

Архитектурно-строительная акустика

Основные понятия

Нормативные документы

- СП 51.13330.2011

СВОД ПРАВИЛ «Защита от шума»

Актуализированная редакция

СНиП 23-03-2003

- СП 23-103-2003

«Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»

- СП 275.1325800.2016

СВОД ПРАВИЛ «КОНСТРУКЦИИ ОГРАЖДАЮЩИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»

Правила проектирования звукоизоляции

Архитектурно-строительная акустика

- Создание условий для наилучшего восприятия речи и музыки
- Подавление шума, (обеспечение звукоизоляции и шумозащиты)

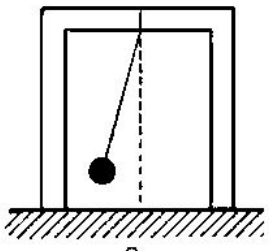
Колебания

- движения или процессы, характеризующиеся определенной повторяемостью во времени

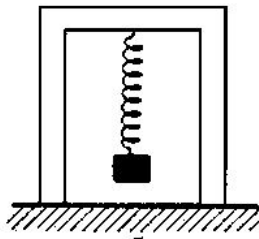
Периодические процессы –
процессы, повторяющиеся
через равные промежутки времени

Свободные (собственные) колебания

- совершаются за счет
первоначально сообщенной энергии
при последующем
отсутствии внешних воздействий
на систему,
совершающую колебания



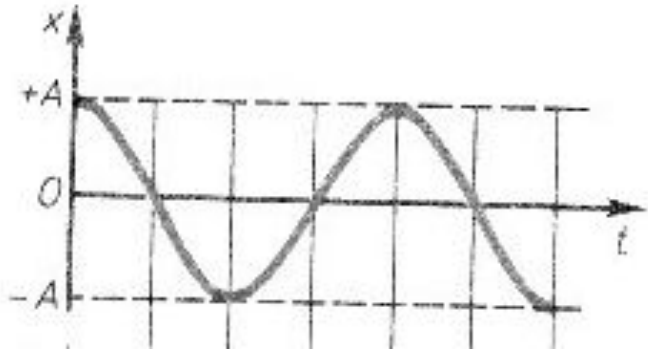
а



б

Гармонические колебания

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$$



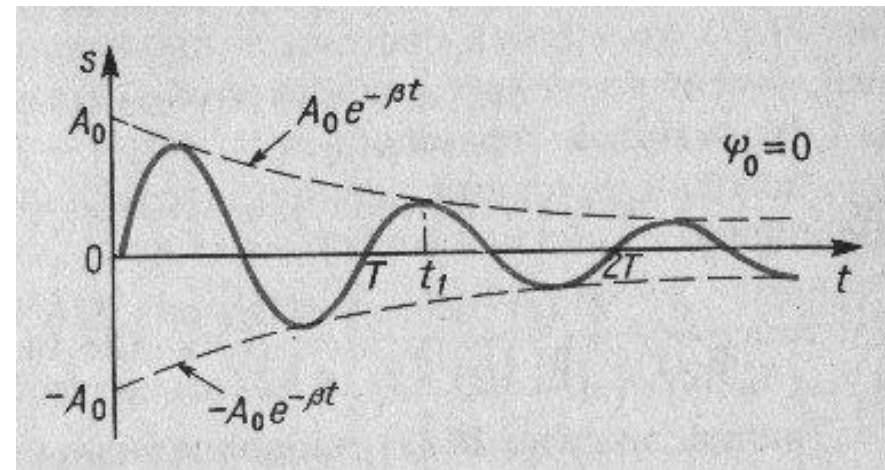
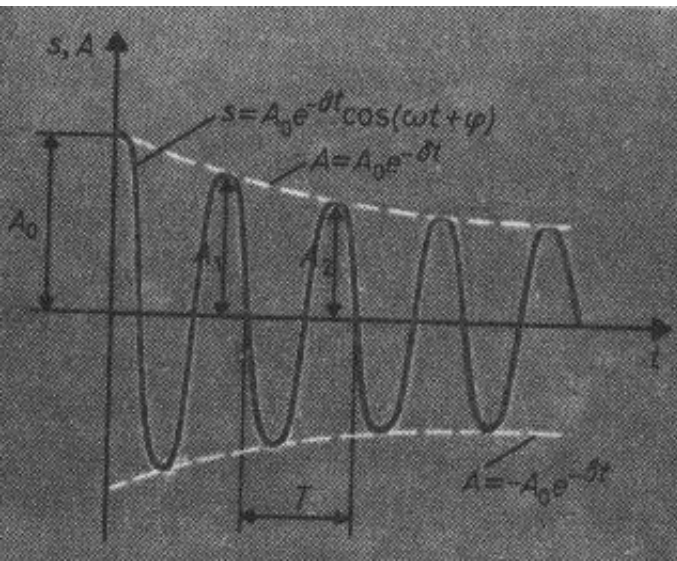
$$x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0')$$

- $A = x_{\max}$ - амплитуда колебания
- ω_0 - собственная частота колебаний
- φ_0 - начальная фаза

Затухающие колебания

- колебания, амплитуда которых с течением времени уменьшается из-за потерь энергии реальной колебательной системой



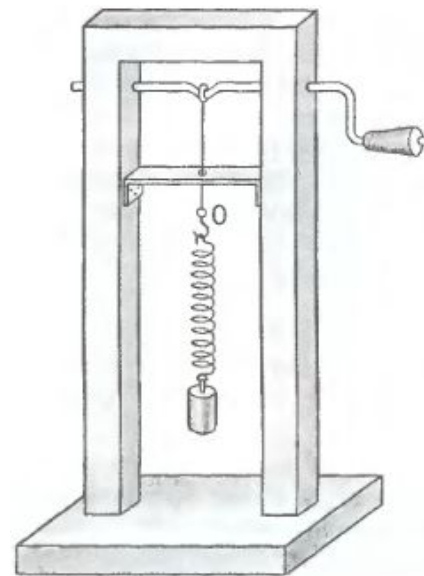
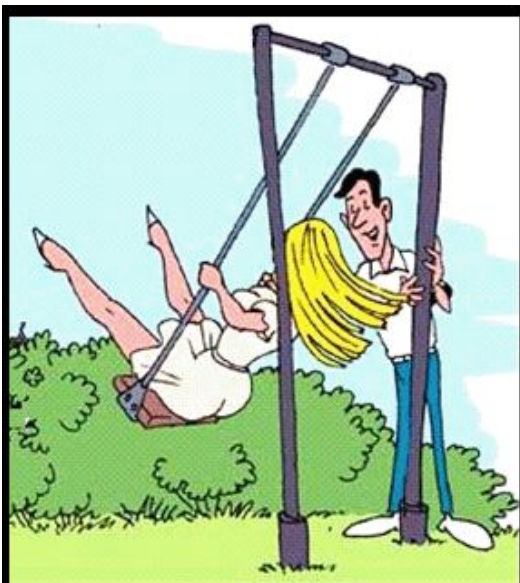
Вынужденные колебания

возникают под действием

внешнего

периодически изменяющегося

фактора



Резонанс

- явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при приближении частоты вынуждающей силы к собственной частоте колебательной системы

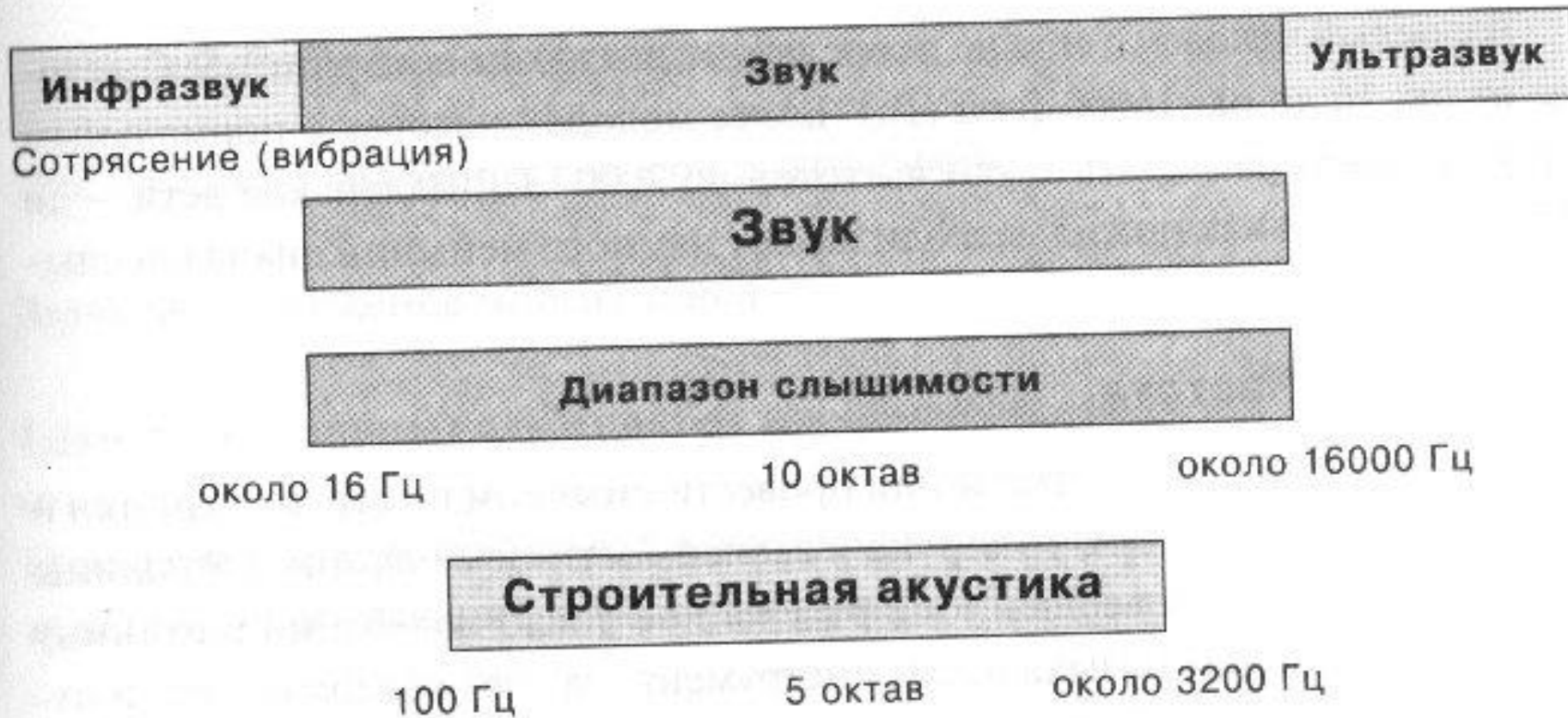
Упругая или механическая волна

- процесс распространения колебаний
в упругой среде
- механические возмущения
(деформации),
распространяющиеся в упругой среде

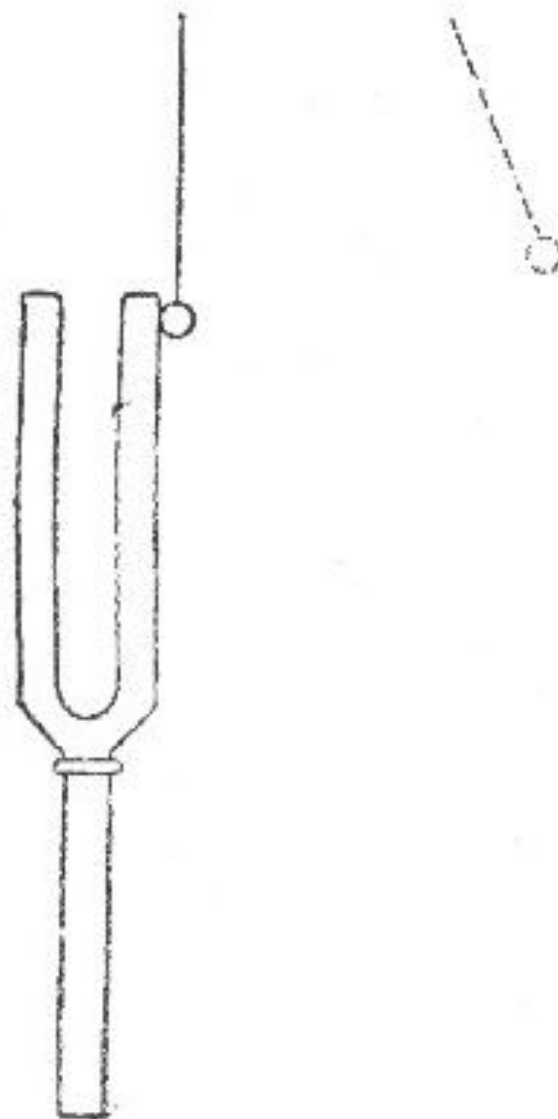
Звуковые волны (звук)

– упругие волны,
т.е. механические возмущения,
распространяющиеся в упругой среде,
вызывающие у человека
звуковые ощущения

Частотные диапазоны



Колебательное движение камертона МОЖНО СДЕЛАТЬ ВИДИМЫМ



Гармоническая волна или синусоидальная волна

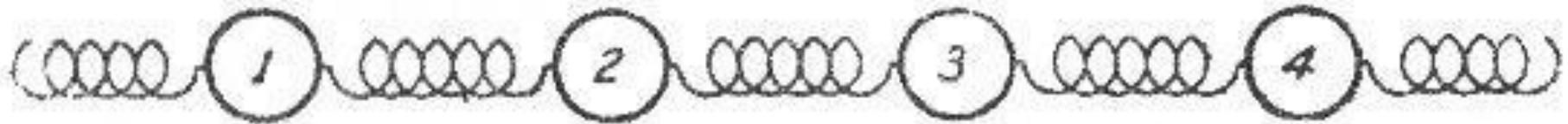
Упругая волна называется

гармонической,

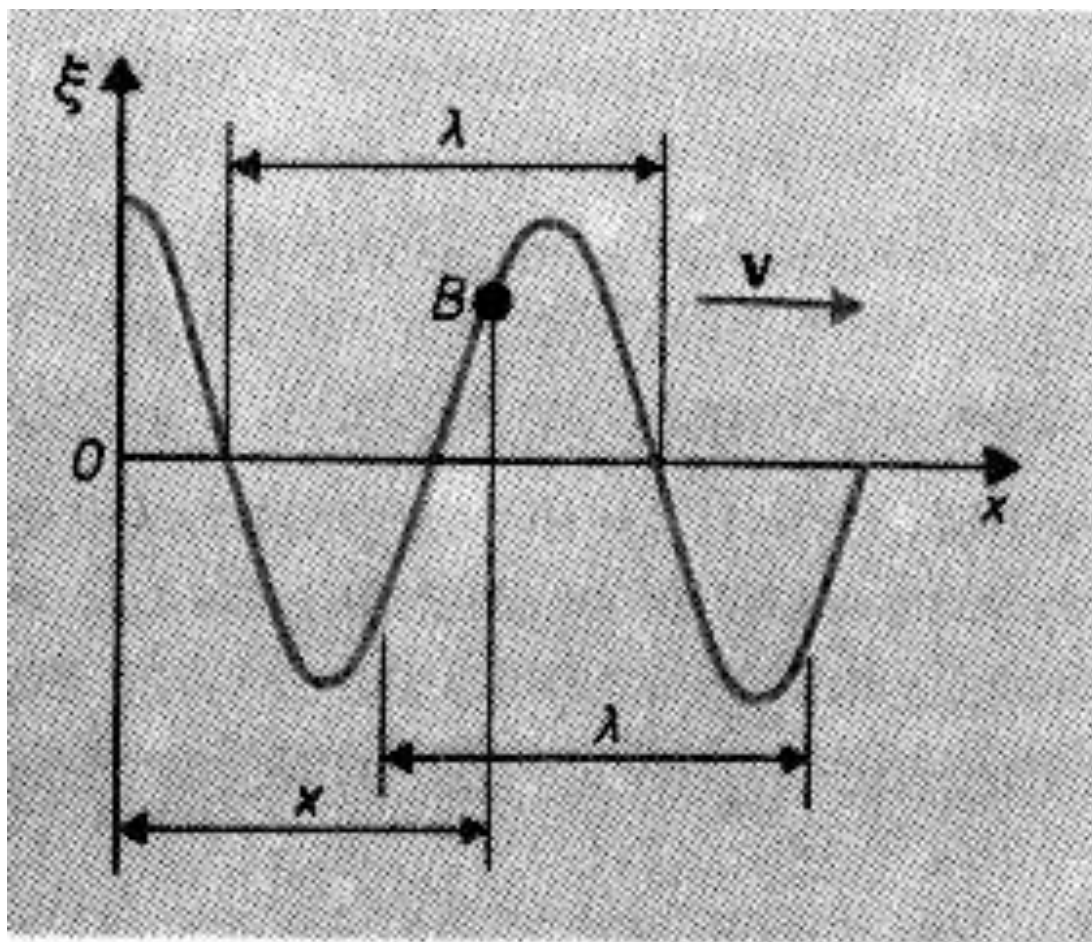
если соответствующие ей

колебания частиц среды
являются гармоническими

Волновая модель



Зависимость смещений частиц среды от расстояния до источника в какой-либо определенный момент времени



Длина волны

- расстояние, измеренное вдоль направления распространения волны, между ближайшими частицами, колеблющимися в одинаковой фазе (разность фаз их колебаний равна 2π)
- расстояние, на которое распространяется волна за время равное периоду колебаний

$$\lambda = V \cdot T = \frac{V}{\nu}$$

Волновая поверхность (фронт волны)

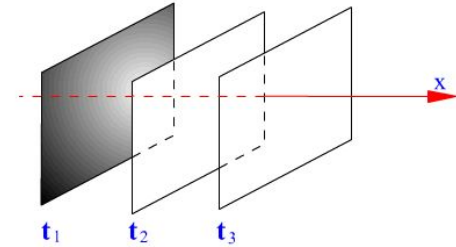
– геометрическое место точек,
в которых **фаза колебаний**
имеет одно и то же значение

Направление распространения волны
в каждой точке волновой поверхности
является нормалью к ней

Волна называется

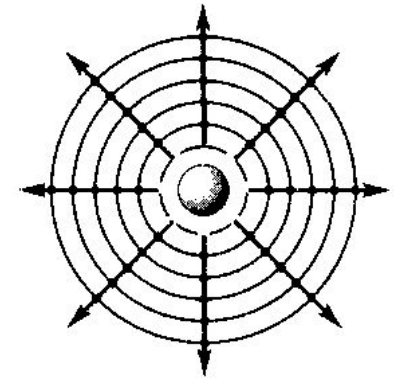
- **Плоской,**

если ее волновые поверхности представляют совокупность плоскостей, параллельных друг другу



- **Сферической (шаровой),**

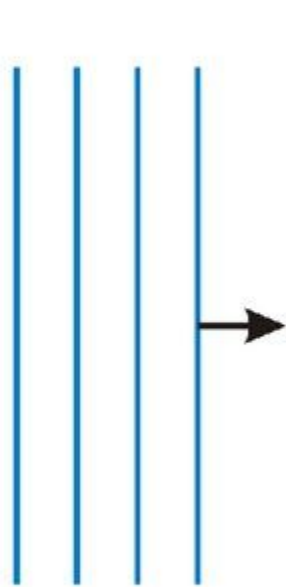
если ее волновые поверхности имеют вид концентрических сфер



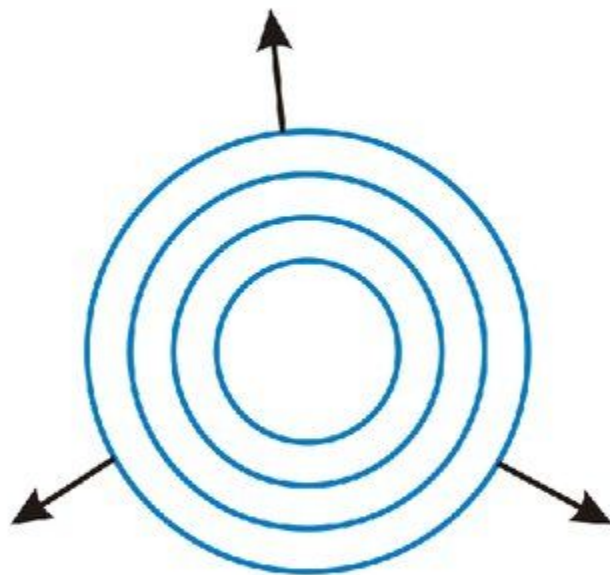
- **Цилиндрической,**

если ее волновые поверхности имеют вид боковых поверхностей цилиндра

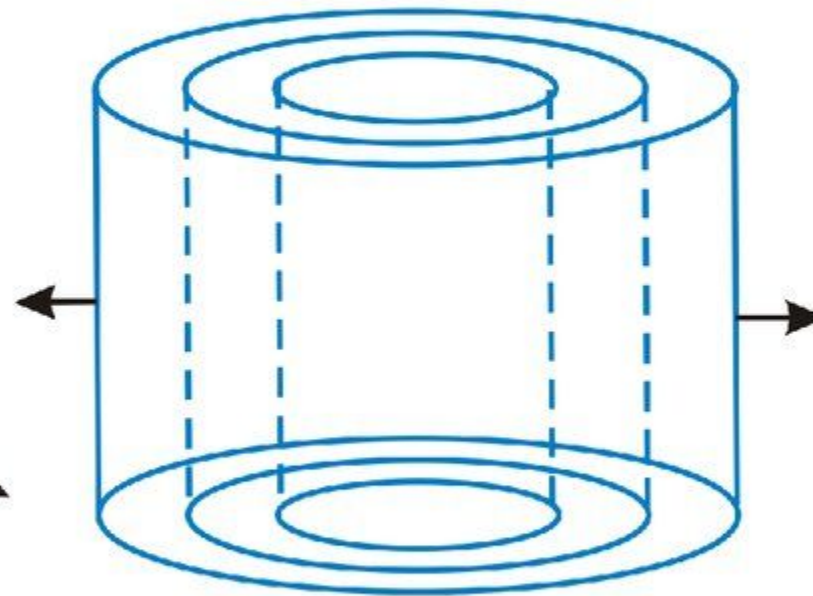
Плоские, сферические и цилиндрические волны



плоская волна



сферическая волна



цилиндрическая волна

Уравнение бегущей волны

ИСТОЧНИК:

$$\xi(0, t) = A \cos \omega t$$

точка, расположенная на расстоянии x
от источника колебаний в момент времени t :

$$\xi(x, t) = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{V} \right)$$

$\Delta t = \frac{x}{V}$ – время, необходимое
для прохождения волной расстояния x

Уравнение бегущей волны

- Плоская волна

$$\xi(x, t) = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{V} \right)$$

- Сферическая волна

$$\xi(r, t) = \frac{A_0}{r} \cos \omega \left(t - \frac{r}{V} \right)$$

Волновое уравнение

(в общем случае
в однородной изотропной среде)

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} = \frac{1}{V^2} \cdot \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}$$

для плоской волны

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \frac{1}{V^2} \cdot \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}$$

Продольная волна

направление колебаний частиц среды
совпадает
с направлением распространения волны

Продольные волны
связаны с объемной деформацией
Могут образовываться
и распространяться в любой среде

Поперечная волна

частицы среды колеблются,
оставаясь в плоскостях,
перпендикулярных
направлению распространения волны

Поперечные волны
связаны с деформациями сдвига
Могут образовываться
и распространяться только в твердых телах

Упругие свойства среды характеризуются одной или двумя упругими постоянными

- K – модуль объемной упругости
- G – модуль сдвига

Скорость распространения

- Продольной волны в однородной газообразной среде или жидкости

$$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

- Поперечной волны в неограниченной изотропной твердой среде

$$v = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

- Продольной волны в тонком стержне

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

- В пластине

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho(1 - \nu^2)}}$$

Скорость распространения звуковой волны в газе

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} \quad K = \gamma p$$

$$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$$

$$v = \sqrt{\frac{1,4 \cdot 8,31 \cdot (273 + 20)}{0,029}} = 342,85 \text{ м/с}$$

$$v = 330 + 0,6t$$

$$v = 330 + 0,6 \cdot 20 = 342 \text{ м/с}$$

Волна характеризуется

- Амплитудой (определяет громкость)
- Частотой (определяет высоту тона)
- Формой (определяет окраску звучания)

Амплитуда



Частота



Форма волны

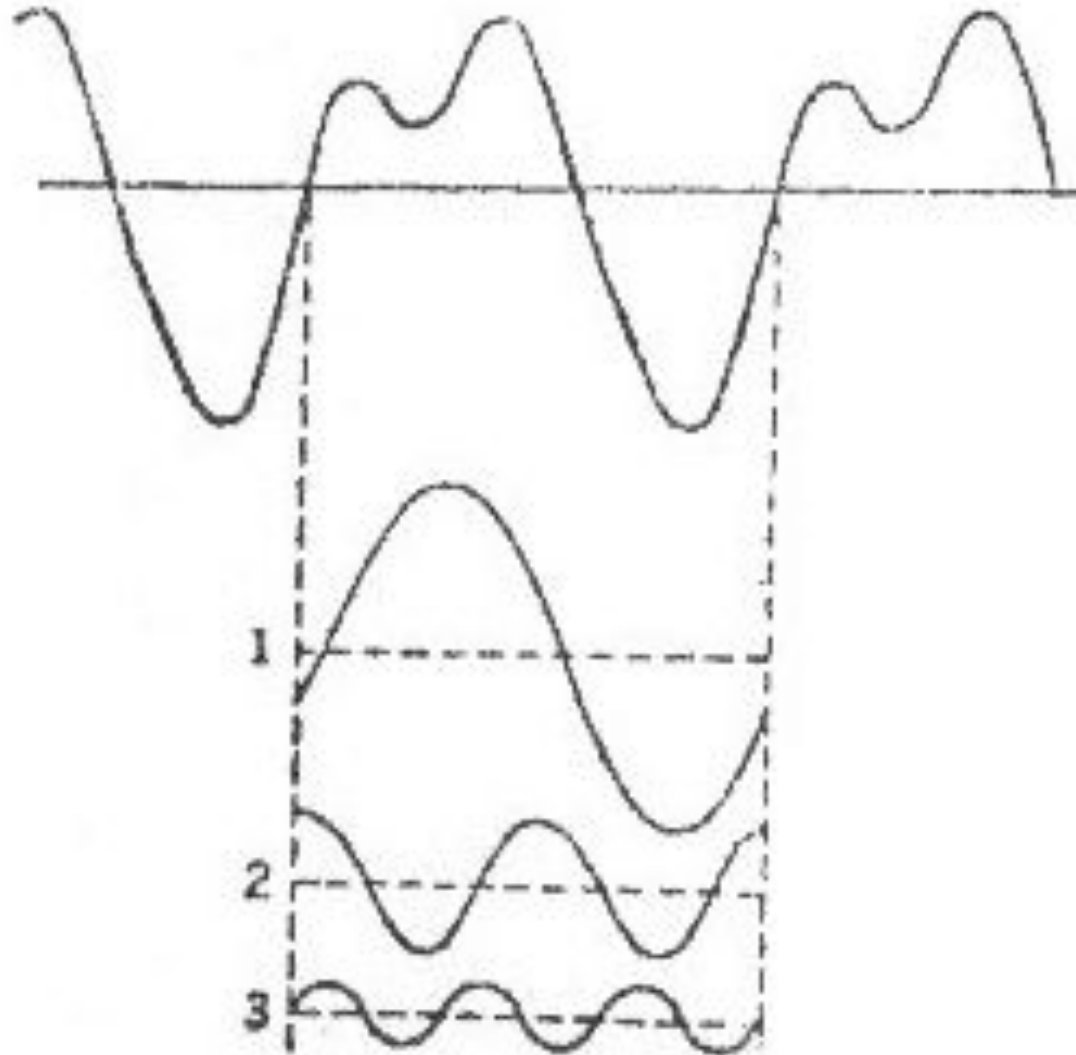
- Синусоидальная звуковая волна –

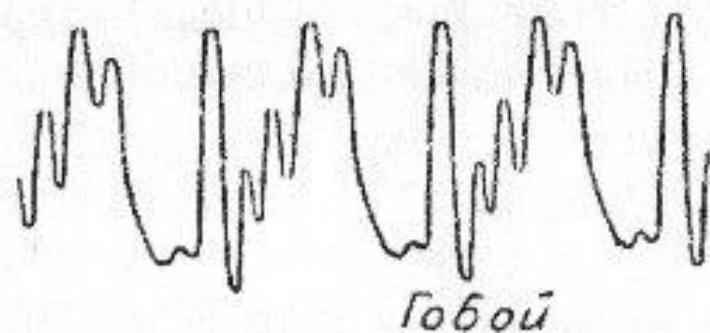
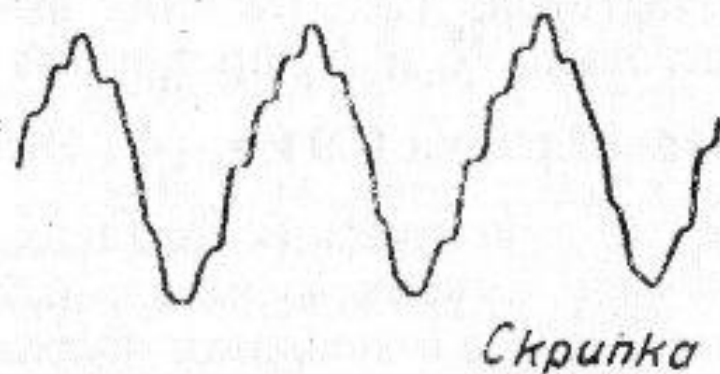
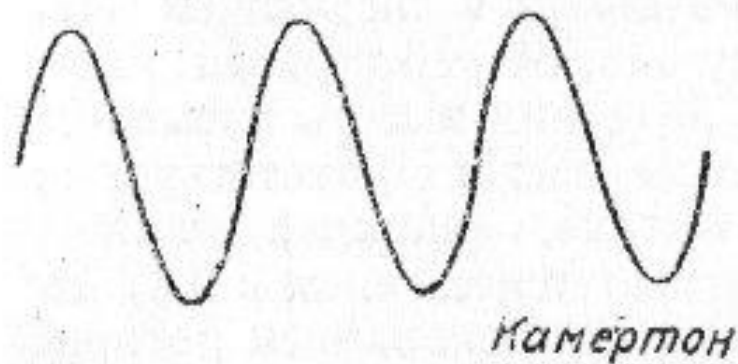


ЧИСТЫЙ ТОН

- Несинусоидальная звуковая волна

Сложение трех синусоидальных колебаний с кратными частотами (1:2:3) (на примере скрипичного тона)





Фиг. 45. Формы волн тонов, произведенных камертоном, скрипкой и гобоем. Все три тона одинаковой высоты и примерно одинаковой громкости.

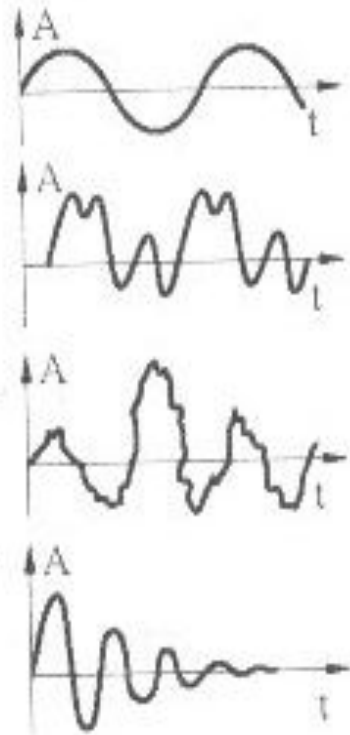
Форма волны

Тон: Звуковые колебания синусоидальной формы.

Звучание: Наложение многих тонов.

Шум: Нерегулярные колебания без закономерной зависимости.

Громкий резкий короткий звук: Кратковременный, очень сильный быстро кончающийся звуковой сигнал.



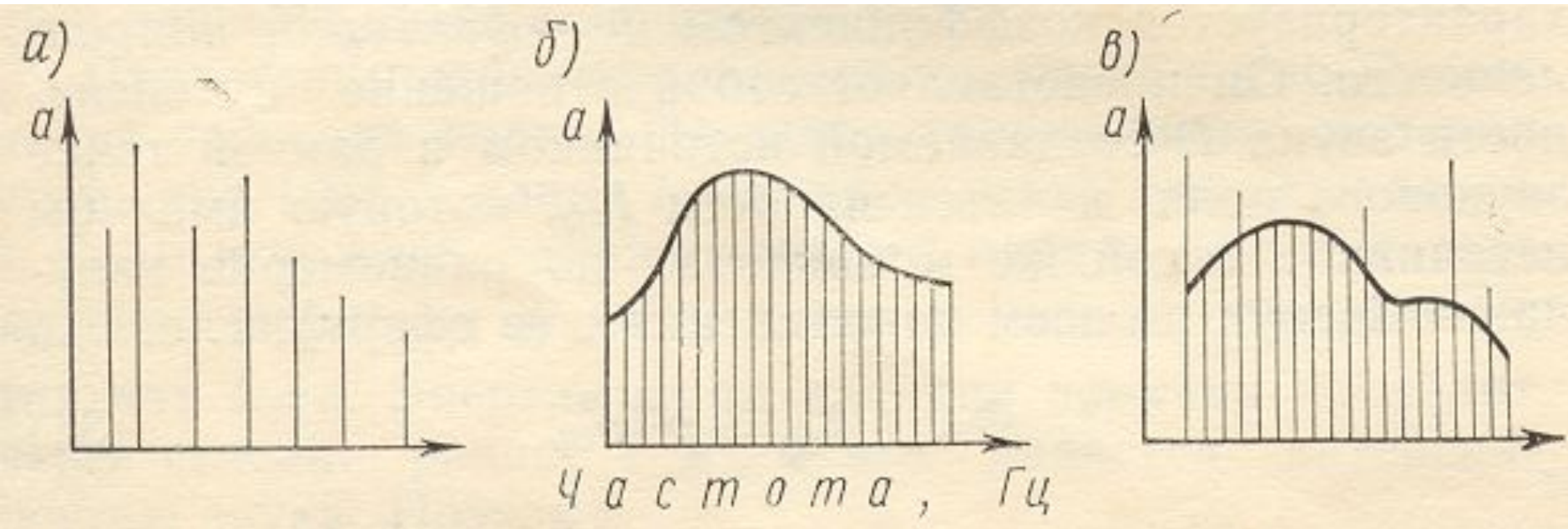
Частотный спектр (или частотная характеристика)

– распределение (зависимость)
какой-либо физической величины
(звуковой энергии,
амплитуды колебаний и т.п.)

от частоты

Типы спектров

- Линейчатый (дискретный) спектр – а
- Сплошной спектр – б
- Смешанный спектр – в



Типы спектров

- **Линейчатый дискретный спектр**

периодические колебания сложной формы
(представляются суммой синусоидальных колебаний
с различной амплитудой)

- **Сплошной спектр**

непериодические колебания сложной формы
(представляются в виде бесконечно большого числа
синусоидальных составляющих)

- **Смешанный спектр**

наложение линейчатого и сплошного спектров

Белый шум

- равномерное распределение энергии в звуковом диапазоне частот

Октава

– полоса частот (от f_1 до f_2), в которой верхняя частота в 2 раза больше нижней
За среднюю частоту полосы принимают среднегеометрическую частоту

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

Принятый ряд октавных полос частот

Граничные частоты полосы, Гц	45—90	90—180	180—355	355—710	710—1400	1400—2800	2800—5600	5600—12 000
Средняя частота, Гц .	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Третьоктавная полоса

– полоса частот (от f_1 до f_2), в которой

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt[3]{2} = 1,26$$

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

Среднегеометрическая частота $1/3$ -октавной полосы	Границы $1/3$ -октавной полосы
50	45–56
63	57–70
80	71–88
100	89–111
125	112–140
160	141–176
200	177–222
250	223–280
315	281–353
400	354–445
500	446–561
630	562–700
800	701–880
1000	881–1120
1250	1121–1410
1600	1411–1770
2000	1771–2240
2500	2241–2810
3150	2811–3550
4000	3551–4470
5000	4471–5620
6300	5621–7030
8000	7031–8850
10000	8851–11220

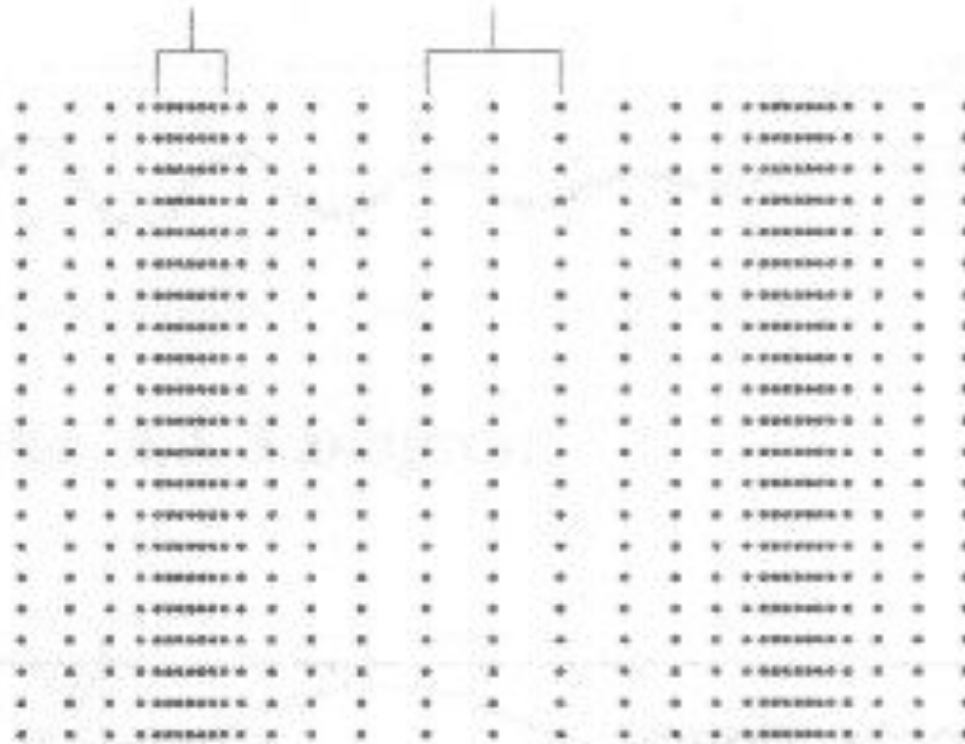
Основные физические (объективные) характеристики звукового поля

Звуковое поле – область пространства, в которой наблюдаются звуковые волны

Частицы воздуха в звуковой волне

уплотнение

разряжение



период времени

Звуковое давление

– разность между
мгновенным значением полного давления
в данной точке звукового поля
и средним атмосферным давлением
(наблюдаемым в среде
при отсутствии звукового поля)

p , Па

Звуковое давление,
создаваемое ЧИСТЫМ ТОНОМ

$$p = p_{\max} \sin(2\pi f \cdot t + \varphi_0)$$

Интенсивность звука

– энергия звуковой волны,
переносимая за единицу времени
через единицу площади поверхности,
нормальной к направлению
распространения звуковой волны

$$I, \text{ Вт/м}^2$$

При любом фронте волны для свободного звукового поля интенсивность звука

$$I = \frac{p^2}{\rho \cdot v_{\text{звука}}}$$

Интенсивность звука пропорциональна квадрату звукового давления

Плотность звуковой энергии

– энергия, содержащаяся
в единице объема звукового поля

$$w, \text{ Дж/м}^3$$

Звуковая мощность источника

– звуковая энергия,

излучаемая в единицу времени

$P, \text{Вт}$

Звуковая мощность P, Вт

- Разговор 10^{-5}
- Наибольшая мощность человеческого голоса $2 \cdot 10^{-3}$
- Фортепиано $2 \cdot 10^{-3}$
- Труба 0,3
- Автосигнал 5
- Громкоговоритель 10^2
- Сирена $3 \cdot 10^3$
- Реактивный двигатель 10^4
- Ракетный двигатель 10^6

Интенсивность звука и звуковая мощность источника связаны соотношением

$$I = \frac{P}{S}$$

I – интенсивность звука, P – звуковая мощность, S – площадь фронта волны

При распространении сферической волны в среде без поглощения

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

В однородной среде поглощение волн обусловлено внутренним трением

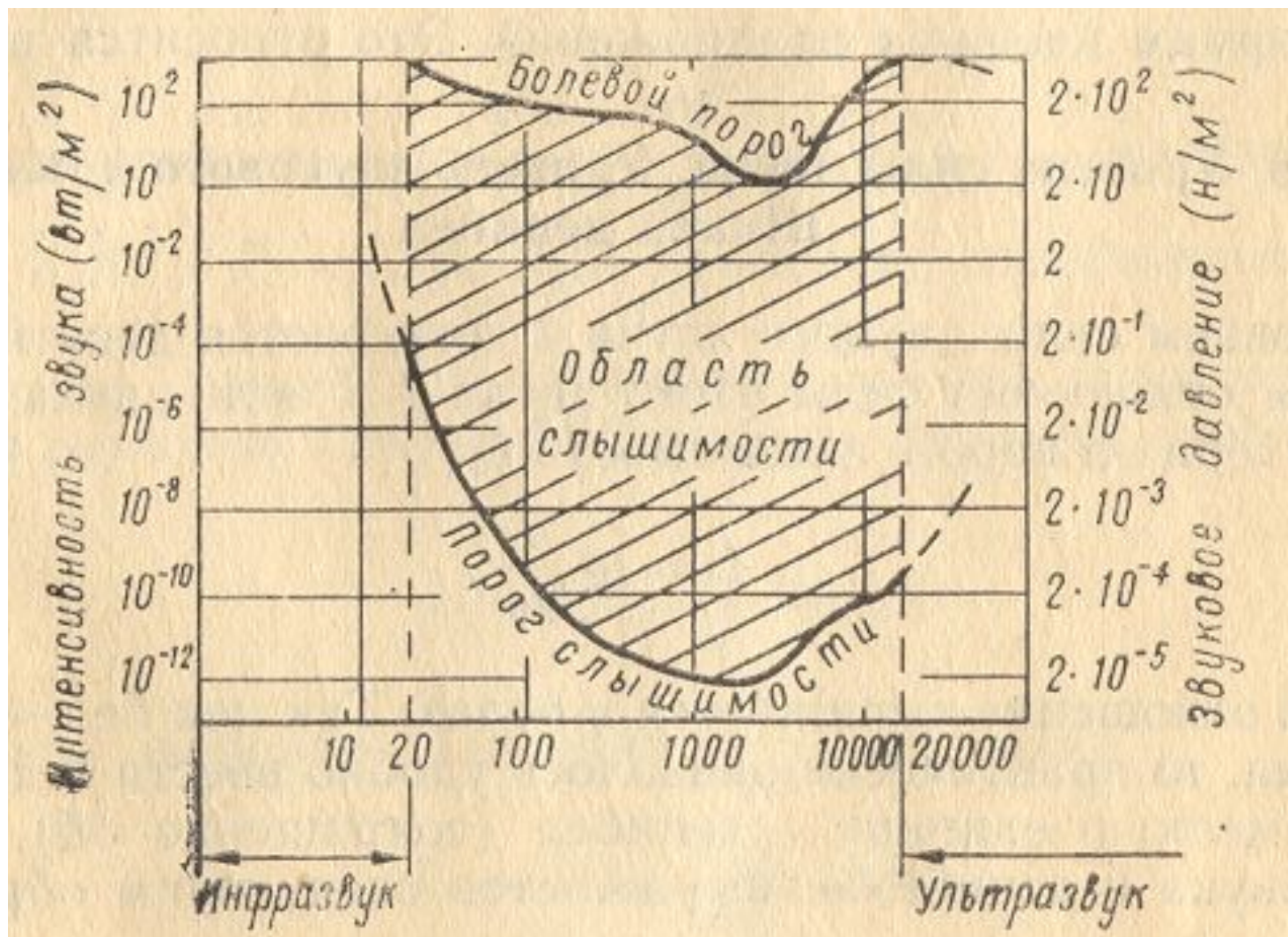
$$A(x) = A_0 e^{-\alpha x}$$

$$I(x) = I_0 e^{-2\alpha x}$$

α - линейный коэффициент поглощения волн,
зависящий от свойств среды и частоты волны

Восприятие звука человеком.
Уровень интенсивности звука.
Уровень звукового давления.

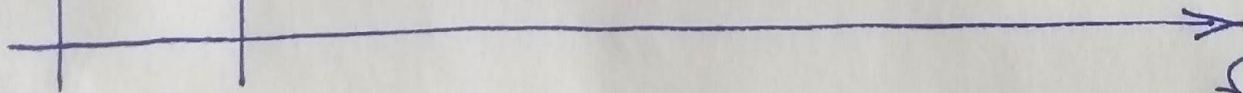
Область слышимости



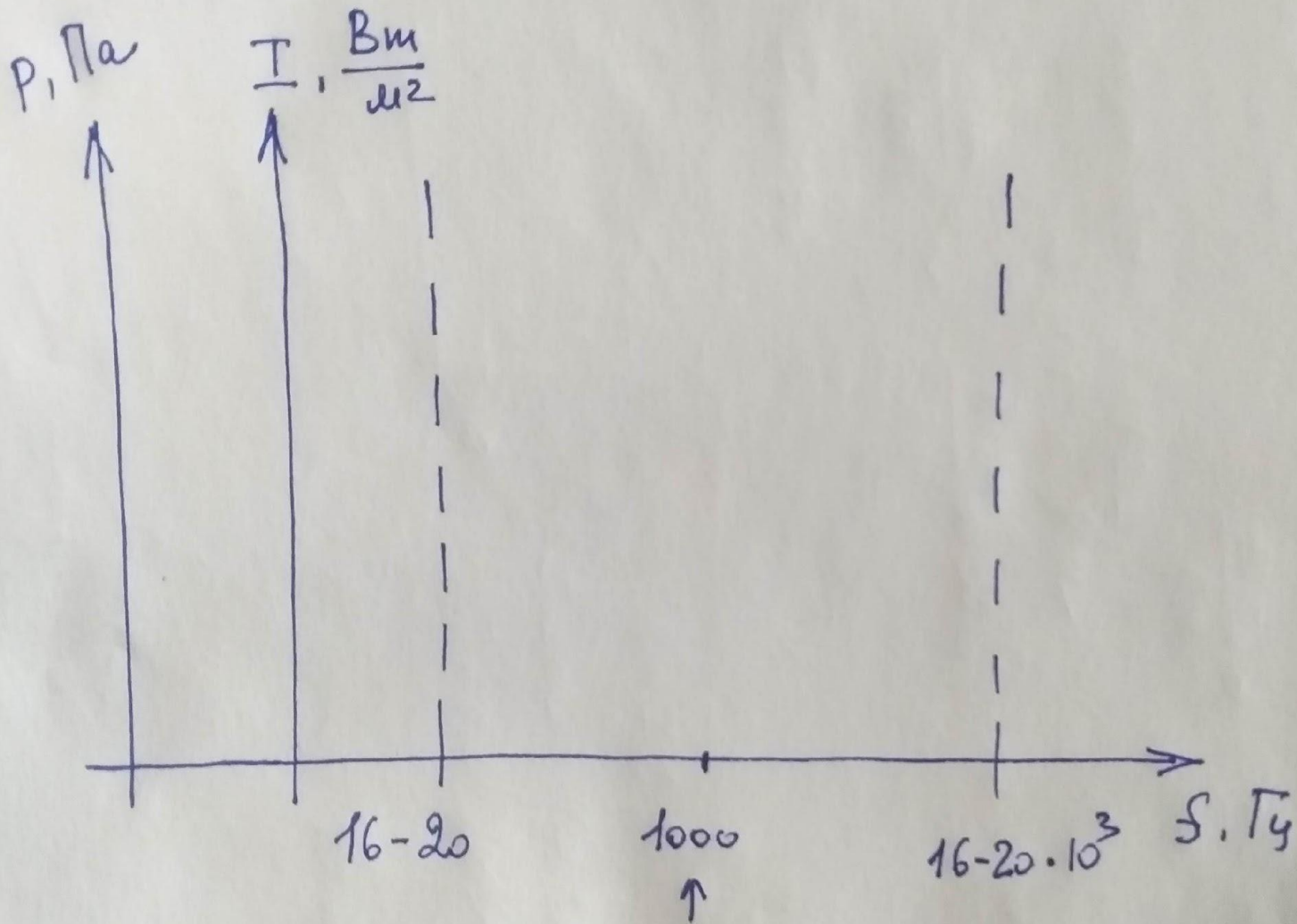
$p, \text{Па}$



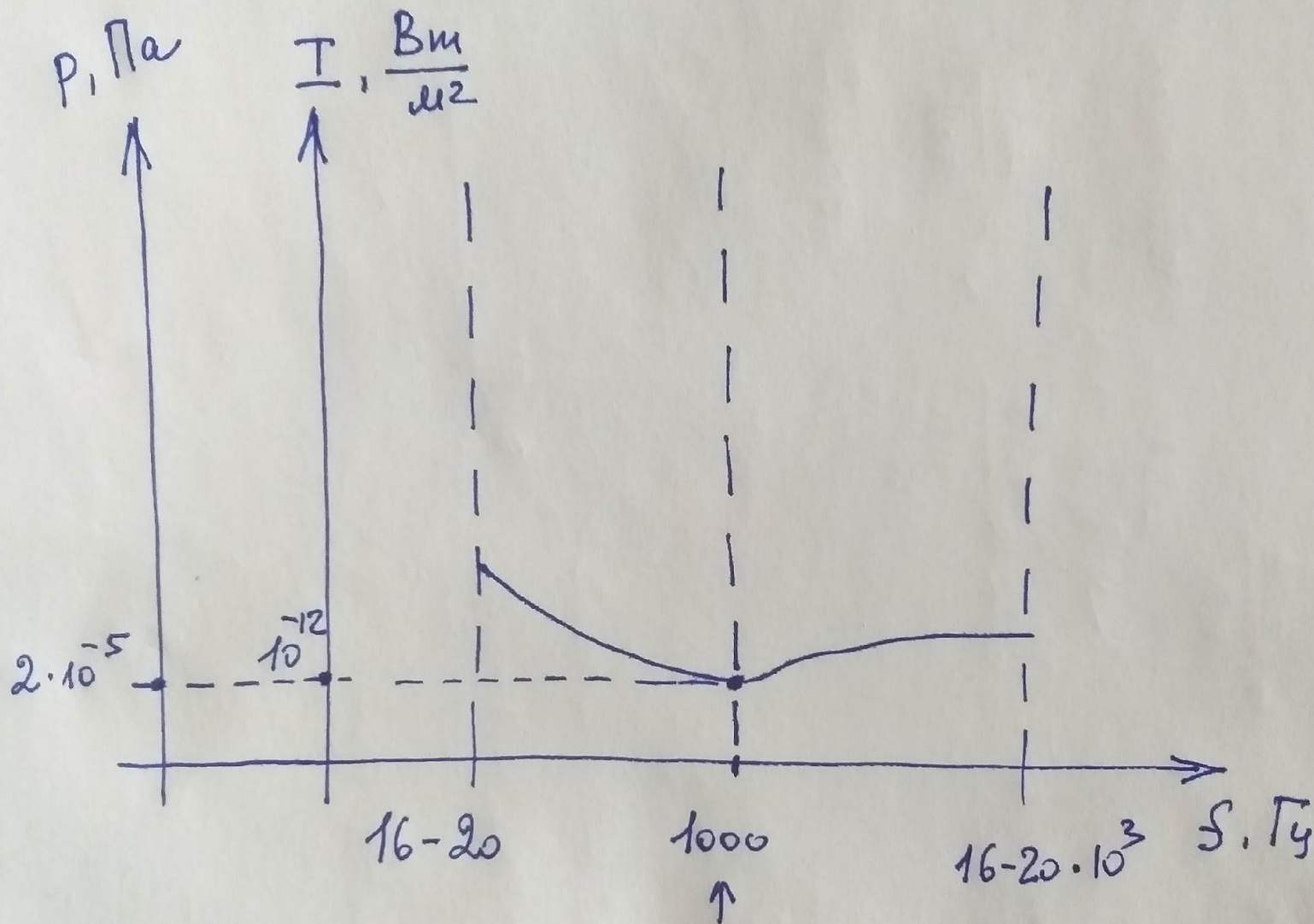
$\tau, \frac{\text{Вм}}{\text{м}^2}$



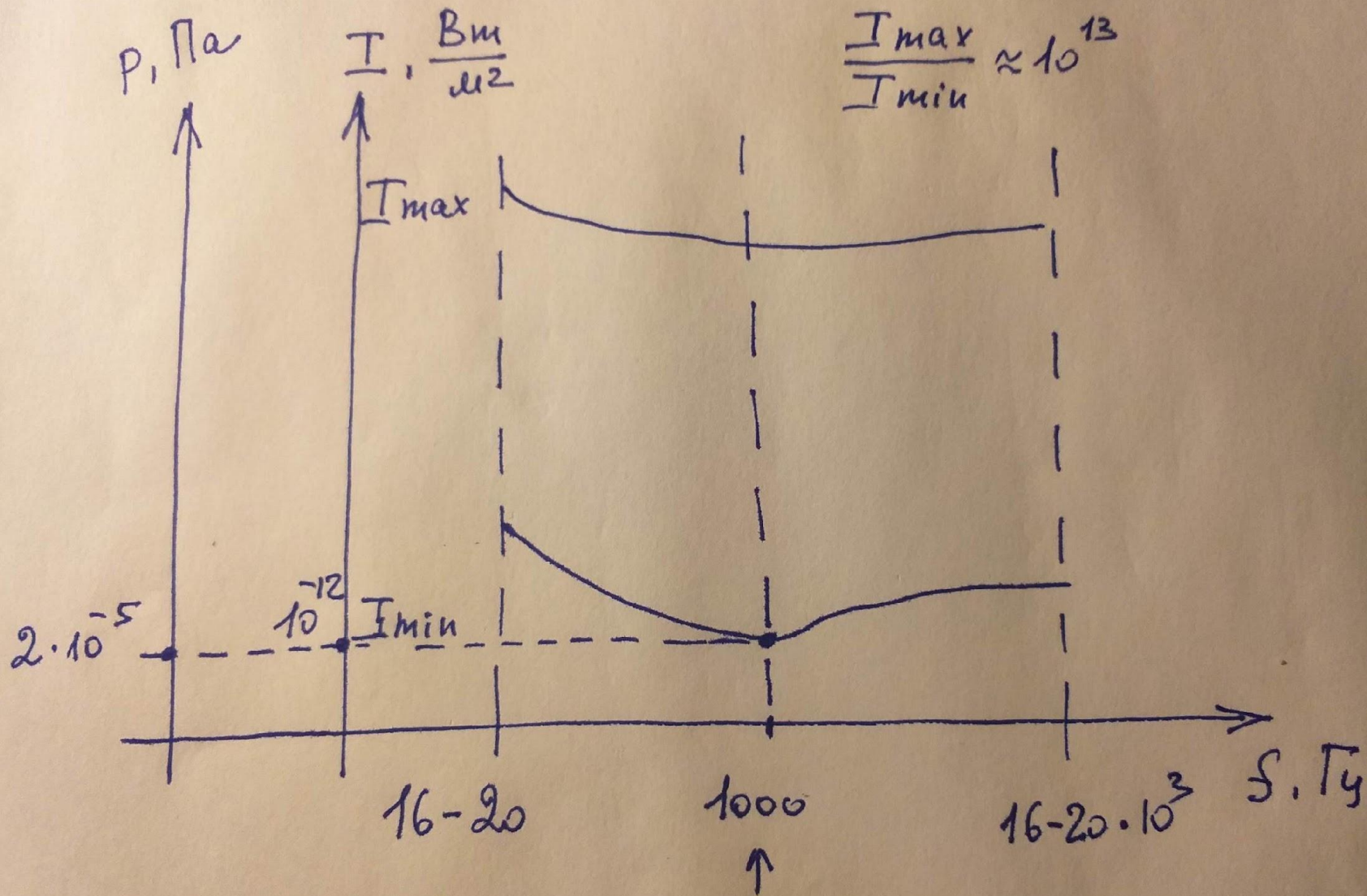
$S, \text{Гг}$



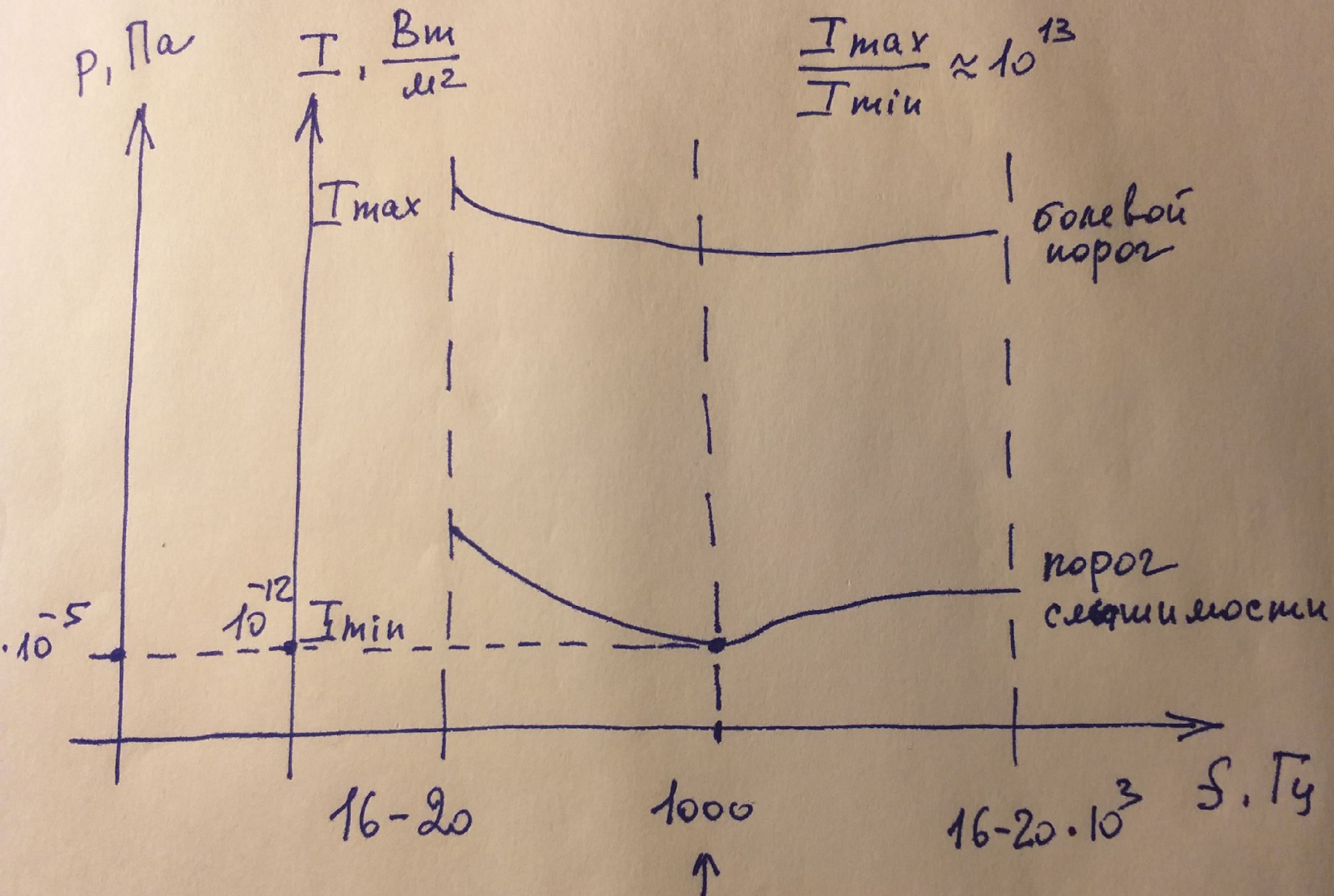
область
наибольшей
звучимости



область
 наибольшей
 чувствительности



область
 наибольшей
 чувствительности



область
 наибольшей
 чувствительности

Психофизиологический закон Вебера-Фехнера

Установлено, что величина ощущения изменяется медленнее, чем сила раздражителя. Закон Вебера-Фехнера связывает уровень ощущения L и силу (интенсивность) раздражителя I .

Формулировка закона:

Уровень ощущения L пропорционален логарифму относительной величины интенсивности I раздражителя.

$$L = K \lg \frac{I}{I_0} + C ,$$

где I_0 - интенсивность на нижнем пороге чувствительности;
 K и C - некоторые константы.

Эрнст Генрих Вебер 1795 - 1878

(Ernst Heinrich Weber)

немецкий психофизиолог и анатом,
брат физика Вильгельма Вебера

Густав Теодор Фехнер

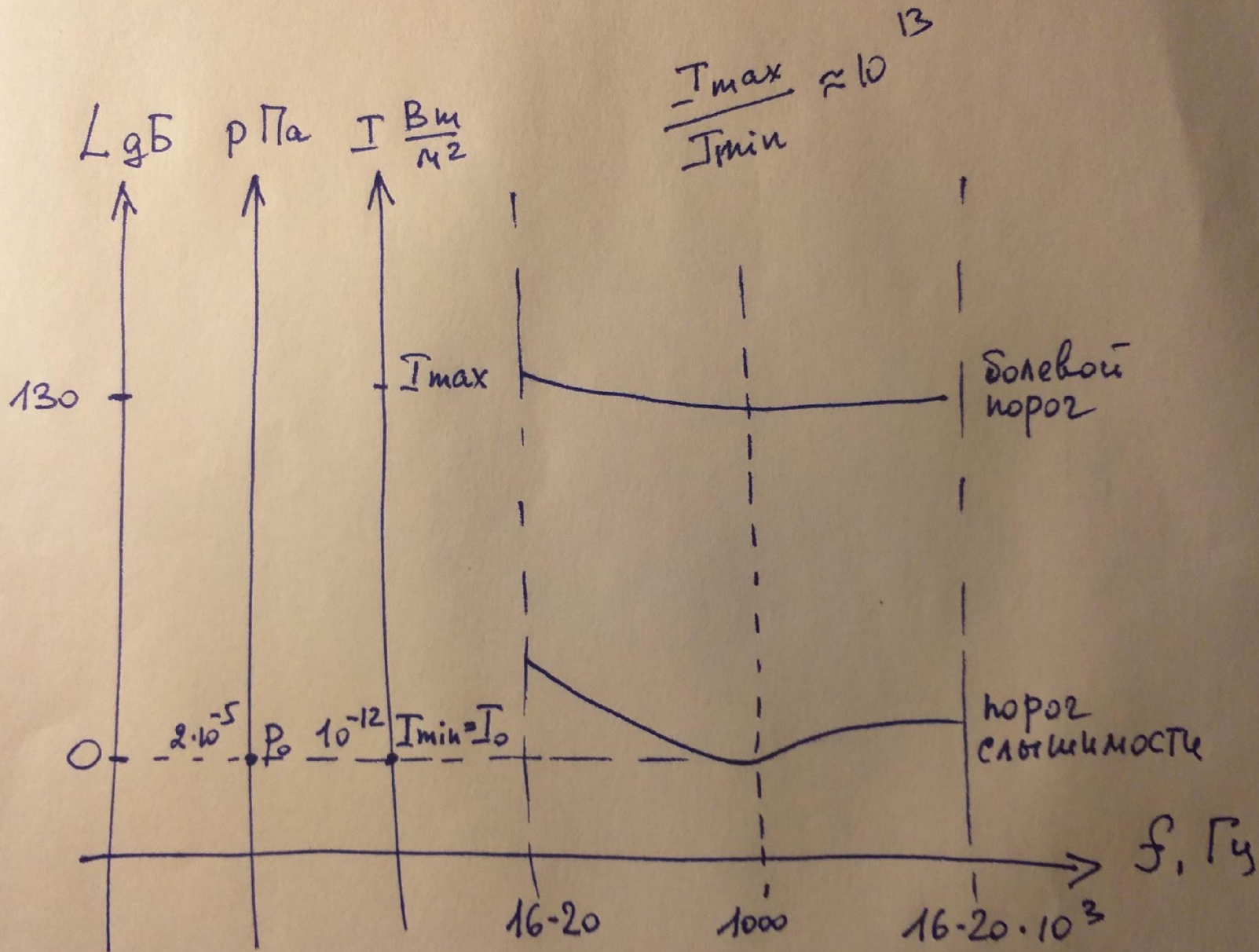
(Gustav Theodor Fechner) 1801 - 1887

немецкий психолог, один из первых
экспериментальных психологов,
основоположник психофизиологии и
психофизики

Уровень интенсивности звука

$$L_I = \lg \frac{I}{I_0} \quad (\text{Б})$$

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad (\text{дБ})$$



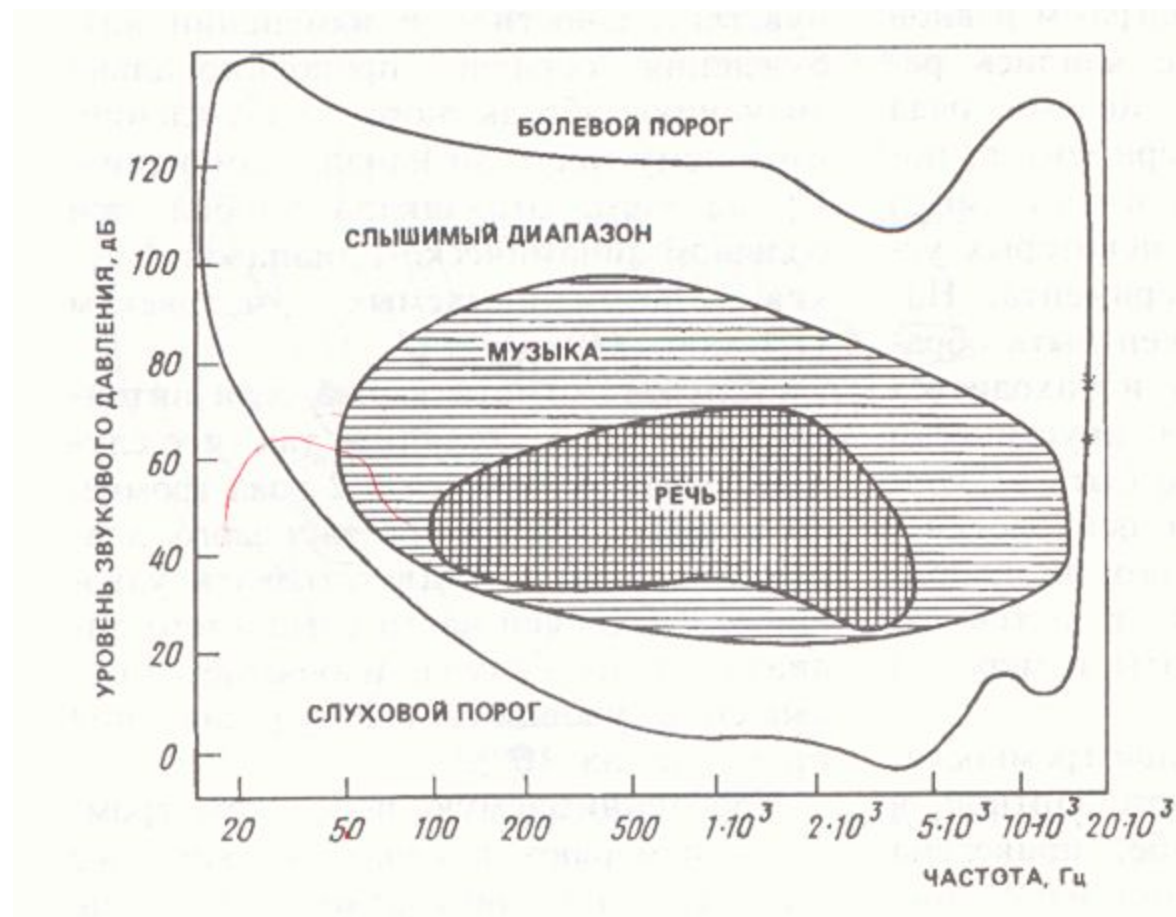
Уровень звукового давления

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ (Б)}$$

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ (дБ)}$$

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \lg \frac{p}{p_0} = L_p$$

Область слышимости



Уровни звука в дБ

Таблица 1

Характер и источники шума	Уровень интенсивности шума относительно $I_0 = 10^{-12}$ вт/м, дб
Порог слышимости	0
Шепот на расстоянии 1 м	20—30
Тихая музыка по радио	40—50
Тихая речь (расстояние 1 м)	50
Громкая речь (расстояние 1 м)	70
Шум на улице	70—80
Оркестровая музыка (фортиссимо)	100—110
Шум реактивного двигателя самолета (расстояние 3 м)	120—130
Болевой порог	130

$$L_1 - L_2 = 10 \lg \frac{I_1}{I_0} - 10 \lg \frac{I_2}{I_0} = 10 \lg \frac{I_1 / I_0}{I_2 / I_0} = 10 \lg \frac{I_1}{I_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 2 \Rightarrow L_1 - L_2 = 10 \lg 2 = 3 \text{ дБ}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 1,26 \Rightarrow L_1 - L_2 = 10 \lg 1,26 = 1 \text{ дБ}$$

Уровень звуковой мощности источника

$$L_P = \lg \frac{P}{P_0} \quad (\text{Б})$$

$$L_P = 10 \lg \frac{P}{P_0} \quad (\text{дБ})$$

Сложение уровней интенсивности звука

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{I_1 + I_2 + \dots}{I_0} = 10 \lg \left(\frac{I_1}{I_0} + \frac{I_2}{I_0} + \dots \right)$$

$$L_1 = 10 \lg \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow \lg \frac{I_1}{I_0} = 0,1L_1, \quad \frac{I_1}{I_0} = 10^{0,1L_1}$$

$$L = 10 \lg (10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots)$$

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}$$

При совместном действии n
одинаковых независимых
равноудаленных источников

$$L = 10 \lg \frac{nI_1}{I_0} = 10 \lg \frac{I_1}{I_0} + 10 \lg n = L_1 + 10 \lg n$$

при $n = 2$

$$L = L_1 + 10 \lg 2 = L_1 + 3 \text{ дБ}$$

Таблица 1

Сложение уровней звукового давления

Показатели	Значения показателей													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	
Разность двух складываемых уровней, дБ														
Добавка к более высокому уровню для получения суммарного уровня, дБ	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0	

Пример

Таблица 1

Сложение уровней звукового давления

Показатели	Значения показателей													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	
Разность двух складываемых уровней, дБ														
Добавка к более высокому уровню для получения суммарного уровня, дБ	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0	

$$L_1 = 100 \text{ дБ}$$

$$L_2 = 100 \text{ дБ}$$

$$L_3 = 97 \text{ дБ}$$

$$L_4 = 65 \text{ дБ}$$

$$\Delta L_{1,2} = 100 - 100 = 0 \Rightarrow L_{1,2} = 100 + 3 = 103 \text{ дБ}$$

$$\Delta L_{1,2,3} = 103 - 97 = 6 \Rightarrow L_{1,2,3} = 103 + 1 = 104 \text{ дБ}$$

$$\Delta L_{1,2,3,4} = 104 - 65 > 20 \Rightarrow L_{1,2,3,4} = 104 + 0 = 104 \text{ дБ}$$

Физиологические характеристики звука

- Высота (Частота)
- Тембр или окраска звучания (Форма волны)
- Громкость (Амплитуда)

Громкость – субъективная оценка, которую мы даем звуку

Громкость зависит от звукового давления, частоты, формы звуковой волны, длительности воздействия, условий восприятия

- Частота 100 Гц, звуковая мощность 0,25 Вт
 - Частота 1000 Гц, звуковая мощность 0,02 Вт
- звуки кажутся слушателю **равногромкими**

Уровень громкости какого-либо звука (в фонах)

численно равен

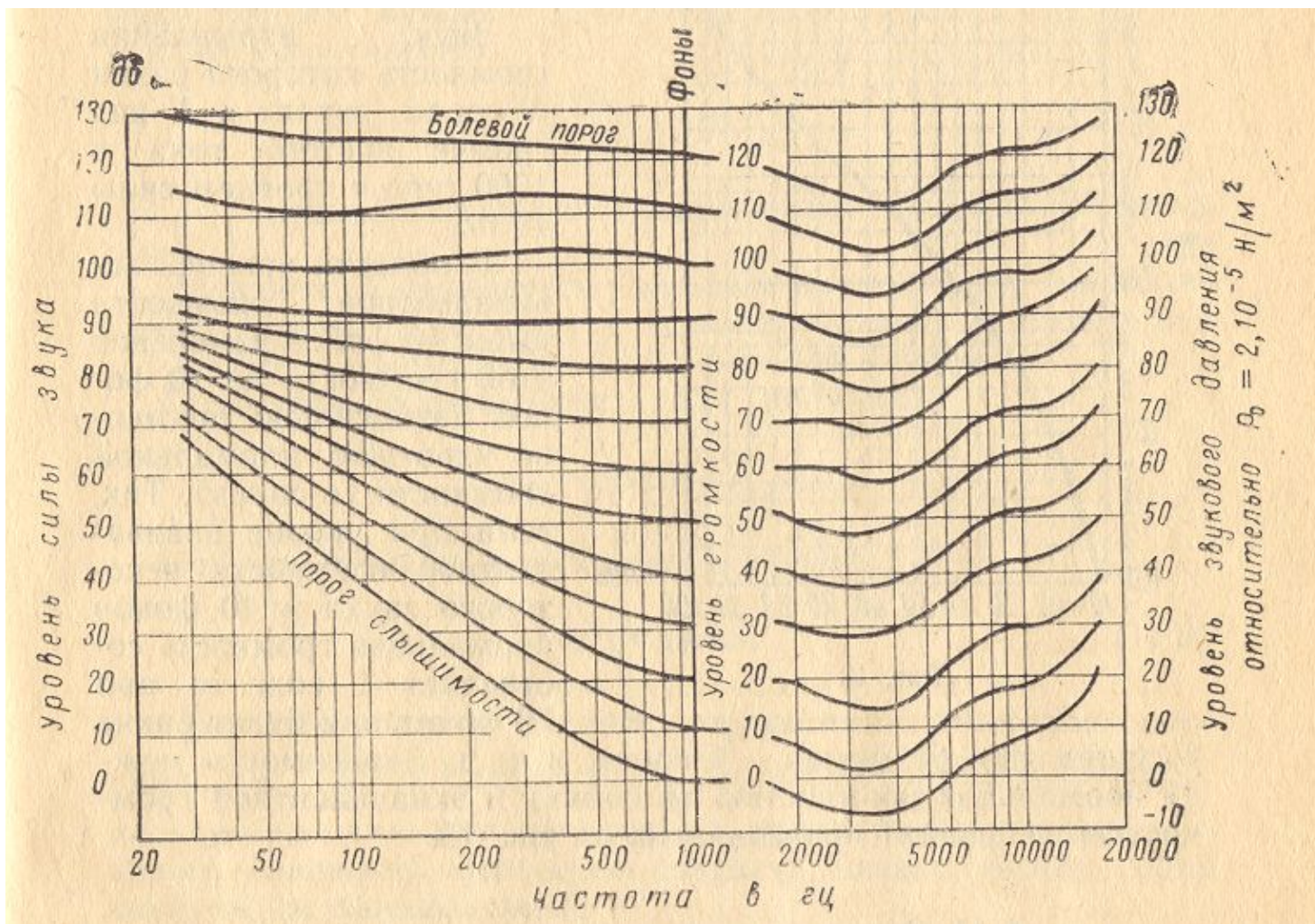
уровню звукового давления (в дБ)

равногромкого эталонного звука (тона 1000 Гц)

Кривая равной громкости

- геометрическое место точек, изображающих тоны различных частот с одинаковым уровнем громкости (равногромкие звуки различных частот)

Кривые равной громкости



ВЫВОДЫ

- Чувствительность уха возрастает с увеличением частоты звука
- В области частот 500 - 2000 Гц уровень звукового давления (дБ) и уровень громкости (фоны) численно совпадают
- При повышении интенсивности звука различие в чувствительности уха к различным частотам становится менее заметным

Психофизиологический закон Вебера - Фехнера

Отношение минимального приращения силы раздражителя, впервые вызывающего новые ощущения, к исходной величине раздражителя есть величина постоянная

Изменение чувствительности при изменении раздражителя обратно пропорционально значению раздражителя, имевшему место до начала изменения раздражения

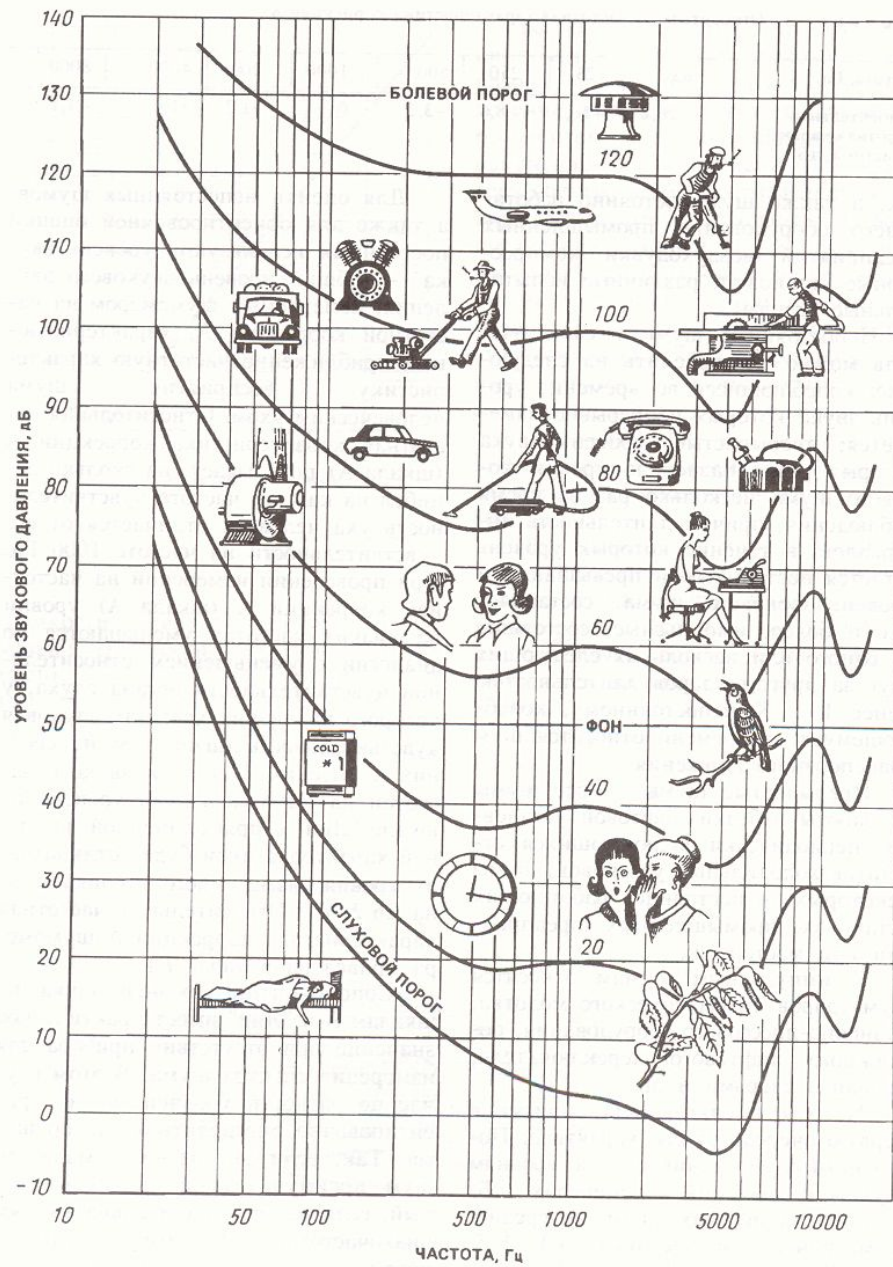













Рис. 7.10. Распределение

Фоны в дБ (А)	Процесс		Ощущения	
20	Тиканье тихих часов, легкий шелест листвы, спокойная комната ночью		Очень тихо	
30	Шелест листьев, шепот, разговор соседей, еле понятный		Тихо	
1	40	Близкий шепот, средние шумы в жилье		Почти тихо
	50	Разговор		Умеренно громко
	60	Шум в бюро, ресторане, магазине		Умеренно громко
2	70	Громкий разговор, громкое радио, крик		Громко
	80	Уличный шум при сильном движении		Громко
	90	Шумный производственный цех, автосигнал		От громкого до непереносимого
3	100	Отбойный молоток, маленький самолет		
	110	Штамповочно-котельное производство, громкая музыка, сигнал машины скорой помощи		
4	≥120	Реактивный двигатель, двигатель ракеты		

Начиная с 1-й ступени:

Начиная со 2-й ступени:

Могут иметь место:

психологическая реакция

физическая реакция

нервные расстройства

нарушение сна

повреждение слуха

нарушение кровообращения

нарушение сердечной деятельности

нарушение мозгового кровообращения

повреждение нервов позвоночного столба

желудочные расстройства

Субъективному ощущению
удвоения громкости звука
соответствует
увеличение уровня звукового давления
на 10 дБ

Шкала громкости в сонах

- Громкость в 1 сон имеет звук
с уровнем громкости 40 фон
- Удвоение громкости звука в сонах
эквивалентно изменению
уровня громкости звука на 10 фон
(эквивалентно изменению
уровня звукового давления на 10 дБ)

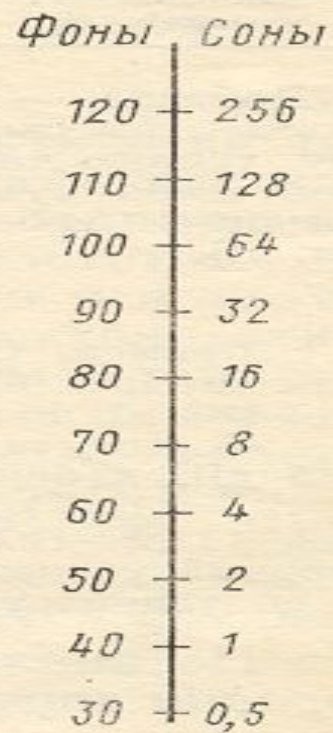


Рис. 7. Зависимость между уровнями громкости (в фонах) и громкостью (в сонах)

Измерение уровня звукового давления

Шумомер



При измерении по линейной шкале

получаем уровни звукового давления

L , дБ

в октавных полосах частот

31,5; 63; 125; 250; ... 8000 Гц

(спектр)

При измерении по шкале А (с частотной коррекцией А) в спектре шума уменьшаются составляющие на низких и средних частотах, что соответствует характеру восприятия шума человеком

Получаем уровень звука в дБА

L_A , дБА

(одно число)

Измерение уровня звука в дБА

Т а б л и ц а 7.1. Относительная частотная характеристика коррекции А

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Относительная частотная характеристика, дБ	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,0	-1,1

Нормирование уровней шума

Уровни шума не должны превышать максимально допустимых значений

По характеру спектра

- Широкополосные шумы
- Тональные шумы

По положению максимума уровня звукового давления на спектре

- Низкочастотные шумы (до 300 Гц)
- Среднечастотные шумы (300 – 800 Гц)
- Высокочастотные шумы (выше 800 Гц)

По временным характеристикам

- Постоянные шумы
(уровень звука изменяется во времени
не более чем на 5 дБА)
- Непостоянные шумы
(уровень звука изменяется во времени
более чем на 5 дБА)

Непостоянные шумы

- **Колеблющиеся во времени**

уровень звукового давления непрерывно изменяется
(шум транспорта)

- **Прерывистые шумы**

уровень звукового давления падает до фонового значения,
но длительность интервалов,
в течение которых шум постоянен более 1 секунды
(шум лифта, холодильника)

- **Импульсные шумы**

удары длительностью менее 1 секунды
(хлопанье дверями, кузнечное оборудование)

В случае постоянного шума

нормируются уровни звукового давления

L , дБ

в октавных полосах частот

31,5; 63; 125; 250; ... 8000 Гц

В случае непостоянных шумов

нормируется

эквивалентный (по энергии)

уровень звука в дБА

$L_{A \text{ экв}}$, дБА

Эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА

— уровень постоянного широкополосного шума,
связанный с изменяющимся уровнем непостоянного шума
соотношением

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1L_A} dt$$

L_A - изменяющийся во времени уровень звука
непостоянного шума в дБА

T - время наблюдения

t - текущее время

Источники бытового шума **Уровень шума, дБА**

- Музыкальный центр 85
- Телевизор 70
- Разговор (спокойный) 65
- Детский плач 78
- Работа пылесоса 75
- Работа стиральной машины 68
- Работа холодильника 42
- Работа электробритвы 60
- Вытекающая из крана вода 44-50
- Наполнение ванны 36-58
- Наполнение бачка в санузле 40-67
- Приготовление пищи на плите 35-42
- Перемещения лифта 34-42
- Стук закрываемой двери лифта 44-52
- Стук закрываемого мусоропровода 42-58

В случае прерывистого и импульсного шума

Определяют эквивалентные (по энергии)
уровни звукового давления

$$L_{\text{экв}}, \text{ дБ}$$

В октавных полосах частот

31,5; 63; 125; 250; ... 8000 Гц

Таблица 1

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$), дБА	Максимальный уровень звука $L_{Амакс}$, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1 Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	—	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	70
2 Рабочие помещения диспетчерских служб, кабины наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, участки точной сборки, телефонные и телеграфные станции, залы обработки информации на ЭВМ	—	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	75
3 Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	—	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75	90
4 Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами (за исключением работ, перечисленных в поз. 1—3)	—	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	95
5 Палаты больниц и санаториев	7.00—23.00 23.00—7.00	76 69	59 51	48 39	40 31	34 24	30 20	27 17	25 14	23 13	35 25	50 40
6 Операционные больниц, кабинеты врачей больниц, поликлиник, санаториев	—	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
7 Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории учебных заведений, конференц-залы, читальные залы библиотек, зрительные залы клубов и кинотеатров, залы судебных заседаний, культовые здания	—	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55

Продолжение таблицы 1

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{Aэкр}$), дБА	Максимальный уровень звука L_{Amax} , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
8 Жилые комнаты квартир - в домах категории А	7.00—23.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	23.00—7.00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
- в домах категорий Б и В	7.00—23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00—7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
9 Жилые комнаты общежитий	7.00—23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00—7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
10 Номера гостиниц: категории А	7.00—23.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	23.00—7.00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
» Б	7.00—23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00—7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
» В	7.00—23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00—7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
11 Жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов	7.00—23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00—7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
12 Помещения офисов, рабочие помещения и кабинеты административных зданий, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций: категории А	—	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	категорий Б и В	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	65
13 Залы кафе, ресторанов, фойе театров и кинотеатров: категории А	—	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	60
	категорий Б и В	89	75	66	59	54	50	47	45	43	55	65

Окончание таблицы 1

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{A_{ЭКВ}}$), дБА	Максимальный уровень звука $L_{A_{МАКС}}$, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
14 Торговые залы магазинов, пассажирские залы вокзалов и аэровокзалов, спортивные залы	—	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	70
15 Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	7.00—23.00	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	65
	23.00—7.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
16 Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	7.00—23.00	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	23.00—7.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
17 Территории, непосредственно прилегающие к зданиям поликлиник, школ и других учебных заведений, детских дошкольных учреждений, площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов		90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
<p>Примечания</p> <p>1 Допустимые уровни шума в помещениях, приведенные в поз. 1,5 — 13, относятся только к шуму, проникающему из других помещений и извне.</p> <p>2 Допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях, приведенные в поз. 5—12, установлены при условии обеспечения нормативного воздухообмена, т.е. при отсутствии принудительной системы вентиляции или кондиционирования воздуха, должны выполняться при условии открытых форточек или иных устройств, обеспечивающих приток воздуха. При наличии систем принудительной вентиляции или кондиционирования воздуха, обеспечивающих нормативный воздухообмен, допустимые уровни внешнего шума у зданий (поз. 15—17) могут быть увеличены из расчета обеспечения допустимых уровней в помещениях при закрытых окнах.</p> <p>3 При тональном и (или) импульсном характере шума допустимые уровни следует принимать на 5 дБ (дБА) ниже значений, указанных в таблице 1.</p> <p>4 Допустимые уровни шума от оборудования систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления, а также от насосов систем отопления и водоснабжения и холодильных установок встроенных (пристроенных) предприятий торговли и общественного питания следует принимать на 5 дБ (дБА) ниже значений, указанных в таблице 1. При этом поправку на тональность шума не учитывают.</p> <p>5. Допустимые уровни шума от транспортных средств (поз. 5, 7 — 10, 12) разрешается принимать на 5 дБ (5 дБА) выше значений, указанных в таблице 1.</p>												