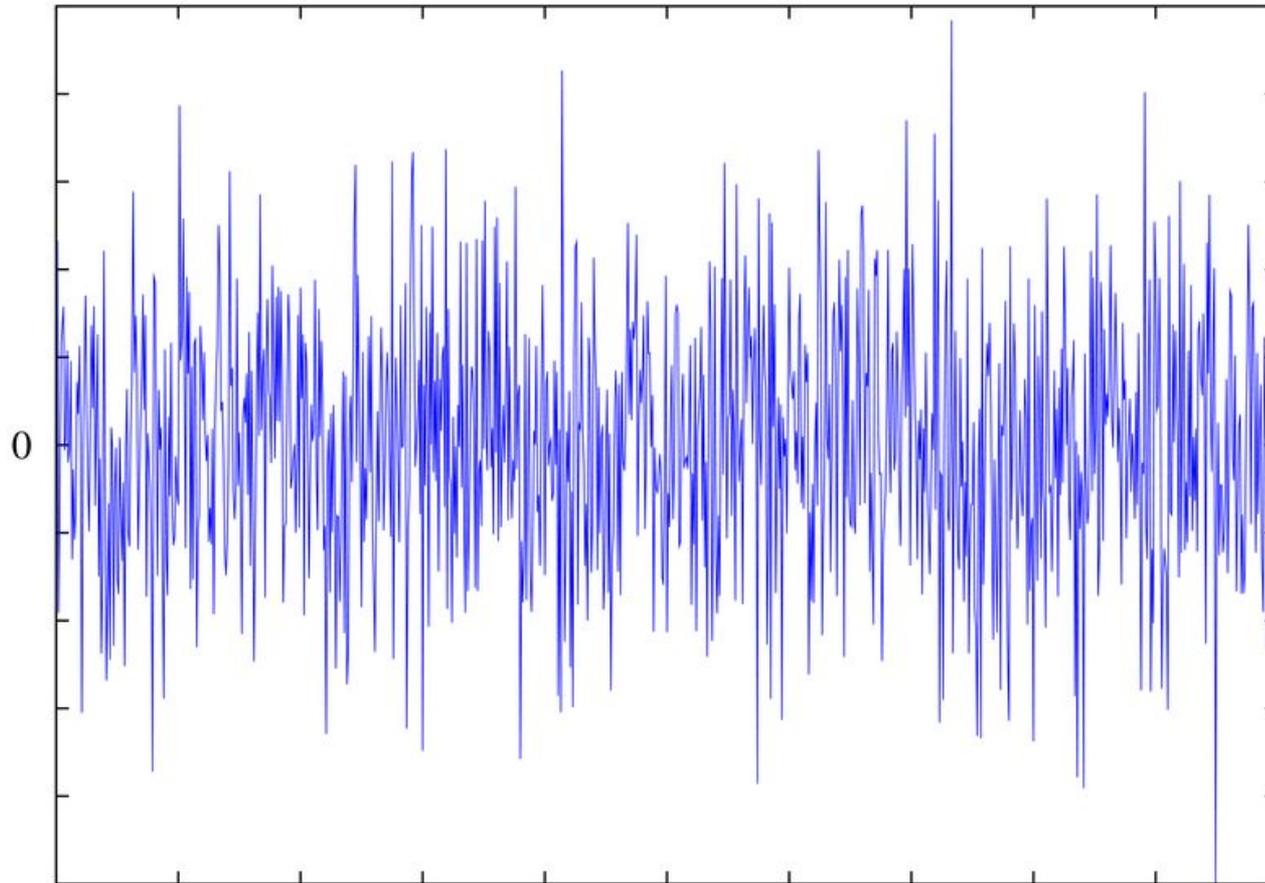


# Шумы, ультразвук и инфразвук

---



---

Калайдо А.В., Жуева А.Г.

# Общие определения

---

- **Шум** – механическая волна акустического диапазона, вызванная колебаниями твердых, жидких или газообразных тел.
  - Воздействие шума на работника:
  - ослабление внимания и развитие усталости;
  - снижение работоспособности;
  - повышение вероятности несчастных случаев.
-

# Физические характеристики шумов

---

- □ Скорость звука(м/с)- зависит от характеристик среды, в которой распространяется звуковая волна.

$$c = \sqrt{\frac{\lambda P}{\rho}}$$

- При нормальных условиях (Т=293 К, Р=103400 Па, скорость звука в воздухе составляет с=334 м/с
-

# Физические характеристики шумов

---

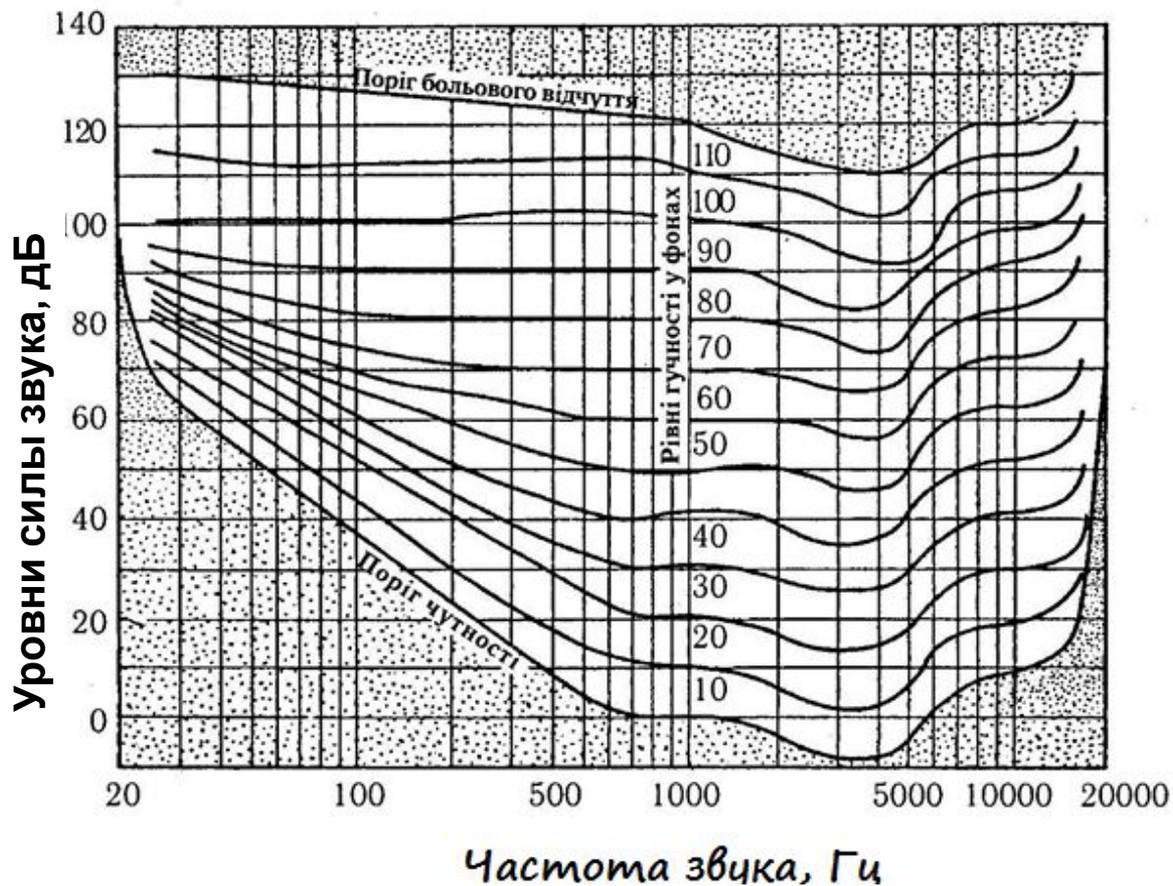
- **Частота  $f$ , Гц** – количество колебаний упругой среды за единицу времени.
  - Колебания по частоте подразделяются на инфразвуковые (0...16 Гц), шумы (16...20000 Гц) и ультразвуковые (более 20 000 Гц).
  - Шумы по частоте делятся на низкочастотные (16...350 Гц), средне-частотные (350...800 Гц) и высокочастотные (свыше 800 Гц).
-

# Физические характеристики шумов

**Звуковое давление**  $p$ , Па – разность между атмосферным давлением и значением полного давления в данной точке звукового поля.

Пороговые значения звукового давления:  
порог слышимости – минимальное значение звукового давления, которое воспринимается ухом как звук ( $p_0 = 0,00002$  Па);  
болевого порог – значение звукового давления, при котором возникают болевые ощущения ( $p_b = 20$  Па).

# Кривые одинаковой громкости



# Физические характеристики шумов

---

- **Сила звука  $L$ , дБ**- поток звуковой энергии в единицу времени на единицу площади поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны.

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

- Человек воспринимает звуковые колебания в диапазоне 0...14 дБ, причем изменение силы звука меньше, чем на 1 дБ не ощущается.
-

# Классификация шумов

---



# Классификация шумов по характеру спектра

---

- Широкополосные – шумы с непрерывным спектром шириной более одной октавы.
  - Тональные – шумы, в спектре которых есть хорошо слышимые дискретные частоты.
  - Октава – полоса частот, в которой верхняя частота в 2 раза больше нижней.
-

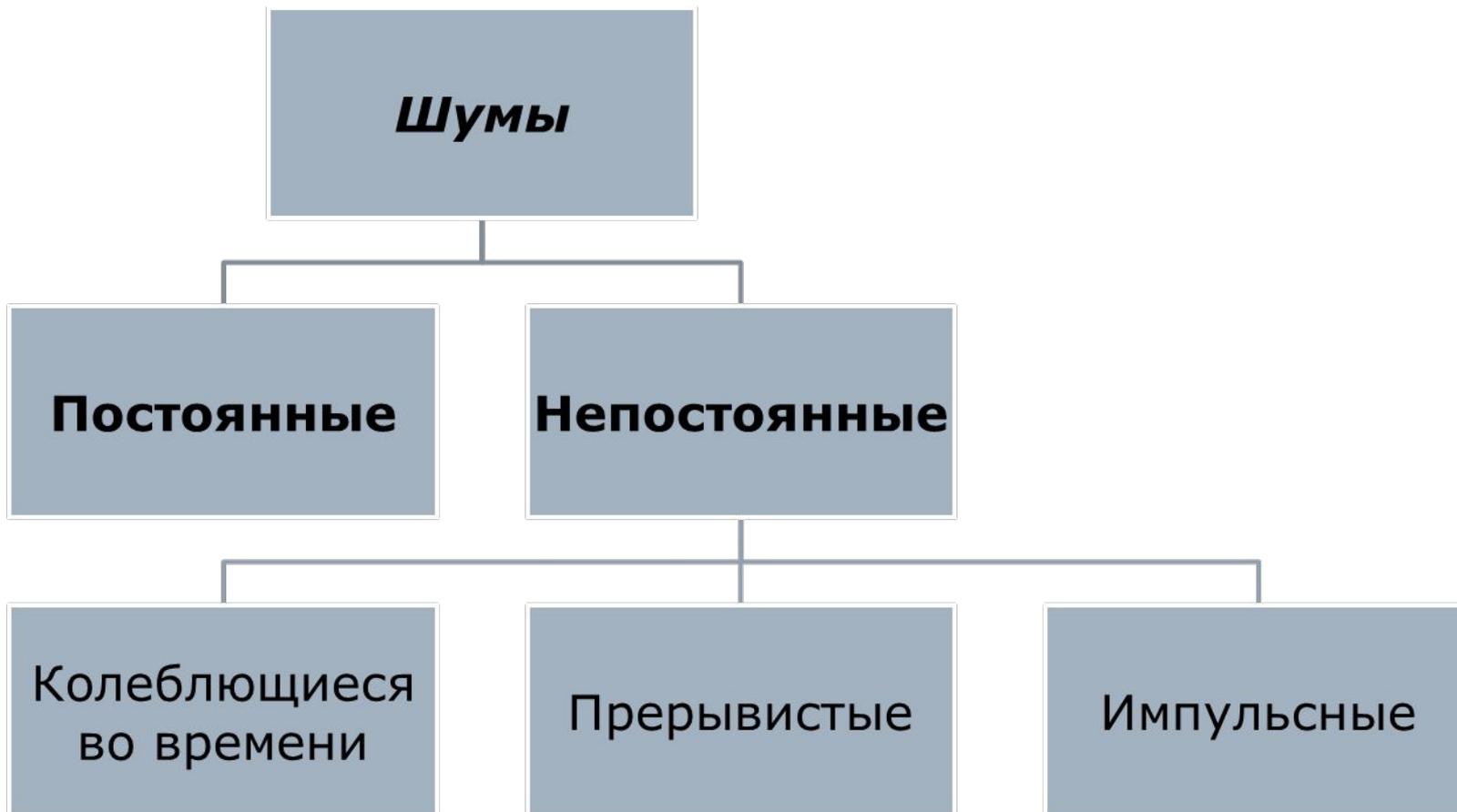
# Классификация шумов по времени

---

- *Постоянные – шумы, уровень звука которых за рабочий день изменяется не более, чем на 5 дБ.*
  - *Непостоянные - шумы, уровень звука которых за рабочий день изменяется более чем на 5 дБ.*
-

# Классификация шумов по времени

---



# Классификация непостоянных шумов

---

- **Колеблющиеся во времени** – уровень звука непрерывно изменяется во времени.
  - **Прерывистые** – уровень звука изменяется ступенчато, причем длительность интервалов постоянного уровня составляет 1 с и более.
  - **Импульсные** – один или несколько звуковых сигналов длительностью менее 1 с.
-

# Нормирование шумов

---

- Нормирование шумов выполняется:
  - - по предельным спектрам шума – основной метод, при котором сила звука нормируется отдельно для каждой полосы частот;
  - - измерением уровня звука в дБА – по шкале А шумомера, которая имитирует чувствительность уха к шумам различной громкости. Используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума.
-

# Нормы шумов в помещениях

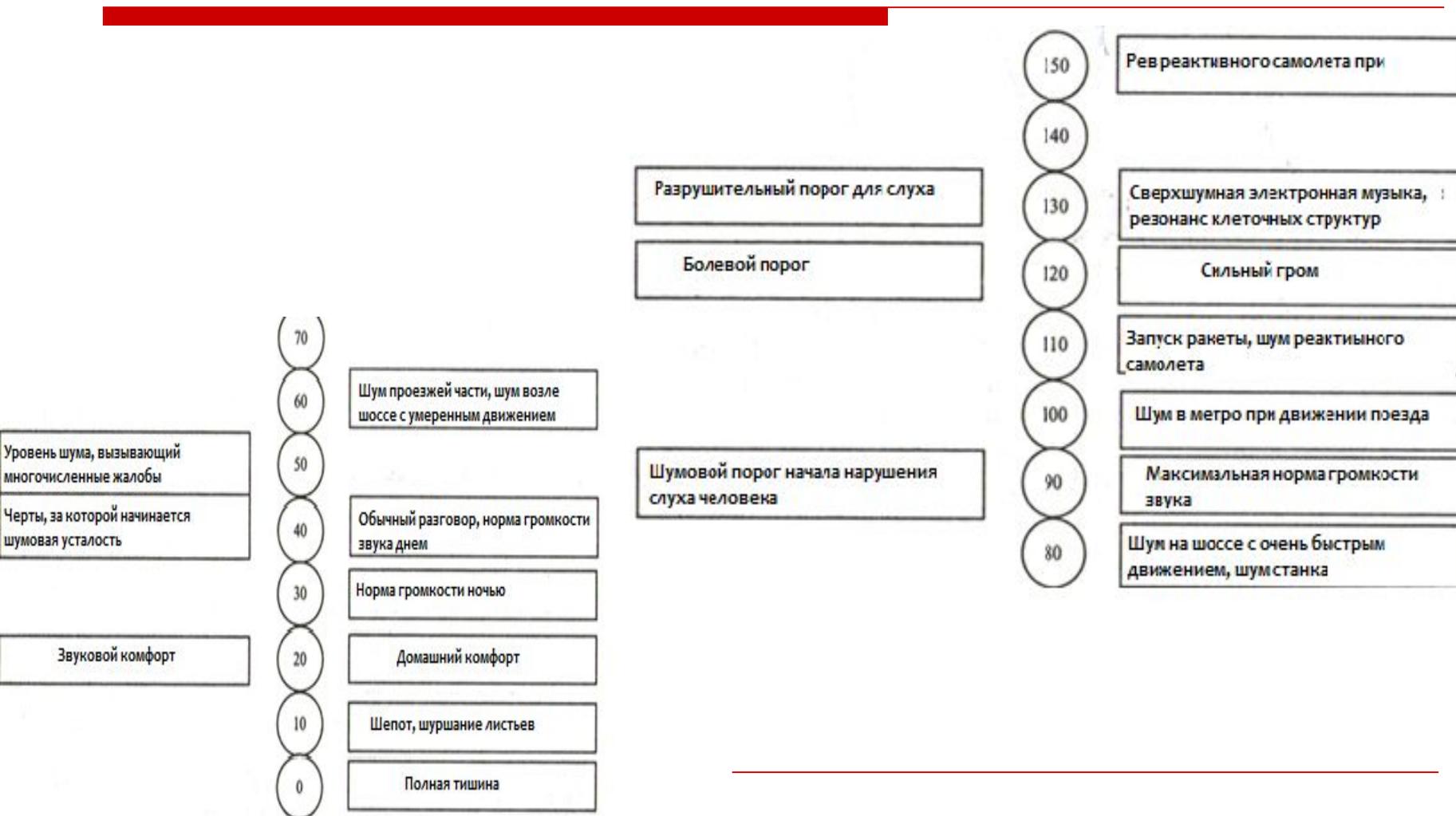
Рабочее место	Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентные уровни шума, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие места дирекций, ПКБ, лабораторий обработки данных и операторов ЭВМ	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Рабочие места цехового руководящего аппарата, контор, лабораторий	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Рабочие места в комнатах мастеров, участках точной сборки	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Рабочие места в лаборатории с шумным оборудованием	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Рабочие цеха в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

# Опасные уровни шума

---

- 110 дБ – приводит к звуковому опьянения с последующим разрушением тканей различных органов человека.
  - 135 дБ запрещается даже кратковременное пребывание в зоне действия без средств индивидуальной защиты.
  - 155 дБ – вызывает ожоги.
  - 180 дБ – приводит к смерти.
-

# Уровни шума от разных источников



# Приборы для измерения шума

---



# Мероприятия по защите от шума

---



# Уменьшение шума в источнике

□ Наиболее радикальный метод борьбы с шумом, наиболее эффективен на стадии проектирования оборудования.

№	Мероприятия по уменьшению шума	Уменьшение уровня шума, дБА
1	Замена прямозубых шестерней шевронными	5
2	Устранение погрешностей в зубчатом зацеплении	5...10
3	Замена зубчатой передачи на клиноременную	10...15
4	Замена металлических колес капроновыми или текстолитовыми	10...12
5	Замена металлического корпуса пластмассовым	8...12
6	Устранение перекоса колец подшипника	8...10
7	Смазка трущихся поверхностей	5...12

*Архитектурно-планировочные мероприятия предусматриваются при проектировании, реконструкции и эксплуатации предприятий, позволяющие уменьшить воздействие шума на работников нешумных производств и жителей близлежащих жилых массивов.*

---



# Акустические средства

---



# Звукоизоляция источников шума

---

*Принцип звукоизоляции* – наибольшая часть звуковой энергии, падающей на изолирующий средство, отражается, и только незначительная часть проходит дальше.

Звукоизолирующая способность материала зависит от его плотности, пористости и толщины.

*Звукоизолирующие средства* – ограждения, стены, перекрытия, специальные кожухи.

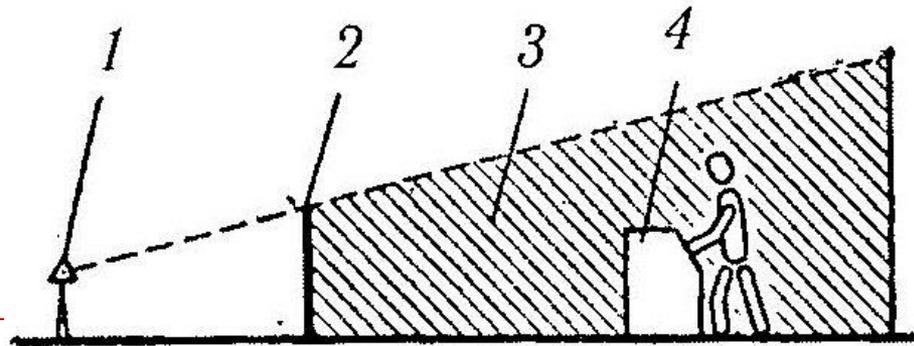
---

# Экранирование шума

---

- Применяется в тех случаях, когда другие методы малоэффективны или технически или экономически нецелесообразны.
- Заключается в создании звуковой тени на пути распространения звуковых волн.

- 1 – источник шума;
- 2 – экран;
- 3 – звуковая тень;
- 4 – рабочее место.

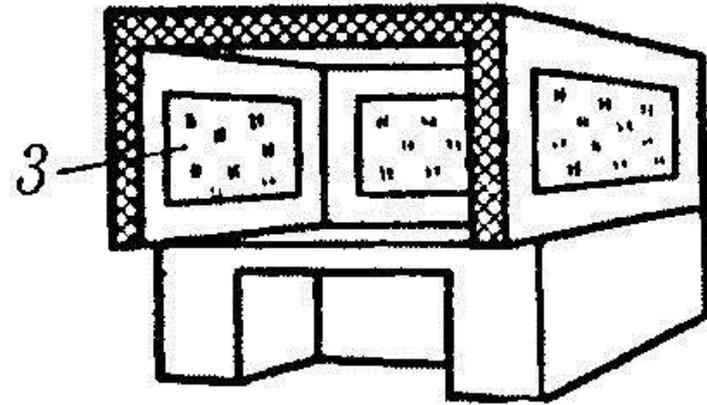
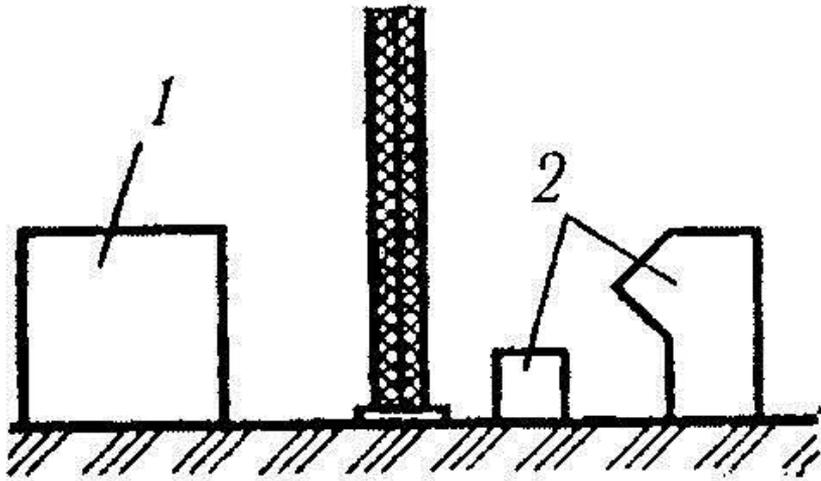


**Акустические экраны** устанавливаются между источником шума и рабочим местом и являются препятствием на пути прямого шума.

---

Плоский экран

Объемный экран



1 – источник шума; 2 – рабочее место; 3 – смотровое окно

---

# Звукопоглощение

---

□ **Звукопоглощение** – процесс уменьшения интенсивности шума через потерю энергии колебательного движения частиц воздуха в порах звукопоглощающего материала.

□ **Коэффициент звукопоглощения** – отношение поглощенной поверхностью энергии к полной энергии звуковой волны

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{вн}}}.$$

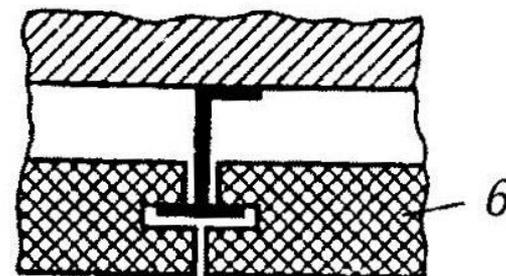
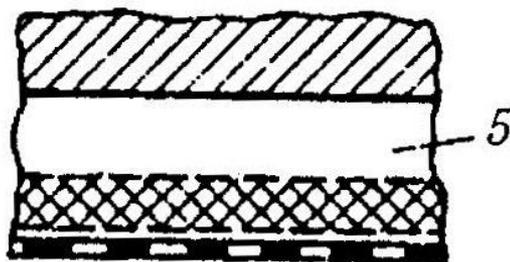
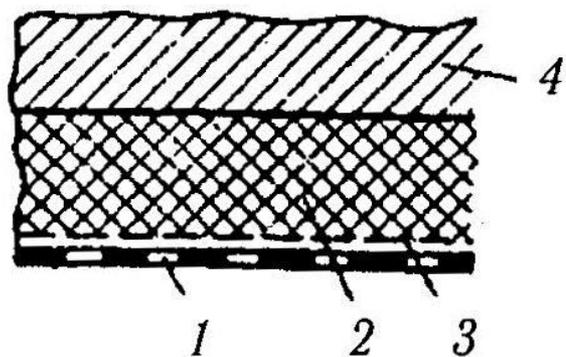
□ Для поглощающих материалов  $\alpha$  0,2.

---

# Звукопоглолительная облицовка

---

□ Уменьшение энергии отраженных звуковых волн путем акустической облицовки стен и потолка помещений шумных производств.



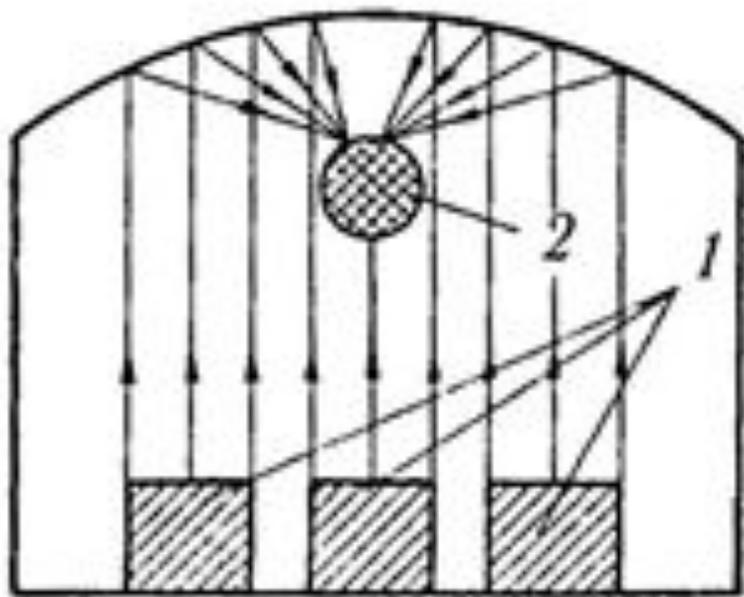
# Типы звукопоглотителей

---

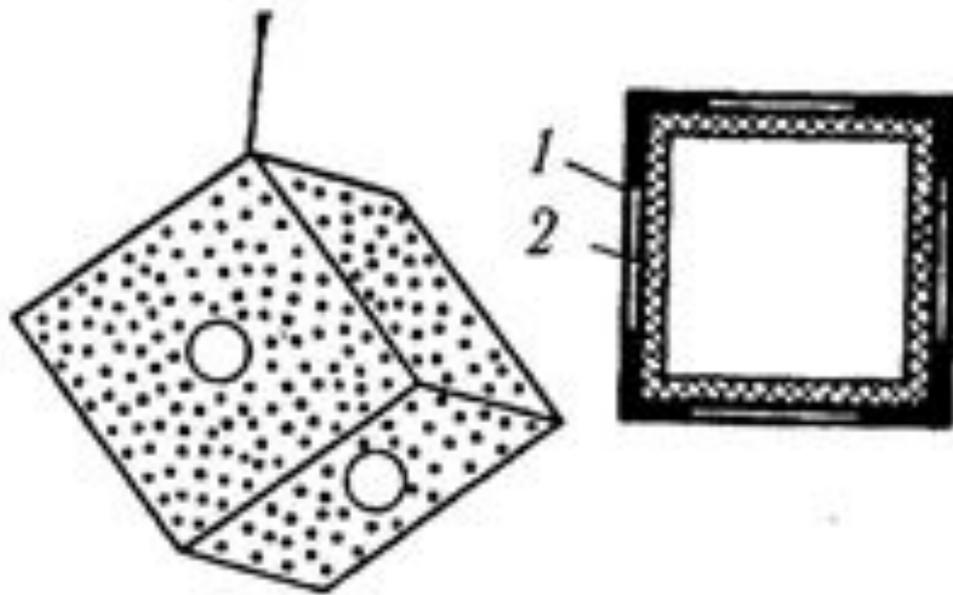
- Строительные материалы** – должны иметь пористую структуру с порами, открытыми со стороны звуковой волны, что имеют больше соединений между собой.
  - Искусственные** – размещаются в зонах концентрации звуковых волн, имеющие форму шара, куба, ромба или пирамиды и изготавливаются из перфорированных листов картона, пластмассы или металла, покрытого изнутри звукопоглощающим материалом.
-

# Искусственные поглотители и их размещение

---



1 – источник шума;  
2 – звукопоглотитель



1 – перфорированный корпус  
2 – поглотительный материал

---

# Глушители шума

---

- По принципу действия бывают:
  - - *активного типа* снижение шума в порах звукопоглощающего материала;
  - - *реактивного типа* – снижение шума при отражении в системе расширительных и резонансных камер;
  - - *комбинированные* – снижение уровня шума происходит как отражение, так и его поглощением.
-

# Индивидуальные средства защиты от шума

---

- Предназначены для защиты отдельного работника от воздействия шума.
  - К индивидуальным средствам относятся протишумный одежду и каски, внутренние наушники, вставляемые в ухо, и внешние наушники, которые закрывают ухо полностью.
  - При уровне шума более 120 дБ наушники не дают необходимого ослабления шума..
-

# Инфразвук

---

- Колебания в упругой среде, распространяющиеся с частотой менее 20 Гц.
  - Источники инфразвука – тихоходные массивные установки и механизмы.
  - Воздействие на организм – воспринимается как физическая нагрузка, действует на психику, при частоте 7 Гц является наиболее опасным.
  - Методы борьбы с инфразвуком повышение цикличности оборудования и жесткости колеблющихся конструкций.
-

# Нормирование инфразвука

---

- На рабочих местах нормируются уровни звукового давления в октавных полосах (для постоянного инфразвука) и эквивалентный уровень звукового давления по шкале «Линейная» (для непостоянного инфразвука).

Допустимые уровни давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Допустимый уровень звукового давления, дБ <sub>лин</sub>
2	4	8	16	110
105	105	105	105	

---

# Ультразвук

---

- Колебания с частотой больше 20 000 Гц, передаваемых воздушным или контактным путем. Подразделяется на низкочастотный (до 10<sup>5</sup> Гц) и высокочастотный (10<sup>5</sup>...10<sup>9</sup> Гц), который передается только контактным путем.
  - Вызывает головную боль, общую усталость, расстройства сердечно-сосудистой и нервной систем.
-

# Нормирования ультразвука

---

- Методы защиты – повышение рабочих частот оборудования и использование средств звукоизоляции. Для защиты от контактного инфразвука применяют специальные инструменты с резиновым слоем.

Нормируемый параметр	Допустимая величина
Виброскорость, м/с	$1,6 \cdot 10^{-2}$
Логарифмический уровень виброскорости, дБ	110
Интенсивность, Вт/см <sup>2</sup>	0,1

---