  до  $10^9$
- ◆ По характеру спектра:
  - широкополосные** (с непрерывным спектром шириной более одной октавы);
  - тональные** (в спектре которых имеются слышимые дискретные тона).
- ◆ По временным характеристикам:
  - постоянные**
  - непостоянные** (колеблющиеся во времени, прерывистые, импульсные).

# Нормирование шума на рабочих местах

## ПОСТОЯННЫЙ ШУМ:

- ◆ **уровень звукового давления ( $L_p$ ), дБ**  
в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц;
- ◆ **уровень звука ( $L_a$ ), дБА.**

## непостоянный шум:

- ◆ **эквивалентный уровень звука ( $L_{эқв}$ ), дБА.**

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и экви- вале- нтные уров- ни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<b>Предприятия, учреждения и организации</b>										
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность; рабочие места: в помещениях дирекции, проектно- конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

**Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни  
звуча на рабочих местах  
для трудовой деятельности разных категорий тяжести и  
напряженности в дБА**

Категория напряженности трудоого процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая Физичес-кая нагрузк а	средняя Физичес-кая нагрузк а	тяжелый труд 1-й степени	тяжелый труд 2-й степени	тяжелый труд 3-й степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1-й степени	60	60	—	—	—
Напряженный труд 2-й степени	50	50	—	—	—



# Средства и методы защиты от шума

- **Уменьшение шума в источнике.**
- **Снижение шума на путях его распространения:**
  - архитектурно-планировочные мероприятия;
  - звукопоглощение;
  - звукоизоляция;
  - глушители шума.





## Предельно допустимое время пребывания работника в зоне действия электростатического поля определяется:

- если напряженность электростатического поля на рабочем месте не превышает **20 кВ/м**, то предельно допустимое время пребывания персонала не регламентируется;
- если напряженность электростатического поля лежит в диапазоне **от 20 кВ/м до 60 кВ/м**, то ( $t_{\text{доп}}$ ) определяется по формуле

$$t_{\text{доп}} = \left( \frac{60}{E_{\text{ФАКТ}}} \right)^2,$$

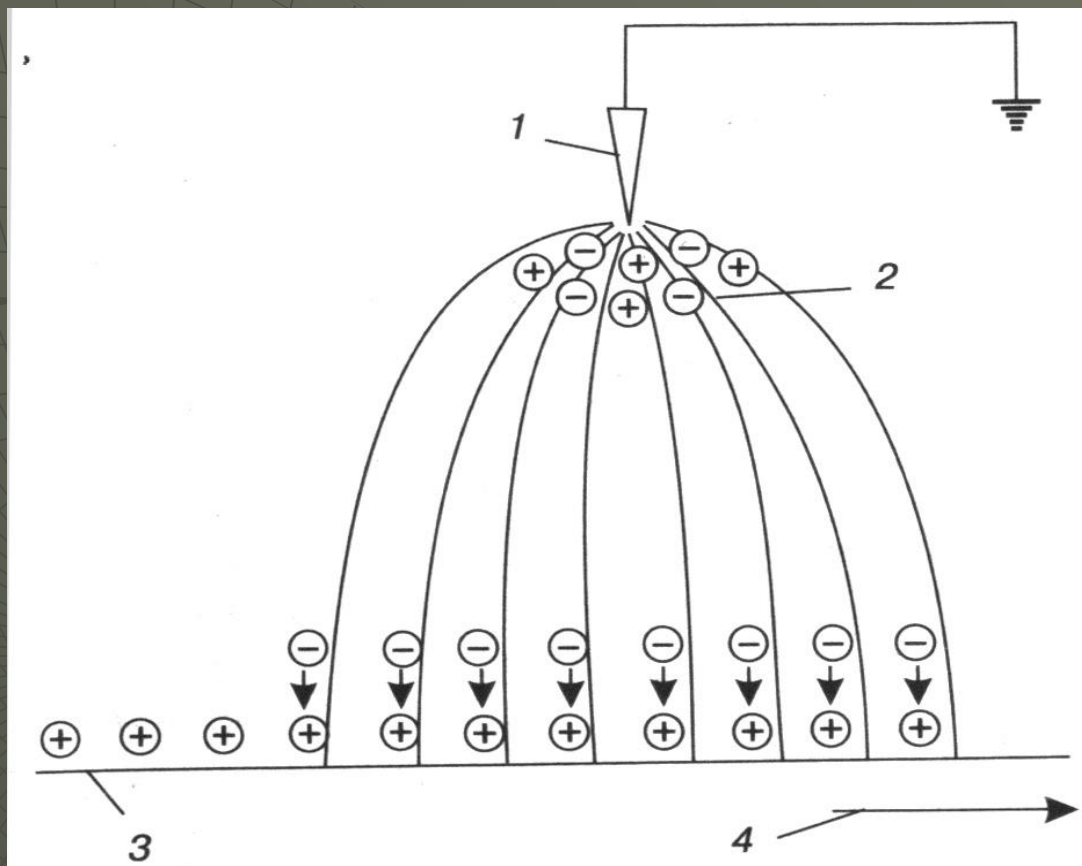
где  $E_{\text{ФАКТ}}$  – измеренное значение напряженности ЭСП (кВ/м);

- если напряженность ЭСП равна **60 кВ/м**, то допустимое время пребывания персонала не должно превышать **1 часа**;
- если напряженность ЭСП превышает **60 кВ/м**, то пребывание работников без средств защиты запрещено.

## Средства коллективной защиты :

- ◆ заземляющие устройства;
- ◆ нейтрализаторы;
- ◆ увлажняющие устройства;
- ◆ антиэлектростатические вещества;
- ◆ экранирующие устройства.

# Схема нейтрализации зарядов индукционным нейтрализатором:



1 – разрядный электрод; 2 – зона ударной ионизации;  
3 – наэлектризованный диэлектрик; 4 – направление движения диэлектрика



# Источники электромагнитных полей промышленной частоты

- электротехнические устройства, питающиеся от сети частотой 50 Гц;
- линии электропередачи напряжением 220, 330, 500 кВ и выше;
- индукционные печи;
- токопроводы;
- реакторы и т. д.



## Нормирование интенсивности электрического и магнитного полей промышленной частоты

- пребывание в ЭП напряженностью **до 5 кВ/м** включительно допускается в течение рабочего дня;
- допустимое время пребывания (ч) в ЭП напряженностью **от 5 до 20 кВ/м** включительно вычисляют по формуле

$$T = \frac{50}{E} - 2$$

- где E – напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне, кВ/м;
- при напряженности ЭП **от 20 и до 25 кВ/м** время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин;
- пребывание в ЭП с напряженностью **более 25 кВ/м** без применения средств защиты не допускается.

# Допустимые уровни магнитного поля

Время пребывания, ч	Допустимые уровни магнитного поля H (А/м)/В (мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
$\leq 1$	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

# Средства защиты от электромагнитных полей частотой 50 Гц

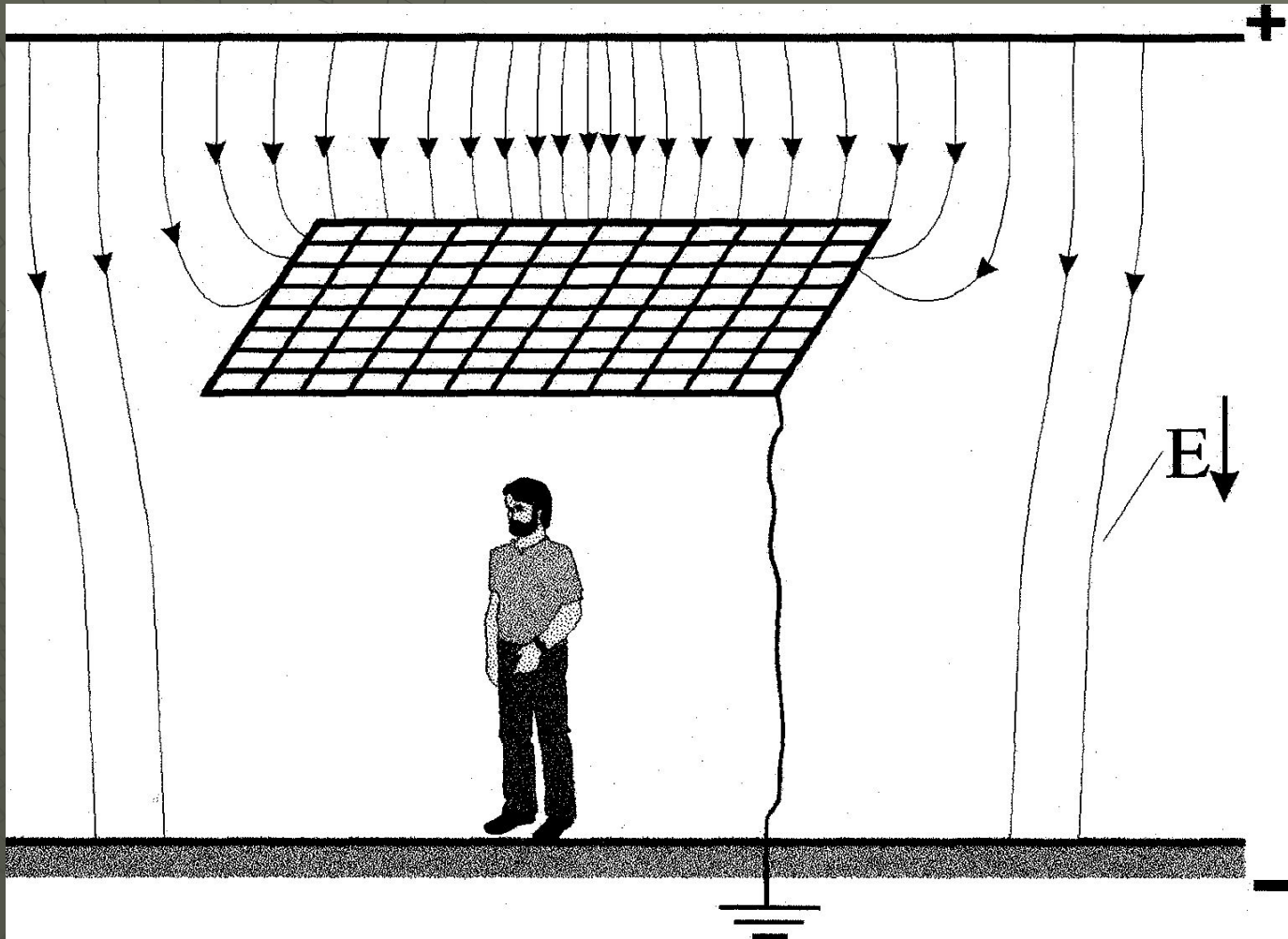
## **Инженерно-технические мероприятия:**

- рациональное размещение оборудования;
- экранирующие средства защиты (навесы, козырьки, перегородки, переносные экранирующие устройства)

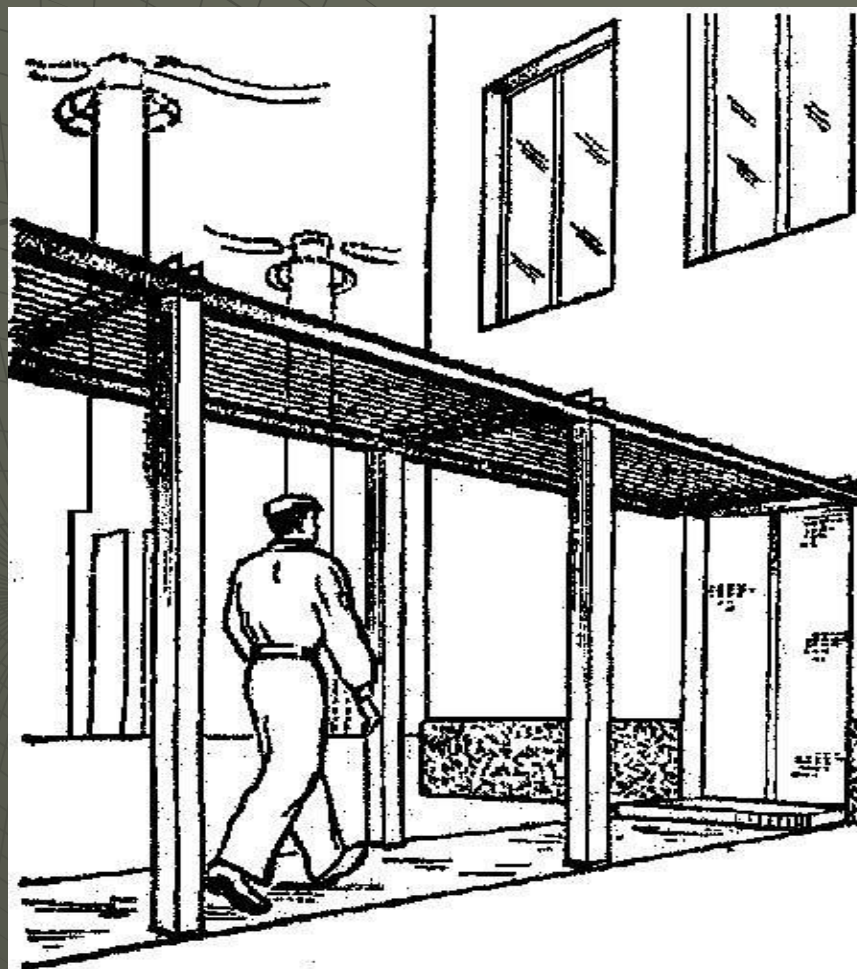
## **Организационные мероприятия:**

- рациональные режимы работы персонала;
- ограничение мест и времени пребывания персонала в зоне воздействия ЭМП;
- организация санитарно-защитных зон (СЗЗ);
- посадка зеленых насаждений;
- удалением источников ЭМП от мест проживания.

# Принцип действия экранирующего навеса



# Экранирующий навес над проходом в здание



# Комплект экранирующий





# Источники электромагнитных полей радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ)

- радиостанции низкочастотного (НЧ) (130...285 кГц), средневолнового (СВ) (415...1606 кГц), коротковолнового (КВ) (3,95...26,1 МГц) и ультракоротковолнового диапазонов (УКВ, FM) (87,5...108 МГц);
- телевизионные передатчики (47...68 МГц, 174...239 МГц, 470...890 МГц);
- индивидуальные и мобильные средства связи, ручные телефоны, телефоны, установленные в автомобилях, системы мобильной радиосвязи и системы спутниковой связи;
- системы охраны и радиолокационные системы службы слежения авиатранспорта (9...35 ГГц);
- установки СВЧ-нагрева (2,45 ГГц);
- медицинское диагностическое и терапевтическое оборудование;
- видеодисплейные терминалы и персональные компьютеры.



# Оценка воздействия электромагнитных излучений (ЭМИ) РЧ на людей

- 1 группа - лица, работа и обучение которых связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ;
- 2 группа - лица, работа и обучение которых не связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния ЭМИ РЧ, население.

# Нормирование ЭМП РЧ

Для 1 группы лиц - нормирование ведется по энергетической экспозиции (ЭЭ).

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 \cdot T, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч},$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 \cdot T, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч},$$

$$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ}_{\text{пду}} \cdot T, (\text{Вт/м}^2) \cdot \text{ч},$$

Для 2 группы (население) – по значениям интенсивности поля (E, H, ППЭ).

- 30 кГц...300 МГц оценивается значениями напряженности электрического поля E, В/м и магнитного поля H, А/м;
- 300 МГц...300 ГГц – значениями плотности потока энергии (ППЭ), Вт/м<sup>2</sup>.

# Предельно допустимые значения интенсивности электромагнитного поля

$$E_{\text{пду}} = \sqrt{\frac{\text{ЭЭ}_{\text{епд}}}{T}}$$

$$H_{\text{пду}} = \sqrt{\frac{\text{ЭЭ}_{\text{нпд}}}{T}}$$

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ппэпд}}}{T}$$

# Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазон частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	по электрической составляющей, $(В/м)^2 \cdot ч$	по магнитной составляющей, $(А/м)^2 \cdot ч$	по плотности потока энергии, $(мкВт/см^2) \cdot ч$
30 кГц...3 МГц	20 000,0	200,0	–
3...30 МГц	7 000,0	–	–
30...50 МГц	800,0	0,72	–
50...300 МГц	800,0	–	–
300 МГц...300 ГГц		–	200,0

# Максимальные ПДУ напряженности и плотности потока энергии ЭМП диапазона частот $\geq 30$ кГц–300 ГГц

Параметр	Максимально допустимые уровни в диапазонах частот (МГц)				
	$\geq 0,03-3,0$	$\geq 3,0-30,0$	$\geq 30,0-50,0$	$\geq 50,0-300,0$	$\geq 300,0-300\ 000,0$
<b>E, В/м</b>	<b>500</b>	<b>300</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>–</b>
<b>H, А/м</b>	<b>50</b>	<b>–</b>	<b>3,0</b>	<b>–</b>	<b>–</b>
<b>ППЭ, мкВт/см<sup>2</sup></b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>1000 5000*</b>

□ Для условий локального облучения кистей рук

# Защита от воздействия ЭМП РЧ

- ▣ **Защита населения** - устанавливаются санитарно-защитные зоны и зоны ограничения застройки.
- ▣ **Защита персонала:**
- ▣ **Организационные мероприятия:** выбор рациональных режимов работы оборудования; ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМИ РЧ (защита расстоянием и временем).
- ▣ **Инженерно-технические мероприятия:** уменьшение мощности излучения в источнике, экранирование источников излучения, экранирование рабочих мест, обозначение и ограждение зон.

# «Внимание. Электромагнитное поле»



# Основные характеристики радиопоглощающих материалов

Наименование материала	Рабочая частота излучения, ГГц	Коэффициент отражения, %
<i>Резиновые коврики:</i>		
<b>В2Ф2</b>	7,5–37,5	2
<i>Магнетодиэлектрические пластины:</i>		
<b>ХВ-0.8</b>	37,5	2
<b>ХВ-6.2</b>	4,8	2
<b>СВЧ-068</b>	0,15–2,0	3–4
<i>Поглощающие материалы на основе поролона:</i>		
<b>Б-2</b>	37,5	2
<b>БР-3</b>	0,75	2
<b>ВРПМ</b>	не выше 10,0	1–2
<i>Поглощающие материалы на основе древесины:</i>		
<b>ЛУЧ-50</b>	1,5–37,5	3
<b>ЛУЧ-150</b>	0,5–37,5	3
<i>Текстолит графитированный № 369-61</i>	1,9–37,5	До 50





**$180 < \lambda \leq 380$  нм** – ультрафиолетовая область;

**$380 < \lambda \leq 750$  нм** – видимая область;

**$750 < \lambda \leq 1400$  нм** – ближняя инфракрасная область;

**$1400 < \lambda \leq 10^5$  нм** – дальняя инфракрасная область.

# По степени опасности выходного излучения лазеры подразделяются на 4 класса

- ◆ **I-й класс** – лазеры, выходное излучение которых не представляет опасности для глаз и кожи;
- ◆ **II-й класс** – лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым или зеркально отраженным излучением;
- ◆ **III-й класс** – лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности;
- ◆ **IV-й класс** – лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

# Нормируемыми параметрами являются энергетическая экспозиция $H$ и облученность $E$

$$H_{\text{пду}} = \frac{W_{\text{пду}}}{S_a}$$

$$E_{\text{пду}} = \frac{P_{\text{пду}}}{S_a},$$

- ♦ где  $H_{\text{пду}}$  – предельно допустимое значение энергетической экспозиции лазерного излучения, Дж / м<sup>2</sup>;  $W_{\text{пду}}$  – предельно допустимый уровень энергии лазерного излучения, Дж;  $S_a$  – площадь ограничивающей апертуры, м<sup>2</sup>;  $E_{\text{пду}}$  – предельно допустимый уровень облученности, Вт / м<sup>2</sup>;  $P_{\text{пду}}$  – предельно допустимый уровень мощности ЛИ, Вт.

# Средства защиты от лазерного излучения

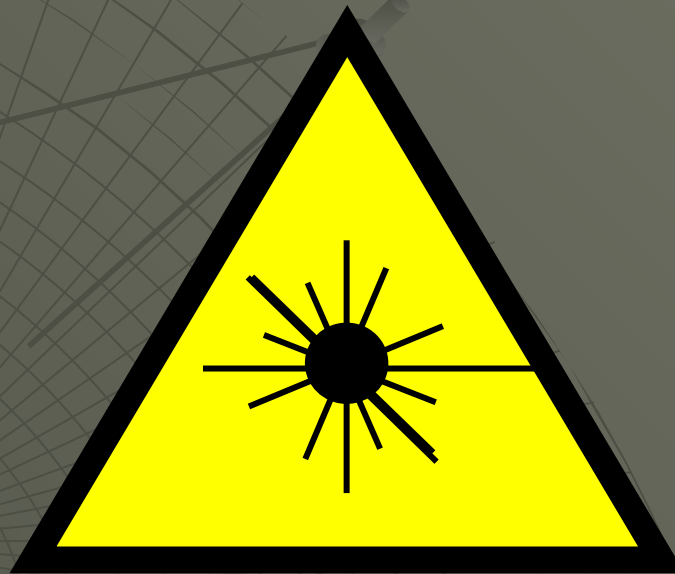
## **Коллективные средства защиты:**

- ◆ Оградительные устройства (непрозрачные экраны или ограждения)
- ◆ Предохранительные устройства
- ◆ Устройства автоматического контроля и сигнализации
- ◆ Устройства дистанционного управления
- ◆ Знаки безопасности.

## **Средства индивидуальной защиты:**

- ◆ технологические халаты, перчатки,
- ◆ очки, щитки и маски.

«Опасно.  
Лазерное излучение»





# Инфракрасное излучение подразделяется на три области:

**область А** – длина волны  
от 780 до 1400 нм;

**область В** – от 1400 до 3000 нм;

**область С** – более 3000 нм.





# **Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников**

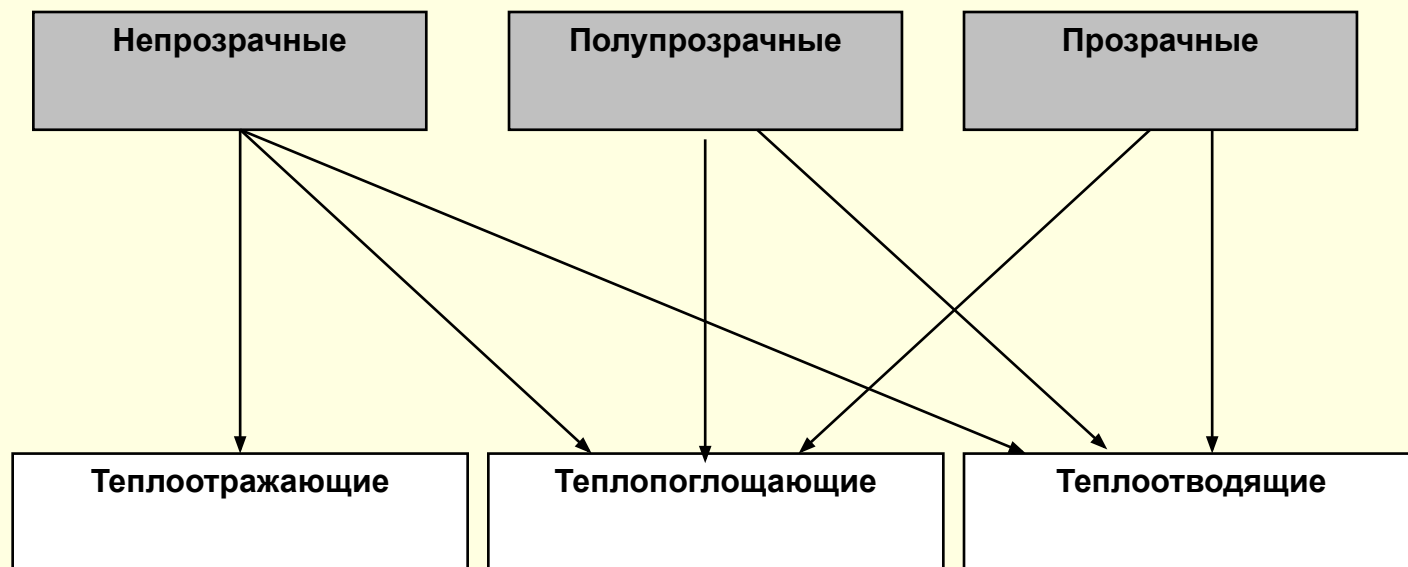
<b>Облучаемая поверхность тела, %</b>	<b>Интенсивность теплового облучения, Вт/м<sup>2</sup>, не более</b>
<b>50 и более</b>	<b>35</b>
<b>25...50</b>	<b>70</b>
<b>Не более 25</b>	<b>100</b>

# Коллективные средства защиты

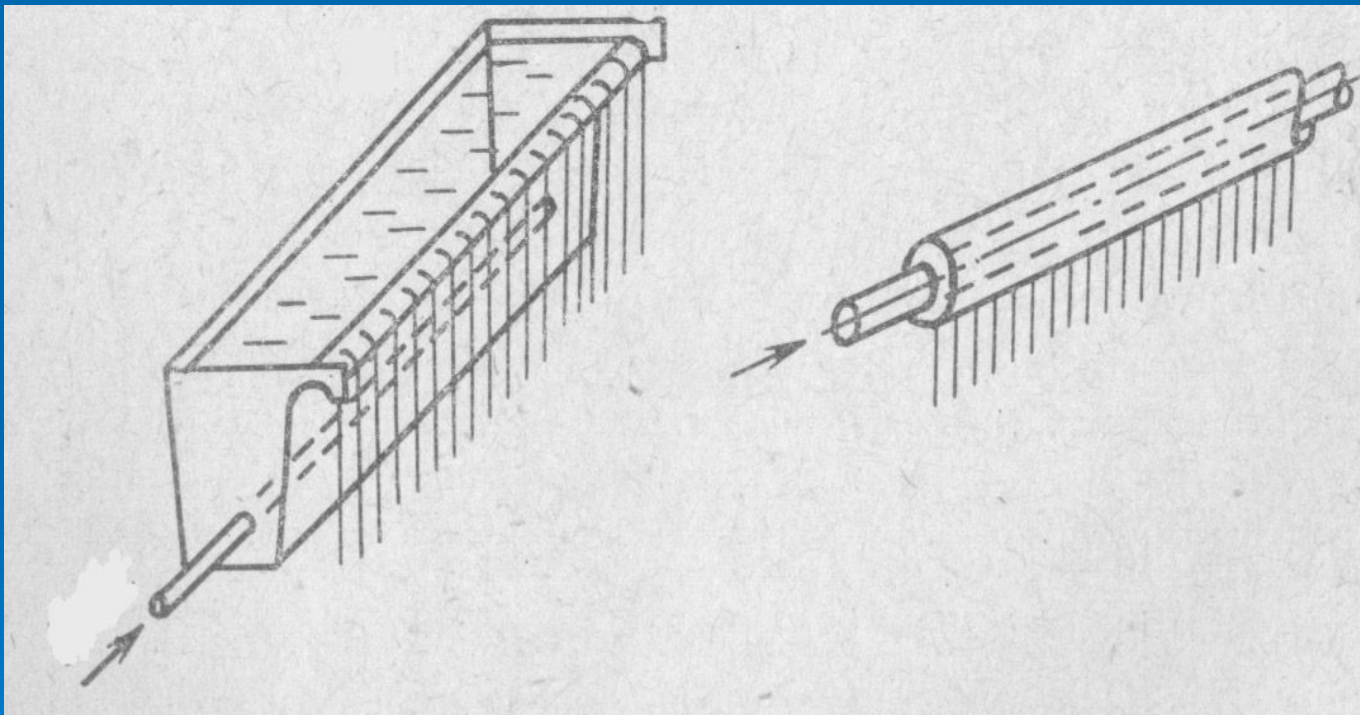
---

- теплоизоляция горячих поверхностей;
- радиационное охлаждение;
- общеобменная вентиляция и кондиционирование;
- воздушное душирование;
- экранирование источников излучения или рабочих мест.

# Классификация теплозащитных экранов



# Устройства для создания водяной пленочной завесы



# Средства индивидуальной защиты от инфракрасного излучения



комплект теплоотражательный для пожарных



костюм спасателя МЧС огнестойкий



костюм жаростойкий из хлопчатобумажной ткани с огнезащитной пропиткой



# Специальная одежда по своим защитным свойствам подразделяется следующие группы

- ◆  $T_T$  – от конвективной теплоты;
- ◆  $T_I$  – от теплового излучения;
- ◆  $T_{IT}$  – от теплового излучения и конвективной теплоты.

# Требования к защитным свойствам специальной одежды для защиты от инфракрасного излучения

Уровень защиты одежды $T_{II}$ , балл	Интенсивность теплового излучения, кВт/м <sup>2</sup>	Время облучения, с
1	Не более 2,0	1200
2	От 2,0 до 8,0	780
3	От 8,0 до 15,0	390
4	От 15,0 до 20,0	180





# Весь диапазон УФИ разделяют на следующие области

- ▣ **область А:**  $\lambda = 400 \dots 315$  нм;
- ▣ **область В:**  $\lambda = 315 \dots 280$  нм;
- ▣ **область С:**  $\lambda = 280 \dots 200$  нм.

**Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более  $0,2 \text{ м}^2$  и периода облучения до 5 мин, длительности пауз между ними не менее 30 мин и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин не должна превышать:**

**$50,0 \text{ Вт/м}^2$  – для области УФ-А  
 $0,05 \text{ Вт/м}^2$  – для области УФ-В  
 $0,001 \text{ Вт/м}^2$  – для области УФ-С.**

**Допустимая интенсивность УФИ работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более  $0,2 \text{ м}^2$  (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50 % рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин и более не должна превышать:**

**$10,0 \text{ Вт/м}^2$  – для области УФ-А;  $0,01 \text{ Вт/м}^2$  – для области УФ-В.  
Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.**

# Средства защиты от ультрафиолетового излучения

- экранирование источников излучения,
- экранирование рабочих мест,
- специальная окраска помещений,
- рациональное размещение рабочих мест,
- СИЗ (спецодежда (куртки, брюки), рукавицы, фартуки, щитки со светофильтрами или защитные очки).



# Периоды полураспада радионуклидов

<b>Радионуклид</b>	<b>Период полураспада</b>	<b>Радионуклид</b>	<b>Период полураспада</b>
<b>Фосфор-32</b>	<b>14,29 сут</b>	<b>Цезий-137</b>	<b>30 лет</b>
<b>Кобальт-60</b>	<b>5,27 года</b>	<b>Барий-133</b>	<b>10,7 года</b>
<b>Цинк-65</b>	<b>243,9 сут</b>	<b>Таллий-204</b>	<b>3,77 года</b>
<b>Рубидий-86</b>	<b>18,66 сут</b>	<b>Радий-228</b>	<b>5,77 года</b>
<b>Стронций-90</b>	<b>29,12 года</b>	<b>Йод-131</b>	<b>8,04 сут</b>
<b>Иттрий-88</b>	<b>106,6 сут</b>	<b>Уран-235</b>	<b><math>6,8 \cdot 10^8</math> лет</b>

**Активность  $A$**  – мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени:

$$A = \frac{dN}{dt}$$

$dN$  – ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из данного энергетического состояния, происходящих за промежутки времени  $dt$ . Единицей активности является беккерель (**Бк**).

**Поглощенная доза  $D$**  – величина энергии ионизирующего излучения, переданная веществу (**Гр**):

$$D = \frac{d\bar{e}}{dm}$$

$d\bar{e}$  – средняя энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме;  $dm$  – масса вещества в этом объеме.

**Экспозиционная доза  $X$**  – отношение суммарного заряда  $dQ$  всех ионов одного знака, к массе воздуха в указанном объеме (**Р**):

$$X = \frac{dQ}{dm}$$

**Эквивалентная доза  $H_{T,R}$**  – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения (**Зв**):

$$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$$

$D_{T,R}$  – средняя поглощенная доза в органе или ткани  $T$ ;  $W_R$  – взвешивающий коэффициент для излучения  $R$ .

**Эффективная доза  $E$**  – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности (**Зв**):

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

$H_T$  – эквивалентная доза в органе или ткани  $T$ ;  $W_T$  – взвешивающий коэффициент для органа или ткани.

# Нормирование воздействия ионизирующих излучений

## Основные пределы доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
в хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
в коже	500 мЗв	50 мЗв
в кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

# Основные методы обеспечения радиационной безопасности при применении закрытых источников

- ◆ **защита количеством**
- ◆ **защита временем**
- ◆ **защита расстоянием**
- ◆ **защита экранами**



# Средства индивидуальной защиты от ионизирующих излучений

---

