

## Единицы измерения шума.

Все мы знаем или слышали о такой единице измерения, как Белл (Б) или в 10 раз меньшая единица (она более удобна) – децибел (дБ). Но знаете ли Вы, что децибел не только не единица измерения звука, он вообще не является единицей измерения, во всяком случае, в том смысле, как другие физические величины. Количество заключенной в звуке энергии, интенсивность звука в любой точке можно измерить как поток энергии, приходящейся на единичную площадку, и выразить, например, в ваттах на квадратный метр ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ). К примеру, звук, который может услышать человек в идеальных условиях с идеальным слухом равен  $0,000\ 000\ 000\ 001\ \text{Вт}/\text{м}^2$  или  $10^{-12}\ \text{Вт}/\text{м}^2$ . А максимально громкий звук, который еще может слышать человек примерно  $10\ \text{Вт}/\text{м}^2$ . Это шум рядом пролетающего реактивного самолета. Согласитесь, что разброс в десятки раз неудобен для вычисления. Поэтому было решено, что за эталон мощности было взято  $10^{-12}\ \text{Вт}/\text{м}^2$ . А увеличение этого параметра в 10 раз было названо Беллом. Т.е., если шум реактивного самолета превышает наш эталон в  $10^{13}$  раз, то это и есть 13 Белл или 130 дБ.

Если перейти к логарифму, то  
Уровень интенсивности =  $10 \lg(\text{ИИ}/\text{ЭИ})$  (дБ).

ИИ – измеренная интенсивность

ЭИ – эталонная интенсивность

Нужно иметь ввиду, что при увеличении шума в 2 раза, его уровень в дБ в 2 раза не увеличится, т.к. при удвоении числа его логарифм возрастает на 0,3.

Интенсивность типичных шумов	
Примерный уровень звукового давления, дБА	Источник звука и расстояние до него
160	Выстрел из ружья калибра 0,303 вблизи уха
150	Взлет лунной ракеты, 100 м
140	Взлет реактивного самолета, 25 м
120	Машинное отделение подводной лодки
100	Очень шумный завод
90	Тяжелый дизельный грузовик, 7 м Дорожный перфоратор (незаглушенный), 7 м
80	Звон будильника, 1 м
75	В железнодорожном вагоне
70	В салоне небольшого автомобиля, движущегося со скоростью 50 км/ч; квартирный пылесос, 3 м
65	Машинописное бюро Обычный разговор, 1 м
40	Учреждение, где нет специальных источников шума
35	Комната в тихой квартире
25	Сельская местность, расположенная вдали от дорог

Восприятие звука человеческим ухом представляет собой сложный процесс. Человеческое ухо неодинаково реагирует на звуки с разными частотами. Чувствительность уха заметно увеличивается при частотах от 20 до 1000 Гц. Наибольшей чувствительностью человеческое ухо обладает в диапазоне частот от 1000 Гц до 4000 Гц, где она практически постоянна. После частоты 4000 Гц чувствительность уха снова уменьшается. Чтобы услышать низкий тон с частотой 50 Гц, требуется звуковое давление, в 100 раз превышающее звуковое давление, соответствующее тону с частотой 1000 Гц. Уровень одинаковой громкости звуковых сигналов в фонах на разных частотах не соответствует уровню звукового давления в децибелах и совпадают они лишь на частоте 1000 Гц .

Это открытие сделал Харви Флетчер еще в начале 20 века. Работая в лаборатории Bell System. К Флетчеру обратился сам Альфред Дюпон, у которого был слабый слух. Флетчер решил измерить остроту его слуха, с помощью генератора звука, усилителя и наушников. После чего, Флетчер занялся, в числе прочего, и проблемами людей с пониженным слухом, в свое время оказавшись единственным членом Совета Директоров Американского общества слабослышащих с нормальным слухом. Однажды, к Флетчеру обратился изобретатель звукозаписи Томас Эдисон, который не только изобрел фонограф, но и производил и сам аппарат, и записи для него, проверял качество звучания готовых записей только самолично, через слуховой рожок, и если качество его не устраивало, забраковывал барабан. Оказалось, что у Эдисона слух был, действительно, понижен, но его АЧХ (выражаясь привычным для нас языком) пониженного слуха Эдисона была ровной.

*Интересный факт: после того, как Флетчер обследовал Дюпона, он сделал для него стационарный слуховой аппарат, для полноценного ведения заседаний совета директоров. Аппарат состоял из 2-х микрофонов, 2-х усилителей и наушников. Так появилось стерео. Дюпон был в восторге, ведь теперь звуковая картина была намного четче, было слышно, кто говорит, речь стала разборчива.*

Далее Флетчер в течении десятилетия оставляет тему стереосистем, но именно в эти десять лет он провел гигантские по масштабу исследования, начало которым было положено статьей «Частотная чувствительность нормального уха», а венцом, дожившим без изменений до наших дней, стали кривые Флетчера — Мэнсона, или «кривые равной громкости». Это семейство кривых, показывающих различие уровней интенсивности звука для чистых тонов, кажущихся одинаково громкими.

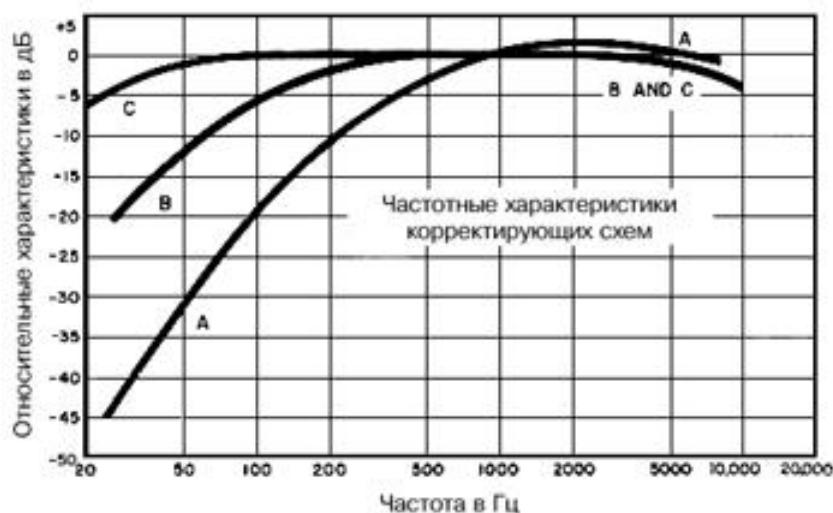
Связь между уровнем звукового давления в децибелах и уровнем громкости в фонах (кривые Флетчера – Мэнсона). Кривые получены путем измерения уровня звукового давления, при котором звук той или иной частоты воспринимается как равногромкий с эталонным тоном частотой 1000 Гц.



На основе контуров одинаковой громкости (точнее, контуров, отвечающих уровням 40, 70 и 100 дБ) было предложено ввести в исследовательскую практику 3 методики частотной корректировки уровней звукового давления для учета особенностей восприятия звука человеком и получения простой одночисловой характеристики вместо полного частотного анализа шума (в октавных или третьоктавных полосах частот) или же дополнительно к нему. Сейчас эти три методики именуются частотными характеристиками коррекции (взвешивания) А, В и С.

Надо заметить, что стандартом стала характеристика А, и результаты измерений уровней звука, скорректированных именно по этой характеристике, фигурируют в подавляющем большинстве нормативных и технических документов. Стандартная частотная характеристика А, приближается к частотной характеристике чувствительности человеческого уха. Характеристика В сейчас не используется, а С находит применение в некоторых отраслях (в частности, при исследовании шума реактивных двигателей и военной техники).

Частотная корректировка:



Соответственно, уровень звука, скорректированный по характеристике А, обозначается, как дБА

***Использована литература:***

**Елютин А.** Прошедшее время. Левый и правый. Стерефония.

**Тупов В.Б.** Снижение шумового воздействия от оборудования в энергетике

**Калинкин Л. А.** Доклады и исследования.

**Виноградов Н. С.** Доклады и исследования.