

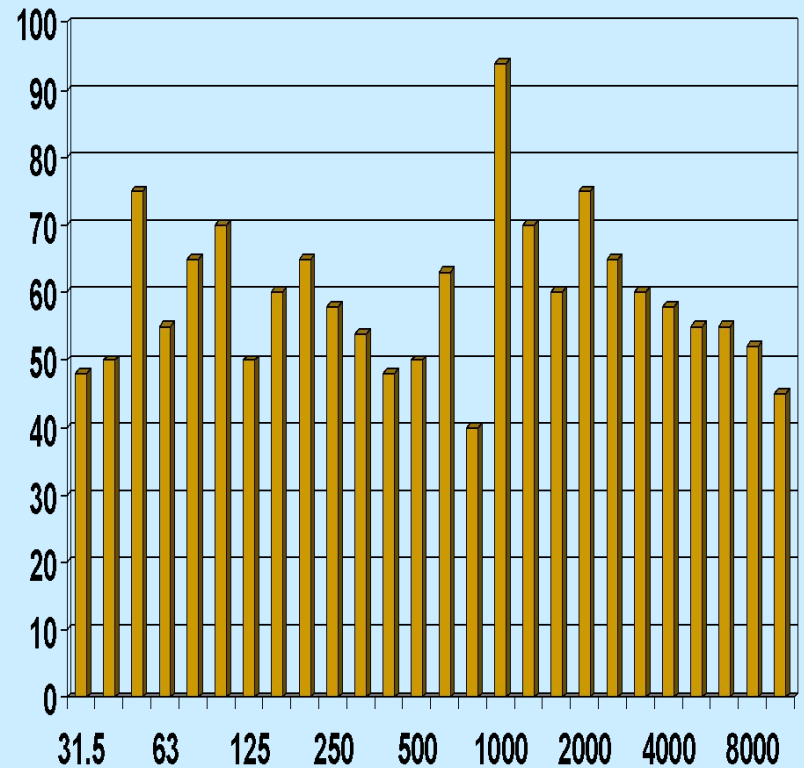
**Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов. Обеспечение комфортных условий для жизнедеятельности человека.**

**Лекция №3, 4**

# Виброакустические факторы

# Классификация шумов

- По характеру спектра
  - Широкополосный
  - Тональный



# Классификация шумов

- По временным характеристикам
  - Постоянный
  - Непостоянный
    - Колеблющийся
    - Прерывистый
    - Импульсный

# Характеристики шума

- **Постоянный шум:**
  - Уровни звукового давления в октавах 31,5 Гц – 8000 Гц
  - Уровень звука на характеристике S с коррекцией A (для широкополосного шума)
- **Непостоянный шум**
  - Эквивалентный уровень звука с коррекцией A
  - Максимальный уровень звука с коррекцией A на характеристике S (для оценки колеблющихся и импульсных шумов могут понадобиться временные характеристики F и I)

# КЛАССИФИКАЦИЯ ШУМА

Согласно стандарту ГОСТ 12.1.003 шум классифицируют:

по характеру спектра

- **широкополосный** с непрерывным спектром шириной более одной октавы;
- **тональный**, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

**Тональный** характер шума для практических целей (при контроле его параметров на рабочих местах) устанавливают измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними полосами не менее чем на **10 дБ**.

по временной характеристике

- **постоянный**, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике “медленно” шумомера по \*.
- **непостоянный**, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике “медленно” шумомера по \*.

**Непостоянный шум** подразделяют на:

- **колеблющийся во времени**, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;
- **прерывистый**, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- **импульсный**, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука, измеренные в дБ А/ и дБА, соответственно, на временных характеристиках “импульс” и “медленно”, отличаются не менее чем на **7 дБА**.

## Шумы подразделяют по происхождению и частоте:

- шум от рабочего станка, механизмов – **механический**;
- при работе ударных прессов при ковке, штамповке, клепке и т.п. – **ударный шум**;
- шумы сильных потоков воздуха или жидкости – **аэродинамические и гидравлические**.

В БЖД наиболее значима классификация шума по частоте:

- **инфразвук** < 16 Гц;
- **низкочастотные** 16(30) - 300 Гц;
- **среднечастотные** 300 - 800 Гц;
- **высокочастотные** 800-11200 Гц;
- **ультразвук** > 11200 Гц.

- **предельно допустимый уровень (ПДУ) шума** - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более **40** часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений;
- **максимальный уровень звука, LA.макс., дБА** - уровень звука, соответствующий максимальному показателю измерительного прямопоказывающего прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемое в течение **1%** времени измерения при регистрации автоматическим устройством.



Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления  $L$  в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, определяемые по формуле

$$L = 20 \lg \frac{p}{p_0},$$

где  $p$  - среднее квадратическое значение звукового давления, Па;  $p_0$  - исходное значение звукового давления в воздухе

( $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Для ориентировочной оценки, например, при проверке органами надзора, выявления необходимости осуществления мер по шумоглушению и др., допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука в дБА, измеряемый на временной характеристике “медленно” шумомера по ГОСТ 17187 и определяемый по формуле

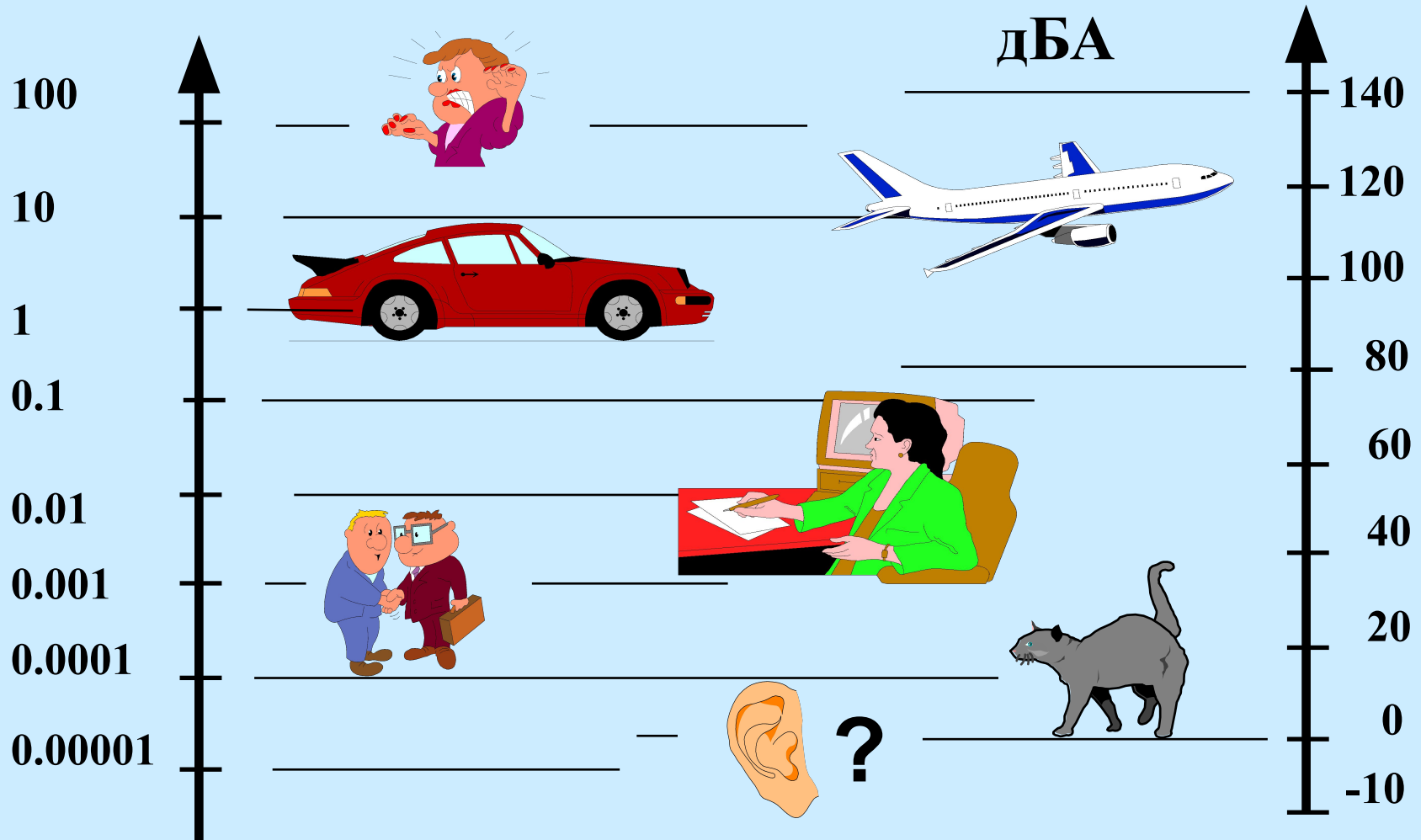
$$L_A = 20 \lg \frac{p_A}{p_0},$$

где  $p_A$  - среднее квадратическое значение звукового давления с учетом коррекции “А” шумомера, Па.

# Характерные уровни звука

Звуковое давление [Па]

Уровень звука,  
дБА



## Воздействие слышимого шума

Биологически агрессивный шум с уровнем звукового давления 100 - 120 дБ на низких частотах (31,5-125 Гц) и 80 - 90 дБ в среднем и высокочастотном выше 1000 Гц (более вредном) диапазонах и импульсный шум приводит к временному повышению порога слышимости (специфическое воздействие), который при постоянном воздействии в течение 10 лет переходит в необратимое снижение слуха. При этих уровнях шума требуется больше физических и нервно-психических усилий (неспецифическое воздействие), чем при уровне звукового давления ниже 70 дБ. Это быстрее приводит к быстрой утомляемости, снижению концентрации внимания, и, как следствие, производительности труда, служит причиной увеличения брака и числа случаев производственного травматизма.

**Шумовая болезнь** – преимущественно поражает слух, центральную нервную систему и ССС (нейроциркуляторная дистония, болезни, гипертоническая и язвенная, желудочно-кишечные и кожные, невроты).

# Классы условий труда в зависимости от уровней шума, инфра- и ультразвука

Название фактора	Класс условий труда					
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до ... дБ (включительно)					
Шум, $L_{eq}$ (дБА)	$\leq$ ПДУ	5	15	25	35	$>35$
Инфразвук, $L_p$ (дБ), Лин	$\leq$ ПДУ	5	10	15	20	$>20$
Ультразвук воздушный, $L_p$ (дБ), 1/3октавы	$\leq$ ПДУ	5	10	15	20	$>20$

## ВИБРАЦИЯ. Термины. Классификация. Воздействие.

- **вибрация** – это движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты;
- **постоянная вибрация** – вибрация, для которой величина нормируемых параметров изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения;
- **непостоянная вибрация** – вибрация, для которой величина нормируемых параметров изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения не менее 10 мин при измерении с постоянной времени 1 с;
- **локальная вибрация** – вибрация, воздействующая на отдельные части организма работающего ( согласно ГОСТ 12.1.012 – вибрация, передающаяся через руки человека);
- **общая вибрация** – вибрация рабочего места, воздействующая на весь организм, или вибрация, передающаяся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- **вибрация**, передающаяся на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, относится к **локальной вибрации**;
- **опорные поверхности тела человека** – поверхности тела человека, воспринимающие вес корпуса, в положении сидя (ягодицы) или стоя (ступни).

## ВИБРАЦИЯ. ТЕРМИНЫ.



- **общая вибрация 1-й категории** – транспортная вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности и дорогам (в том числе при их строительстве).



К источникам транспортной вибрации относят: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, грейдеры, скреперы, катки и т.д.); снегоочистители, самоходный горный рельсовый транспорт;

## ВИБРАЦИЯ. ТЕРМИНЫ.



- **общая вибрация 2-й категории** – транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок.

К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные, машины для загрузки мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины; путевые машины, напольный производственный транспорт;

## ВИБРАЦИЯ. ТЕРМИНЫ.

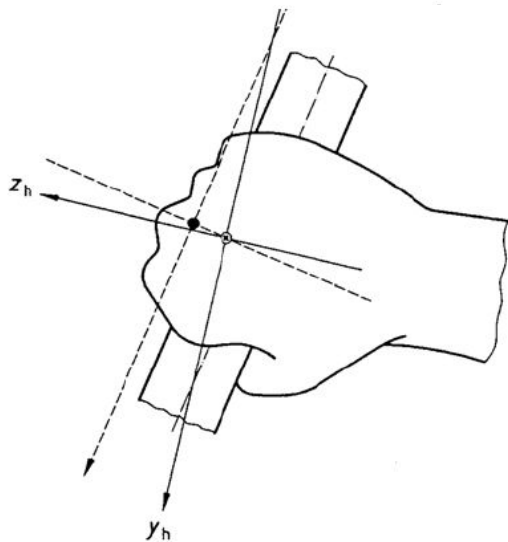
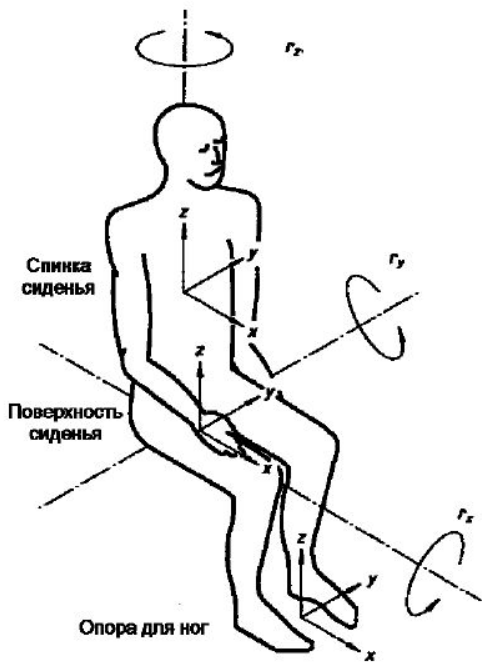


- **общая вибрация 3-й категории** – технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.



К источникам технологической вибрации относят: станки деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, установки химической и нефтехимической промышленности и др.





По направлению действия отличают **вибрацию** в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат:

- **локальную вибрацию** подразделяют на действующую вдоль осей ортогональной системы координат  $X_l, Y_l, Z_l$ , где ось  $X_l$  параллельна оси места охвата источника вибрации (рукоятки, ложемент, рулевого колеса, рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия и т.п.); ось  $Y_l$  перпендикулярна ладони, а ось  $Z_l$  лежит в плоскости, образованной осью  $X_l$  и направлением подачи или приложения силы (или осью предплечья, когда сила не прикладывается);
- **общую вибрацию** подразделяют на действующую вдоль осей ортогональной системы координат  $X_0, Y_0, Z_0$ , где  $X_0$  (от спины к груди) и  $Y_0$  (от правого плеча к левому) - горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям;  $Z_0$  - вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т.п.;

## В соответствии с положениями СН 2.2.4/2.1.8.566-96:

- **вибрационная безопасность труда** – система качественных и количественных показателей и характеристик труда и формирующих его специфику элементов, которая обеспечивает отсутствие неблагоприятного воздействия вибрации на организм человека-оператора;
- **предельно допустимый уровень вибрации** – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений (соблюдение ПДУ вибрации не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц);

## Контроль ВИБРАЦИИ

При контроле вибрации используют следующие параметры:

- величину амплитуды смещения точек (вибросмещение) –  $A$ ;
- скорость перемещения точек (виброскорость) –  $V$ ;
- ускорение, с которым идет нарастание и убывание виброскорости (виброускорения -  $a$ );
- частоту колебаний –  $f$ .

В практике используют и относительные значения **вибросмещения** –  $L_A$ , **виброскорости** –  $L_V$ , и **виброускорения** –  $L_a$  в децибелах по отношению к их пороговым значениям

$$L_A = 20 \cdot \lg\left(\frac{A}{A_0}\right), \quad L_V = 20 \cdot \lg\left(\frac{V}{V_0}\right),$$

где:

$A_0$  – пороговое значение амплитуды ( $A_0 = 8 \cdot 10^{-12}$  м);

$V_0$  – пороговое значение виброскорости ( $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с);

$a_0$  – пороговое значение виброускорения ( $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$  м/с).

# Классы условий труда в зависимости от уровней вибрации

Название фактора	Класс условий труда					
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до ... дБ/раз (включительно)					
Общая вибрация, дБ/раз	≤ПДУ	6 / 2	12 / 4	18 / 6	24 / 8	>24 дБ
Локальная вибрация, дБ/раз	≤ПДУ	3 / 1.4	6 / 2	9 / 2,8	12 / 4	>12 дБ

## **Безопасность труда в производственных цехах при воздействии виброакустических факторов обеспечивают:**

- **выбором типа здания;**
- **выбором мероприятий;**
- **нормированием шума;**
- **выбором средств защиты;**
- **организацией труда и отдыха.**

**Технические мероприятия.** Они включают множество инженерно-технических решений. Наиболее эффективное из них – снижение шума в самом источнике, но, к сожалению, не всегда возможный метод. Суть его в том, что при проектировании станков заменяют:

- ударные процессы на гидравлические (гидропривод вместо кривошипа или эксцентрика);
- возвратно-поступательные движения – вращением (применение косозубых и шевронных шестерен вместо прямозубых);
- металлические детали – пластмассовыми и т.д.

**Строительно-акустические мероприятия: звукоизоляция и звукопоглощение.**

**Технологические мероприятия.** Если в цехе размещен один или два шумных станка, то, изменив технологическую цепочку в передвижении деталей от станка к станку, можно снизить общий уровень шума в цехе. Для этого надо эти станки разместить в отдельном помещении с эффективной звукоизоляцией. При этом двум-четырем станочникам, работающим на этих станках, следует доплачивать за вредные условия труда, зато другим, кто работает в цехе, будут созданы допустимые условия труда.

**Лечебно-профилактические мероприятия.** Такие мероприятия имеют важную оздоровительную задачу, которая отражает государственный подход к проблеме. Это значит, что при поступлении на работу в цех с повышенным уровнем шума в любой октавной полосе, а также при периодических медицинских осмотрах должны принимать участие врачи: отоларинголог, невропатолог, терапевт (по показаниям) с обязательным проведением аудиометрии, определением гемоглобина, лейкоцитов и СОЭ в крови работающих.

Медицинскими противопоказаниями при поступлении на работу в шумные производства являются:

- стойкое понижение слуха, хотя бы на одно ухо, любой этиологии;
- отосклероз и другие стойкие заболевания слуха с заведомо неблагоприятным для слуха прогнозом;
- выраженные нарушения вестибулярной функции любой этиологии;
- невриты, полиневриты, психические заболевания и психопатия;
- невроты (неврастения, истерия, психостения); вегетативная дисфункция;
- органические заболевания центральной нервной системы, в том числе эпилепсия;
- заболевания сердечно-сосудистой системы, гипертоническая болезнь, стойкая сосудистая гипотония, стенокардия;
- язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки (в дни обострения болезни). На работу в шумные цехи принимаются лица не моложе 18 лет.

# Приборы для измерения виброакустических факторов





# Виброметры для оценки воздействия вибрации на человека



# 3-КАНАЛЬНЫЙ ВИБРОМЕТР, АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА ОКТАВА-101ВМ

## Режимы измерения

- ОБЩАЯ ВИБРАЦИЯ (3 КАН.)
- ЛОКАЛЬНАЯ ВИБРАЦИЯ (3 КАН.)



# **Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны**



за  
по

ф

В контроле состояния условий труда с целью выявления воздействия среды в используют три

физический фактор;

биологический фактор;

химические факторы, в том числе преимущественно органические (АПФД).

**ВРЕДНОЕ ВЕЩЕСТВО** – вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Все вредные вещества, за исключением радиоактивных и биологических, классифицируют по ряду признаков.

Например, в России специальный ССБТ ГОСТ 12.1.007-99\* классифицирует их:

- по физическому состоянию;
- степени воздействия на организм

## Классификация вредных веществ

По физическому состоянию	Обозначение	По воздействию на организм	Класс опасности
Аэрозоли	а	Чрезвычайно опасные	1
Пары или газы	п	Высокоопасные	2
Смесь аэрозолей с парами	а + п	Умеренноопасные	3
		Малоопасные	4

## Отнесения вредных веществ к классу опасности

Наименование показателя	Нормы для класса опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг / м <sup>3</sup>	<0.1	0.1 -1,0	1.1-10.0	> 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг / кг	<15	15-150	151 -5000	>5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу. мг/кг	< 100	100- 500	501-2500	> 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг / м <sup>3</sup>	<500	500-5000	5001-50000 0	> 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	<300	300-30	29-3	< 3
Зона острого отравления	<6.0	6.0 -18.0	18.1- 54.0	>54,0
Зона хронического действия	> 10.0	10.0- 5.0	4.9-2.5	<2,5

- **предельно допустимая концентрация (ПДК)**

**вредных веществ в воздухе рабочей зоны**

– концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение восьми часов или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений;



- **средняя смертельная доза при введении в желудок** – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном введении в желудок;
- **средняя смертельная концентрация в воздухе** – концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % животных при двух-четырёх часовом ингаляционном воздействии;
- **средняя смертельная доза при нанесении на кожу** – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном нанесении на кожу;

- **зона острого действия** – отношение средней смертельной концентрации вредного вещества (ВВ) к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящей за пределы приспособительных физиологических реакций;
- **зона хронического действия** – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей вредное действие в хроническом эксперименте по 4 ч, пять раз в неделю на протяжении не менее 4 месяцев;
- **коэффициент возможности ингаляционного отравления** – отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20 °С к средней смертельной концентрации вещества для мышей;

## В классификации аэрозолей:

**пыль** – зерна твердых тел крупностью в пределах 150-1 *мкм*, образующиеся при дроблении, размоле, растирании, бурении, а также при взрыве горных пород;

**туманы** – это частицы твердых тел или жидкости, со средним значением 1- 0,1 *мкм*.

Они образуются в результате таких физико-химических реакций, как перегонка, конденсация, сжигание, кальцинирование (например, туманы кислот, окиси цинка и т. п.);

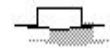
**дымы** – пылевые частицы ультрамикроскопических размеров 0,1-0.001 *мкм*. Практически это частицы твердых тел или капли жидкости, образующиеся при неполном сгорании таких органических веществ, как уголь, керосин, древесина и т. п.

# Классификации пыли

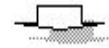
<b>По свойствам пыли</b>			
<b>По крупности, МКМ</b>	<b>По воздействию</b>	<b>По взрывопожаро- опасности</b>	<b>По знаку заряда</b>
<b>Крупная 150 - 100</b>	<b>На органы дыхания</b>	<b>Взрывоопасная Пожароопасная</b>	<b>Положительно заряженные</b>
<b>Мелкая 100 - 10</b>	<b>Поражающая весь организм</b>		<b>Отрицательно заряженные</b>
<b>Тонкая 10 - 0,1</b>	<b>Поражающая кожу и глаза</b>		<b>Нейтральные</b>

## Классификации пыли

<b>По происхождению</b>	
<b>Естественная земная</b>	<b>Органическая – от истирания губок, плесени, кораллов и т. п. Неорганическая – вулканическая, пожары, бури...</b>
<b>Техническая</b>	<b>При обработке каких-либо материалов; Искусственная: цементная и т. и.</b>
<b>Космическая</b>	<b>Каменные и железные частицы</b>
<b>Животная</b>	<b>Обработка кожи, волос и т. п.</b>
<b>Растительная</b>	<b>Льняная, злаковая, пыльца и т.п.</b>
<b>Морская</b>	<b>Кристаллы солей</b>



Поражающие весь организм ядовитым воздействием



Болезни верхних дыхательных путей



Болезни кожи и глаз

**Пневмониты**

Кадмий, бериллий, марганец, ванадий

**Металлокониозы**

Алюминоз, манганокониоз и др.

**Дерматозы**

экземы, конъюнктивиты

## ПНЕВМОКОНИОЗЫ

**Силикатозы:**

асбестоз, талькоз, оливиноз, нефелиноз, апатитоз и др.

**Карбокониозы:**

антракоз, графитоз и др.



**Силикоз**

Антракосиликоз, силикоантракоз, сидероз, табакоз, биссиноз, багассоз и др.

# КОНТРОЛЬ И НОРМИРОВАНИЕ ЧИСТОГО ВОЗДУХА

В обеспечении безопасности используют около 50 терминов:

пыль, запыленность воздуха, концентрация пыли, ПДК, чистота воздуха, воздействие на организм, класс опасности и др.:

- **рабочая зона** – пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся рабочие места постоянного или непостоянного пребывания работающих.
- **зона дыхания** - пространство в радиусе до 50 см от лица работника.

**ПДК ВВ (вредного вещества)** – это такая концентрация ВВ, которая при ежедневной 8-часовой работе и 40-часовой рабочей неделе не вызывает у работающего заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

**ПДК** предполагается в воздухе рабочей зоны или зоны дыхания.

**Зона дыхания** – пространство радиусом 0,5 м от лица работающего.

**КПН – контрольная пылевая нагрузка** – пылевая нагрузка, рассчитываемая по реальным замерам в течение рабочей смены.



## Классы условий труда в зависимости от кратности превышения КПН

ПН по контрольной пылевой нагрузке	Класс условий труда					
	допу стим ый	вредный				опас ный
		2	3.1.	3.2.	3.3.	
без выраженного фиброгенного действия	$\leq$ КПН	1,1-2,0 КНП	2,1-5,0 КПН	5,1-10	>10,0	-
с выраженным фиброгенным действием	$\leq$ КПН	1,1-1,5 КНП	1,6-3,0 КПН	3,1-5	>5	-

## **Защита от производственной пыли**

### **Общие мероприятия:**

- **изъятие и/или замена опасных веществ из технологических процессов;**
- **усовершенствование технологических процессов и оборудования;**
- **автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами и оборудованием;**
- **герметизация производственного оборудования;**

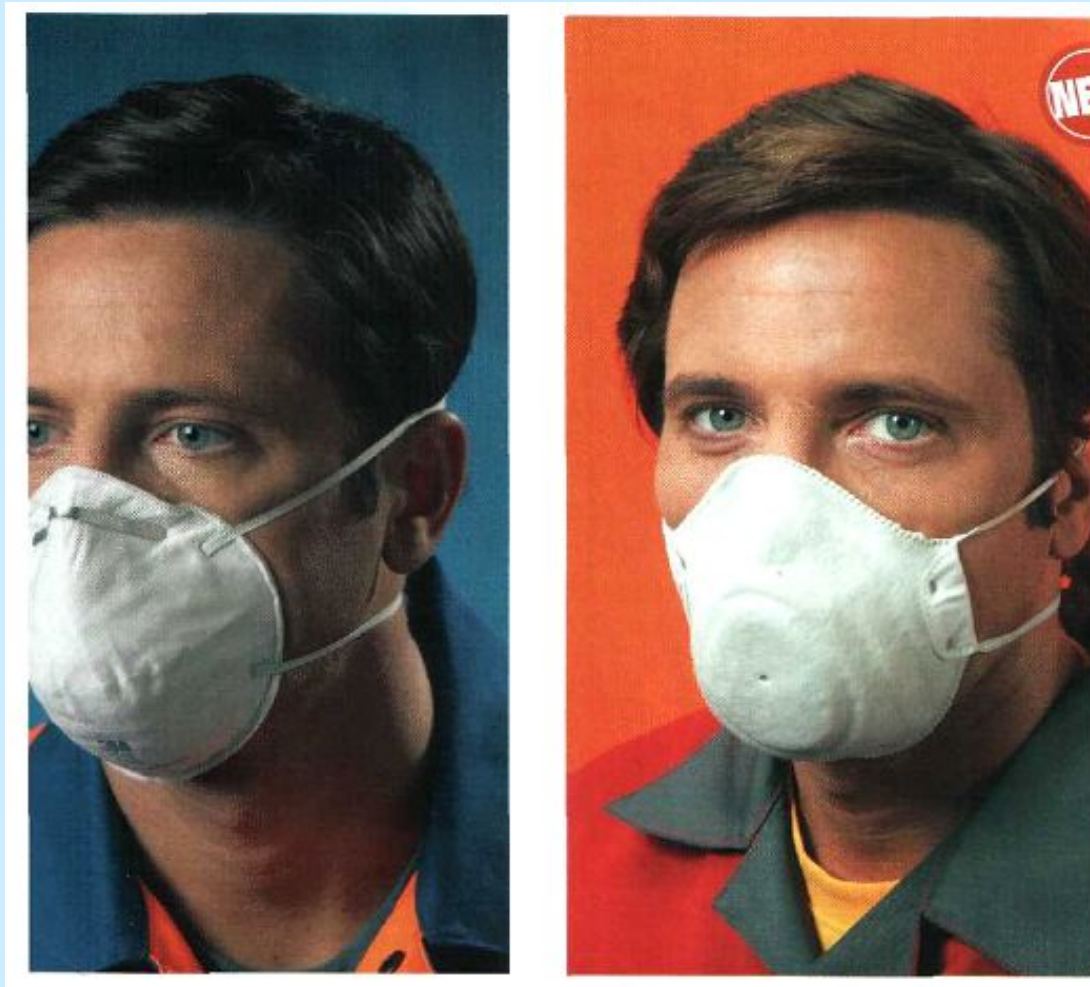
## **Защита от производственной пыли**

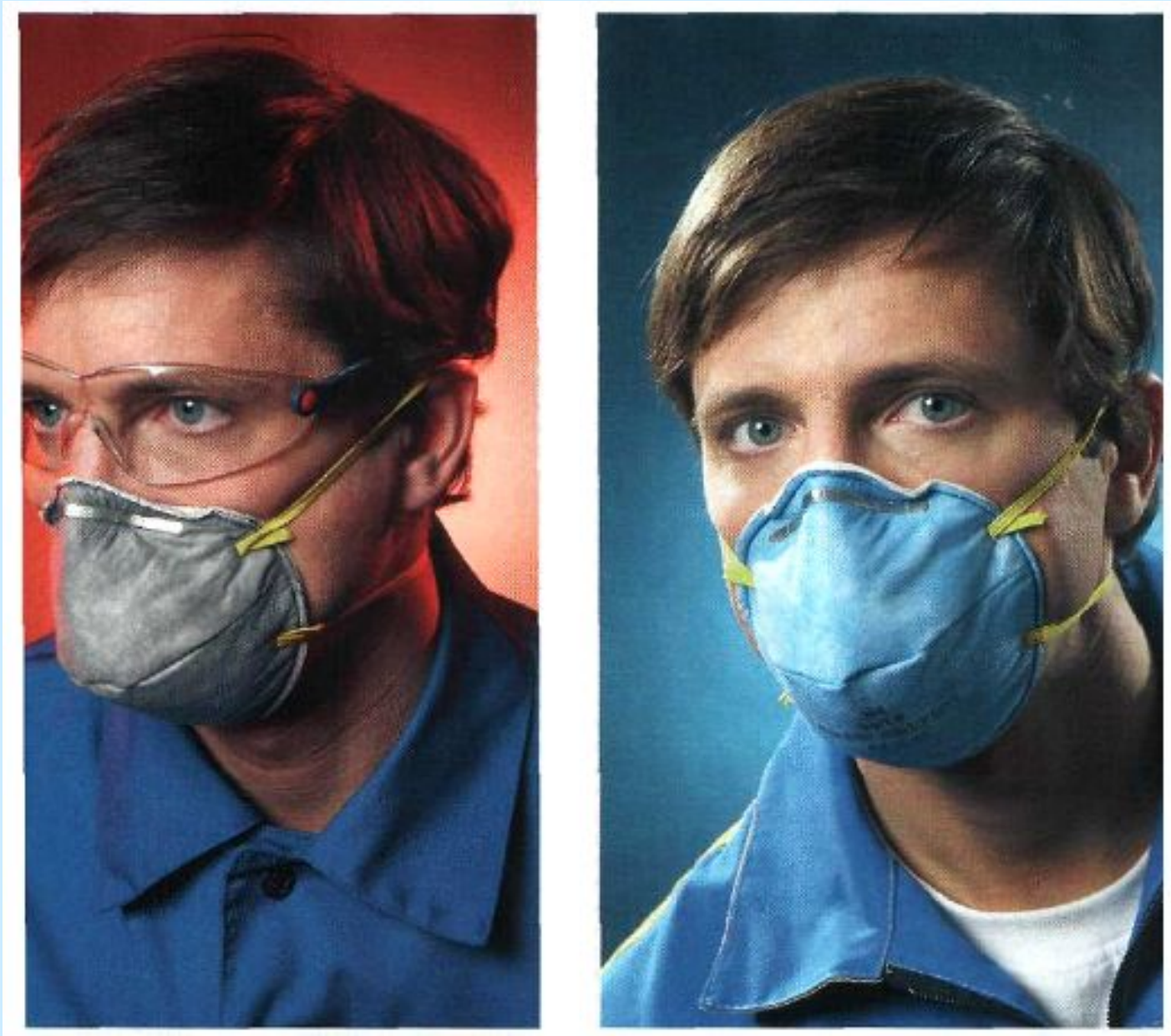
- **работа технологического оборудования в вентилируемых укрытиях, локализация вредных выделений за счет местной вентиляции, аспирационных установок;**
- **нормальное функционирование систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха;**
- **очистка выбросов в атмосферу.**

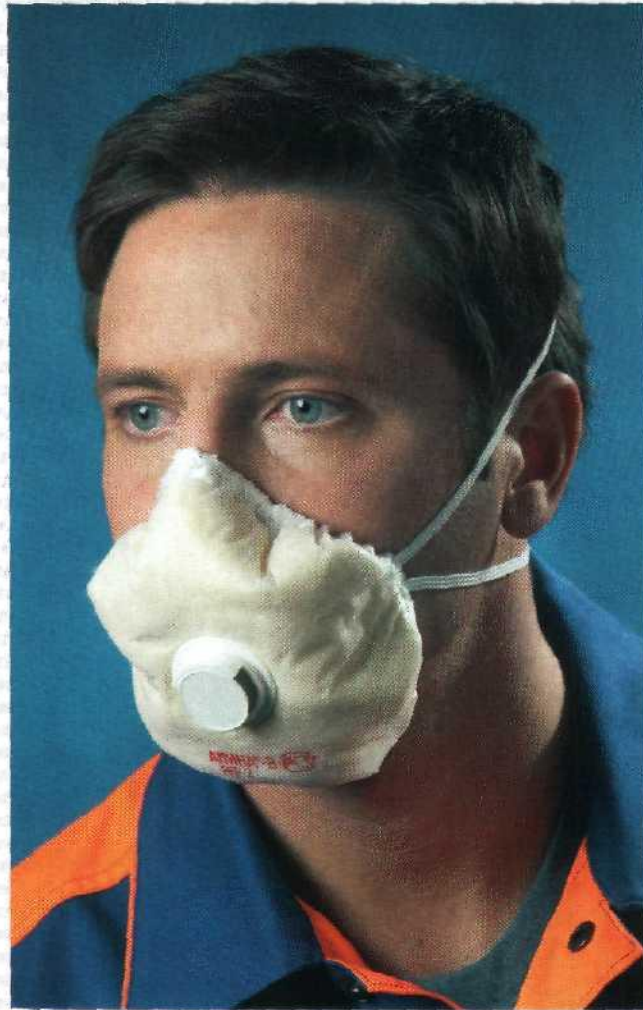
## **Индивидуальная защита:**

- **предварительные и периодические медицинские осмотры работающих, во вредных условиях, профилактическое питание, соблюдение правил личной гигиены;**
- **контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны;**
- **использование средств индивидуальной защиты.**

# Средства индивидуальной защиты



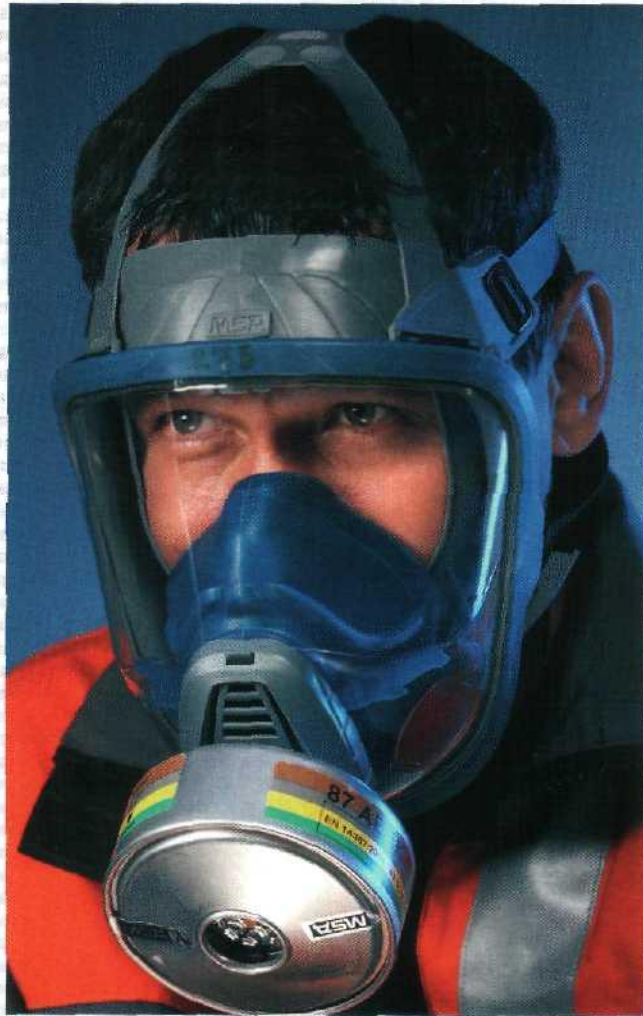




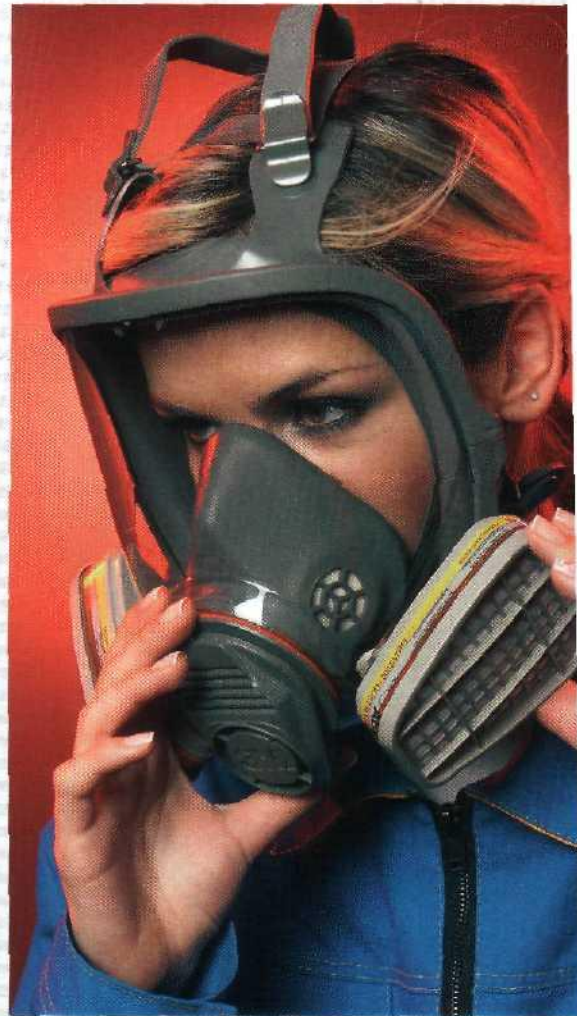
H353



H328



H373



H305



# Электробезопасность

**Электробезопасность** - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

**Электроустановки** - установки, в которых производится, преобразуется, распределяется и потребляется электроэнергия; к ним также относятся установки, содержащие в себе источники электроэнергии (химические, гальванические).

**Электротравма** - - травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

# Основные причины электротравм

- **технические** - несоответствие электроустановок требованиям безопасности и условиям применения, связанное с дефектами изготовления, монтажа и ремонта;
- **организационно-технические** - несоблюдение технических мероприятий безопасности, осуществляемых потребителями на стадии эксплуатации; несвоевременная замена неисправного или устаревшего электрооборудования;
- **организационные** - невыполнение организационных мероприятий безопасности, несоответствие выполняемой работы заданию ;
- **организационно-социальные** - работа в сверхурочное время; несоответствие работы специальности; нарушение трудовой дисциплины; допуск к работе на электроустановках лиц моложе 18 лет; привлечение к работе лиц, имеющих медицинские противопоказания .

# Воздействие электрического тока на организм человека

- **биологическое** –раздражение и возбуждение живых тканей организма. Вследствие этого наблюдаются судороги скелетных мышц, которые могут привести к остановке дыхания, спазму голосовых связок;
- **электролитическое** - электролиз (разложение) органических жидкостей, в том числе крови, существенно изменяющий функциональное состояние клеток;
- **тепловое** - ожоги отдельных участков тела, нагрев кровеносных сосудов, крови;
- **механическое** - расслоение и разрыв тканей.

# Виды электротравм

- а) местные**, когда возникает местное повреждение организма;
- б) общие**, так называемый электрический удар, когда непосредственно нарушается деятельность всего организма, из – за нарушения нормальной деятельности жизненно важных органов и систем.

20 % - местные травмы.

25 % - электрический удар, электрический шок.

55 % - смешанные, т.е. одновременно местные и общие.

# Электрический ожог

**Электроожог** – самая распространенная электротравма.

Возникает у 63 % пострадавших от электротока. 23 % (т.е. треть из них) сопровождается другими травмами.

85 % ожогов приходится на электромонтеров, обслуживающих действующие ЭУ.

# Виды электрических ожогов

- **токовый (контактный)** - возникает при прохождении тока непосредственно через тело человека в результате контакта человека с токоведущей частью – 38 % пострадавших от электрического тока;
- **дуговой** - обусловлен воздействием на тело человека электрической дуги – 25 %.

Токовый ожог возникает в ЭУ небольшого напряжения, не более 2 кВ. При больших напряжениях, как правило, образуется электрическая дуга или искра, которая и вызывает ожог.

Токовые ожоги образуются примерно у 38 % пострадавших от тока, в этих случаях они являются ожогами 1 и 2 степеней, при напряжении более 380 В – 3 и 4 степеней.

## Степени электрических ожогов:

- I степень – покраснение кожи;
- II степень – образование пузырей на поверхности кожи;
- III степень – омертвление и обугливание кожи;
- IV степень – обугливание подкожной клетчатки, мышц, костей.





**Дуговой ожог** – в ЭУ до 6 кВ при работе под напряжением ожоги являются следствием случайных КЗ, измерениях переносными приборами.

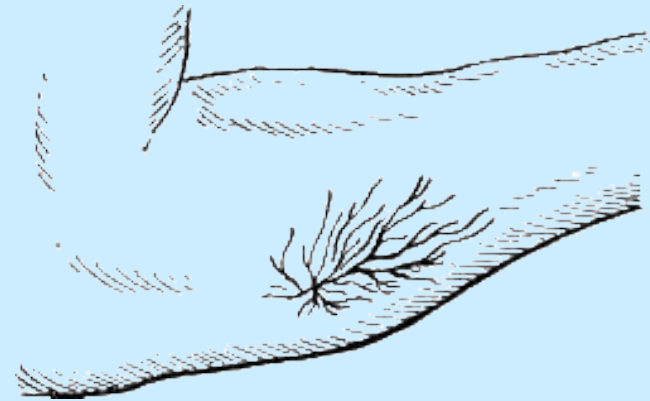
**В ЭУ высоких напряжений дуга возникает:**

- а) при случайном приближении человека к токоведущим частям, находящихся под напряжением, на расстояние, при котором происходит пробой воздушного промежутка между ними.
- б) при повреждении изолирующих защитных средств, которыми человек касается токоведущих частей, находящихся под напряжением.
- в) при ошибочных операциях с коммутационными аппаратами, когда дуга нередко перебрасывается на человека.

Тяжесть поражения увеличивается с увеличением напряжения ЭУ.

25 % от общего числа ожогов занимают дуговые ожоги.

**Электрические знаки** – это четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека, подвергнувшейся действию тока. В отличие от ожогов электрические знаки обычно возникают при хорошем контакте кожи с электродом. По внешнему виду - круглые или эллиптические образования серого или желтоватого цвета с резко очерченными краями. Размеры не более 5-10 мм. В некоторых случаях форма электрического знака представляет собой отпечаток электрода. Электрические знаки могут возникнуть как в момент прохождения тока, так и спустя некоторое время после контакта с электродом. Знаки возникают примерно у 20 % пострадавших от тока. Болезненных ощущений не вызывают, со временем исчезают.



**Металлизация кожи** – это повреждение участка кожи в результате проникновения в неё мельчайших частиц металлического электрода, расплавившегося под действием электрической дуги. Это возможно при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой и т.п. Окраска металлизированного участка кожи зависит от металла электрода: зеленая – при контакте с красной медью, сине-зеленая – при контакте с латунью, серо-желтая – при контакте со свинцом. С течением времени металлизированная кожа обычно отслаивается, пораженный участок приобретает нормальный вид, исчезают болезненные ощущения.



**Механическое повреждение** – следствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервов, а также вывихи суставов и переломы костей. Механические повреждения – серьёзные травмы, лечение их длительное, но они происходят сравнительно редко.

**Электроофтальмия** – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые энергично поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения. Такое облучение возможно при наличии электрической дуги, которая является источником интенсивного излучения не только видимого света, но и УФ и УК лучей. Наблюдается у 3 % пострадавших от тока.

Развивается через 4 – 8 часов после УФ облучения. Наблюдается покраснение и воспаление кожи., слизистых оболочек век, слезотечение, гнойные выделения из глаз, спазмы век и частичная потеря зрения. Резкая головная боль, резкая боль в глазах, усиливающаяся на свету, т.е. так называемая светобоязнь.

В тяжелых случаях нарушается прозрачность роговой оболочки, сужается зрачок.

**Для предупреждения электроофтальмии применяют защитные очки.**

**Электрический удар** – электротравма, вызванная рефлекторным действием электрического тока (через нервную систему). Ток, проходя через тело человека, раздражает периферические окончания чувствительных нервов, в результате чего наступает возбуждение тканей организма, сопровождающееся сокращением мышц. При этом исход воздействия тока на организм может быть различен – от легкого сокращения мышц пальцев руки до прекращения работы сердца или лёгких (смертельного поражения).

### Степени электрического удара:

- **I степень** – судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- **II степень** – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;
- **III степень** – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);
- **IV степень** – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

**Электрический шок** – тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма на раздражение электрическим током. При шоке возникают глубокие расстройства дыхания, кровообращения, нервной системы, обмена веществ и других систем организма.

При шоке сразу же после воздействия тока наступает кратковременная **фаза возбуждения** организма. У пострадавшего появляется реакция на боль, повышается артериальное давление.

Затем наступает **фаза торможения**: истощается нервная система, снижается артериальное давление, ослабевает дыхание, падает и учащается пульс, возникает состояние депрессии. Шоковое состояние может длиться от нескольких десятков минут до суток. После этого может наступить выздоровление, как результат активного лечебного вмешательства, или биологическая смерть.

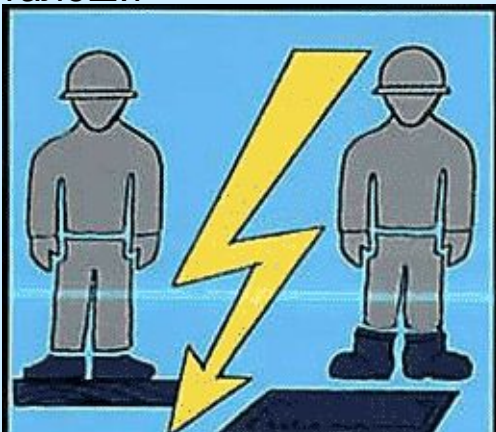
# Низковольтная (до 1000 В) электротравма

Необходимо как можно быстрее:

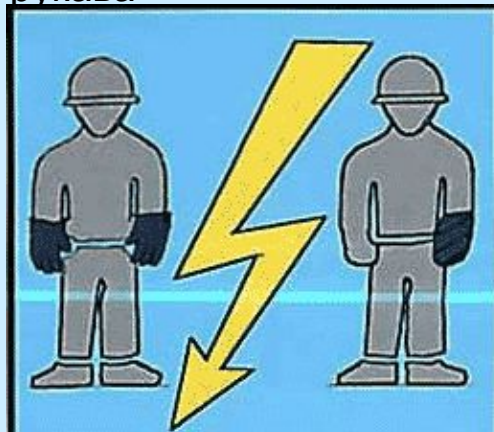
- отключить рубильник, выключатель;
- разомкнуть штепсельное соединение;
- вывернуть пробки;
- удалить предохранители и пр.

Если быстро отключить электроустановку невозможно, прежде чем прикоснуться к пострадавшему, **спасатель обязан:**

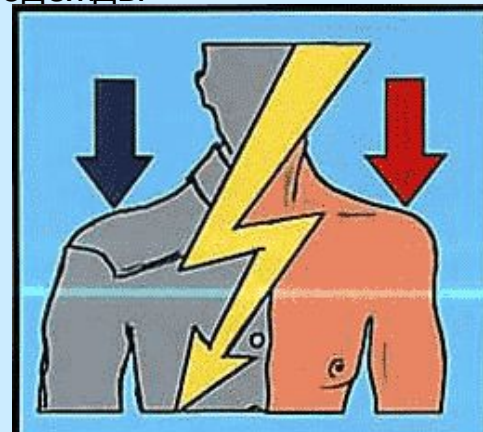
Встать на сухие доски, бревна, свернутую сухую одежду, резиновый коврик или надеть диэлектрические галоши



Надеть диэлектрические перчатки или обмотать руку сухой тряпкой, шарфом, защитить кепкой или краем рукава



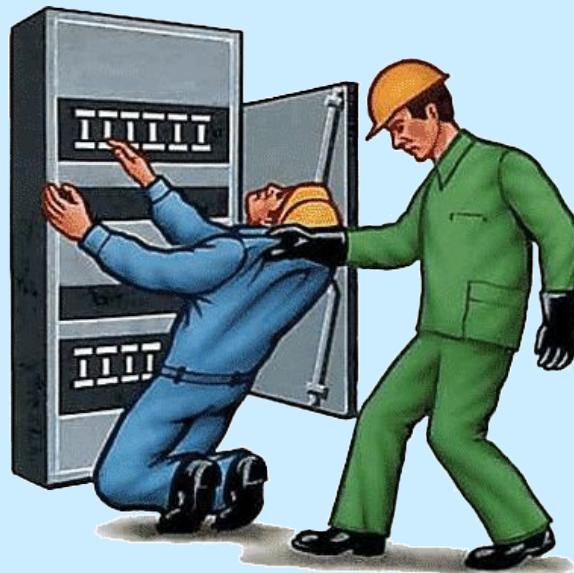
Не дотрагиваться до металлических предметов и до тела пострадавшего. Можно касаться только его одежды





# Способы освобождения от токоведущего элемента

- любым сухим предметом, не проводящим ток (палкой, доской, канатом и т.д.);
- оттянуть пострадавшего за воротник или полу одежды;
- перерубить провод топором с сухим деревянным топоричем;
- перекусить (каждую фазу отдельно!) кусачками с изолированными рукоятками.



# Высоковольтная (свыше 1000 В) электротравма

- Спасатель должен надеть диэлектрические боты, работать в диэлектрических перчатках. Действовать необходимо изолирующей штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение. Остальное – как при низковольтной травме.



# Факторы, влияющие на тяжесть поражения электротоком

- Электрическое сопротивление тела человека (от 3 тыс. до 100 тыс. Ом на поверхности сухой, чистой, неповрежденной кожи до 500-1000 Ом внутри тела). Безопасное напряжение:

$$U_{БЕЗ} = R_{ч} \cdot I_{БЕЗ} = 1000 \cdot 0,01 = 10(V)$$

$R_{ч}$  – расчетное сопротивление тела человека (1000 Ом)

$I_{БЕЗ}$  – условно безопасная сила тока (10 мА)

- Род тока (переменный ток опаснее постоянного)

# Факторы, влияющие на тяжесть поражения электротоком

- **Частота тока** (наиболее опасна промышленная частота 50 Гц)
- **Путь прохождения тока в теле человека** (наиболее вероятные и, одновременно, наиболее опасные пути протекания тока: рука-рука, рука-нога, нога-нога )
- **Индивидуальные особенности организма** (повышенная восприимчивостью к электротоку у лиц, страдающих болезнями сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции, легких, нервной системы и кожи)

# Критерии безопасности в электроустановках

Для расчета и разработки защитных мер в электроустановках в качестве исходных нормируемых величин рекомендуются три первичных критерия электробезопасности:

- **пороговый ощутимый ток** – наименьшее значение ощутимого тока, при частоте 50 Гц в среднем он составляет 1 мА;
- **пороговый неотпускающий ток** – человек может самостоятельно освободиться от действия тока, величина тока 10 мА;
- **пороговый фибрилляционный ток** – ток 50 мА и более может вызвать фибрилляцию желудочков сердца.

**Условно безопасная сила тока** - 10 мА

**Смертельный ток** - 100 мА

# Классификация помещений по электробезопасности

**Помещения без повышенной опасности** - характеризуются отсутствием признаков повышенной и особой опасности.

**Помещения с повышенной опасностью** характеризуются наличием одного из следующих факторов:

- сырость (относительная влажность  $> 75 \%$ );
- высокая температура воздуха ( $> 35$  град. С);
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- возможность одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электроприемников, с другой стороны.

**Особо опасные помещения** - характеризуются наличием одного из факторов:

- особая сырость (относительная влажность воздуха ~ 100 %);
- химически активная среда (содержащиеся в воздухе пары действуют разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования);
- два или более признаков одновременно, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

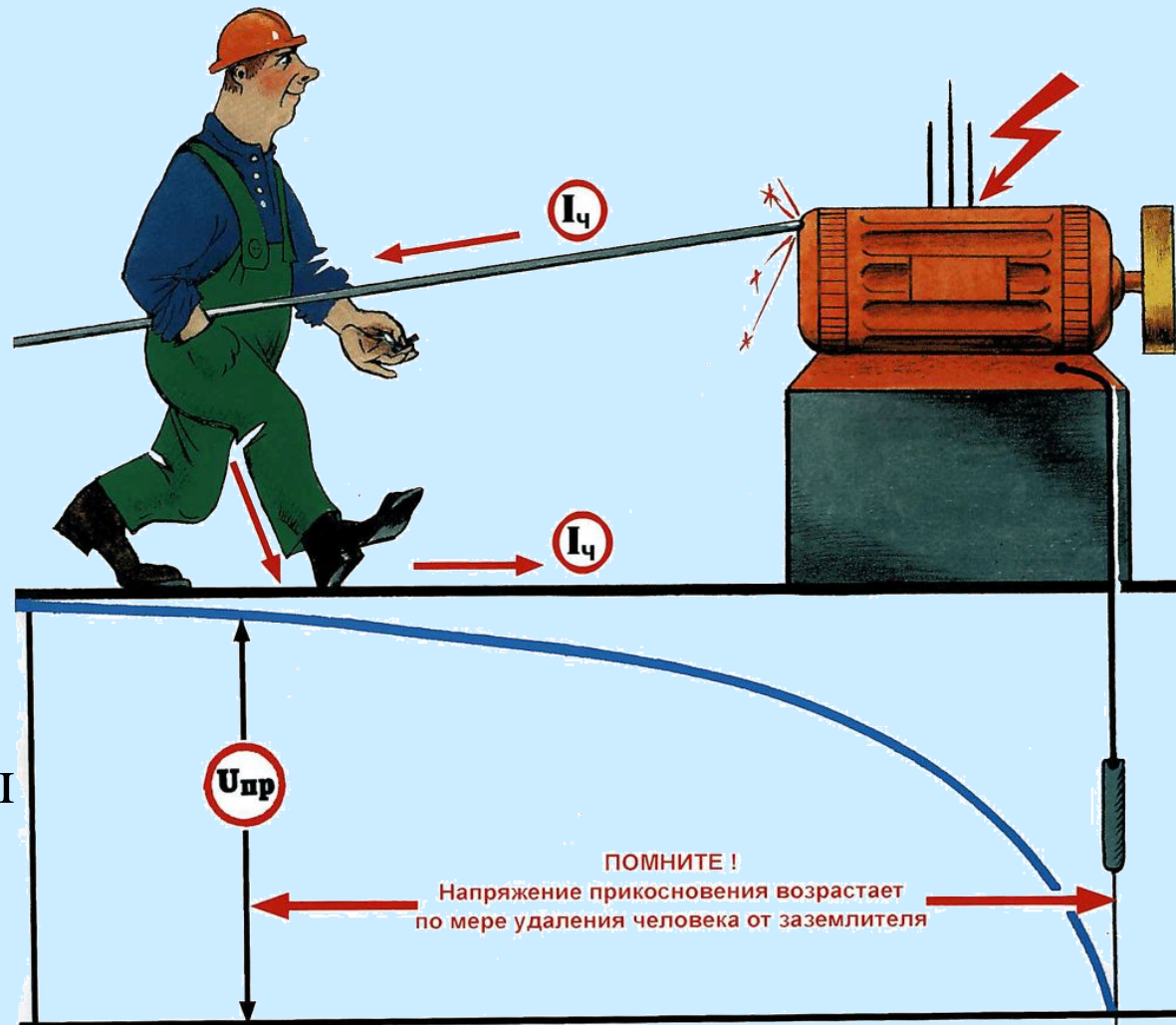
# Напряжение прикосновения

Напряжение прикосновения  $U_{\text{пр}}$  в поле растекания заземлителя:

$$U_{\text{пр}} = \alpha \cdot U_3$$

$U_3$  – напряжение заземляющего устройства;

$\alpha$  - коэффициент напряжения прикосновения, зависящий от формы и конструкции заземлителя.



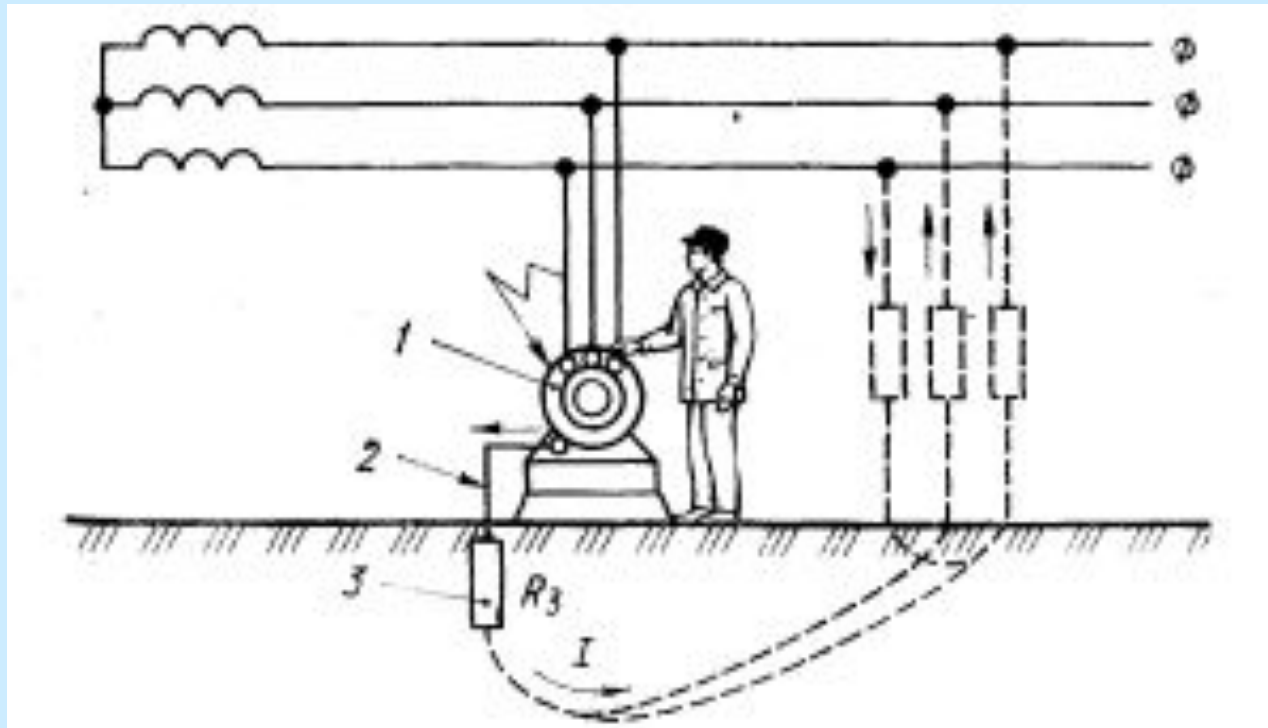


# Шаговое напряжение

ОБОРВАННЫЙ ПРОВОД

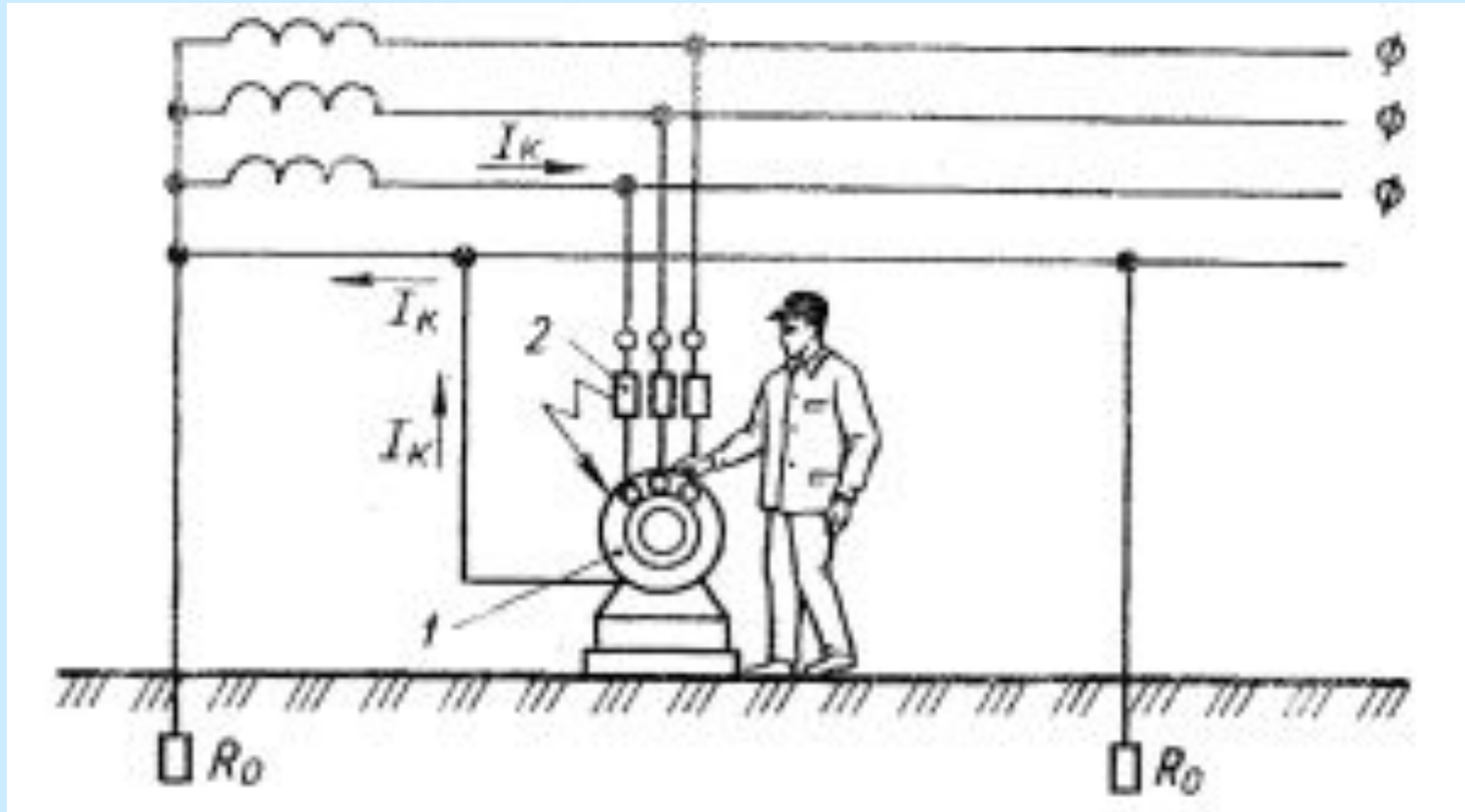


# Схема защитного заземления



- 1 – Электроустановка,
- 2 – проводник,
- 3 – заземлители.

# Схема защитного зануления



- 1 – Электроустановка,
- 2 – токовая защита,
- $R_0$  – заземленный нулевой провод.

# Ионизирующее излучение

## Основные термины и определения

**Ионизирующее излучение** - создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы разных знаков;

**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;

**Эффективная доза** - величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности;

**Радиоактивные вещества** (радиоизотопы, радионуклиды) — вещества, способные испускать ионизирующее излучение.

Вредными факторами при работе с ними являются: смешанное облучение (внешнее + внутреннее)

- **Радиоактивность** — самопроизвольное превращение неустойчивого нуклида в другой нуклид, сопровождающийся испусканием ионизирующего излучения.
- **Источник ионизирующего излучения** — объект, содержащий радиоактивный материал (дейтерий, литий, торий, уран) или техническое устройство, испускающее или способное в определенных условиях испускать ионизирующее излучение.
- **Открытый источник** — радиоактивный источник излучения, при использовании которого возможно попадание содержащихся в нем радиоактивных веществ в окружающую среду
- **Закрытый источник излучения** — радиоизотопный источник излучения, в котором радиоактивный материал заключен в оболочку (защитные покрытия), предотвращающую контакт персонала с радиоактивным материалом и его рассеяние свыше допустимых уровней в условиях, предусмотренных для использования источника.
- **Рентгеновское излучение** — фотонное излучение, состоящее из тормозного и (или) характеристического излучений

- **Гамма-излучение** — фотонное ионизирующее излучение испускаемое при ядерных превращениях.
- **Персонал** (профессиональные работники) — лица, которые непосредственно работают с источниками ионизирующих излучений (категория А).
- **Дозиметр** - устройство для измерений дозы или мощности дозы ионизирующего излучения.
- **Дозиметр индивидуальный** - носимый на теле дозиметр для измерений дозы облучения данного субъекта.
- **Средства радиационной защиты индивидуальные** - надеваемые на человека средства защиты от наружного облучения, от поступления радиоактивных веществ внутрь организма и от радиоактивного загрязнения кожных покровов, личной одежды и обуви.
- **Средства радиационной защиты стационарные** - строительные конструкции и защитное оборудование, предназначенные для защиты персонала и пациентов от наружного облучения и от поступления радиоактивных веществ внутрь организма.

**Устанавливаются следующие основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз) облучения в результате использования источников ионизирующего излучения:**

- для населения средняя годовая эффективная доза равна 0,001 зиверта или эффективная доза за период жизни (70 лет) - 0,07 зиверта; в отдельные годы допустимы большие значения эффективной дозы при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,001 зиверта;
- для работников средняя годовая эффективная доза равна 0,02 зиверта или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) - 1 зиверту; допустимо облучение в годовой эффективной дозе до 0,05 зиверта при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,02 зиверта.



# ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

<p><b>Сельское хозяйство</b></p>  <p>Углерод-11 20 мин.</p>	<p><b>Медицинская диагностика</b></p>  <p>Натрий-24 15 час.</p>	<p><b>Медицинская терапия</b></p>  <p>Йод-131 8,4 сут.</p>
<p><b>Промышленность</b></p>  <p>Криптон-85 10,8 года</p>	<p><b>Радиоуглеродный анализ</b></p>  <p>Углерод-14 5730 лет</p>	<p><b>Ядерная энергетика</b></p>  <p>Уран-235 700 млн. лет</p>



**Мирное**

**Военное**

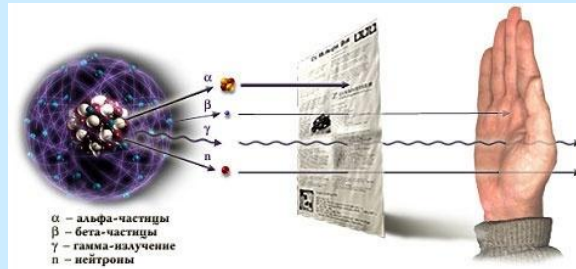
## **Ионизирующие излучения делят** **Корпускулярные (радионуклиды):**

- **Альфа-частицы**
- **Бета-частицы.**
- **Нейтронное излучение** - это поток нейтральных частиц.

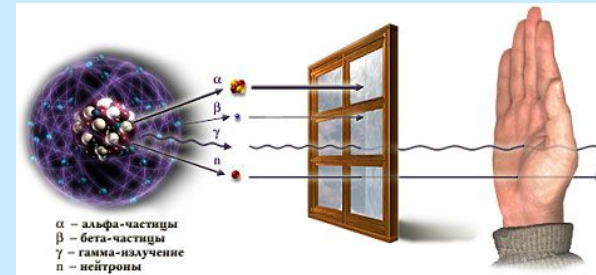
## **Волновые излучения:**

- **Рентгеновское излучение** - электромагнитное излучение высокой частоты и с короткой длиной волны, возникающее при бомбардировке вещества потоком электронов. Важнейшим свойством рентгеновского излучения является его большая проникающая способность.
- **Гамма-излучение.**

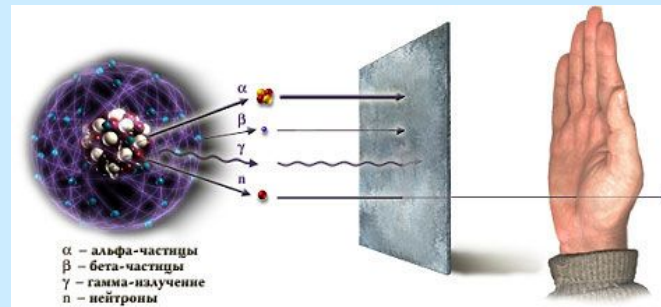
# О ПРОНИКАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АЛЬФА, БЕТА И ГАММА ИЗЛУЧЕНИЙ



Бумага задерживает только  $\alpha$ -излучение



Стекло задерживает  $\alpha$ -излучение и  $\beta$ -излучение

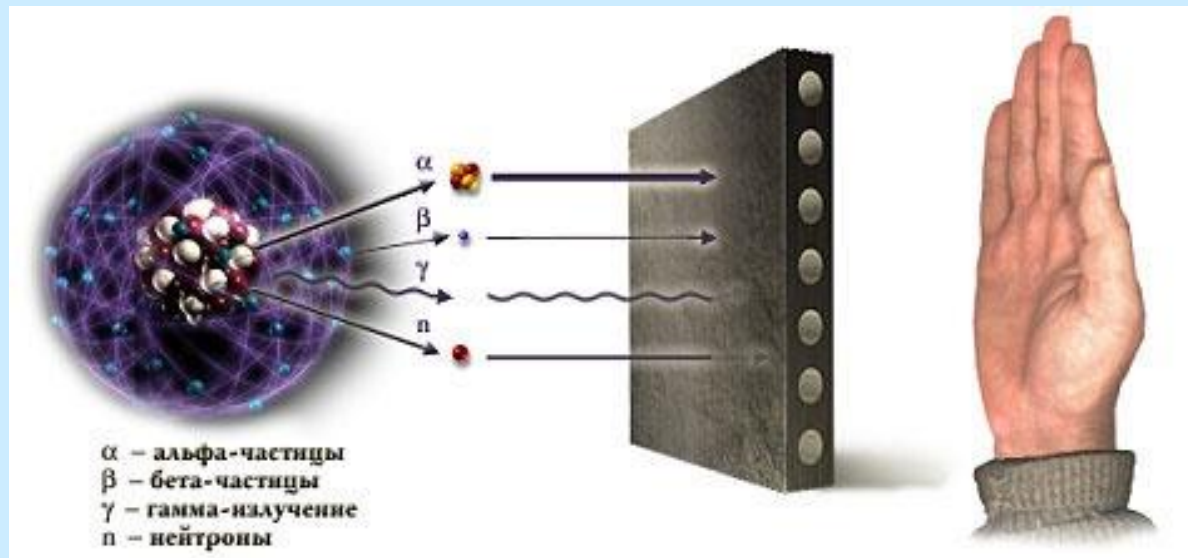


Стальной лист задерживает  $\alpha$ -излучение,  
 $\beta$ -излучение и  $\gamma$ -излучение

# НЕЙТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

ПОТОК НЕЙТРАЛЬНЫХ, НЕЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ, ОБЛАДАЮЩИХ ОГРОМНОЙ ПРОНИКАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ.

В БОЛЬШИНСТВЕ СЛУЧАЕВ ПОГЛОЩЕНИЕ ЯДРАМИ НЕЙТРОНОВ ПРИВОДИТ К ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЮ



Бетонная плита задерживает  $\alpha$ -излучение,  $\beta$ -излучение,  $\gamma$ -излучение и нейтронное излучение

# Пути обеспечения радиационной безопасности

Обеспечивается за счет:

- качества проекта радиационного объекта;
- обоснованного выбора района для объекта;
- обеспечения сохранности ИИ и исключения их несанкционированного использования;
- зонирования территории вокруг объектов;
- эксплуатации технологических систем;
- лицензирование деятельности с источниками
- наличия системы радиационного контроля;
- планирования и проведения мероприятий по обеспечению радиационной безопасности;
- повышения радиационно-гигиенической грамотности персонала и населения.