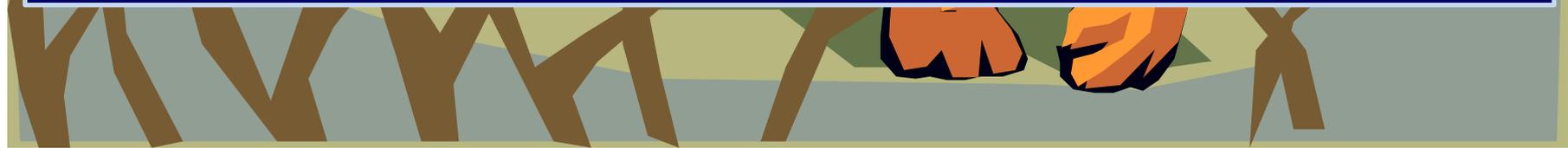




Гигиенические оценки
производственного шума и
производственной вибрации
часть 1

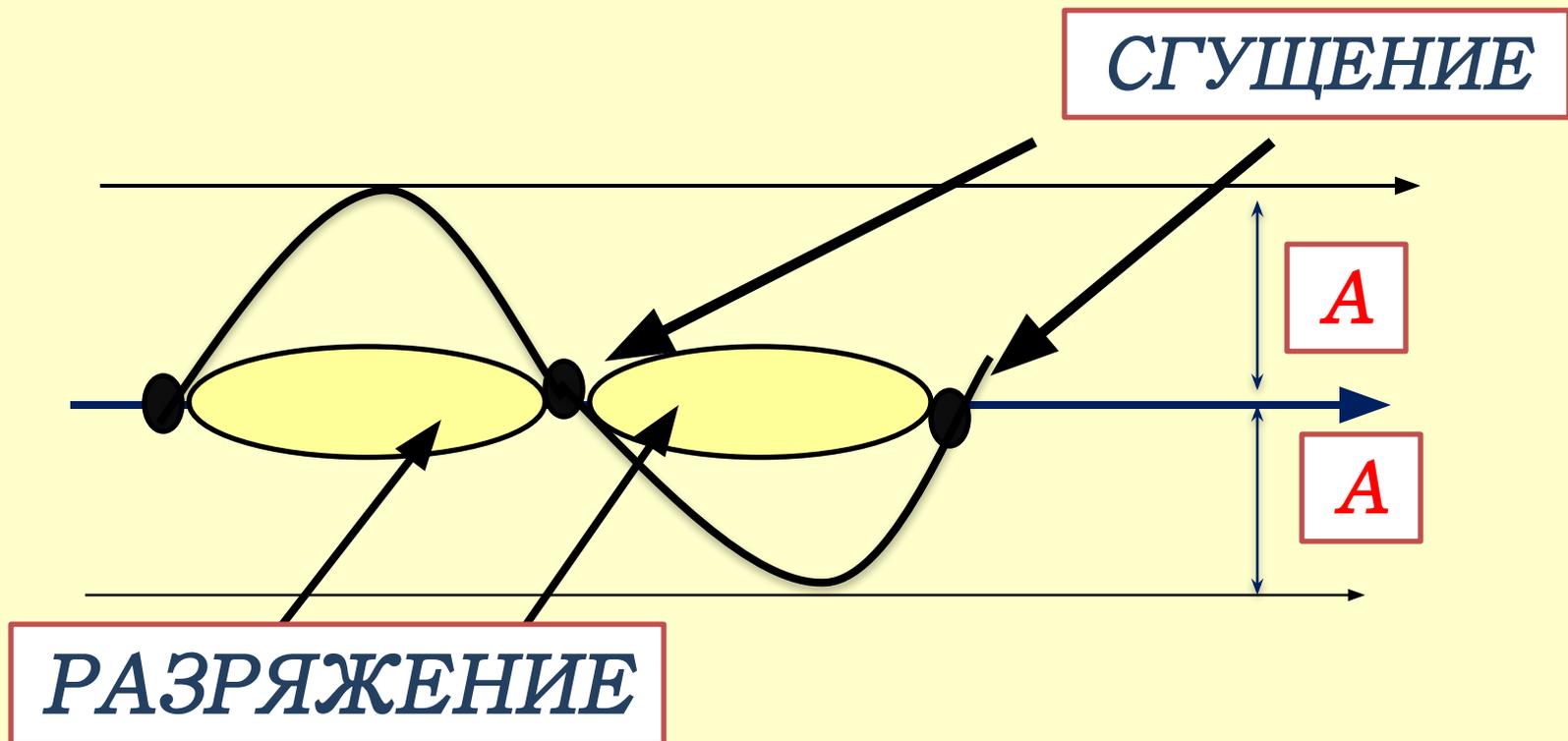


1. Производственный шум - беспорядочное сочетание звуков разной частоты и тональности, вызывающую неблагоприятные последствия для здоровья людей и/или неприятные ощущения у них.
2. Производственная вибрация - колебания упругих механических систем, которые передаются на тело (или его части) человека в его трудовой деятельности и вызывают неблагоприятные последствия для здоровья людей и/или неприятные ощущения у них.

3. Уровни производственного шума и вибрации измеряют физическими методами, а оценку результатов проводят по биологическому (физиологическому) эффекту.

4. Поэтому для оценки вредности и опасности действующих уровней шума и/или вибрации применяется логарифмическая шкала.

$$\lambda = C : F$$



В науке, технике и обыденной жизни мы имеем дело с разнообразными свойствами окружающих нас тел. Эти свойства отражают процессы взаимодействия тел между собой и их воздействие на наши органы чувств. Для описания (оценки) свойств нужны критерии (меры). Физические величины являются разновидностью такой меры. Их задача измерить то или иное физическое явление (свойство). Для того чтобы дать меру физической величине, устанавливают её единицу – исходную точку отсчёта. **Единица отсчёта определённой физической величины представляет собой значение данной величины, которое по определению считается равным единице + 1.0.**

Из представленных рисунков должны отметить следующее.
Распространение звуковой энергии происходит волнообразно, через серию сгущений и разрежений среды (воздуха). В этих точках изменяется величина давления воздуха.

Человек различает звук в последовательном восприятии и анализе чередующихся и распространяющихся сгущений и разрежений воздуха (перепад уровней давления)

Если за точку отсчёта взять уровень разности давлений, которое может отдифференцировать ухо, то получим порог слышимости

Порог слышимости, принятый в логарифмической системе исчисления за 1.0, будет тем самым физическим и физиологическим критерием, который позволит оценивать уровни разности давлений.

Длина звуковой волны определена расстоянием её пробега по циклу между положительными и отрицательными амплитудными значениями: “разряжение – сгущение – разряжение - сгущение”. Другой параметр волны - **амплитуда**. Это наибольшее расстояние сдвига частицы воздуха (точки) от первоначального положения.

Частота колебаний определена количеством таких сдвигов (числом “сгущений и разрежений” в данной точке) за единицу времени. Разность давлений в точках сгущения и разряжения воздуха определяет параметры интенсивности звука и звукового давления.

- **Звуковая энергия.** Любой объем среды, в которой распространяются волны, обладает энергией, складывающейся из кинетической энергии колеблющихся частиц и потенциальной энергии упругой деформации. Звуковая энергия, как и любая другая энергия измеряется в джоулях (Дж).
Плотность звуковой энергии. Звуковая энергия, отнесенная к единице объёма среды, называется плотностью звуковой энергии. Размерность единицы - джоуль на кубический метр (Дж/м³).

- **Интенсивность звука (сила звука).**
Средняя по времени энергия, переносимая за единицу времени звуковой волной через единичную площадку, перпендикулярную направлению распространения волны, называется интенсивностью или силой звука. **Интенсивность звука измеряется в ватт на квадратный метр ($\text{Вт}/\text{м}^2$) или в децибелах (дБ).**
- **Почему силу звука измеряют в двух разных единицах?**

Звуковая мощность (поток звуковой энергии).

Волны, распространяющиеся в среде, переносят с собой энергию. Энергия, переносимая в единицу времени через данную площадку, перпендикулярную направлению распространения, определяет величину, называемую потоком звуковой энергии или звуковой мощностью.

Мощность, в общем смысле слова, это характеристика быстроты совершения работы. Может измеряться в ватах, джоулях/секунду, в зависимости от применяемой системы физических измерений.

Мощность источника звука в реальной жизни находится в очень широких пределах от 10^{-12} до сотен ватт.

Ухо человека не может определять звуковую мощность в абсолютных единицах, но может сравнивать мощность различных источников звука, разницу давлений между сгущением и разряжением. Именно поэтому и учитывая большой диапазон используемой звуковой мощности, для ее определения пользуются логарифмической шкалой, основанной на десятичном логарифме.

Звуковая мощность различных источников

Мощность, Вт	Lp, дБ (относительно 10^{-12} Вт)	Типичные источники звука
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1000000000 [10 ⁹]	200	Стартовый двигатель ракеты
1000000	180	Реактивный самолёт
10 000	160	
100	140	Оркестр из 75 инструментов
1	120	Циркулярная пила по дереву
0.01 [10 ⁻²]	100	Двигатели внутреннего
	90	сгорания
0.001 [10 ⁻³]	80	Норматив для многих работ
0.00001	60	Обычная речь
0.00000001	40	
0,000 000 001	30	Шёпотная речь
0,0000000001	20	
0,000000000001 [10 ⁻¹²]	0	

Распространение звуковой волны вызывает соответствующую деформацию среды, создавая участки сгущения и разрежения воздуха.

Механические деформации в средах, обладающих упругостью, распространяются со скоростью, зависящей от упругих свойств и плотности среды.

Колебания, частоты которых лежат в пределах от 16-20 Гц до 16-20 кГц, воспринимаются слуховым аппаратом человека и, называются звуковыми или акустическими колебаниями. Колебания меньших частот называются инфразвуковыми или инфраакустическими, а больших частот - ультразвуковыми или ультраакустическими.

Болевой порог

16-20 кГц



Средне-геометрические частоты (Гц) в октавных полосах (дБ)

16-20 Гц

(Спектр шума)



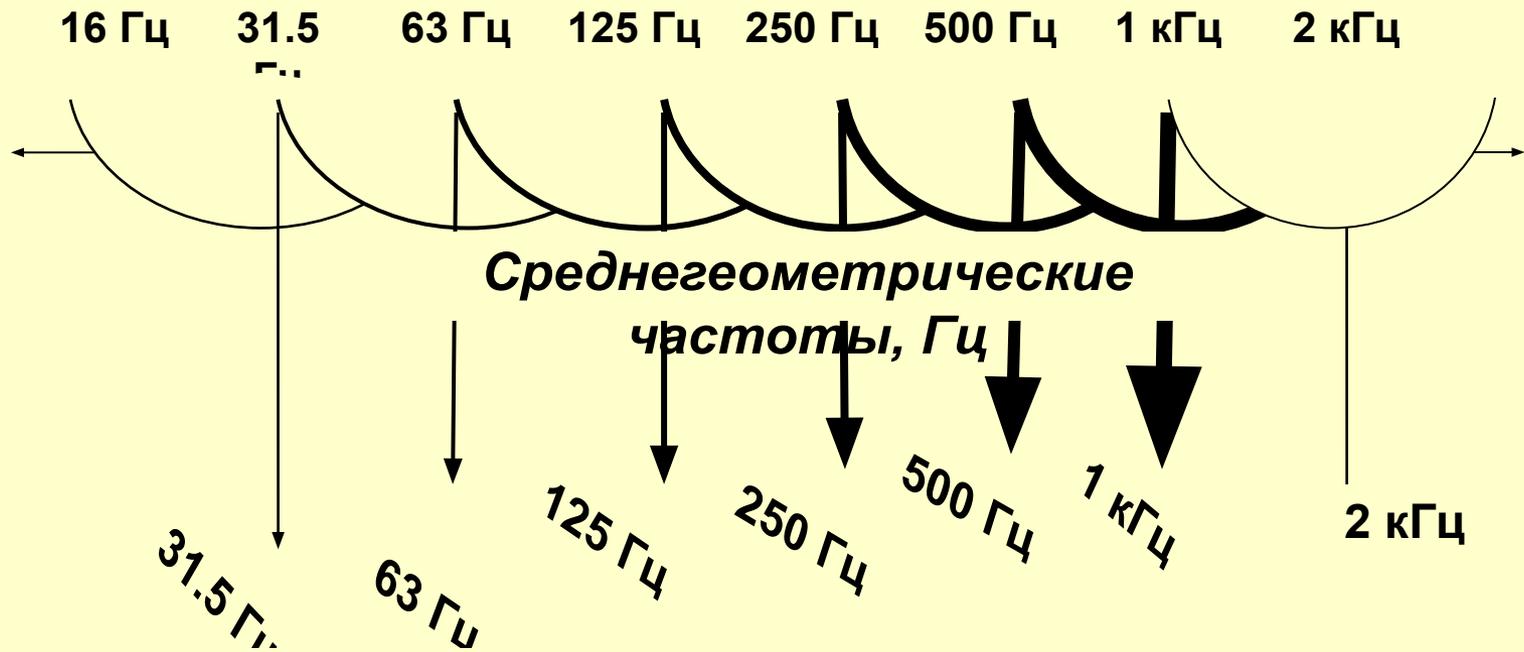
$2 * 10^2$ Па 10^9 Вт **Pa**

$$\text{дБ} = 20 * \text{Lg} \frac{P_a}{P_o} = 20 * \text{Lg} \frac{2 * 10^2 \text{ Па}}{2 * 10^{-5} \text{ Па}}$$

$2 * 10^{-5}$ Па 10^{-12} Вт **Po**

Порог слышимости

Октавные полосы

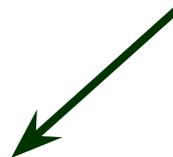


Пересечение областей октавных полос и
среднегеометрические частоты
(при интервале разбиения спектра 1 : 2)

Гигиеническая классификация производственных шумов

**Постоянные (до
5 дБ(А))**

**Не постоянные
(более 5 дБ(А))**



Колеблющиеся - уровень звука непрерывно изменяется во времени,

Прерывистые - уровень звука резко падает до фонового уровня, интервал превышения фона > 1 сек,

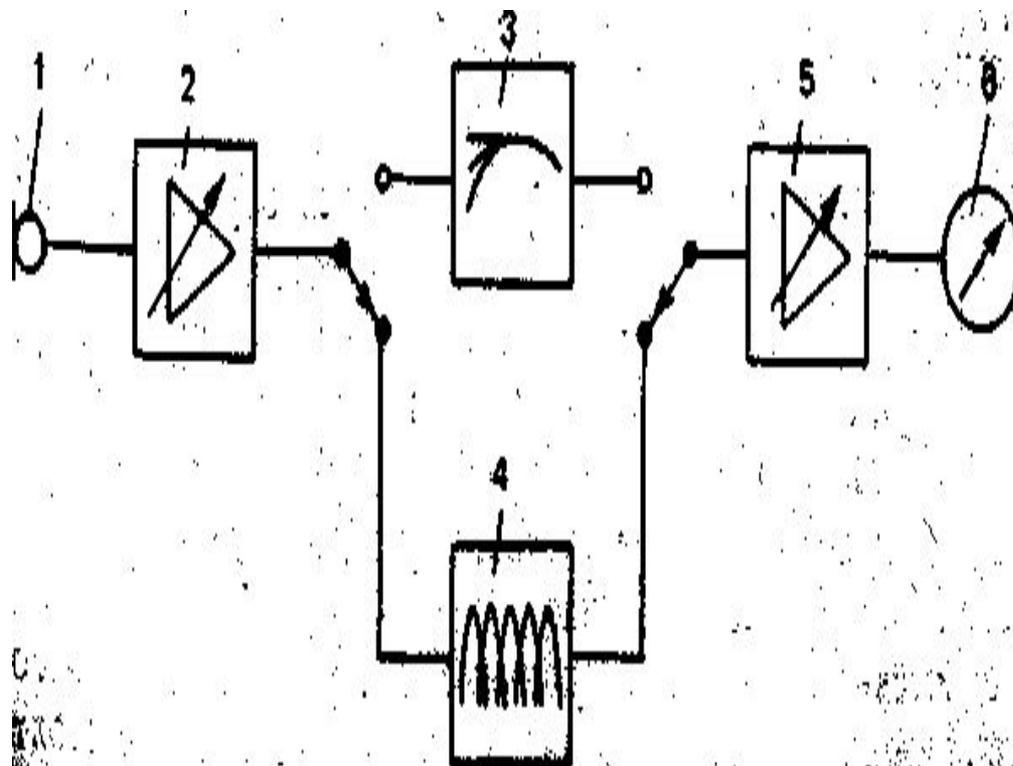
Импульсные - чередование звуковых сигналов < 1 сек

По характеру спектра

Широкополосные

Тональные

1. Микрофон;
2. Входной усилитель с регулятором;
3. Частотные характеристики А, В, С;
4. Переключаемые октавные фильтры;
5. Выходной усилитель с регулятором;
6. Измеритель-индикатор



Блок-
схема
шумомера

Производственный шум измеряют с физических позиций, а оценивают с медико-биологических (гигиенических) представлений.

Субъективные ощущения шума не соответствуют физическим данным. Так, шум любой из нас может охарактеризовать по громкости, тембру, тональности, но они не могут быть равны по физическим параметрам.

Особое затруднение представляет то, что ухо человека неодинаково чувствительно к отдельным частотам и прибор, измеряющий физический уровень звукового давления, не может обеспечить надёжной и сравнимой индикации громкости звука.

Показания прибора, не учитывающего неравномерность частотного восприятия звука, могут на уровне в 70 дБ, например, соответствовать еле слышному звуку на низких частотах и громкому звуку на средних частотах.

Для получения показаний измерительного прибора, адекватных восприятию человека, используют систему частотных фильтров.

Они вносят поправки на показания прибора с тем, чтобы обеспечить регистрацию звука сравниваемого со звуком, который может воспринимать человеческое ухо.

Для соблюдения правила адекватности измерения субъективным ощущениям в большинстве современных шумомеров встроены специальные фильтры для шкал **A, B, C**, характеризующих **кривые соответствия**.

Первоначально предполагали, что характеристика **A**, соответствующая кривой равной громкости проходящей через частоту **1 кГц при 40 дБ**, должна использоваться для уровня звукового давления **до 55 дБ**, характеристика **B** - для уровня звукового давления **от 55 до 85 дБ**, характеристика **C** - для более высокого уровня.

Сейчас, шкала **A** используется для всех звуков любого уровня, так как установлено, что между субъективной реакцией и уровнем звукового давления по характеристике **A** существует довольно хорошая согласованность, независимая от специфики наиболее распространенных источников звука. Поэтому большинство стандартов производственного шума основано на шкале **A**.

Однако, шум от двигателей самолётов следует измерять только на шкале С, предназначенной для измерения очень громких звуков и приведения их результатов к приближённому субъективному ощущению.

Запись:

"дБА" – означает, что звук измерен на шкале А.

Точно также и в отношении записей

"дБВ" - шкала В, "дБС". - шкала С.

Субъективное восприятие звука

характеризуется рядом величин, которые могут быть в той или иной степени сопоставлены с некоторыми из объективных параметров, рассмотренных ранее. Человек воспринимает звуки по высоте, тембру и громкости.

Высота звука. Качественная характеристика звука определяется его частотой (F). Разные звуки воспринимаются нами как равноотстоящие по высоте, если равны отношения их частот $F_2 : F_1$.

Отсюда следует понятие "интервала высоты". Он определяется отношением крайних частот соответствующих звуков. Так, например, интервал звука, ограниченный частотами 200 и 500 Гц, равен интервалу звука с граничными частотами 100 и 250 Гц, поскольку $200 : 2 = 100$ Гц, $500 : 2 = 250$ Гц.

Для измерения **интервала высоты** применяется ряд единиц, построенных по логарифмическому принципу.

В музыке основным интервалом является интервал, ограниченный частотами, отношение которых равно двум - октава (**окт.**). Октаву делят на 1000 миллиоктав: $1 \text{ окт.} = 10^3 \text{ мокт.}$

Последовательность тонов, из которых первый и последний образуют интервал в одну октаву, называется гаммой. Напомним, что в музыкальной октаве семь нот (чистых тонов): ДО, РЕ, МИ, ФА, СОЛЬ, СИ. Для получения гармонических музыкальных созвучий требуется, чтобы отдельные промежуточные ступени гаммы (тоны) обладали частотами, относящимися друг к другу, как последовательные небольшие целые числа. Гамма, тоны которой удовлетворяют этому условию, называется чистой или натуральной гаммой..

Тембр звука. Различные звуки даже одной высоты отличаются друг от друга окраской или тембром. Тембр звука зависит от относительной интенсивности дополнительных колебаний обычно более высоких частот, чем основная частота, определяющая высоту звука. Количественных параметров, которые служили бы однозначной характеристикой тембра, не существует. При анализе музыкальных звуков измеряют относительную интенсивность отдельных составляющих. Иначе можно сказать, что тембр определяется видом функции распределения интенсивности (силы) звука по частотам. Практически, тембр – это окраска звука, состоящая из наложения различных волн (энергий) на базовую звуковую волну.

Громкость звука. Восприятие звука зависит от его интенсивности, однако связь эта не является простой и однозначной. Прежде всего, здесь следует указать на то, что чувствительность человеческого уха к звукам разной частоты различна.

Рисунок содержит двойную логарифмическую сетку, на которой построены кривые слышимости в нескольких физических единицах. На шкале ординат слева указаны интенсивности звука в ваттах на квадратный метр ($\text{Вт}/\text{м}^2$), уровни интенсивности в децибелах (дБ). На правой шкале показаны соответствующие звуковые давления в паскалях (Па).

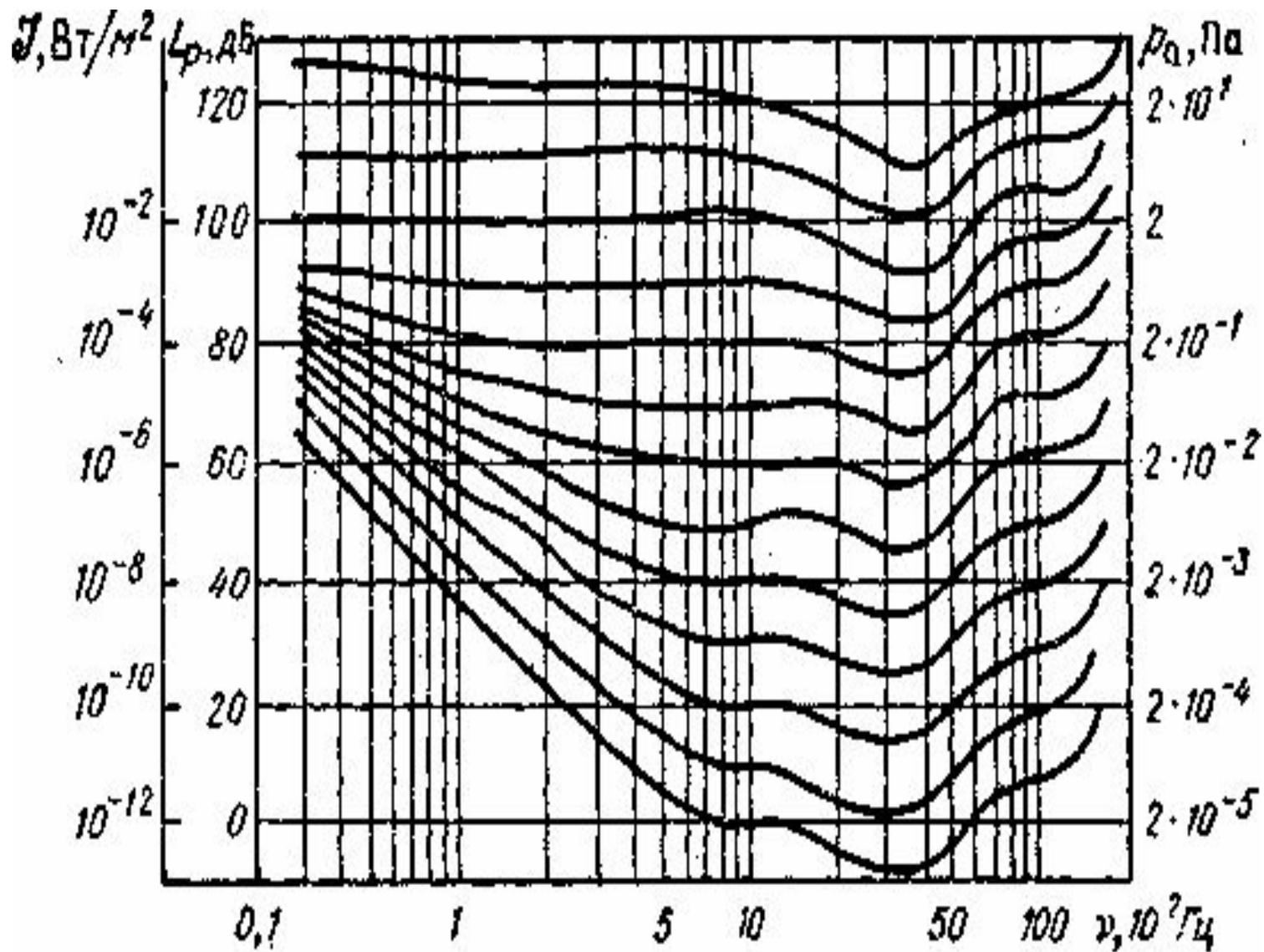


Рис. 25

За нулевой уровень звука принят порог слышимости - минимального восприятия разницы между участками сгущения и разряжения отнесённый к величине атмосферного давления на частоте 1000 Гц. Нижняя кривая – это нулевой уровень различаемого звука, верхняя – порог болевой чувствительности

Кривые, представленные на рисунке, построены таким образом, что каждой из них соответствует **одинаковая громкость воспринимаемых звуков разной высоты.** Из рисунка следует, что если энергетика звукового давления возрастает, то возрастает и громкость звука. Обсуждаемые кривые на частоте 1000 Гц сдвинуты друг относительно друга на 10 дБ. При других частотах разность уровней соседних кривых различна.

Звуки считаются равноотстоящими по громкости, если разности уровней звуков таких же громкостей, на частоте 1000 Гц равны 10 дБ. Поскольку равным интервалам уровня громкости соответствуют разные интервалы уровня интенсивностей, то для характеристики уровня громкости введена специальная единица – "фон". Фон определяется как разность громкости двух звуков данной частоты.

Звуки считаются "равногромкими", если на частоте 1000 Гц они отличаются по интенсивности на 10 дБ. Принимая уровень, соответствующий пределу слышимости, за нулевой, мы можем непосредственно измерять уровень громкости звука в фонах как разность между уровнем громкости данного звука и нулевым уровнем.

Какой шум опаснее: постоянный или непостоянный?

Вопрос задан не корректно, поскольку измеряем энергию переносимую звуковой волной.

Считается, что действие постоянного шума более благоприятно, чем действие непостоянного шума.

Такие представления несколько не корректны, поскольку вредность действия фактора определяет средняя мощность акустического процесса (энергетика звуковой волны) в единицу времени.

Для измерения постоянного шума, который мало меняется во времени, достаточно определить уровень звукового давления, в то время как для любого непостоянного шума необходимы свои методы измерений или расчеты.

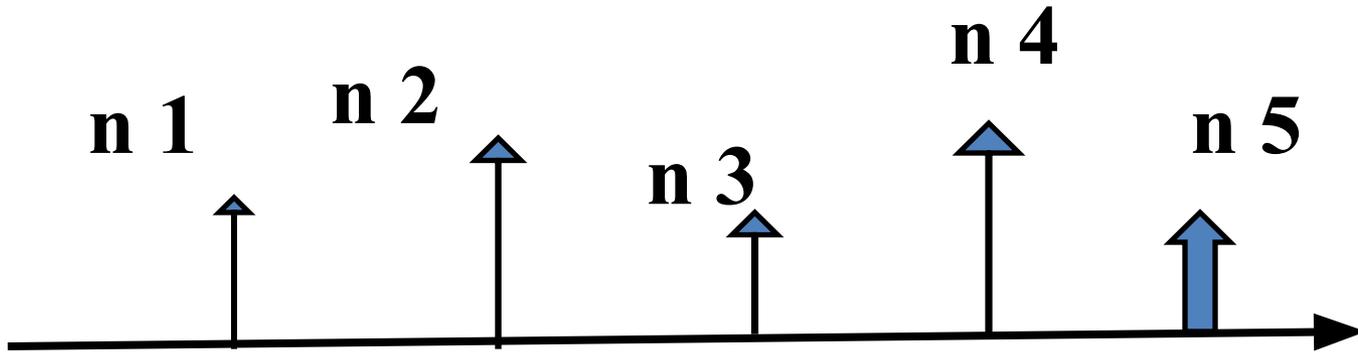
Нижеследующий рисунок сравнивает время действия постоянного и непостоянного (импульсного шума). Видно, что длительность действия импульсного шума во много раз меньше, чем при постоянном шуме.

Постоянный шум



T 1

Не постоянный шум



T 2

$$\mathbf{T\ 1 : T\ 2 = 1 : 5}$$

Эквивалентный (по энергии) уровень звука, LA экв., дБА, непостоянного шума - уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

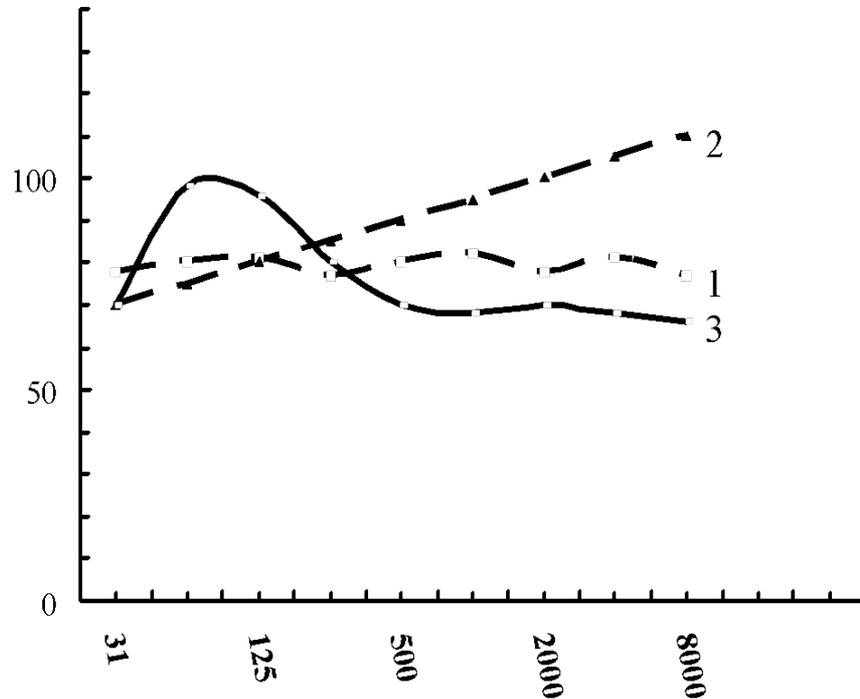
Эквивалентный (по энергии) уровень звука, LA экв., дБА, непостоянного шума - уровень энергии не постоянного шума, который равен энергии постоянного шума в течение определенного интервала времени.

Эквивалентный (по энергии) уровень звука, LA экв., дБА, непостоянного шума - величина равная уровню звука постоянного шума, который имеет такую же энергию.

В современных шумоизмерительных приборах эквивалентный уровень непостоянного шума определяется по шкале дБ(А).

Критерием постоянства производственного шума приняты изменения уровней при замерах по шкале дБА.

Спектральный состав шума по среднегеометрическим октавам частот также характеризует особенности действия шума на человека



Спектры шума от следующих источников:

1. - От электрогазосварки, мягкого железа, обрабатываемого, на токарном станке,
2. - От стали-55, обрабатываемой на токарном станке,
3. - От двигателей внутреннего сгорания.

(По вертикальной оси – проставлены значения интенсивности звука в дБ, по горизонтальной – среднегеометрические частоты октавных полос, Гц)

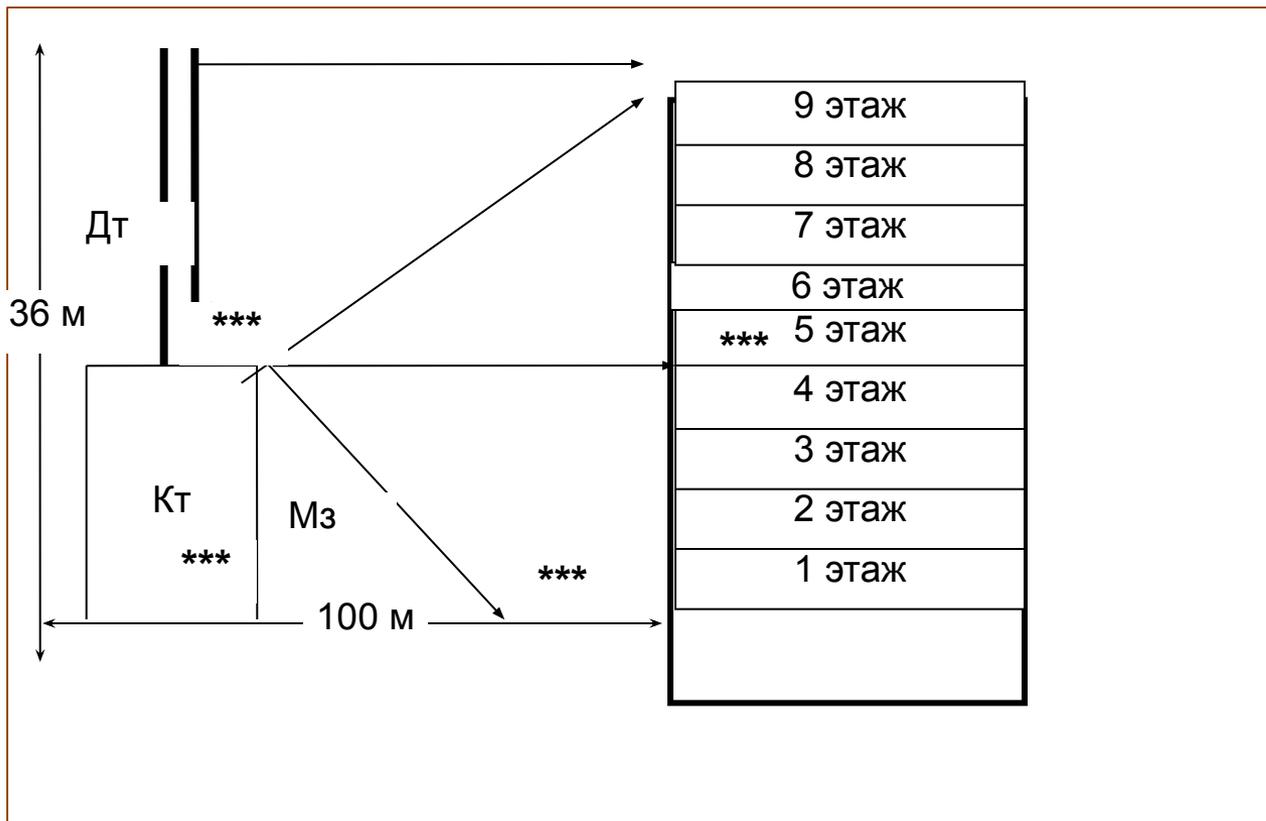
Распределение энергий (интенсивностей звуков) по частотным характеристикам в среднегеометрических октавам зависит от обрабатываемого материала, особенностей работы источников и множества других причин и обстоятельств. Например, специфику спектральной кривой шума двигателя внутреннего сгорания определяет на 60-80% работа поршневой группы.

В большинстве практических исследований ограничиваются замерами общего уровня шума по шкале ДБА, особенно если шум – постоянный во времени. Однако, изучение спектрального состава шума полезно во многих ситуациях.

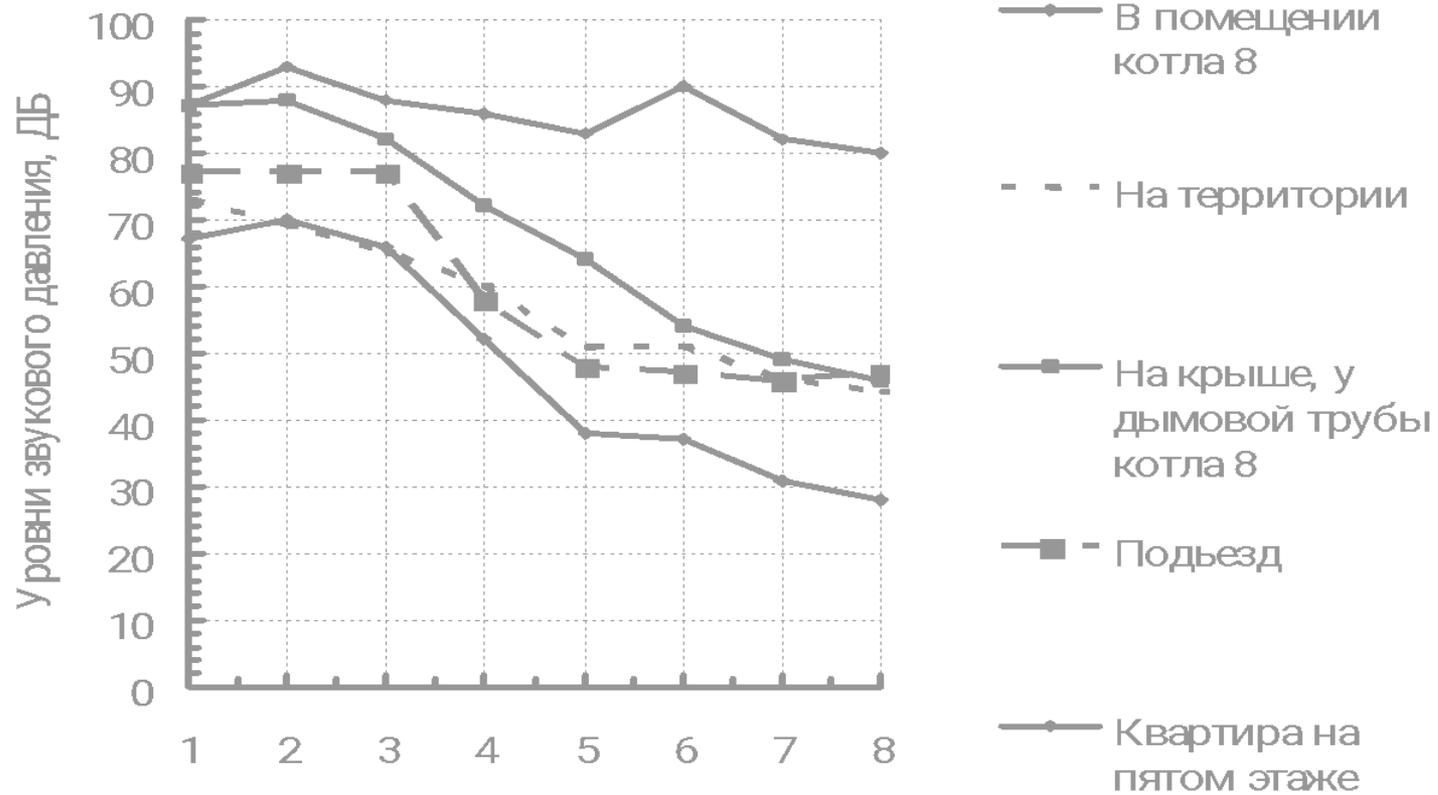
1. Изучение спектрального состава шума необходимо для диагностики профессиональной тугоухости, поскольку в улитке происходит первичный анализ звука. Каждый простой звук (одно изолированное колебание) имеет свой участок на мембране (базилярной основе) улитки. Низкие звуки вызывают колебания ворсинок базилярных участков улитки ее верхушки, а высокие - ее основания
2. Изучение спектрального состава шума также необходимо для проектирования систем шумопоглощения. Наибольшие трудности представляет борьба с низкочастотным шумом.

3. Изучение спектрального состава шума представляет интерес и в плане поиска источников зашумления территории, помещений. Сравнительный анализ спектрального состава может обнаружить источник шума.

В жилом массиве расположена квартальная котельная. В одной части котельной вытяжка направлена на капитальную кирпичную дымовую трубу. От двух котлов (№№ 8 и 9) выброс был направлен на железные дымовые трубы расположенные своим основанием на крыше котельной (на уровне пятых этажей). Высота верхней кромки труб над уровнем грунта – 36 м, диаметр – 3,5 м.



Особенности зашумления жилых домов и территории от дымовых труб котельной



Спектральные характеристики шума от котельной

Распространение звуковой энергии в пространстве предполагает изменение давления в соответствующем объеме по пути следования волны. Изменение давления среды можно измерять различными способами (приборами) и в различных физических единицах:

Ватт - мощность, при которой совершается работа равная 1 джоулю в течение 1 сек..

Паскаль - давление, вызываемое силой 1 н, равномерно распределённое по поверхности площадью 1 м².

При измерениях производственного шума часто возникает два практических вопроса:

- 1. Как определить средний уровень шума в помещении по замерам в нескольких точках?*
- 2. Как определить средний уровень непостоянного по времени действия и интенсивности шума действующий на работника?*

Поскольку, уровни звукового давления, измеряемые шумомером, выражены в децибелах (логарифмах), то суммирование этих уровней подчиняется обычным правилам арифметических действий над логарифмами.

Разность двух складываемых уровней	Величины поправок (добавок)	Группировка поправок (добавок)
0	+ 3	= +3
1	+ 2,5	
2	+ 2,0	= +2
3	+ 1,8	
4	+ 1,5	
5	+ 1,2	
6	+ 1,0	= + 1,0
7	+ 0,8	
8	+ 0,6	
9	+ 0,5	
10	+ 0,4	= + 0,0
15	+ 0,2	
20	0,0	

Представленная таблица содержит поправки на разность слагаемых логарифмических уровней - децибел.

На **первом этапе** вычисляется разность между наибольшим и наименьшим уровнем,

на втором – поправка из таблицы 2 (графы 1 и 2) прибавляется к наибольшему уровню.

Например, разность между двумя уровнями в **78 и 81 дБ равна 3**. Следовательно, к большему уровню (именно к "81 дБ" !!!) надо прибавить 1.8 дБ (по графе 2) и округлить:

а) $81 \text{ дБ} - 78 \text{ дБ} = 3 \text{ дБ}$, поправка по таблице 2 равна $+1,8 \text{ дБ}$

б) $81 \text{ дБ} + 1,8 \text{ дБ} = 82,8 \text{ дБ} \approx 83 \text{ дБ}$.

В случае необходимости суммирования нескольких уровней следует придерживаться принципа: определять разность между наибольшим и наименьшим значением и прибавлять поправку к наибольшему.

Пример: в помещении три источника звука с уровнями **78 дБ, 80 дБ и 84 дБ**.. Необходимо определить средний уровень шума.

1. Вычислим разность наибольших и наименьших значений: **$84 \text{ дБ} - 78 \text{ дБ} = 6 \text{ дБ}$** , поправка Δ по таблице 2 равна **1 дБ**.

2. Добавим к наибольшей величине поправку:
 $84 \text{ дБ} + \Delta = 84 \text{ дБ} + 1 = 85 \text{ дБ}$,

3. Вычислим разность между полученной величиной 86 дБ и оставшимся уровнем: **$85 \text{ дБ} - 78 \text{ дБ} = 7 \text{ дБ}$,**

из таблицы 2 поправка $\Delta = 0.8 \text{ дБ}$,

4. Прибавим поправку к 86 дБ:

$86 \text{ дБ} + 0.8 \text{ дБ} = 86.8 \text{ дБ}$. Округлив, получим **87 дБ**, что и характеризуют средний уровень шума в помещении.

В стандартах измерения шума прошлых лет и действующих документах содержится примечание, смысл которого заключён в возможности вычисления средней величины слагаемых уровней при разности до 5-7 дБ. Это ошибочное утверждение, что и покажем на следующем примере.

Даны два уровня звука **80 дБ** и **84 дБ**. Разность в **4 дБ** требует поправки **+1**. Следовательно, суммарный уровень шума **84 дБ + 1 = 85 дБ**.

Сложим уровни как рекомендует примечание, а затем вычислим среднюю величину: **80 дБ + 84 дБ = 164 дБ**, среднее: **164 дБ : 2 = 82 дБ**, что не соответствует результату общепринятого способа.

В практической работе расчёт средних уровней шума в помещении с большим количеством источником звука требует много времени. Рекомендуем способ приблизительного расчёта – устного счёта.

Для этого поправки в таблице мысленно разбиваются на четыре группы (как показано в графе 3 обсуждаемой таблицы – разными оттенками серого цвета): **разность 0 - поправка $\Delta = + 3$,**

разность от 1 до 3 - поправка $\Delta = + 2$,

разность от 4 до 8 - поправка $\Delta = + 1$.

Разность больше 9 предполагает нулевую поправку, поскольку дробной величиной меньше 0.5, можно пренебречь.

Указанные интервалы следует запомнить вместе с поправками и, затем применять для устного сложения логарифмов характеризующих шум.

Так, например, устно сложив уровни 87 и 89 дБ, получим 91 дБ, поскольку поправка для разности в интервале от 1 до 3 равна 2. Сложение по таблице с последующим округлением даст тот же результат:

а) $89 \text{ дБ} - 87 \text{ дБ} = 2 \text{ дБ}$, поправка по таблице 2 равна $+2 \text{ дБ}$

б) $89 \text{ дБ} + 2 \text{ дБ} \approx 91 \text{ дБ}$.

Округление необходимо потому, что в реальных производственных условиях точность измерений зависит не только от чувствительности штатных приборов, но и от множества переменных и постоянных причин и обстоятельств.

Звуковая волна переносит энергию. При распространении в какой-то среде (например, в воздухе) волна теряет часть своей энергии (трение, импеданс).

Для свободного пространства существует закон потери энергии звука в обратной пропорции квадрата расстояния от источника:

$$I = \frac{I_0}{R^2}$$

I - звуковая энергия источника

I_0 - энергия волны на расстоянии R^2 от источника

R - расстояние от источника

Точечный источник - излучатель размеры которого меньше выделяемой длины волны.

Линейный источник - излучатель размеры которого протянуты в пространстве и зачастую, больше испускаемой длины волны.

Уровень звука, создаваемый точечным источником на соответствующем расстоянии, в однородной среде без поглощения (свободном поле) снижается с удвоением расстояния от излучателя на 6 дБ.

При линейном источнике снижение исходного уровня происходит на 3 дБ.

При сферическом излучателе потеря энергии звуковой энергии в однородной среде без поглощения, описывается формулой:

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

Где:

ΔI - величина снижения шума от расстояния, P - звуковое давление (Па), π - число “ПИ”, равное 3.14..., R^2 – квадрат расстояния от излучателя звука.

Постановка задачи: Определить значения звуковой энергии (уровня шума) в точке расположенной на заданном расстоянии от источника шума.

Примеры:

Газофракционирующая установка, здание которой равно 20 м (линейный источник) расположена на расстоянии X метров от объекта. Исходный уровень создаваемого шума 100 дБА. Определить интенсивность шума на расстоянии X метров от установки.

2. Определить интенсивность шума на X расстоянии от источника и проникновении его в помещение через легко снимаемые конструкции (оконные проёмы)

Ослабление шума (звука) обратно пропорционально квадрату расстояния.

Зная, данное правило, сравнительно легко вычислить точку (радиус) в которой звук окажется ниже нормативного уровня или совсем исчезнет.

Уровень звукового давления (дБ), создаваемого точечным источником на расстоянии R (м) от него, в однородной среде **без поглощения** и вдали от препятствий, равен:

$$L(R) = L_p + 10 \lg F - 20 \lg R - 10 \lg Q$$

В формуле: $L(R)$ – искомый уровень звукового давления (ДБ)

L_p – Уровень звуковой мощности источника (дБ),

F – Фактор направленности источника,

Q – Пространственный угол излучения ($10 \log 4\pi = 11$). Если $Q = 4\pi$ - то это пространственный угол (в стерадианах) в котором излучается звук ($10 \log 4\pi = 11$). Неравномерность излучения звука источником оценивают коэффициентом направленности F (отношение интенсивности звука, создаваемого в свободном поле для данной точки сферы к средней интенсивности звука на поверхности той же сферы).

Звуковые волны в атмосфере, затухают вследствие поглощения акустической энергии из-за: теплопроводности воздуха, его вязкости и молекулярной диссоциации. Гашение энергии определяется алгоритмом:

$$\Delta L = \frac{B * R}{1000} \text{ (дБ / км)}$$

Где: B – коэффициент поглощения звука в воздухе, дБ /километр (справочная величина), 1000 – пересчёт километров в метры, R (м) – расстояние от источника в метрах, ΔL – снижение звуковой мощности в заданной, расчётной точке (по среднегеометрическим октавам).

Коэффициенты поглощения звука в воздухе (В, Дб / км)

Уровни звукового давления ДБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)									Эквива - лентный уровень ДБА	Мак - симал. уровень ДБА
31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
При температуре 30 ⁰ С и относительной влажности воздуха 40 %, на открытой местности										
-	-	0,3	1,2	3,6	7,2	12	27	83	-	-
Для ординарных окон с силикатными стёклами (3 мм)										
13	17	21	25	29	33	31	22	22	-	-

Величины коэффициентов поглощения звука в воздухе можно найти в различных справочниках по акустике или на сайте акустического института.

Значения ΔL в октавных полосах зависят от формы спектра источника прямым образом, но нелинейно зависят от расстояния R (м). Ошибка при таком расчёте, как правило, не превышает 0.5 ДБ до тех пор, пока произведение расстояния в километрах на квадрат частоты (в КГц) не превысит 5.

Конечный вычислительный алгоритм определяющий уровень звука в заданной точке от источника представляет собой объединение двух последних формул:

$$L_i = L_p - 15 L_g R + 10 L_g F - \frac{R * V}{1000} - L_g Q$$

Где: L_i - октавные мощности звука дБ в расчётной точке.

Сформированный алгоритм обладает очень позитивным свойством:

1. Позволяет оценить гашение звука в свободном поле и учесть сопротивление воздуха для волн разной частоты,
2. Позволяет провести ориентировочный расчёт расстояний, на которых уровень шума по спектральному содержанию снижается до нуля (полное гашение энергии) и/или до предельно-допустимых уровней (ПДУ).
3. Идеология описанных алгоритмов положена в основу компьютерной программы "Эколог-шум"

4. Обсуждаемый алгоритм не противоречит, и полностью соответствует идеологии документа МУК 4.3.2194-07 "Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях"

5. Звуковая волна по мере распространения от источника достигает таких точек (границ), в которых уровни её давления (энергии) становятся равны ПДУ.

6. Для корректного расчёта санитарно-защитной зоны необходимо учитывать рельеф местности, наличие препятствий и множество обстоятельств, изменяющих энергетику волн в разных направлениях. Поэтому чаще всего санитарно-защитные зоны представляют собой окружности неправильной формы, с "ломаными границами".

Определение границ санитарно-защитных зон от источников шума можем произвести по следующей формуле:

$$LR = L_{Ист} - L_{ПДУ}$$

где:

LR - искомый уровень на расстоянии от источника (м),

L_{Ист.} - рассчитанный звук от источника на заданных расстояниях и частотах ,

L_{ПДУ} - нормируемый уровень звука на заданной, соответствующей частоте.

<i>№№ вопроса</i>	<i>Ответы</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
<i>4</i>				
<i>5</i>				
<i>6</i>				
<i>7</i>				
<i>8</i>				
<i>9</i>				
<i>10</i>				
<i>11</i>				
<i>12</i>				
<i>13</i>				

1. Выберите примеры комплексного действия вредных факторов

1.1. Шум и вибрация

1.2. Одновременное воздействие нескольких химических соединений при одном и том же пути поступления в организм

1.3. Воздействие одного и того же химического соединения при разных путях поступления в организм (ингаляционное и накожное действие кислоты)

1.4. Нагревающий микроклимат и тяжёлый физический труд.

2. Физическая основа производственного шума:

2.1. Колебание частиц упругой среды (газы, жидкости, твёрдая среда)

2.2. Колебание механических предметов

2.3. Колебание частиц воздушной среды

2.4. Колебание проводящей среды

3. Единицей измерения интенсивности звука и звукового давления является Бел. Укажите правильное определение понятия этой величины:

- 3.1. Логарифмическое отношение силы звука к пороговой величине ощущения
- 3.2. Отношение акустической частоты 16-20 Гц к частоте 16-20 кГц
- 3.3. Отношение двух произвольных логарифмических уровней
- 3.4. Отношение акустической частоты 16-20 Гц к частоте 16-20 кГц

4. Какие, из ниже перечисленных характеристик, относятся к субъективным параметрам шума:

4.1. Плотность и поток звуковой энергии

4.2. Звуковое давление

4.3. Высота, тембр, громкость звука

4.4. Акустические физические величины

5. В каких единицах измеряется частота колебаний?

5.1. В герцах (Гц)

5.2. В секундах (Сек)

5.3. В метрах (М)

5.4. В децибелах (ДБ)

6. Укажите частотный интервал звуковых колебаний:

- 6.1. От 16 Гц до 15-20 КГц; 6.2. Меньше 16 Гц
6.3. Более 16 КГц; 6.4. От 100 Гц до 300 МГц

7. Замеры шума в трёх точках помещения обнаружили уровни звука: 75, 82 и 78 дБа. Укажите их среднее значение:

7.1. 82 дБА 7.2. 88 дБа

7.3. 78 дБА 7.4. 84 дБа

8. Что такое точечный источник волновых излучений?

8.1. Источник, расположенный в данной точке пространства.

8.2. Это излучатель волны, длина которой меньше его геометрических размеров.

8.3. Это излучатель волны, длина которой больше его геометрических размеров.

8.4. Любая излучающая единица оборудования.

9. Какие производственные шумы относятся к биологически агрессивным?

9.1. Все производственные шумы являются биологически агрессивными.

9.2. Импульсный и тональный шум

9.3. Громкие и высокие.

9.4. Шумы не обладают биологической агрессивностью.

10. Эквивалент непостоянного шума – это:

10.1. Точка, в которой уровни непостоянного и постоянного шума, равны

10.2. Эквивалентный (по энергии) уровень звука, **LA, экв., дБА**, непостоянного шума – это равенство постоянного и непостоянного шума по громкости и высоте.

10.3. Уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

11. Для чего необходимо изучать спектральный состав шума?

11.1. Для уточнения диагноза, расчётов шумопоглощения и поиска источников зашумления.

11.2. Для диагностики тугоухости

11.3. Для конструкторских решений

11.4. Для собственного удовольствия

12. От чего зависит временное индивидуальное снижение порога слышимости у человека не подвергающегося воздействию интенсивного шума?

12.1. От заболеваний

12.2. От возраста

12.3. От биоритмов

12.4. От психофизиологического напряжения

**13. При действии шума на организм
возникают изменения общие и местные.
Что возникает раньше?**

13.1. Общие

13.2. Местные

<i>№№ вопроса</i>	<i>Ответы</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>1</i>			+	
<i>2</i>	+		+	+
<i>3</i>	+			
<i>4</i>	+		+	
<i>5</i>	+			
<i>6</i>	+			
<i>7</i>				+
<i>8</i>		+		
<i>9</i>		+		
<i>10</i>			+	
<i>11</i>	+			
<i>12</i>	+	+	+	+
<i>13</i>	+			

•БЛАГОДАРЮ
•ЗА
•ВНИМАНИЕ !