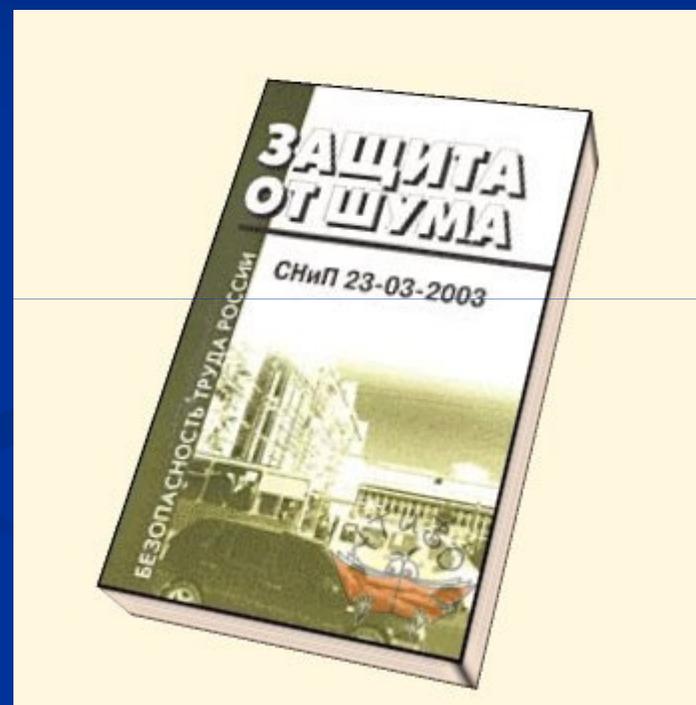


# ШУМ. ЗАЩИТА ОТ ШУМА

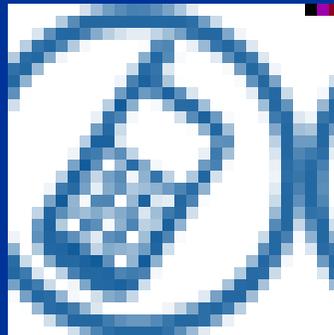


Лекция доцента, зав. КБЖД  
Николаевой Надежды Ивановны

# Физическая характеристика шума

- По физической природе шумом является нежелательный для человека звук.

Звук или тон - это акустическое гармоническое колебание с определённой частотой.

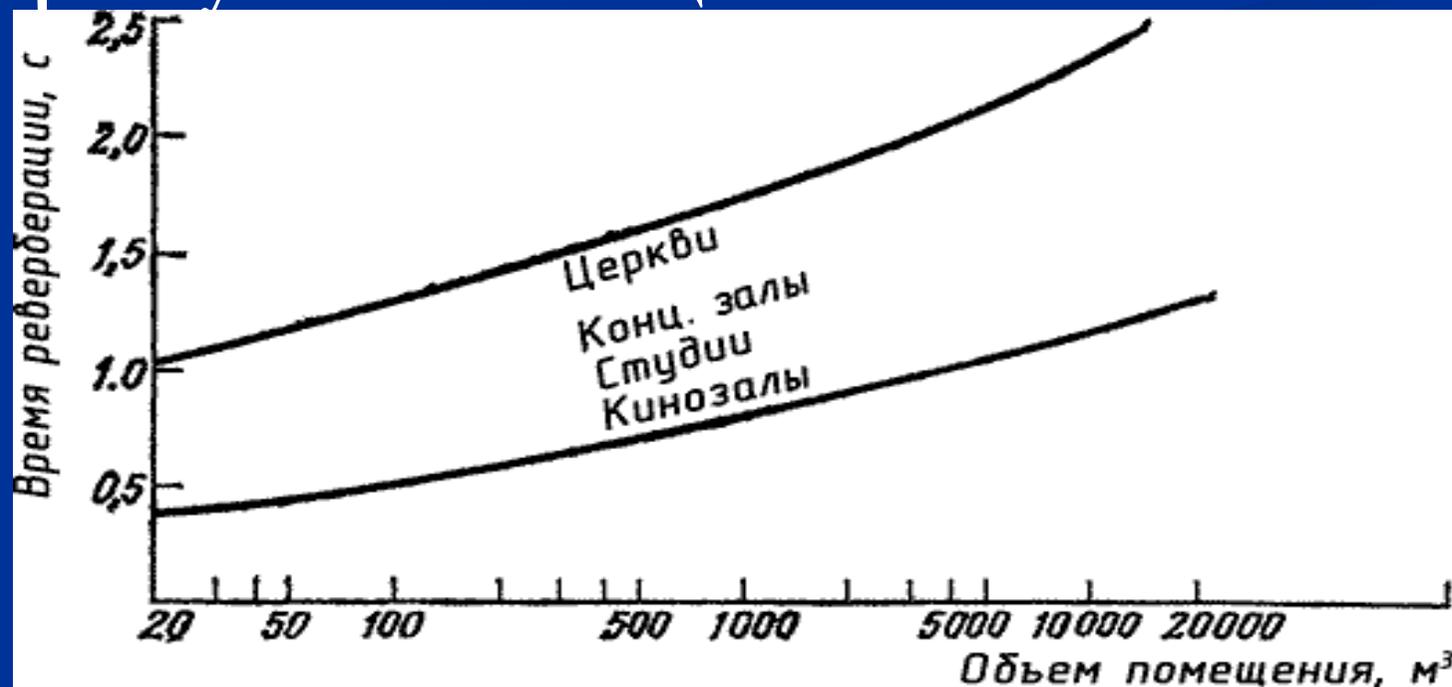


# Звук характеризуется:

- частотой колебаний  $f$  (Гц), то есть числом колебаний в секунду;
- звуковым давлением  $p$  (Па) - это разность между мгновенным давлением в волне и атмосферным;
- интенсивностью или силой звука  $I$  (Вт/м<sup>2</sup>) равной потоку звуковой энергии, проходящей в единицу времени через 1 м<sup>2</sup> площади. Интенсивность пропорциональна квадрату звукового давления.

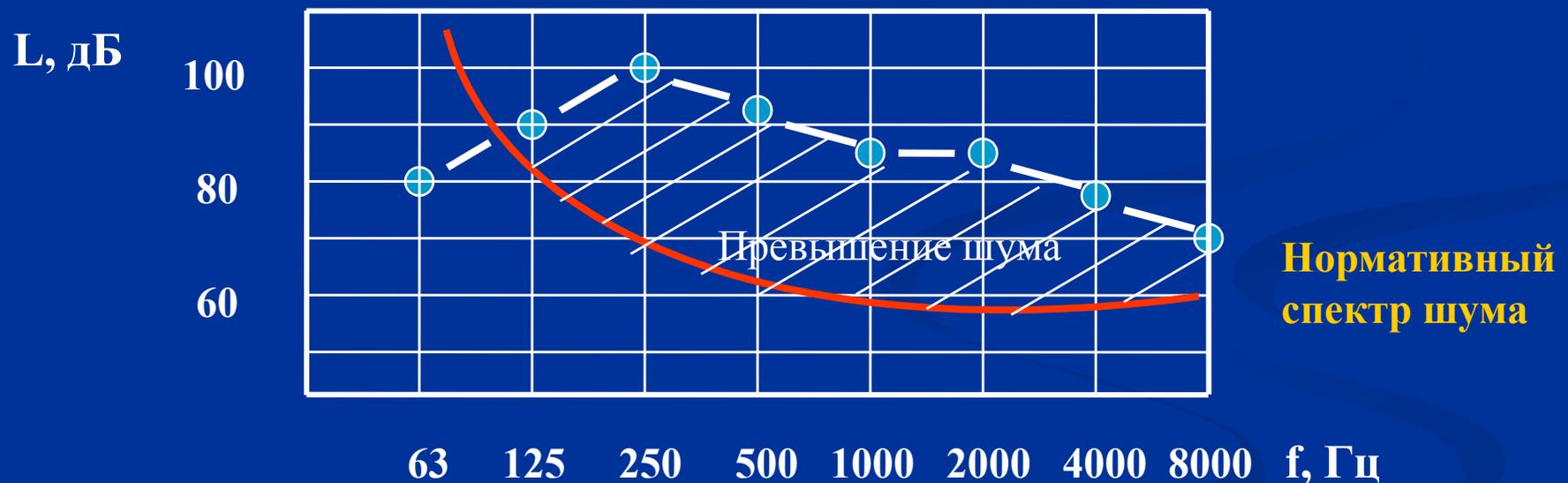
# По частоте колебаний звуки классифицируются:

- Инфразвук  $< 16$  Гц
- Слышимый звук  $16 - 20000$  Гц
- Ультразвук  $> 20000$  Гц



# Построение спектра шума

По характеру спектра шумов делят на широкополосные и смешанные, в которых присутствуют тональные составляющие. По временной характеристике их делят на постоянные и непостоянные, а последние оценивают эквивалентным уровнем звука.



Кроме спектральной характеристики шум оценивают одним числом - уровнем звука в дБА. Это общий уровень шума, откорректированный в соответствии с кривой слышимости.

# Распространение шума в помещении с источником шума

## График изменения уровней шума

Изменение  
уровней  
шума



Зона  
прямого  
шума

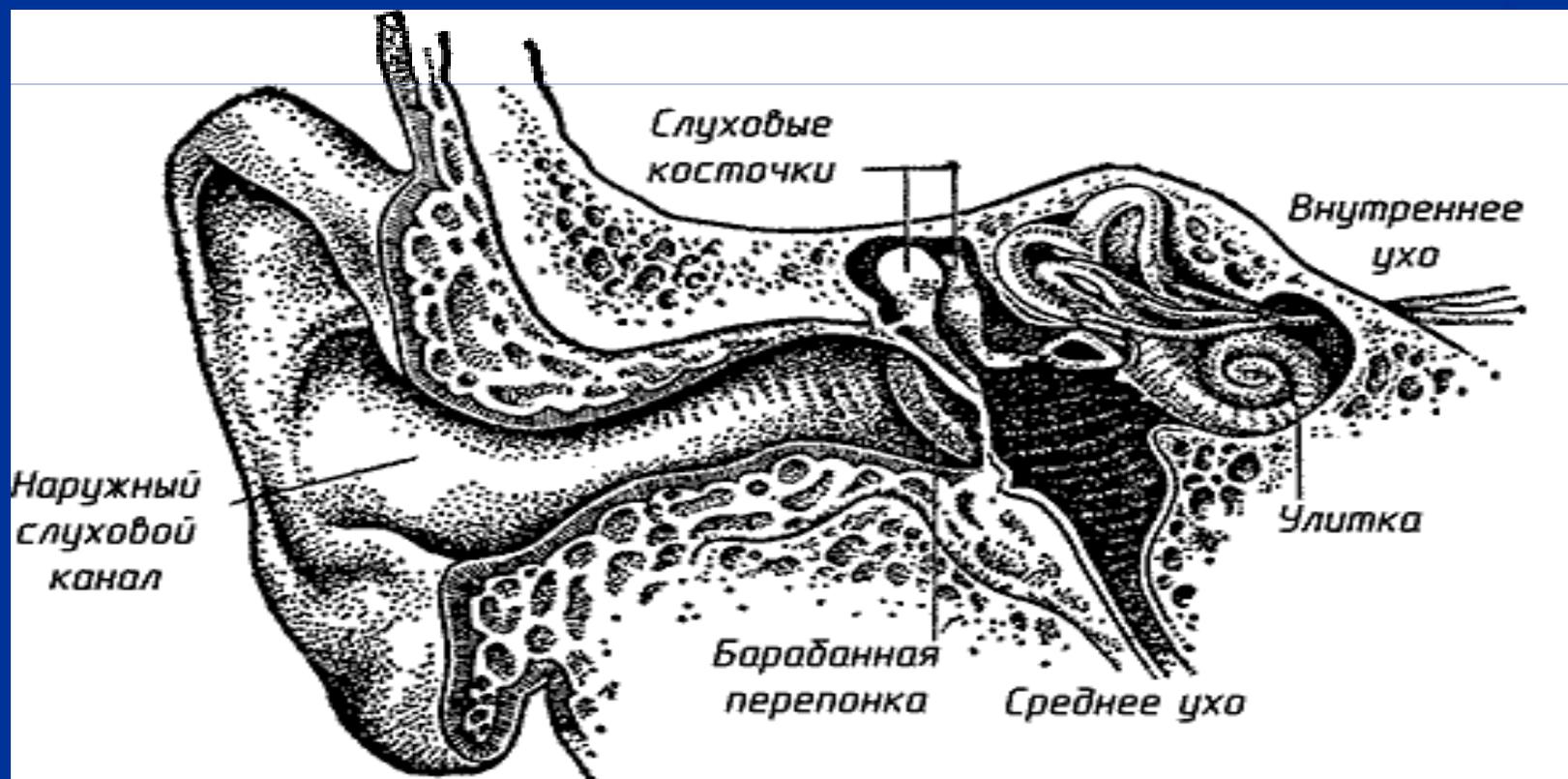
Зона  
отражённого  
шума

Логарифмическая  
шкала  
расстояний

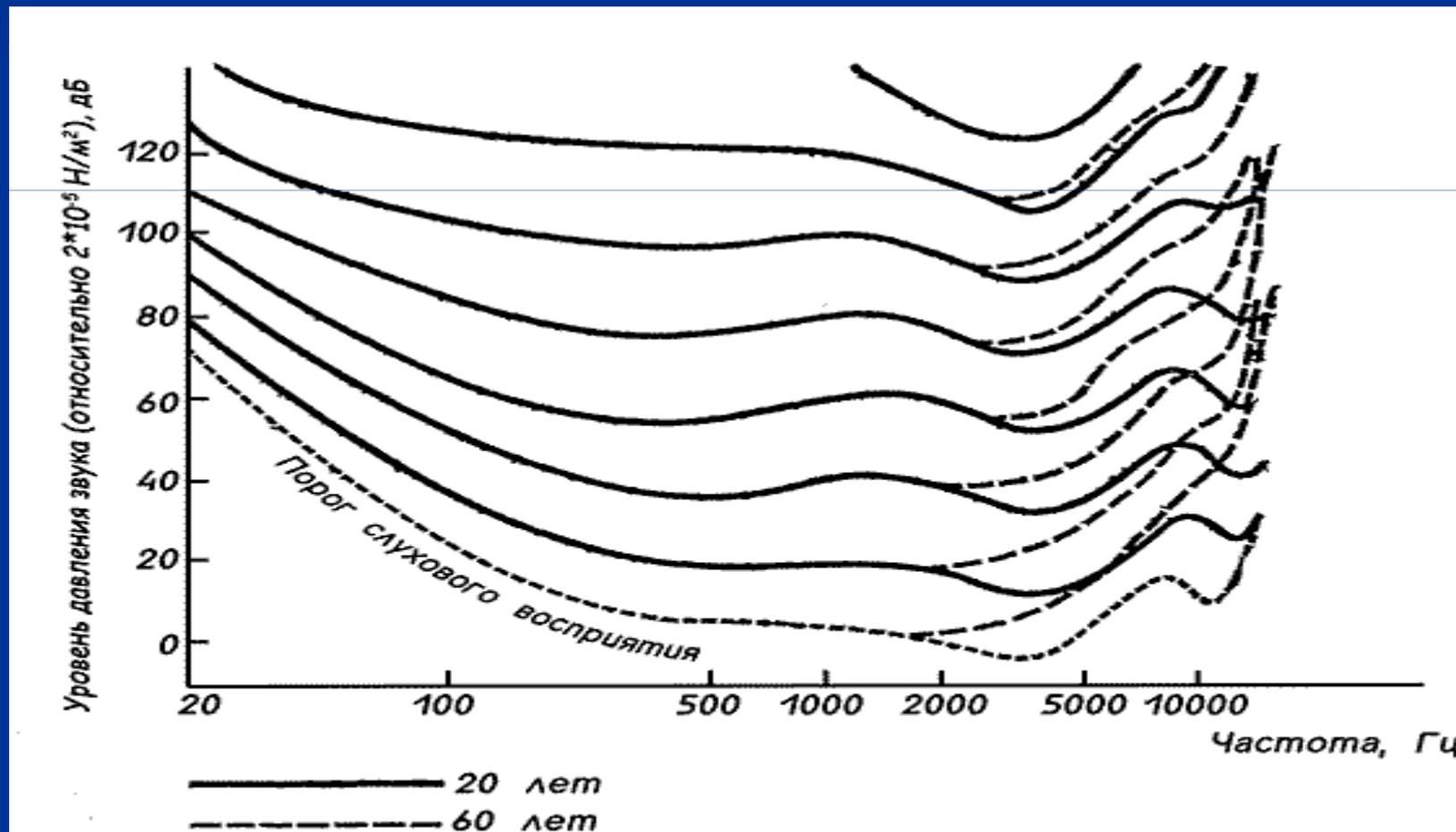
## Воздействие шума на человека.

1. Шум высоких уровней отрицательно влияет на ЦНС, желудок, двигательные функции, умственную работу, зрительный анализатор. Изменяется частота и наполнение пульса, кровяное давление, замедляются реакции, ослабляется внимание, ухудшается разборчивость речи

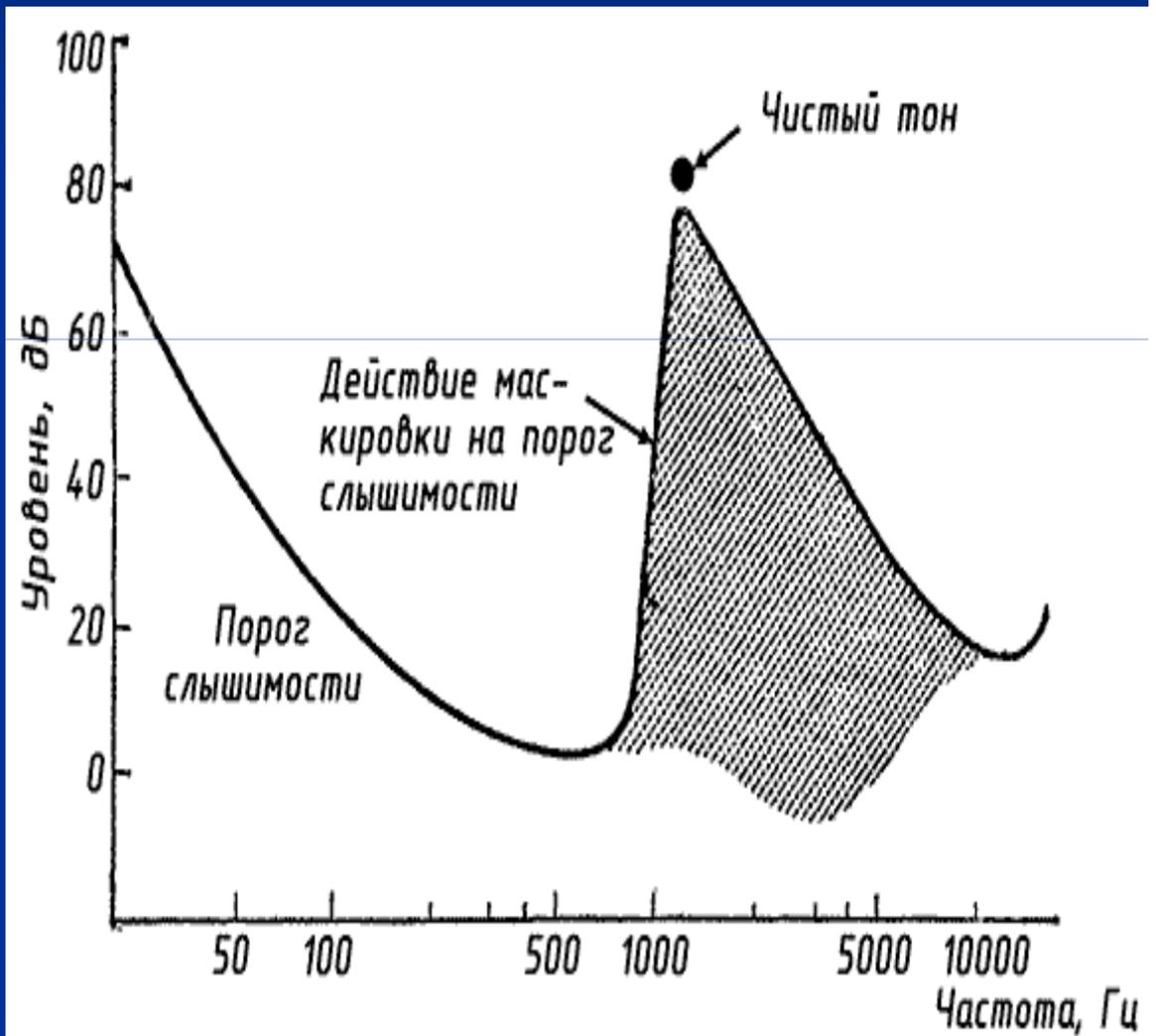
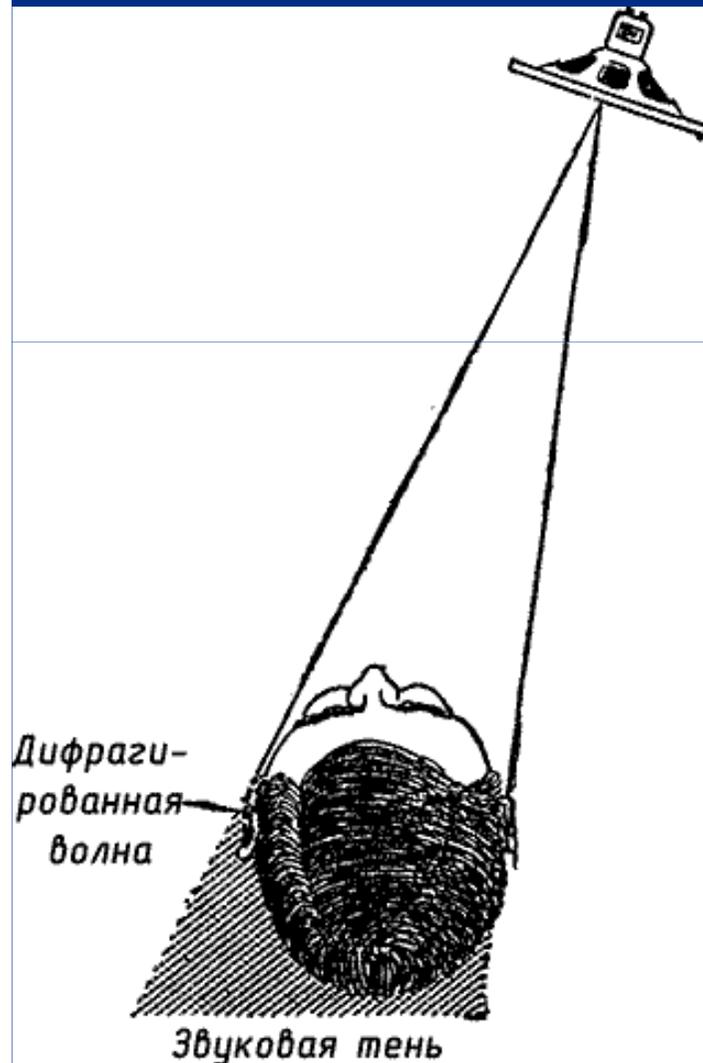
2. Снижается чувствительность органа слуха, что приводит к временному повышению порога слышимости. При длительном воздействии шума высокого уровня возникают необратимые потери слуха и развивается профессиональное заболевание - тугоухость.



Критерием риска потери слуха считается уровень 90 дБА, при ежедневном воздействии более 10 лет.

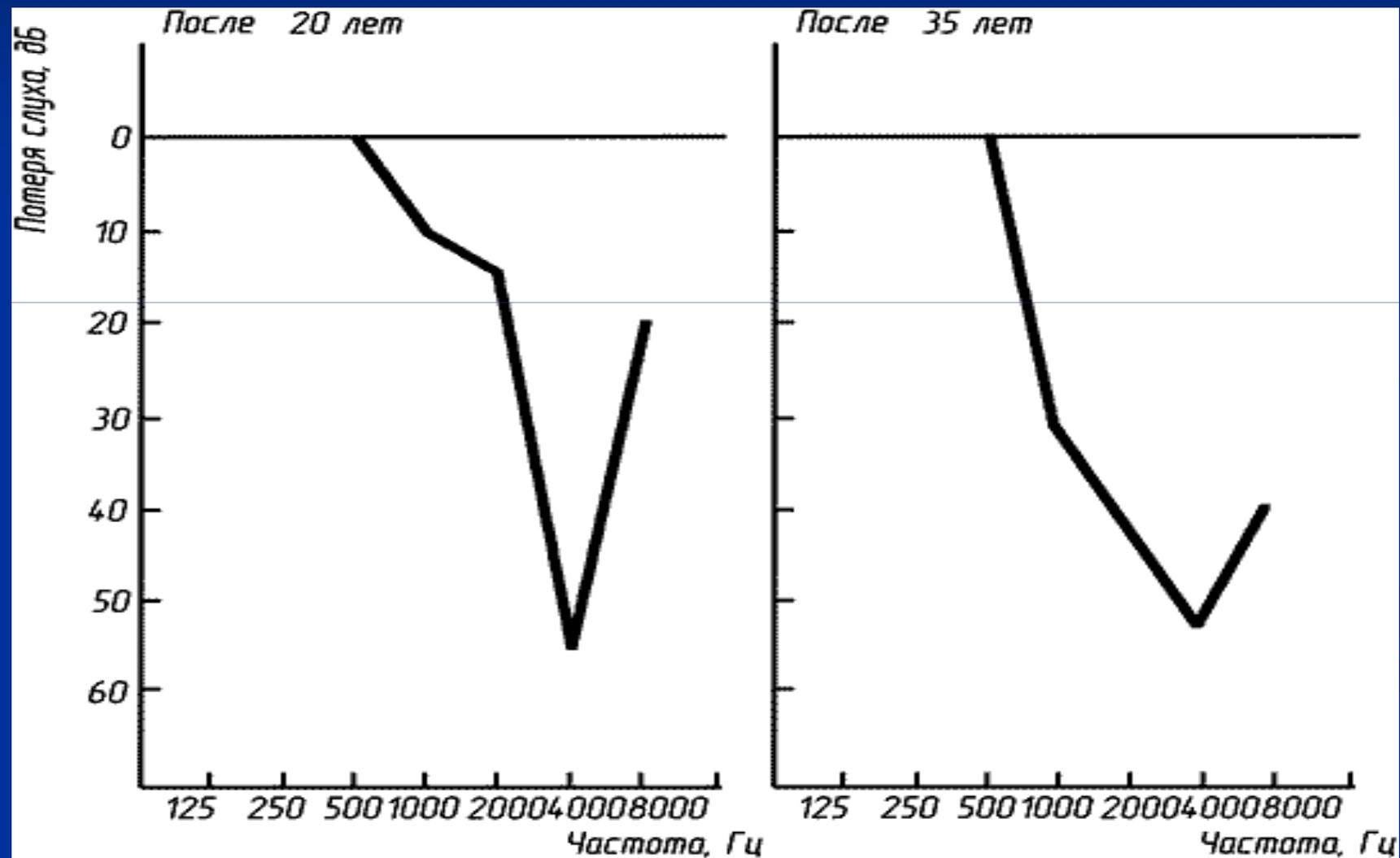


# Слышимость зависит от уровня звука (дБ), частоты (Гц), направления распространения источника звука





# Слышимость зависит от возраста



# Уменьшение шума

## Классификация средств

### 1. Уменьшение шума в источнике возникновения

Наиболее рациональное средство, но часто требует серьёзного конструктивного изменения машины.

### 2. Организационно-технические мероприятия

Уменьшение времени воздействия шума (ДУ)

### 3. Средства коллективной защиты

а) Архитектурно-планировочные мероприятия.

б) Конструктивные средства 

Кожухи, экраны, глушители  
звукопоглощающие и  
звукоизолирующие  
конструкции

4. Средства индивидуальной  
защиты (СИЗ) 

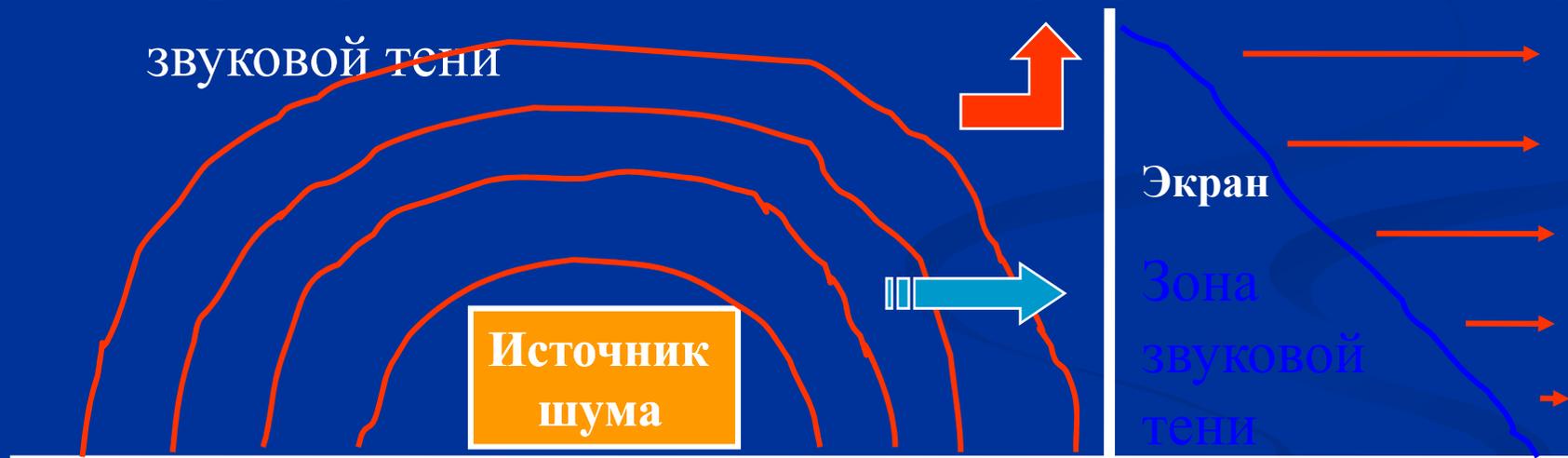
Наушники, заглушки, шлемы

# Принципы экранирования, звукоизоляции, звукопоглощения

Конструктивные средства уменьшения шума основаны на использовании этих принципов.

**1. Экранирование** - способность преград создавать зону

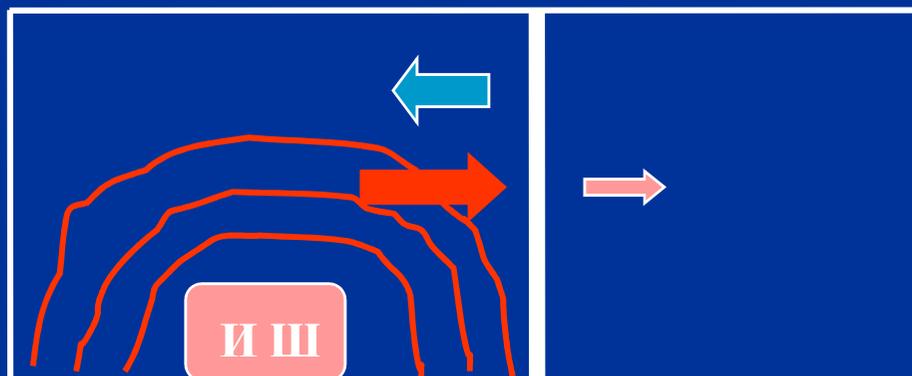
звуковой тени



Эффективность экрана зависит от длины звуковой волны по отношению к размерам препятствия, то есть от частоты колебаний. В помещении из-за наличия отражённого шума эффект экрана меньше, чем в открытом пространстве.

# Принципы экранирования, звукоизоляции, звукопоглощения (продолжение)

**2. Звукоизоляция** - способность преград отражать звуковую энергию.



ИШ

Источник шума



**Интенсивность:**

падающего шума,



отражённого шума



прошедшего шума

Звукоизоляция одностенной конструкции **R** (дБ) определяется законом «массы»

$$R = A \lg(f \delta) - C,$$

где  $f$  - частота колебаний, Гц;

$\delta$  - поверхностная масса стенки, кг/м<sup>2</sup>;

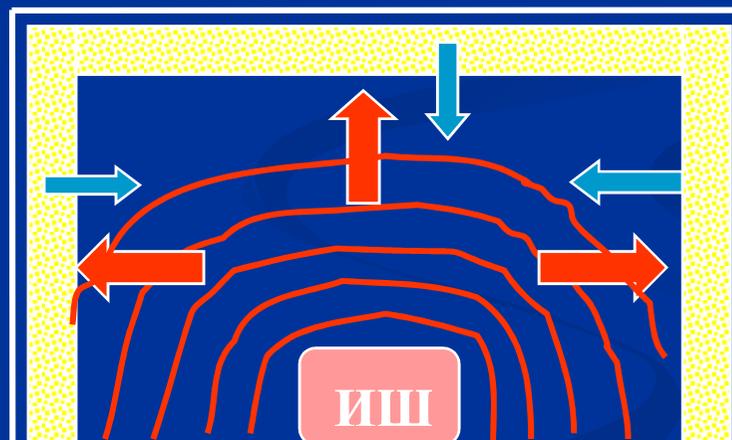
$A, C$  - эмпирические коэффициенты.

**АНВ**

# Принципы экранирования, звукоизоляции, звукопоглощения (продолжение)

**3. Звукопоглощение** - способность пористых и рыхло-волокнистых материалов, а также резонансных конструкций поглощать звуковую энергию.

В помещении с источником шума уровни шума определяются прямым и отражённым шумом.



Звуко-поглощающий материал

Прямой шум источника



Отражённый шум



**Звукопоглощающий материал, установленный на стенах помещения, уменьшает составляющую отражённого шума.**

## Конструктивные средства уменьшения шума

Для уменьшения аэродинамического шума систем вентиляции, шума газотурбонаддува и газовыхлопа двигателей применяют реактивные (рис.21, а) и активные (рис.21, б) глушители.

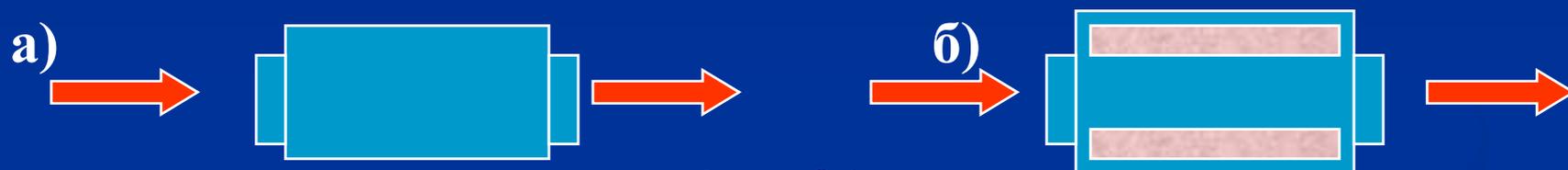


Рис. 21

Расширительная камера

Глушитель со звукопоглотителем

Звукоизоляция источника шума обеспечивается кожухом (рис.22 а), а звукоизоляция рабочего места - изолированной кабиной (рис.22 б)

а) Кожух со звукопоглотителем

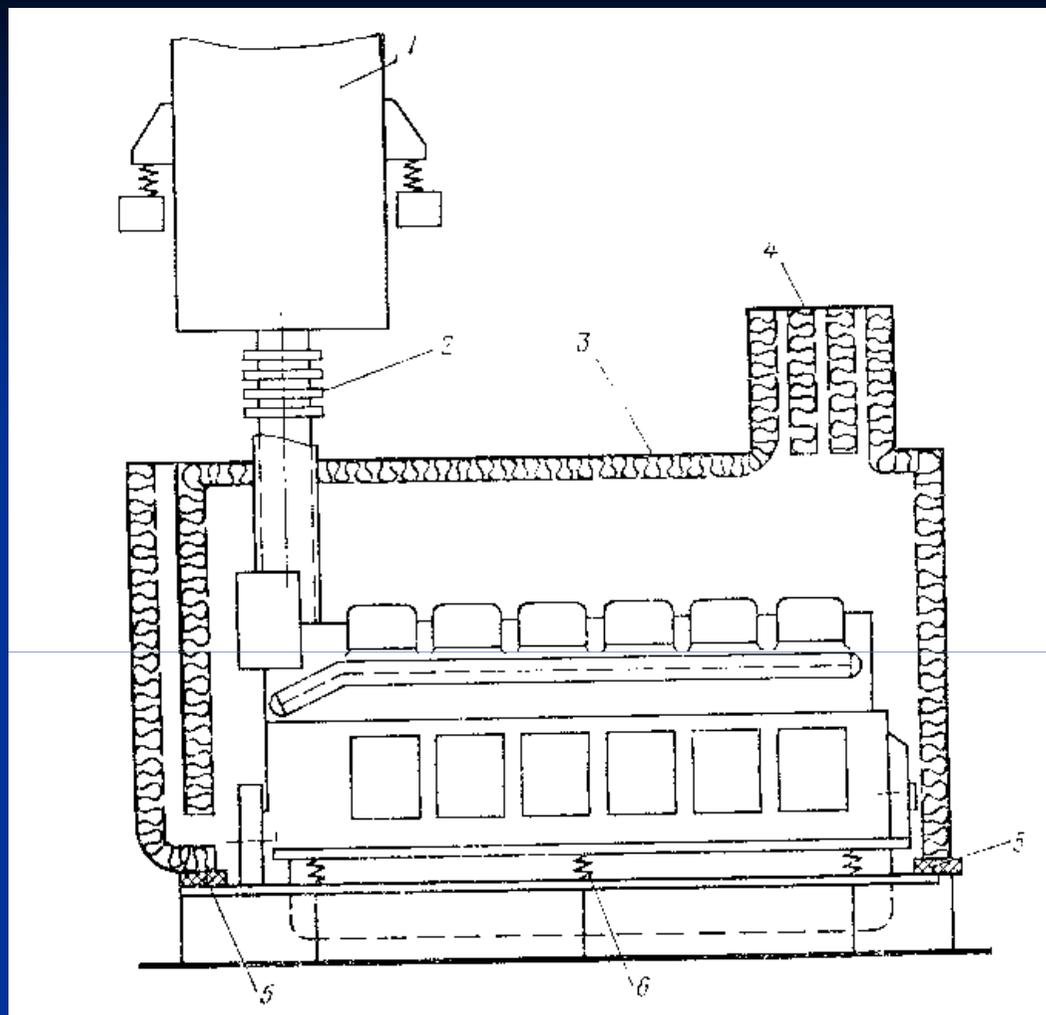


б) Изолированная кабина



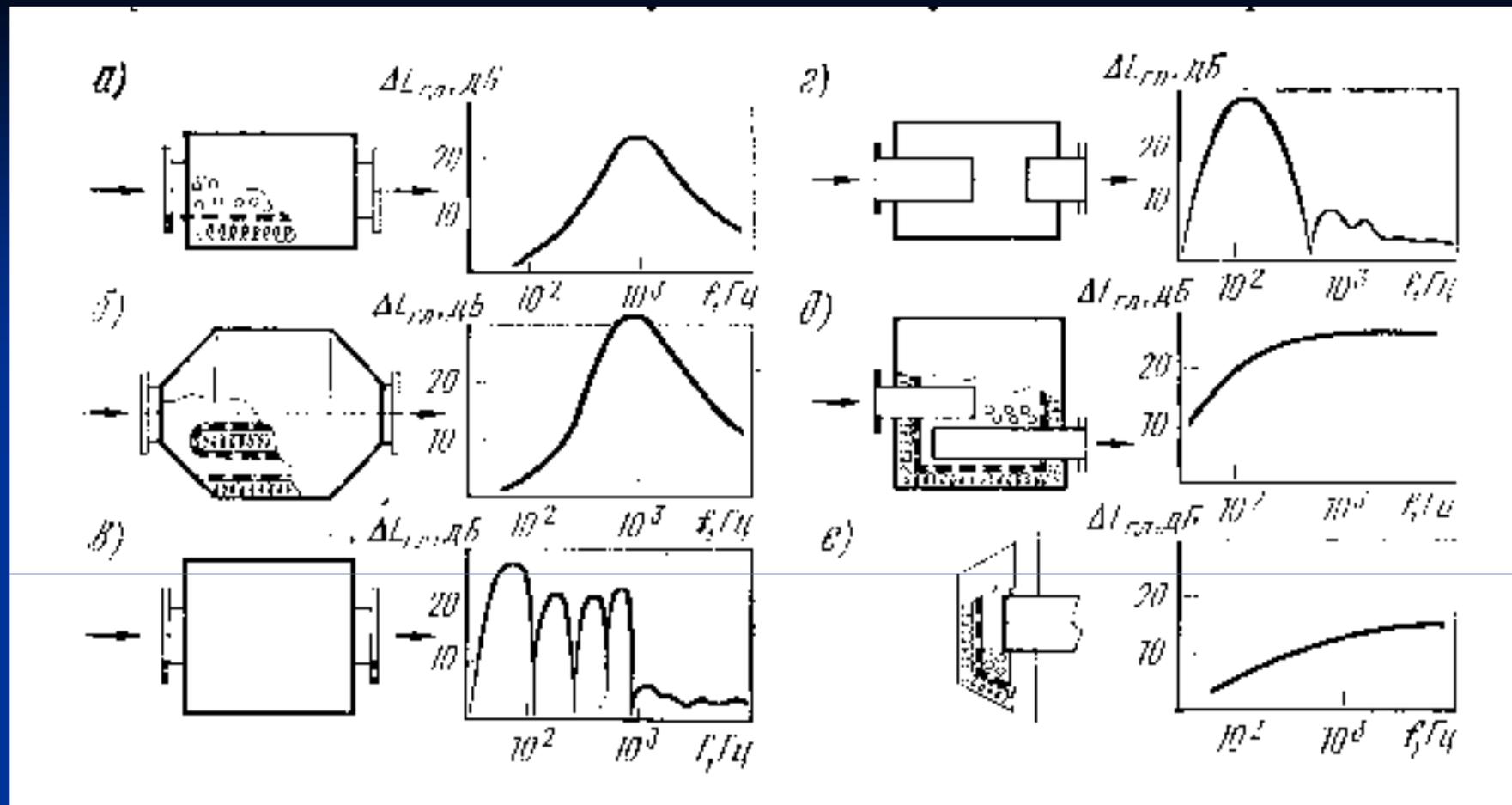
Рис. 22

6



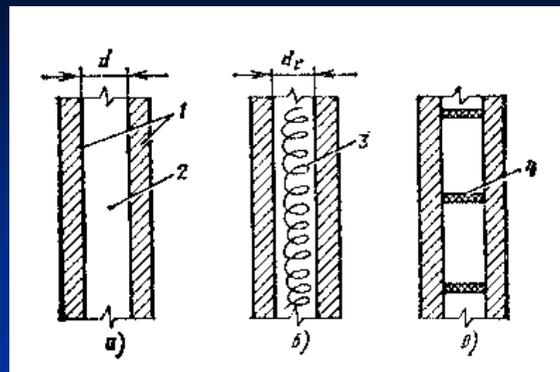
**Рис. 23** Звукоизолирующий кожух, установленный на дизель.

1 - глушитель газовыхлопа; 2 - компенсатор; 3 - звукопоглотитель;  
4 - глушитель воздухоприёма; 5 - резина; 6 - виброизоляторы.



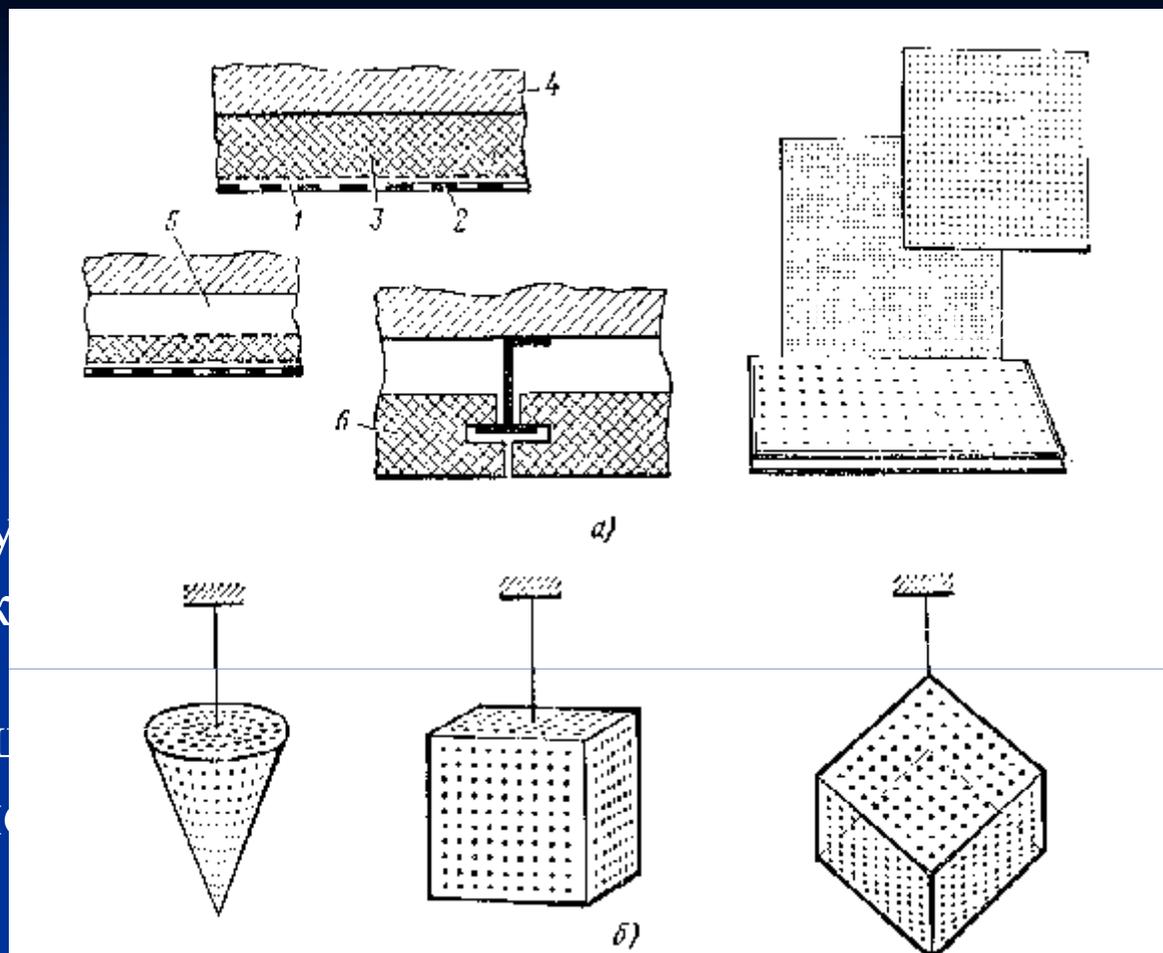
**Рис. 24** Типы глушителей шума и характер заглушаемого ими спектра.

а - звукопоглощающий патрубок; б - пластинчатый; в - камерный; г - камерный с трубами внутри; д - камерный несоосный со звукопоглотителем; е - экраный.



**Рис. 25** Двустенные звукоизолирующие конструкции

1 - пластины; 2 - воздушный промежуток; 3 - звукопоглотитель; 4 - крепление.



**Рис. 26** Звукопоглощающие конструкции

1 - защитный перфорированный экран; 2 - стеклоткань; 3 - звукопоглощающий материал; 4 - стена или потолок; 5 - воздушный промежуток; 6 - плита из звукопоглощающего материала.

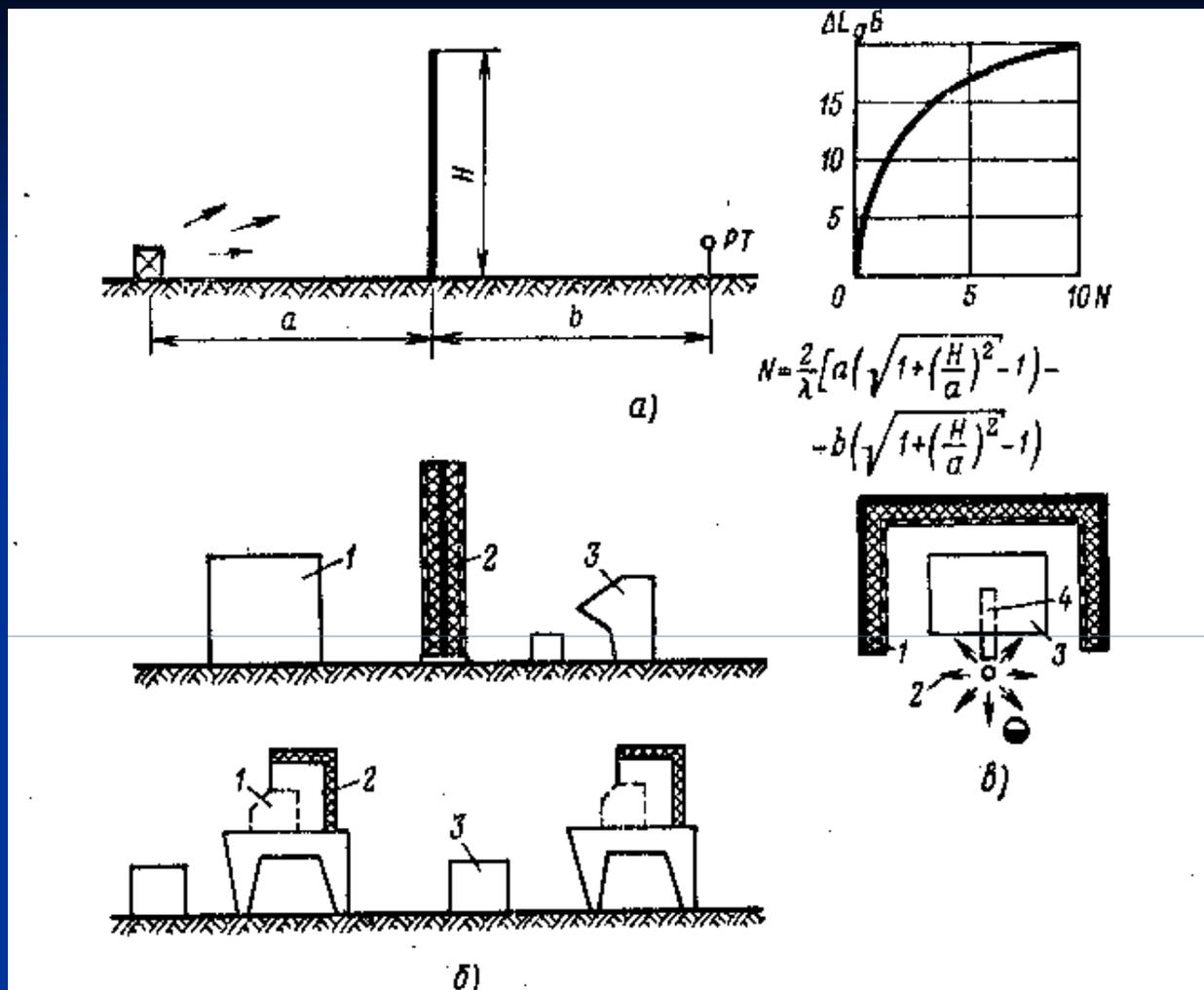


Рис. 27 Средства экранирования

а - схема экрана; б - экранирование нескольких источников шума;  
 в - экранирование источников механического шума; 1 - оборудо-  
 вание; 2 - экран со звукопоглотителем; 3 - рабочее место;  
 4 - дисковая пила.

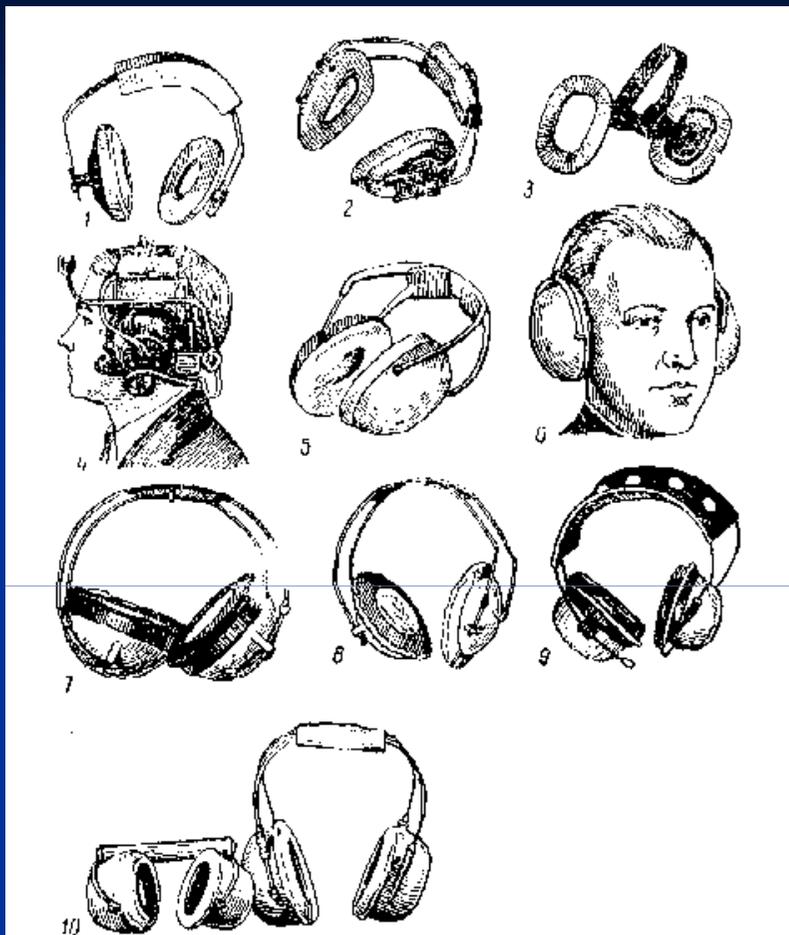


Рис. 28 Средства индивидуальной защиты от шума

а - наушники; б - шумозащитные шлемы.

# Профессионально–обусловленные заболевания от воздействий шума

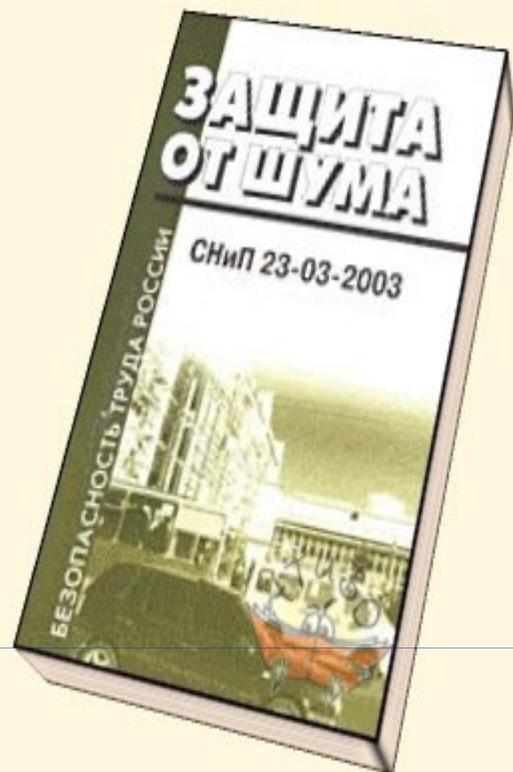
- Степень шумовой патологии зависит от:
- Интенсивности шума,
- Продолжительности воздействия,
- Функционального состояния ЦНС,
- От индивидуальной чувствительности организма ( 11 % населения).

# Профессионально–обусловленные заболевания от воздействий шума

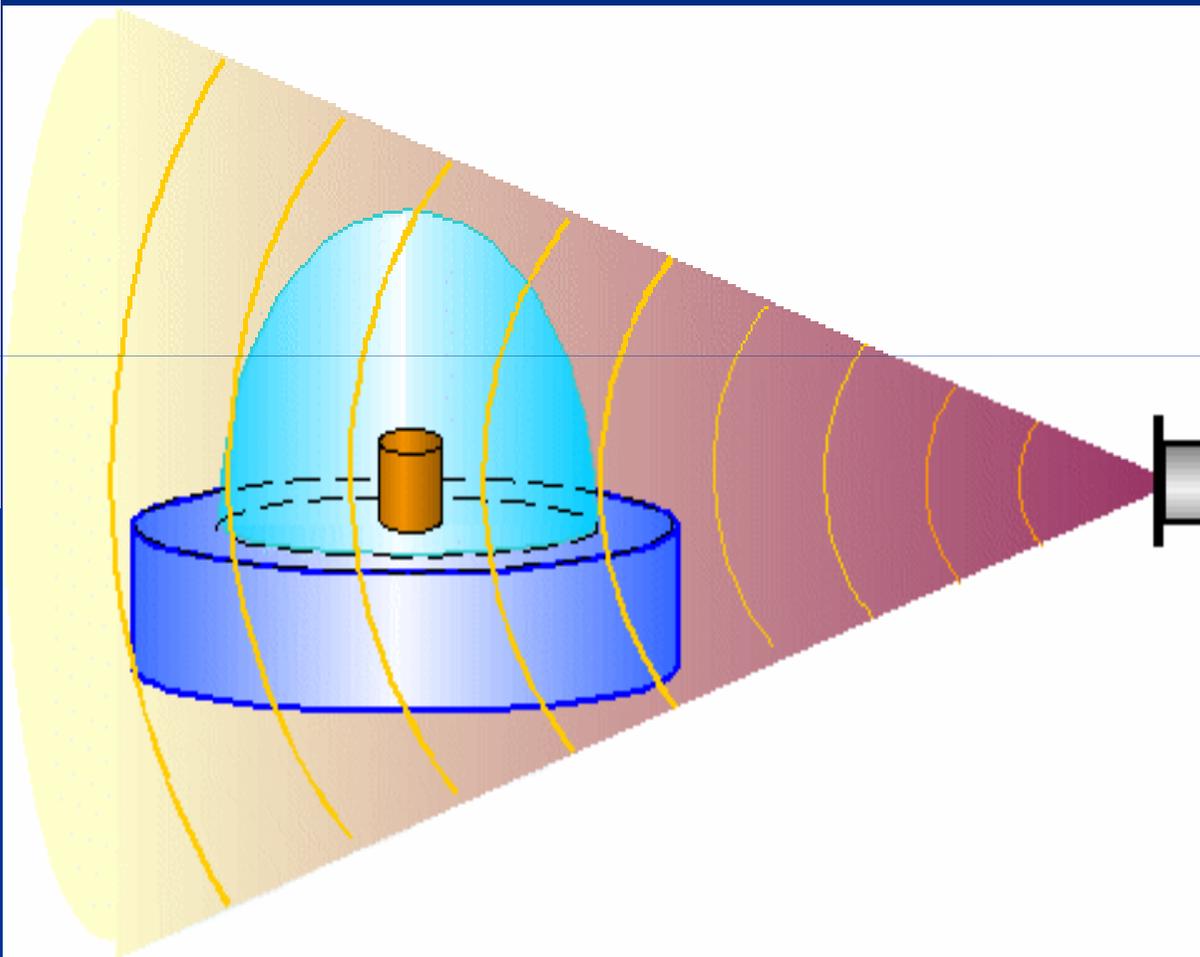
- **Вегетососудистые дисфункции.**
- **Церебральный атеросклероз.**
- **Астенический синдром.**
- **Гипертоническая болезнь.**
- **Ишемическая болезнь сердца.**
- **Язвенная болезнь желудка и 12п. кишки**
- **Депрессии, угнетение психики.**
- **Профессиональная тугоухость.**
- **Онкозаболевания.**

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

Категория	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени
напряженности трудового процесса					
Напряженность легкой степени	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
Напряженность средней степени	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>65</b>
Напряженный труд 1 степени	<b>60</b>	<b>60</b>	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	<b>50</b>	<b>50</b>	-	-	-



# Защита от шума



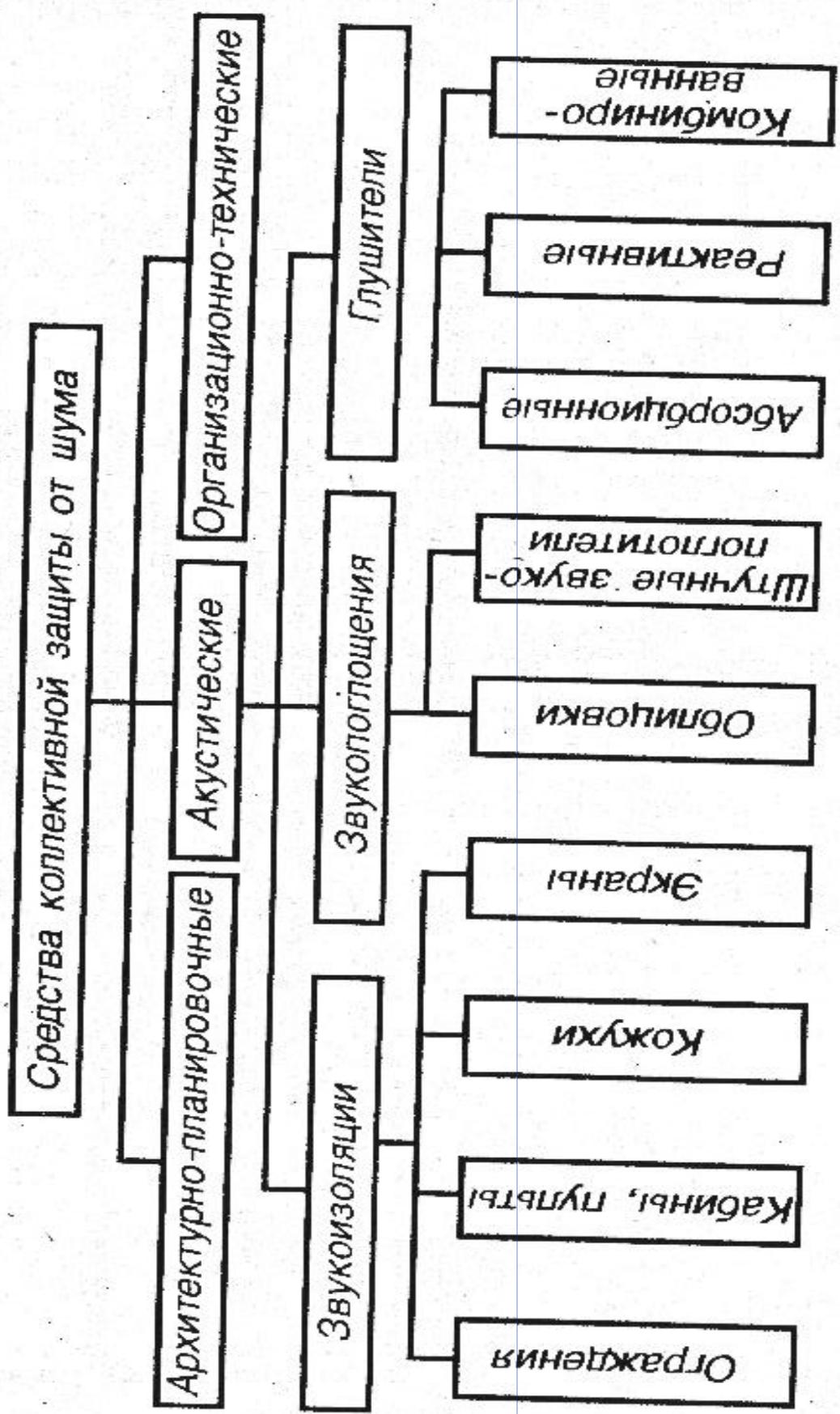
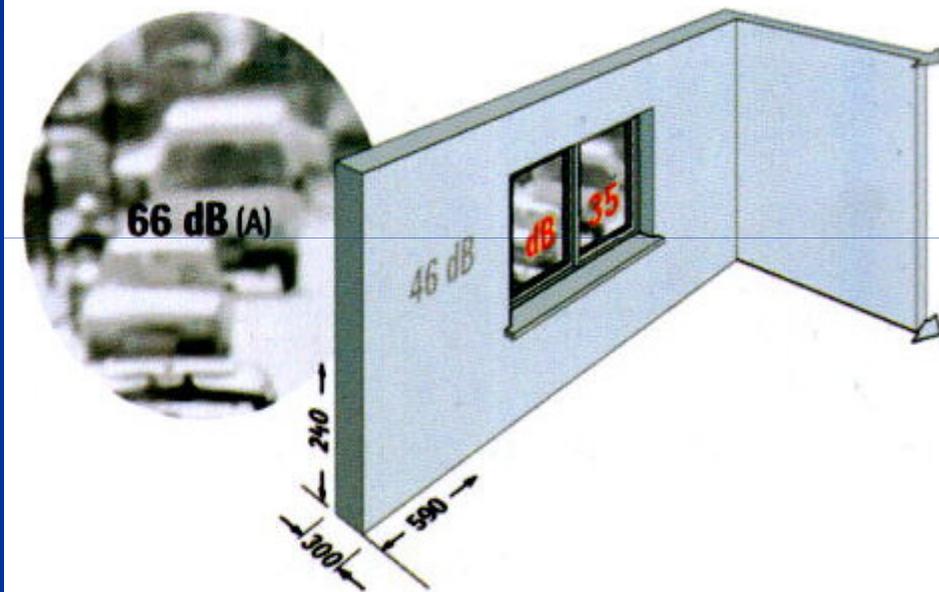


Рис. 4.24. Средства коллективной защиты от шума на пути его распространения

# Архитектурно–планировочные мероприятия



# Защита от шума



# Инженерно– технические решения



- отделка потолков и стен помещений **звукопоглощающими материалами;**
- установка электродвигателей на **амортизаторы** с применением звукопоглощающих кожухов, устанавливать оборудование на **вибропоглощающие фундаменты;**

- своевременно **устранять неисправности**, увеличивающие шум при работе оборудования;
- постоянно **контролировать крепление** движущихся частей машин и механизмов, проверять состояние амортизационных прокладок, смазки и т. д.;
- своевременно проводить профилактику и ремонт оборудования;
- эксплуатировать оборудование в режимах, указанных в паспортах заводов-изготовителей;

- размещать рабочие места с минимальным воздействием шума на работников;
- организовывать места кратковременного отдыха работников в помещениях, оборудованных средствами звукоизоляции и звукопоглощения;
- снабжать системы шумоглушителями и звукоизолировать воздуховоды;
- предусматривать установку вентиляторов и электродвигателей на вибро - и звукопоглощающих основаниях.

# СИЗ от шума

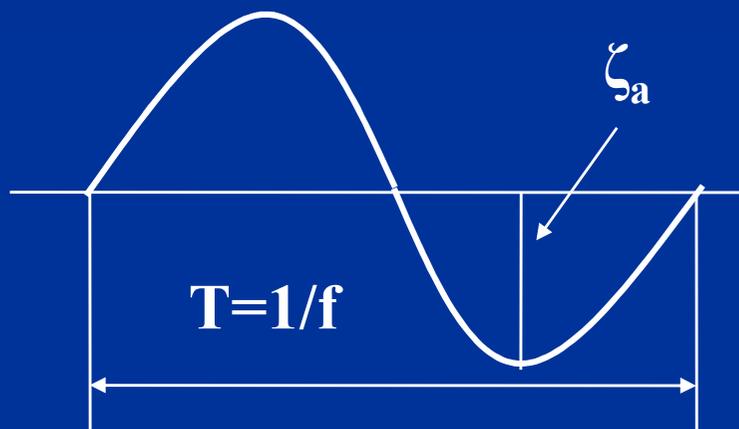


# Вибрация

## Физические характеристики вибрации

**Вибрация** - это механические колебания в твёрдых телах.

Простейший вид колебаний - гармонические.



Вибрацию оценивают частотой  $f$  (Гц) или периодом колебаний  $T$  и одним из трёх параметров:

Амплитудой вибросмещения  $\zeta_a$

Амплитудой виброскорости  $V_a = \zeta_a \omega$

Амплитудой виброускорения  $A_a = \zeta_a \omega^2$

- круговая частота

## Уровень ощущения вибрации

Степень ощущения вибрации оценивают по закону Вебера-Фехнера логарифмической относительной величиной - уровнем виброскорости  $L_v$  в децибелах.

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0},$$

где  $V$  - действующее среднеквадратичное значение виброскорости, м/с;

$V_0$  - пороговая виброскорость, равная  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с.

Среднеквадратичная виброскорость в 1,4 меньше амплитудного значения.

Вибрации машин и механизмов являются сложными колебаниями, которые могут быть представлены суммой гармонических колебаний. Вибрацию, как и шум, характеризуют спектром в октавных полосах частот, который можно представить графически.

# Классификация вибрации

Низкочастотную вибрацию по способу передачи на человека делят на две группы:

1. **Общая**, которая действует на тело сидящего или стоящего человека и оценивается в октавных полосах  $f = 2, 4, 8, 16, 31,5; 63$  Гц.
2. **Локальная**, которая передаётся через руки на частотах  $f = 8, 16, 31,5; 63, 125, 250, 500, 1000$  Гц.

Общую вибрацию по источнику возникновения делят на три категории:

1. **Транспортная** (подвижные машины на местности).
2. **Транспортно-технологическая** (краны, погрузчики).
3. **Технологическая** (рабочие места).



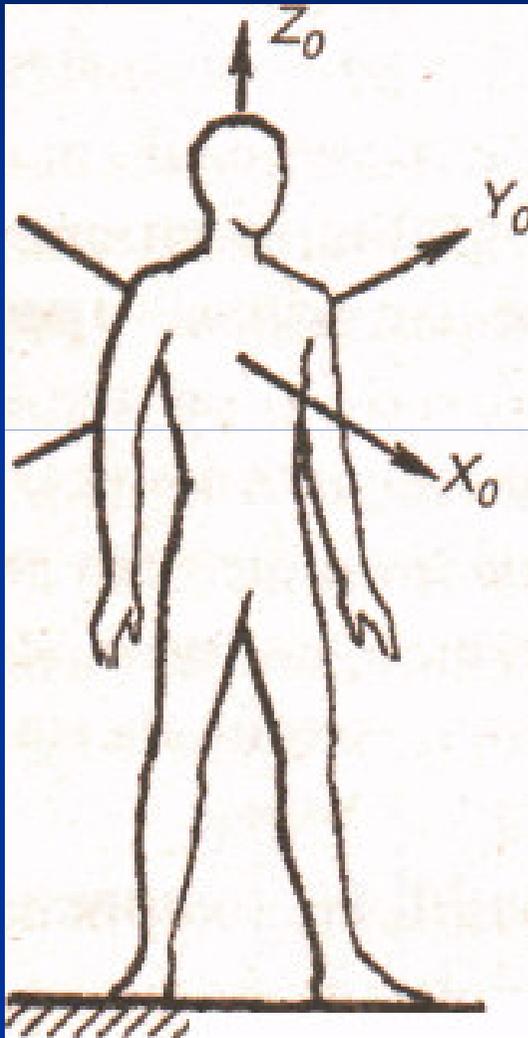
**ВИБРАЦИЯ**

**ОБЩАЯ**

**ТОЛЧКО-  
ОБРАЗНАЯ**

**Локальная**

# Направление координат осей при действии общей вибрации:



# Воздействие вибрации на человека и её нормирование

При действии вибрации высоких уровней возникают болезненные ощущения и патологические изменения в организме.

1. Болезненные ощущения вызываются резонансом внутренних органов, появляются боли в пояснице, а при локальной вибрации - спазм сосудов, онемение пальцев и кистей рук.

2. При длительном воздействии вибрации возможно развитие **вибрационной болезни**, тяжёлая стадия которой неизлечима. Вибрация отрицательно воздействует на ЦНС, возникают головные боли, головокружение, нарушение сердечной деятельности, расстройство вестибулярного аппарата.

**Санитарные нормы** устанавливают допустимые значения: уровня виброскорости (дБ), виброскорость (м/с) и виброускорение (м/с<sup>2</sup>).

Учитывается время воздействия вибрации.

## 2.8. Уменьшение вибрации

# Профессионально–обусловленные заболевания от воздействий общей вибрации

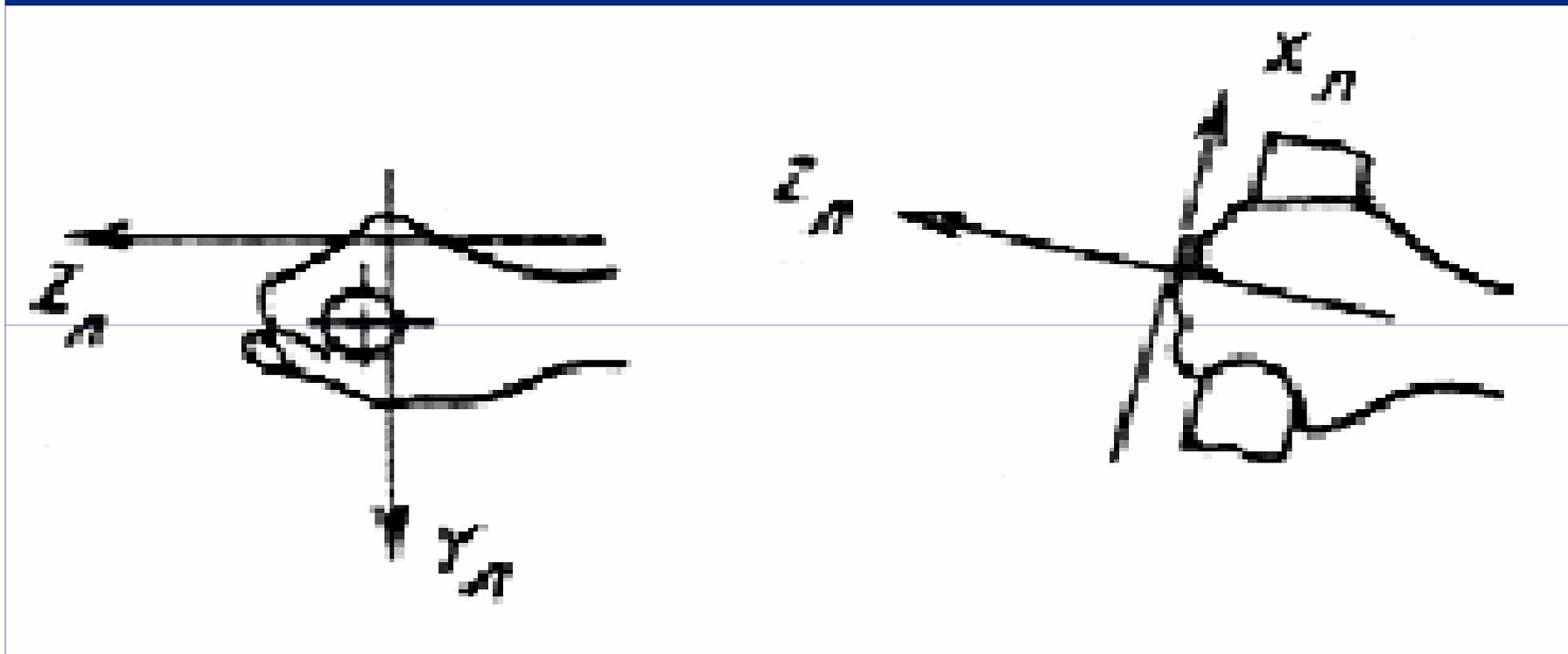
- Общие **вегетативные** расстройства с периферическими нарушениями и снижением сосудистого тонуса.
- Функциональные расстройства **анализаторов**: вестибулярного (симптомы укачивания), зрительного (сужение и выпадение отдельных участков зрения, до 40% снижение зрения).

- **Снижение** болевой, тактильной и вибрационной **чувствительности**.
- Низкочастотная вибрация **изменяет** углеводный, белковый, холестериновый, ферментативный, витаминный **обмен**, биохимические показатели крови

# Профессионально–обусловленные заболевания от воздействий толчкообразной вибрации

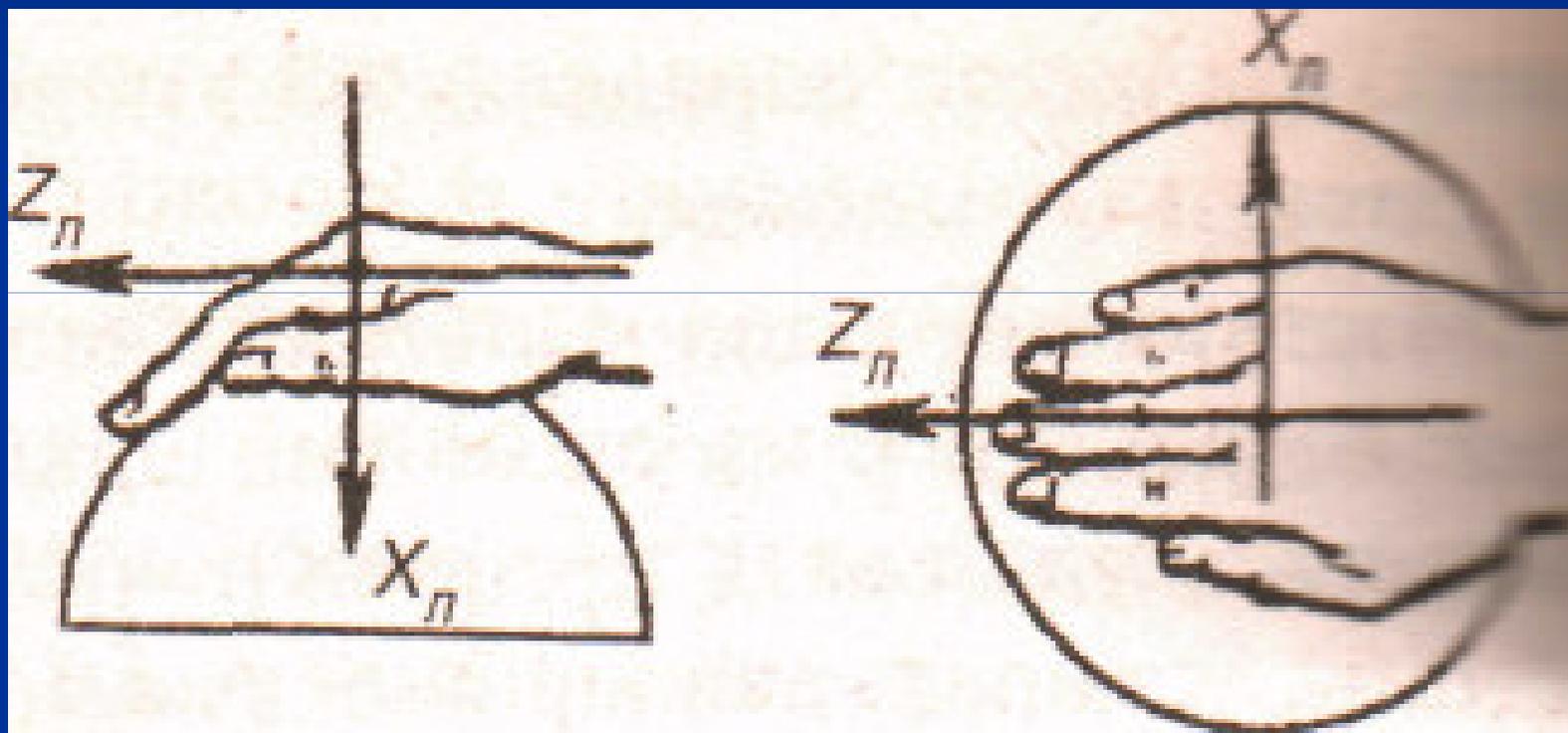
- **Микротравмы,**
- **Боли** в пояснице, конечностях, в области желудка.
- **Отсутствие аппетита.**
- **Бессонница.**
- **Раздражительность.**
- **Быстрая утомляемость**

# Направление координатных осей при действии локальной вибрации



- $a$  — при обхвате цилиндрических (и торцовых) поверхностей;

# Направление координатных осей при действии локальной вибрации



- б — при обхвате сферических поверхностей

# Профессионально–обусловленные заболевания от воздействий локальной вибрации

- **Спазмы сосудов** кистей рук, предплечий.
- **Нарушение снабжения конечностей кровью.**
- **Отложение солей** в суставах.
- **Деформация и**
- **уменьшение подвижности**
- **суставов.**



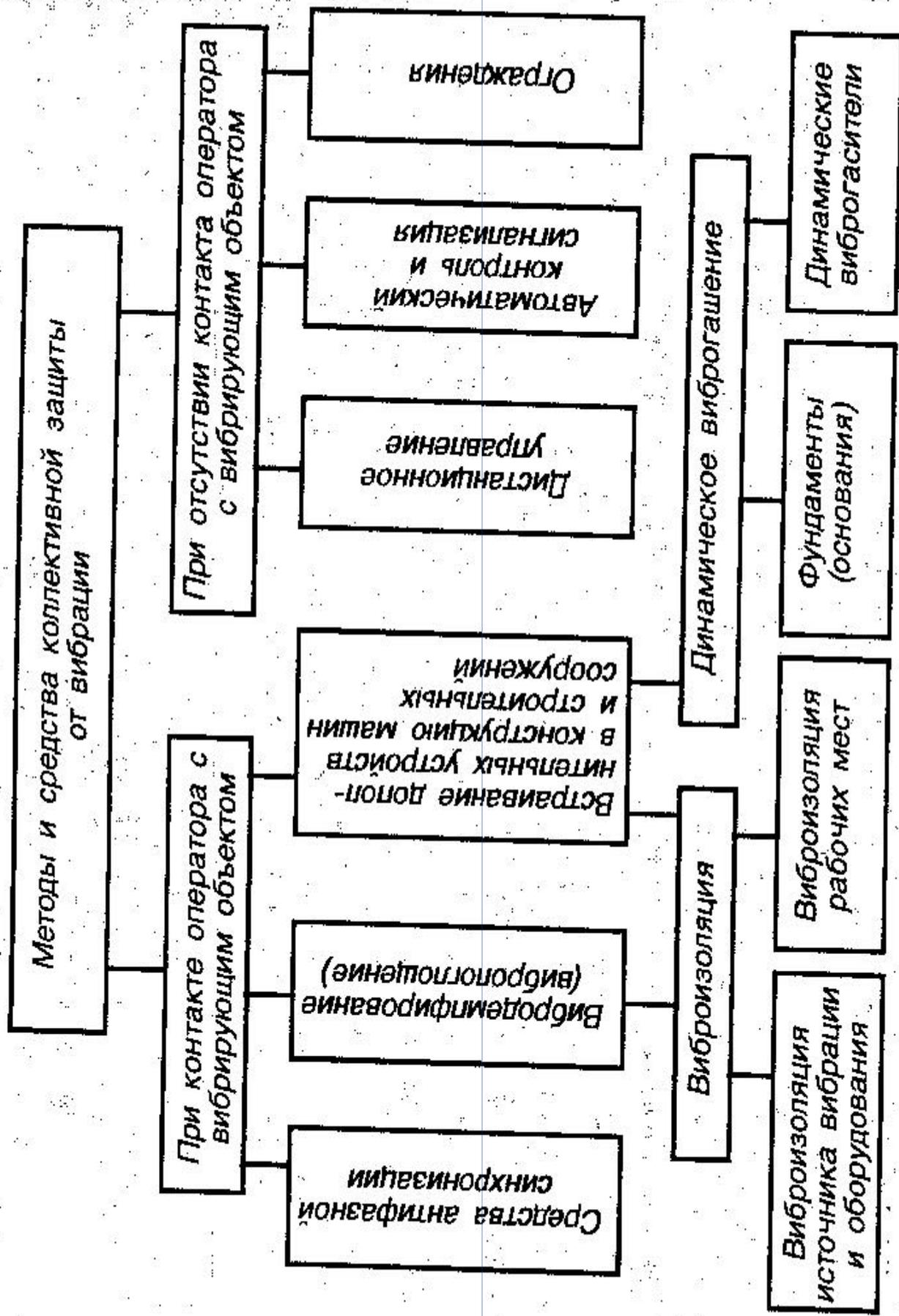


Рис. 4.29. Классификация технических методов и средств защиты от вибраций

# Индивидуальные средства защиты

V. Производственная вибрация

БЖД в условиях производства 36

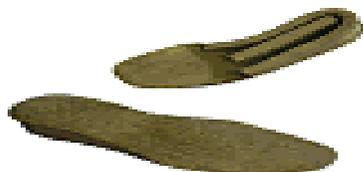
## Индивидуальные средства защиты от вибрации



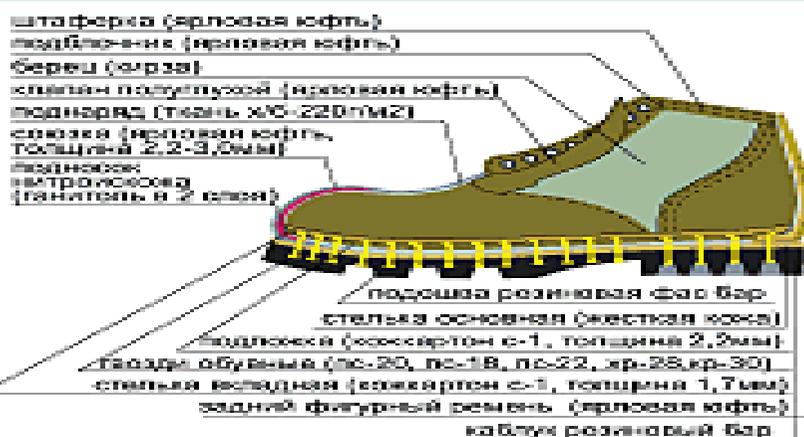
Перчатки замочные для колебаний свыше 20 Гц



Ботинки кожаные с электрозащитной подкладкой



Стелька ВМБМ



Ботинки кожаные с электрозащитной подкладкой

РНПО «Ресурсы» Государственный университет

РНПО «Ресурсы»



# СИЗ от вибрации



## 2.8. Уменьшения вибрации

### Классификация средств уменьшения вибрации

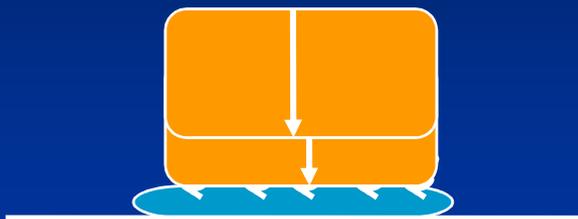
**1. Уменьшение вибрации в источнике возникновения.** Эти средства осуществляют в процессе проектирования и строительства машины. К ним относятся: центровка, динамическая балансировка, изменение характера возмущающих воздействий.

**2. Организационно-технические мероприятия,** которые включают уменьшение времени воздействия вибрации применением дистанционного управления, сокращение рабочего дня, устройство перерывов в работе.

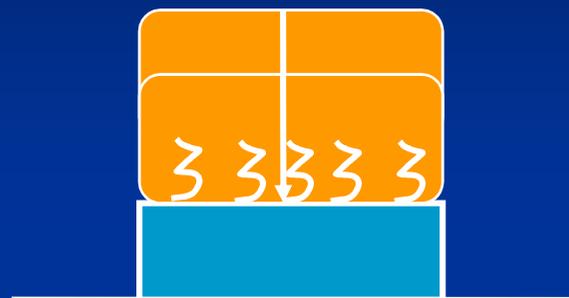
**3. Средства коллективной защиты:** виброизолирующие крепления механизмов и рабочих мест, вибропоглощающие покрытия.

**4. Средства индивидуальной защиты:** виброзащитные рукавицы и обувь.

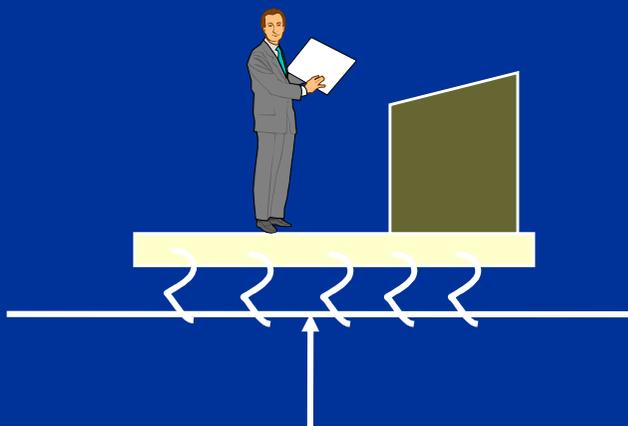
## Схемы виброизоляции



Установка механизма на виброизоляторы



Установка механизма на виброизоляторы и массивный фундамент



Виброизоляция рабочего места

## Эффективность виброизоляторов

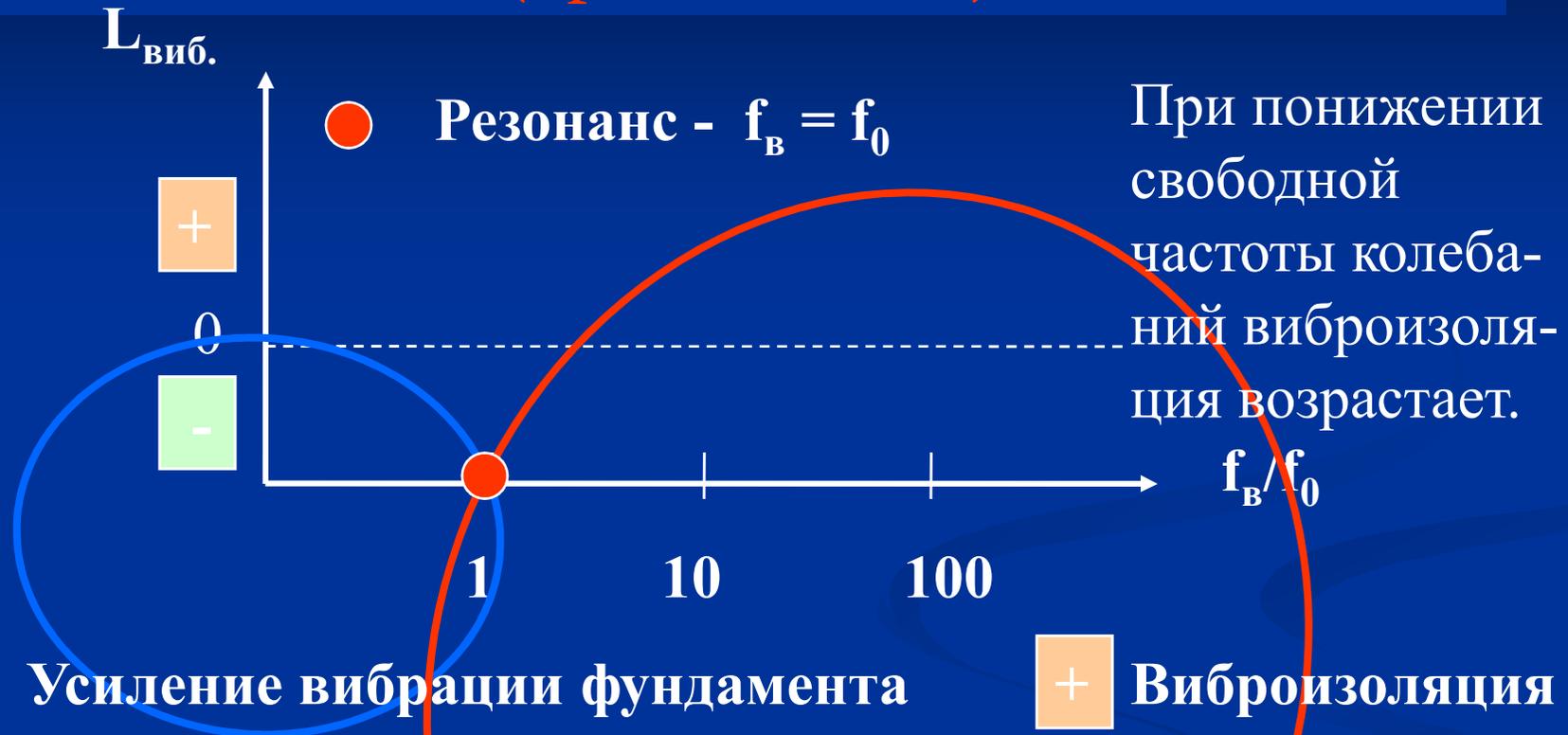
Для уменьшения вибрации применяют резиновые, пружинные или пневматические виброизоляторы, которые снижают динамическую силу, передающуюся от машины на фундамент.

Эффективность виброизоляции  $L_{\text{виб}}$  (дБ) - это разность уровней вибрации на фундаменте при жёстком  $N_{\text{ж}}$  (дБ) и эластичном  $N_{\text{эл}}$  (дБ) креплении машины.

$$L_{\text{виб}} = N_{\text{ж}} - N_{\text{эл}}$$

При выборе виброизоляторов решают две задачи: достижение высокой виброизоляции и обеспечение надёжности работы системы.

## Эффективность виброизоляции (продолжение)



При понижении свободной частоты колебаний виброизоляция возрастает.

$f_0, f_v$  - частоты свободных и вынужденных колебаний, Гц.

При установке машины на резиновые виброизоляторы обычно  $f_0 = 20-50$  Гц, а на пружинные -  $f_0 = 2-6$  Гц, поэтому эффективность пружинных виброизоляторов больше, чем резиновых особенно в диапазоне низких и средних частот.

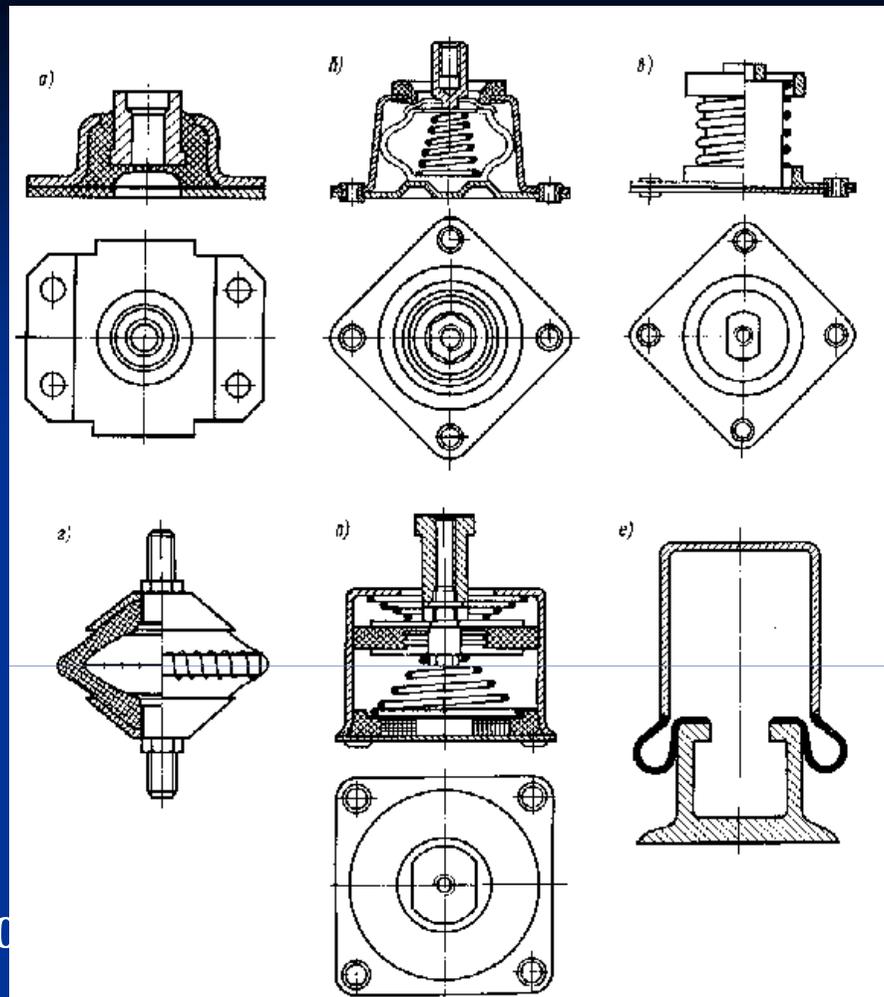
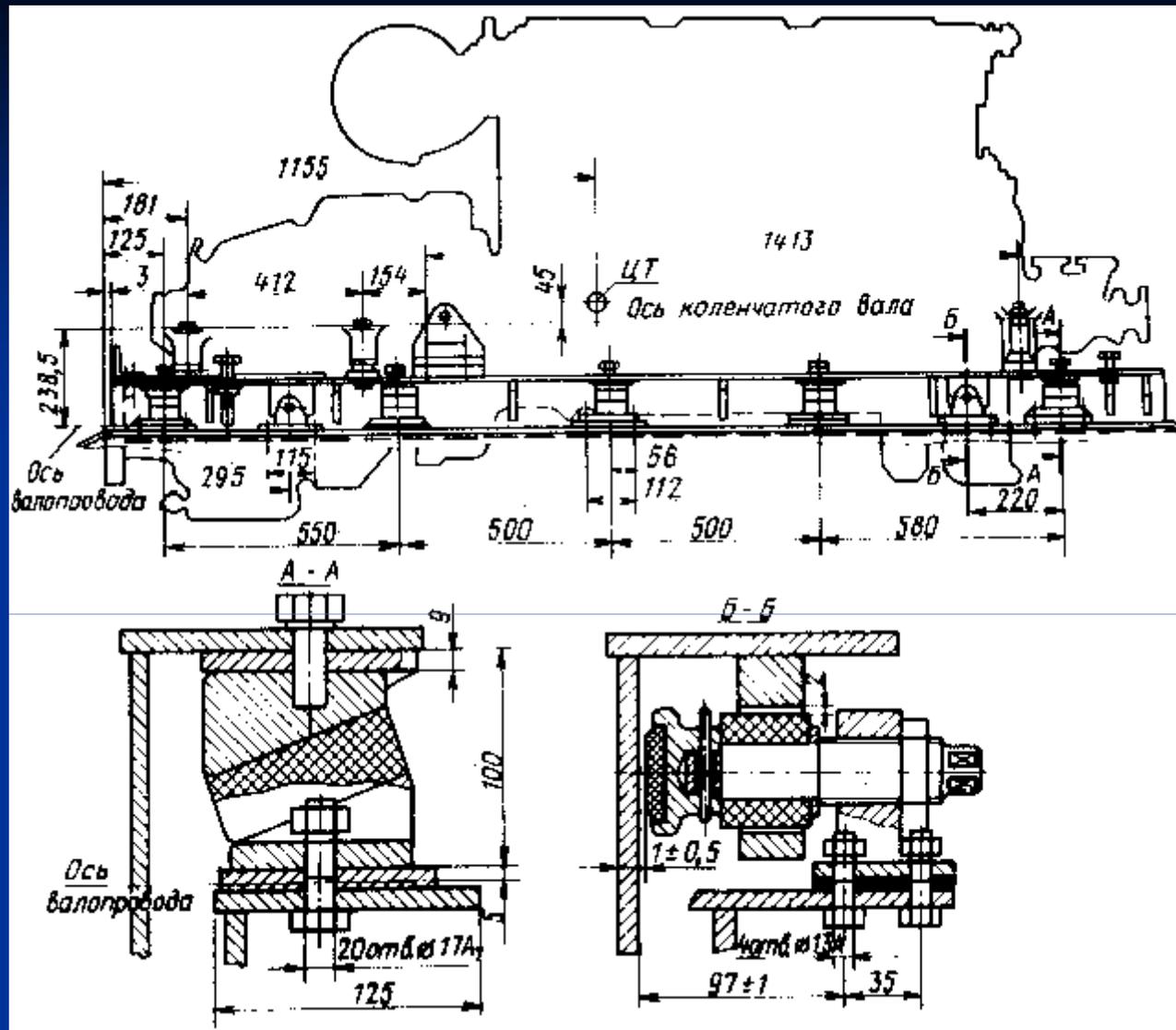


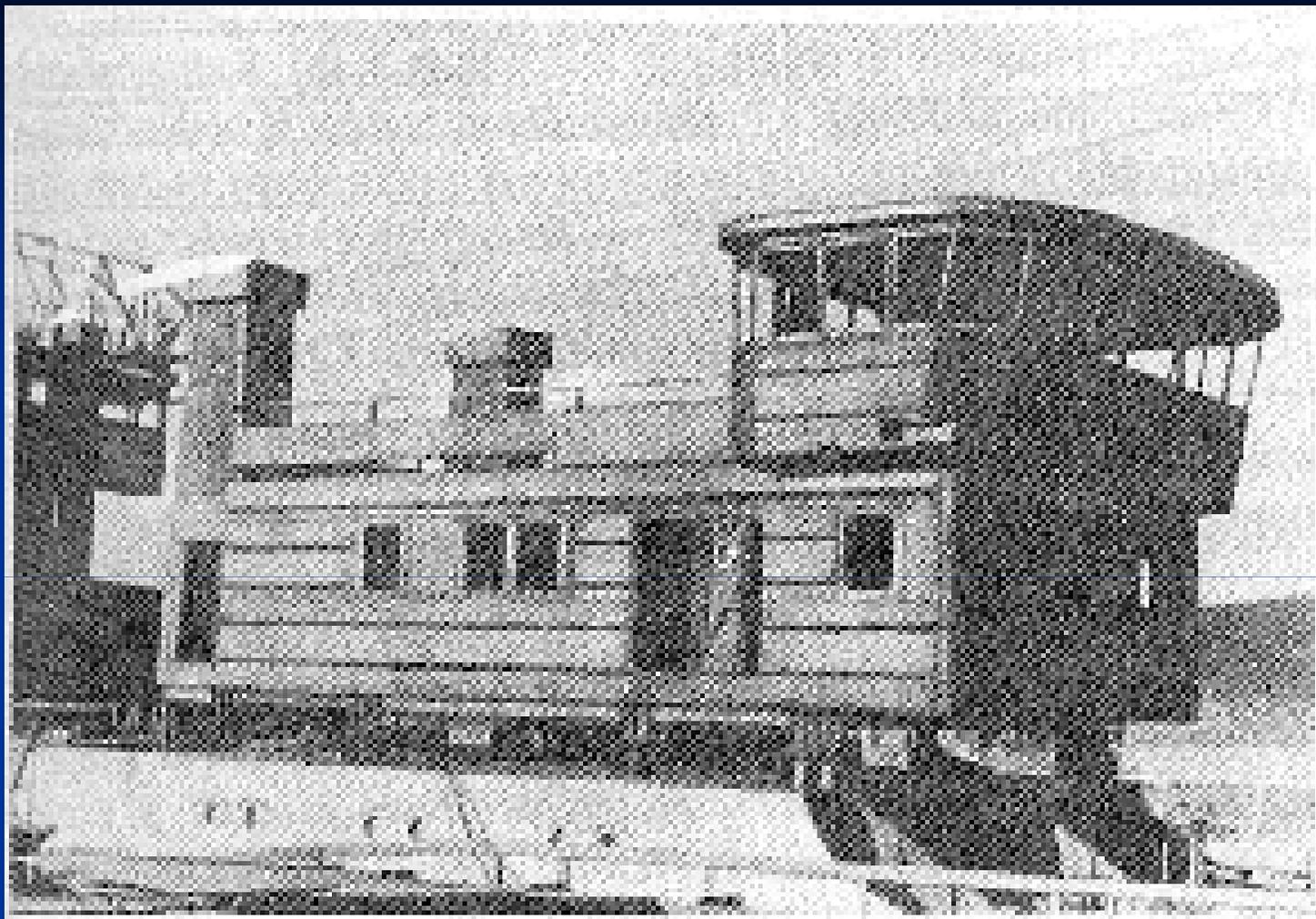
Рис. 28 Виброизо

а - резинометаллический типа АКСС; б, в - пружинно-резиновые; г - демпфер; д - сильнодемпфированный пластмассовый; е - пневмоамортизатор.



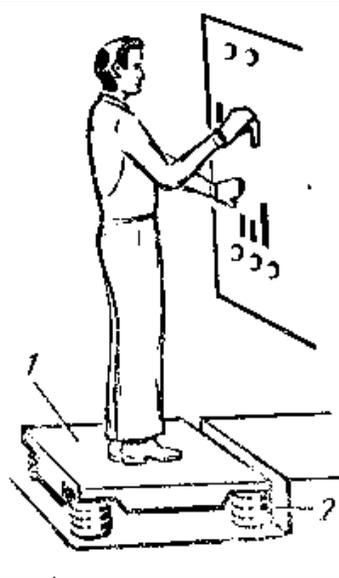


**Рис. 30** Типовая установка высокооборотного дизеля на виброизоляторах с узлами крепления виброизолятора и страховочного элемента.

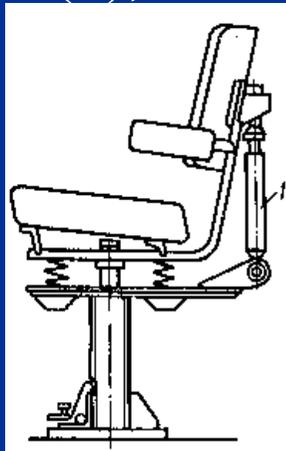


**Рис. 31 Установка надстройки на виброизоляторах на танкере проекта 3164.**

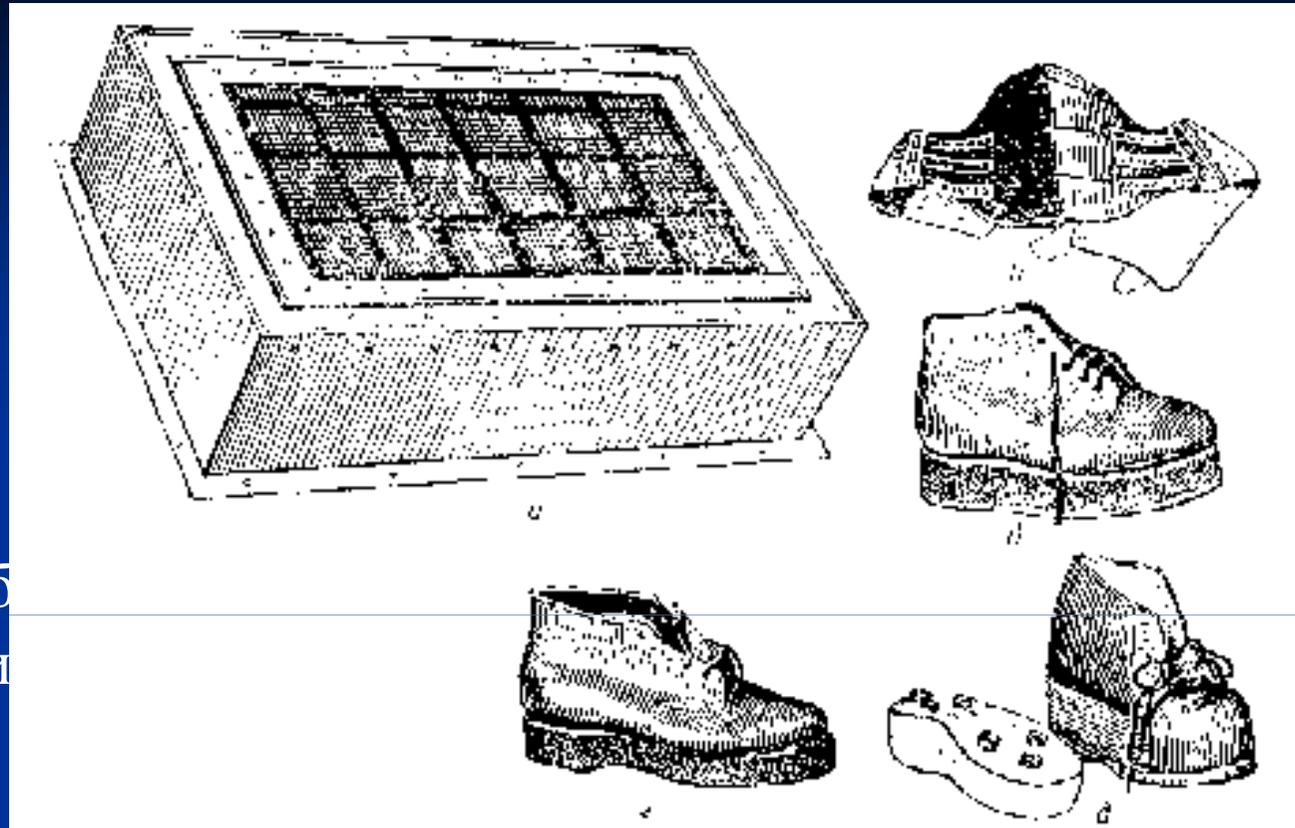
# Средства индивидуальной защиты от вибрации



Виброизоляция рабочего места (1); 2-виброизоляция обуви



Виброизолированное сидение с демпфером (1).



а - виброизолирующая платформа;  
б - антивибрационный пояс;  
в, г - антивибрационные башмаки;  
д - виброгасящая обувь бетонщика.

Рис. 32 Защита от вибрации

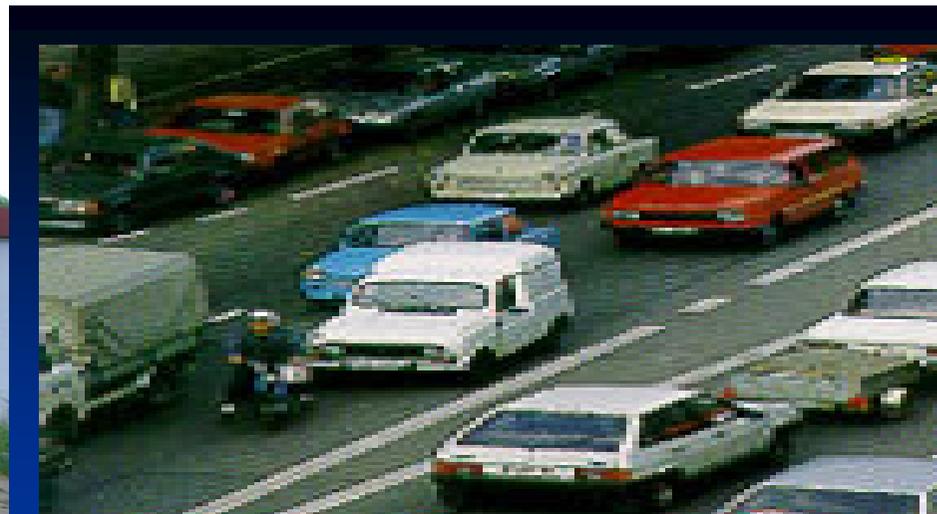
# МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

- 1) **АРХИТЕКТУРНО - ПЛАНИРОВОЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ:**
- - **СТРОИТЕЛЬНО – АКУСТИЧЕСКИЕ (СНиП 23-03-2003. Защита от шума)**

Снижение шума на пути его распространения от промышленного источника к жилой территории (шумозащитные экраны и кожухи, др.).

- **конструктивно - строительные,**
- **учет санитарно - защитных зон,**
- - **учет розы ветров,**
- - **наличие зеленой изгороди, ограждений,**
- - **шумоизоляция и т. д.**



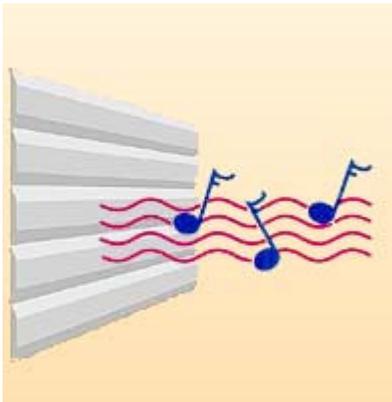


- Обеспечение выполнения требований СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" :
- для предприятий IV, V классов площадь озеленения территории должна составлять не менее **60%** площади предприятия;
- для предприятий II и III класса не менее **50%**;
- для предприятий, имеющих санитарно-защитную зону 1000 м и более, не менее **40%** ее территории с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки.
- Рациональное размещение технологического оборудования, машин, механизмов.

- **2) ИНЖЕНЕРНО – ТЕХНИЧЕСКИЕ**
- **МЕРОПРИЯТИЯ:**
- **- изменение технологии,**
- **- локализация вредного фактора в месте образования и на пути распространения,**
- **- правильно организованная система**
- **вентиляции,**
- **- соблюдение требований охраны труда,**
- **электро- и пожарной безопасности и т.п.**
- **Стимулирование применения современных технологических процессов и малошумных механизмов.**
-

- **3) ОРГАНИЗАЦИОННО - АДМИНИСТРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ**
- - обеспечение средствами коллективной защиты (механизация, автоматизация, дистанционное управление, роботизация, и др.),
- - обеспечение средствами индивидуальной защиты





- **соблюдение режима труда и отдыха;**
- **- организация питьевого режима и режима питания;**
- **- осуществление трех ступенчатого контроля и т.п.**

## ■ 4) ЛЕЧЕБНО - ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

- - предварительные медицинские осмотры;
- - периодические медицинские осмотры

**Благодарим за внимание !  
Желаем безопасной жизнедеятельности**

