

3. Техногенные опасности

Техногенные опасности — самый распространенный вид опасностей в современном мире.

Классификация техногенных опасностей

- ***По времени действия:***

1. постоянно (периодически) действующие;
2. спонтанно (чрезвычайно) действующие;

- ***По размерам сфер влияния:***

1. местные или локальные (человек, группа людей);
2. региональные;
3. глобальные.

Постоянные локально-действующие опасности

1. Вредные вещества
2. Вибрации
3. Акустический шум
4. Инфразвук
5. Неионизирующие электромагнитные поля и излучения
6. Лазерное излучение
7. Ионизирующие излучения

1. Вредные вещества

К **вредным** относят **вещества и соединения** (далее вещество), которые при контакте с организмом человека могут вызывать заболевания как в процессе контакта, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений.

Опасность вещества — это возможность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или иного применения химических соединений.

Химические вредные вещества:

По практическому использованию:

- промышленные яды, используемые в производстве (органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин));
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве (пестициды);
- бытовые химикаты, используемые в виде средств санитарии, личной гигиены;
- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах, у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);
- отравляющие вещества (ОВ) (зарин, иприт, фосген).

По показателям токсикометрии:

- чрезвычайно токсичные,
- высокотоксичные,
- умеренно токсичные,
- малотоксичные.

Токсикологическая классификация вредных веществ

Токсичные вещества	Общее токсикологическое действие
Фосфорорганические инсектициды (хлорофос, карбофос, никотин, ОВ и др.)	Нервно-паралитическое действие (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи)
Дихлорэтан, гексахлоран, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема)	Кожно-резорбтивное действие (местные воспалительные и некротические изменения с общетоксическими резорбтивными явлениями)
Синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты, ОВ	Общетоксическое действие (гипотоксические судороги, кома, отек мозга, параличи)
Оксиды азота, ОВ	Удушающее действие (токсический отек легких)
Пары крепких кислот и щелочей, хлорпиктин, ОВ	Слезоточивое и раздражающее действие (раздражение наружных слизистых оболочек)
Наркотики	Психотическое действие (нарушение психической активности, сознания)

Токсический эффект при действии различных доз и концентраций ядов может проявиться:

1. функциональными изменениями
2. структурными изменениями
3. гибелью организма

Показатели токсичности:

- 1. среднесмертельная концентрация вещества в воздухе CL_{50} — это концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при 2...4-часовом ингаляционном воздействии (мг/м³);*
- 2. среднесмертельная доза при введении в желудок (мг/кг) – DL_{50}*
- 3. среднесмертельная доза при нанесении на кожу (мг/кг) – DL_{50}*

Формы отравления (интоксикации):

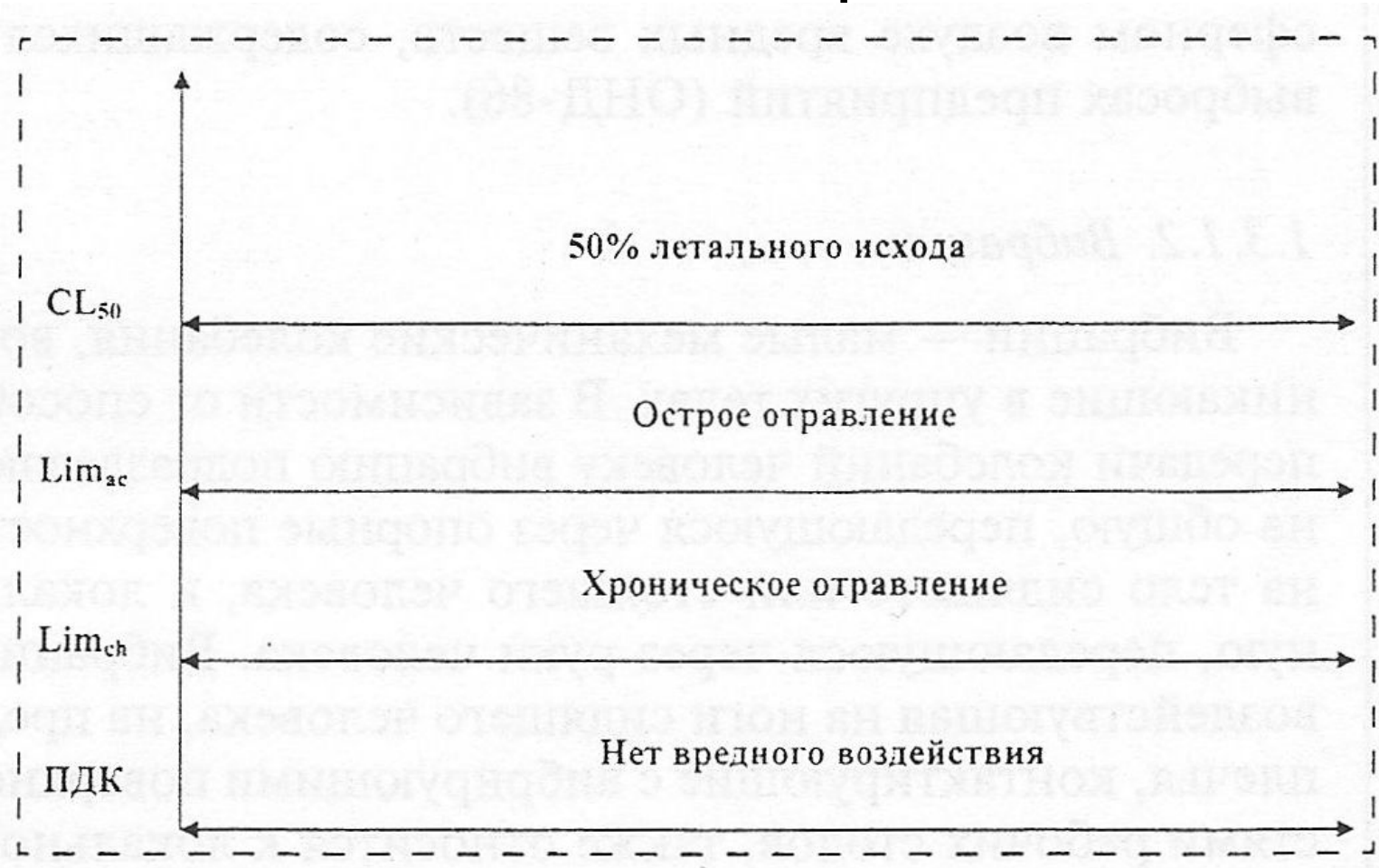
1. острое
2. подострое
3. хроническая форма
 - ***Острой*** называется ***интоксикация***, развивающаяся в результате однократного или повторного действия веществ в течение ограниченного периода времени (как правило, до нескольких суток).

- **Подострой** называется интоксикация, развивающаяся в результате непрерывного или прерываемого во времени (интермиттирующего) действия токсиканта продолжительностью до 90 суток.
- **Хронической** называется интоксикация, развивающаяся в результате продолжительного (иногда годы) действия токсиканта.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — максимальная концентрация вредного вещества, которая за определенное время воздействия не влияет на здоровье человека и его потомство, а также на компоненты экосистемы и природное сообщество в целом.

Порог вредного действия (однократного острого Lim_{ac} или хронического Lim_{ch}) — это минимальная (пороговая) концентрация (доза) вещества, при действии которой в организме возникают изменения биологических показателей на организменном уровне, выходящие за пределы приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

Зависимость формы вредного воздействия вещества от параметров токсиметрии



Классификация вредных веществ

Острое отравление:

CL_{50}/Lim_{ac} ; чем меньше отношение, тем выше опасность

Хроническая интоксикация:

Чем больше отношение Lim_{ac} / Lim_{ch} , тем выше опасность

Показатель	Класс опасности			
	1-й	2-й	3-й	4-й
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1...1,0	1,1...10	Более 10
Средняя смертельная доза при введении в желудок DL_{50}^* , мг/кг	Менее 15	15...150	151... 5000	Более 5000
Смертельная доза при нанесении на кожу DL_{50}^k , мг/кг	Менее 100	100...500	501... 2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация CL_{50} в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500...5000	5001... 50 000	Более 50 000

Пути поступления токсических веществ в организм:

- ***через органы дыхания*** - наиболее опасно, поскольку вредные вещества поступают через разветвленную систему легочных альвеол непосредственно в кровь и разносятся по всему организму.
- ***через желудочно-кишечный тракт*** - ядовитые вещества могут всасываться уже из полости рта, поступая сразу в кровь.
- ***через поврежденные кожные покровы*** - из жидкой среды при контакте с руками; в случае высоких концентраций токсических паров и газов в воздухе.

Гигиеническая оценка изолированного действия вредного вещества на человека:

$$C \leq \text{ПДК}$$

Комбинированное действие — это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления.

Комбинированное действие:

- аддитивное,
- потенцированное,
- антагонистическое действие и др.

- **Аддитивное действие** — это суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов.

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

где $C_1; C_2, \dots, C_n$ — концентрации каждого вещества в воздухе, мг/м³; ПДК — предельно допустимые концентрации этих веществ, мг/м³.

Потенцированное действие (синергизм) - компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект комбинированного действия при синергизме выше аддитивного.

- **Антагонистическое действие** наблюдается, когда эффект комбинированного действия вещества менее ожидаемого. Компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого, эффект — менее аддитивного.

При потенцированном и антагонистическом действии оценку суммарного эффекта проводят с учетом коэффициента комбинированного действия $K_{кд}$:

$$\frac{K_1 \cdot C_{кд1}}{ПДК_1} + \frac{K_2 \cdot C_{кд2}}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n \cdot C_{кдn}}{ПДК_n} \leq 1$$

Где $K_{кд} > 1$ при потенцировании; $K_{кд} < 1$ — при антагонизме; 1, 2, ... n — номер вещества.

2. Вибрации

Вибрации — малые механические колебания, возникающие в упругих телах.

В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют на:

1. **общую** - передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека (диапазон частот - 1...63 Гц)
2. **локальную** - передающуюся через руки человека; воздействующая на ноги сидящего человека, на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов. диапазон частот - 8...1000 Гц

2. Вибрации

По направлению действия общая
вибрация:

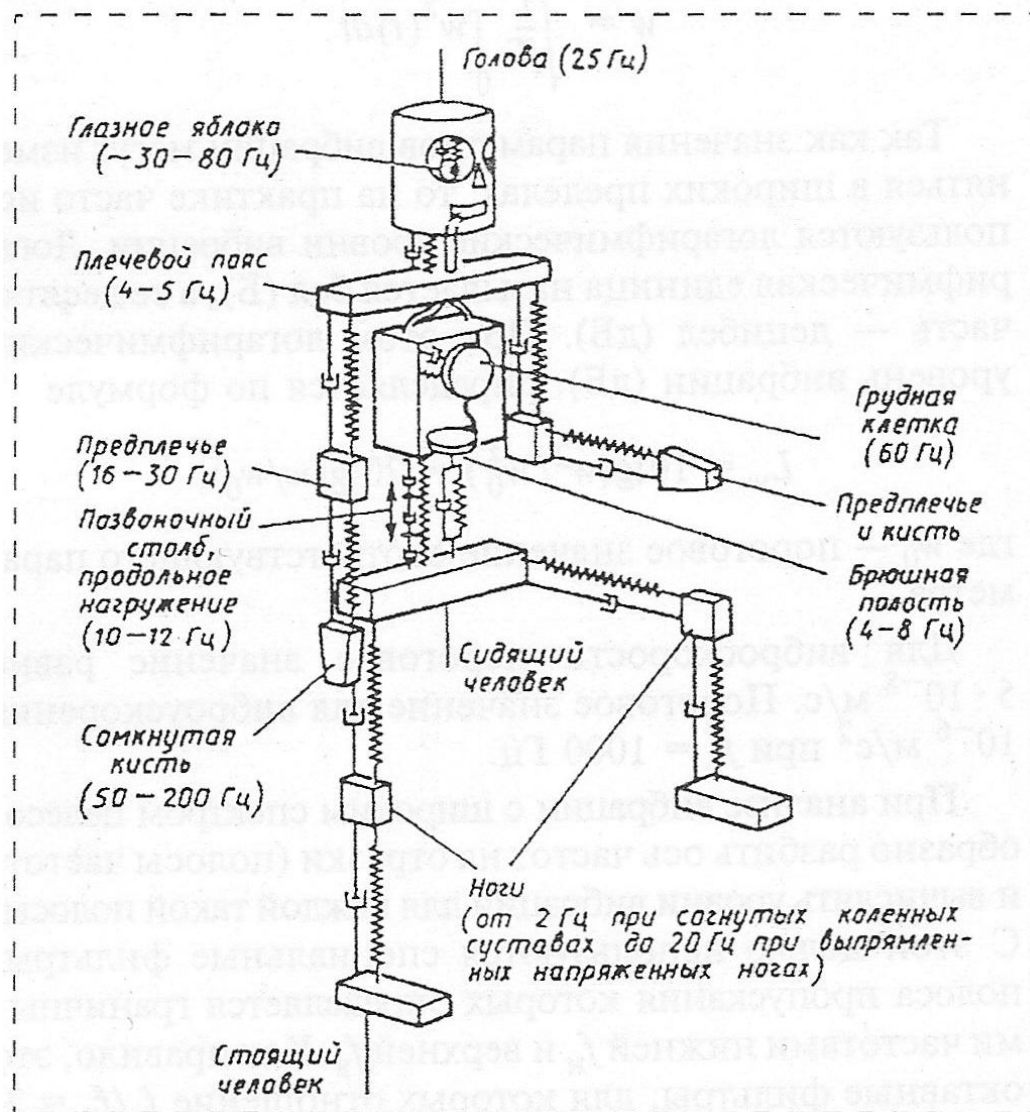
Вертикальная - направленная
перпендикулярно опорной поверхности;

Горизонтальную - действующая в
плоскости, параллельной опорной
поверхности.

Симптомы и частотные диапазоны вредного воздействия вибрации на человека

Симптомы действия вибрации	Частота, Гц					
	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4
Укачивание	■					
Резонансные колебания тела		■				
Затрудненное дыхание		■				
Влияние на зрение		■				
Влияние на сердечно-сосудистую систему			■			
Ухудшение координации рук и опоры на ступни		■				
Ухудшение качества работы человека — оператора		■				
Нагревание тканей, разрушение клеток					■	

Модель тела человека и резонансы отдельных его частей



Вибрационная болезнь

Симптомы вибрационной болезни многогранны и проявляются в нарушении работы сердечно-сосудистой и нервной систем, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций опорно-двигательного аппарата

Доля заболевших вибрационной болезнью (%) в зависимости от профессии и стажа работы

Профессия	Доля заболевших, %, при стаже работы, лет				
	5	10	15	20	25
Слесарь	0	0	4	21	54
Формовщик	0,5	2,3	14	40	72
Обрубщик	0	11	49	86	89

Параметры вибрации:

- Амплитуда колебаний
- Виброускорение a (м/с²)
- Виброскорость v (м/с)
- Виброперемещение u (м)

Гармонический закон колебаний:

$$w(t) = A_w \cos(\omega t + \varphi)$$

где A_w, φ — амплитуда и фаза колебаний;
 ω — круговая частота, рад/с; $\omega = 2\pi f$, f -
циклическая частота, Гц.

Если виброскорость изменяется по гармоническому закону с амплитудой A , то этому закону будут подчиняться и два других параметра. При этом амплитуды виброускорения A_a и виброперемещения A_u связаны с амплитудой виброскорости A_v соотношениями:

$$A_a = \omega A_v \quad A_u = A_v / \omega$$

Логарифмические уровни вибрации:

- Логарифмическая единица называется бел (Б), а ее десятая часть — децибел (дБ).

Логарифмический уровень вибрации (дБ), определяется :

$$L_w = 10 \lg(w^2 / w_0^2) = 20 \lg(w / w_0)$$

Где w_0 - пороговое значение соответствующего параметра

При $f_0 = 1000$ Гц, пороговое значение виброскорости составляет $5 \cdot 10^{-8}$ м/с, виброускорения – 10^{-6} м/с²

3. Акустический шум

Акустический шум — беспорядочные звуковые колебания в атмосфере.

Звуковые волны (звуки) - распространяющиеся в окружающей среде и воспринимаемые ухом человека упругие колебания в частотном диапазоне от 20 Гц до 20 кГц.

3. Акустический шум

Шум оказывает влияние на весь организм человека.

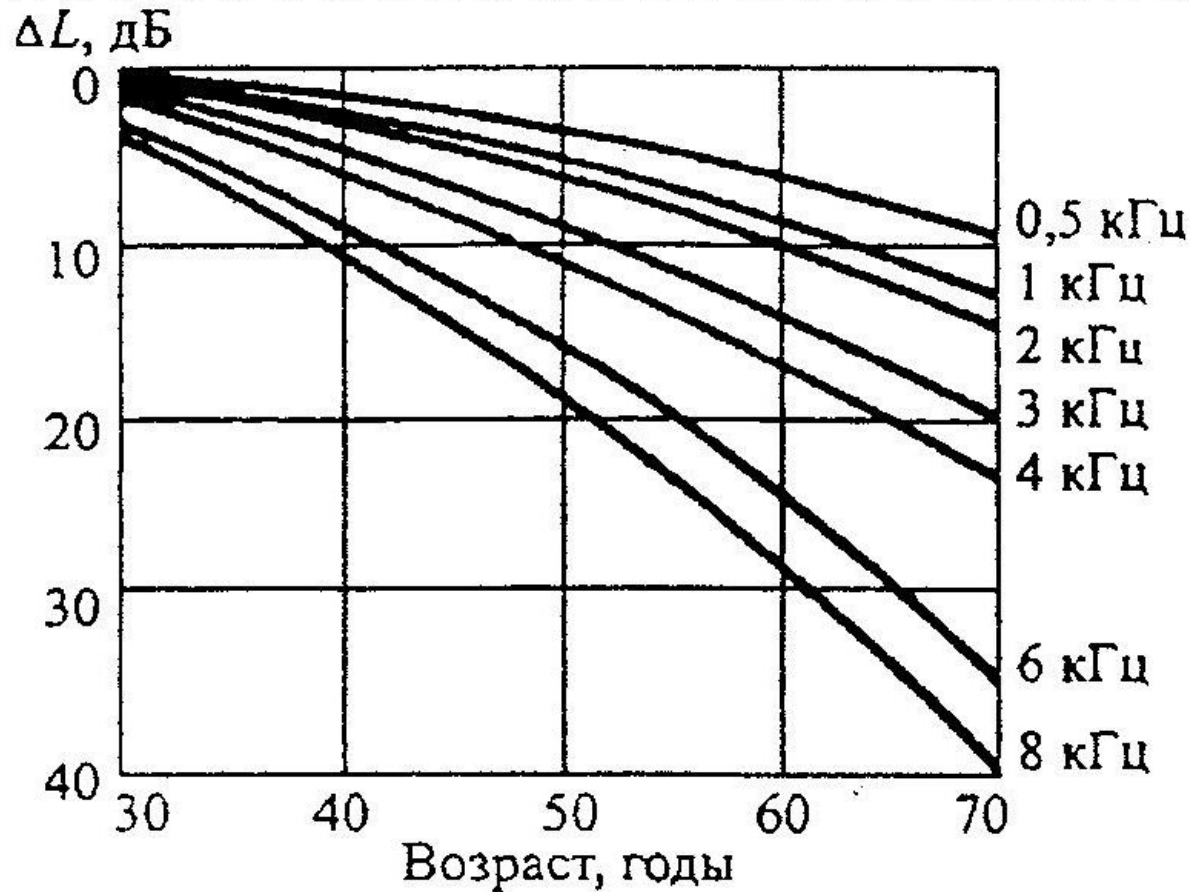
Шум с уровнем звукового давления:

- до 30...35 дБ - привычен для человека, не беспокоит;
- до 40...70 дБ - нагрузка на нервную систему, ухудшение самочувствия, при длительном действии может быть причиной неврозов.
- свыше 75 дБ - может привести к потере слуха — профессиональной тугоухости
- более 140 дБ - возможен разрыв барабанных перепонки, контузия
- более 160 дБ - смерть.

Влияние шума на работающих

Параметры	Эквивалентный уровень звука, дБА									
	80	90	90	90	100	100	100	110	110	110
Стаж работы, лет	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25
Доля заболевших тугоухостью, %	0	4	14	17	12	37	43	26	71	78

Потеря слуха на разных частотах в зависимости от возраста



3. Акустический шум

Скорость звука (c) - скорость с которой распространяется звуковая волна, (м/с).

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

где ρ — плотность среды, кг/м³ ; K — модуль объемной упругости среды, Па. В воздухе при температуре 20 °С скорость звука составляет 340 м/с.

3. Акустический шум

Колебательные движения характеризуются:
частотой и периодом колебаний T .

$$T = 1 / f$$

Длина волны - пространственный интервал
повторения волновой картины:

$$\lambda = c / f$$

3. Акустический шум

Звуковое поле - область пространства, в которой распространяются звуковые волны.

Звуковое давление (p) - разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде, (Па).

Связь интенсивности звука I (Вт/м²) со звуковым давлением:

$$I = p^2 / (c\rho)$$

Уровень интенсивности звука (дБ) определяют по формуле:

$$L_1 = 10 \cdot \lg I / I_0$$

где I_0 — пороговая интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости на частоте 1000 Гц; $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м².

Уровень звукового давления (дБ) определяют по формуле:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0}$$

где p_0 — пороговое звуковое давление; $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па на частоте 1000 Гц.

Пороговые значения звукового давления и интенсивности звука связаны соотношением:

$$I_0 = \frac{p_0^2}{c_0 \rho_0}$$

Где $c_0 \rho_0$ плотность воздуха и скорость звука при нормальных атмосферных условиях.

Для акустических расчетов используют ***интенсивность***;

Уровень звукового давления — для измерения шума и оценки его воздействия на человека.

Взаимосвязь уровня интенсивности и уровня звукового давления:

$$L_p = L_1 - 10 \cdot \lg \frac{\rho_0 c_0}{\rho c}$$

Суммарный уровень шума, дБ, (несколько источников):

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i}$$

где L_i — уровни звукового давления или уровни интенсивности, создаваемые каждым источником.

Если имеется n одинаковых источников шума с уровнем звукового давления L_p , создаваемым каждым источником, то суммарный уровень шума, дБ:

$$L_{\Sigma} = L_p + 10 \cdot \lg n$$

Шумы

По характеру спектра:

- **тональные** - в спектре которых имеются слышимые дискретные тона
- **широкополосные** — с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

По временным характеристикам:

- **постоянные** - уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА,
- **непостоянные** - для которых это изменение более 5 дБА:
 1. колеблющиеся во времени;
 2. прерывистые;
 3. импульсивные.

Воздействие ударной волны

- *Безопасное:* при давлении 10 кПа и менее;
- *Легкие поражения* (звон в ушах, головокружение, головная боль): при избыточном давлении 20...40 кПа;
- *Поражения средней тяжести* (контузии головного мозга, повреждения органов слуха, кровотечения из носа и ушей): при избыточном давлении 40...60 кПа.

Звуковая мощность

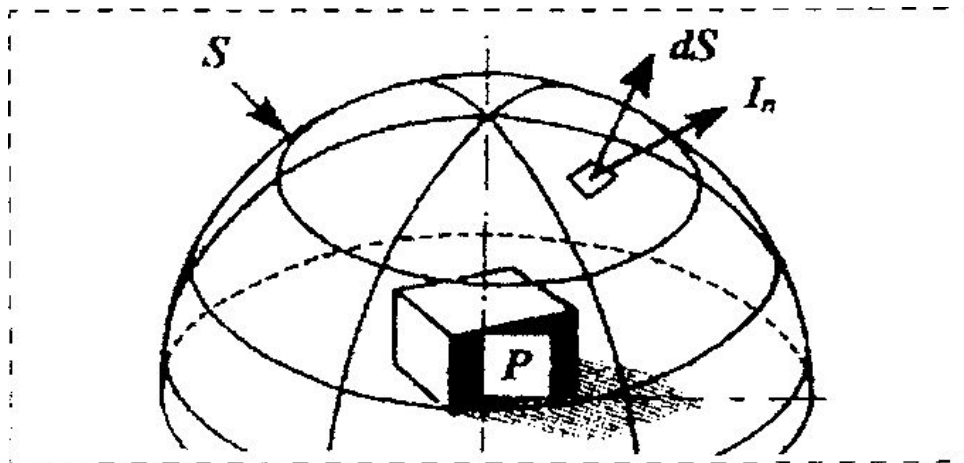
Звуковая мощность источника (P) — это общее количество звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство за единицу времени.

Звуковая мощность

Если окружить источник шума замкнутой поверхностью площадью S , то звуковая мощность P источника (Вт):

$$P = \oint I_n dS$$

где I_n — нормальная к поверхности составляющая интенсивности звука.



Точечный источник шума:

Интенсивность звука на поверхности этой сферы (Вт/м²) можно определять по формуле:

$$I_{cp} = P / 4\pi r^2$$

Фактор направленности (Φ) – показывает отношение интенсивности звука, создаваемой направленным источником в данной точке I , к интенсивности I_{cp} , которую развил бы в этой же точке источник, имеющий ту же звуковую мощность и излучающий звук в сферу одинаково.

$$\Phi = I / I_{cp} = p^2 / p_{cp}^2$$

Шумовые характеристики

1. Уровни звуковой мощности шума L_p в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц;
2. Характеристика направленности излучения шума.

Звуковая мощность

- Уровни звуковой мощности L_p (дБ) установлены по аналогии с уровнем интенсивности звука:

$$L_p = 10 \cdot \lg P / P_0$$

- где P — звуковая мощность, Вт; P_0 — пороговая звуковая мощность; $P_0 = 10^{-12}$ Вт.

Задачи акустического расчета:

- определение шума в расчетной точке по заданным характеристикам источника шума;
- расчет необходимого снижения шума.

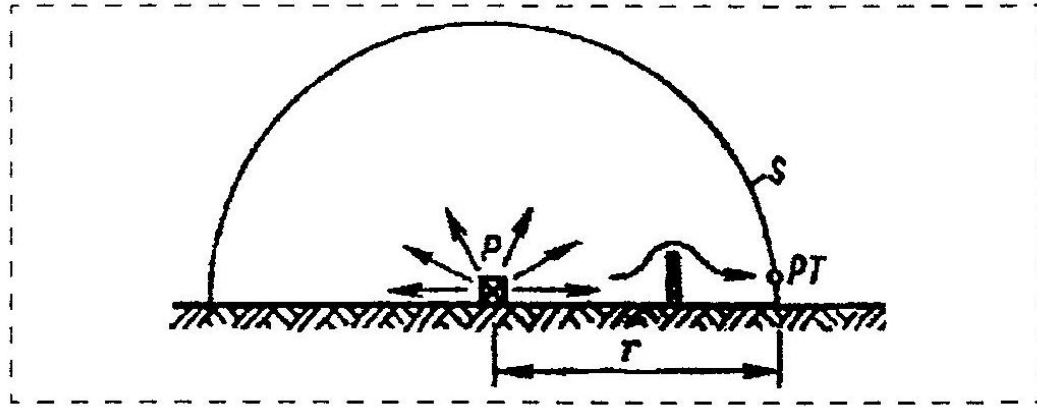
Расчет шума для открытого пространства:

- Интенсивность шума I в расчетной точке (РТ):

$$I = P_k S / (\quad)$$

где S — площадь поверхности, проходящая через расчетную точку, на которую распределяется излучаемая звуковая энергия; в частности, для полусферы это соответствует площади поверхности $S = 2\pi r^2$ (здесь r — расстояние между источником звука и точкой наблюдения); k — коэффициент, показывающий, во сколько раз ослабевает шум на пути распространения; при наличии препятствий и затухания в воздухе.

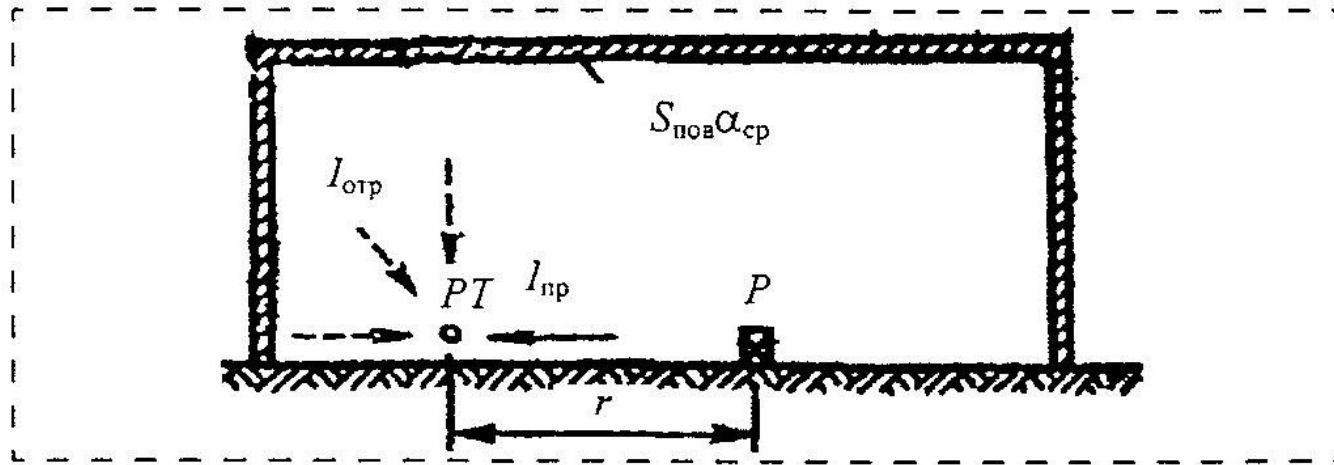
Расчет шума для открытого пространства:



Уровень интенсивности шума L_{on} в расчетной точке открытого пространства:

$$L_{on} = L_p + 10 \lg \frac{S}{S_0} - 10 \cdot \lg \frac{r}{r_0}$$

Расчет шума в помещении:



Интенсивность звука I в расчетной точке помещения складывается из интенсивности прямого звука $I_{пр}$, идущего непосредственно от источника (PT), и интенсивности отраженного звука $I_{отр}$:

$$P \Phi I_{пр} S + I_{отр} P = (B / V) + (4 / V)$$

где B — постоянная помещения

Расчет шума в помещении:

Уровень звукового давления в расчетной точке помещения в логарифмической форме:

$$L_{\Pi} = L_p + 10 \cdot \lg \left(\frac{S}{4r^2} + 1 \right)$$

Соотношение между уровнями звукового давления в расчетной точке для помещения и открытого пространства:

$$L_{\Pi} = L_{O\Pi} + 10 \cdot \lg \left[1 + 4 \frac{S}{4r^2} \right] = L_{O\Pi} + \Delta L_{\Pi}$$

Где ΔL_{Π} — добавка, обусловленная влиянием в расчетной точке отраженного звука (может достигать 15 дБ).

4. Инфразвук

Инфразвук - колебания, не превышающие по частоте 20 Гц — нижняя граница слухового восприятия человека.

Условия возникновения:

- природные источники (обдувание ветром препятствий, извержение вулканов, смерчи, штормы и т.д.)
- работа различных машин и механизмов

4. Инфразвук

Зоны воздействия:

- 1 зона – смертельное воздействие инфразвука при уровнях, превышающих 185 дБ, и экспозицией свыше 10 мин.
- 2 зона – действие инфразвука с уровнями от 185 до 145 дБ, вызывает эффекты опасные для человека.
- Действие инфразвука с уровнями ниже 120 дБ, как правило, не приводит к каким-либо значительным последствиям.