



## РУКОВОДСТВО ПО АКУСТИКЕ

### Общие определения



## Основные акустические критерии, о которых следует помнить

Обычно три основных акустических критерия определяют, соответствует ли помещение акустическим нормам и рекомендациям, а именно:

- **звукопоглощение** в комнате,
- **звукоизоляция** между помещениями,
- **время реверберации**.

**Как правило, рекомендованные значения относятся к помещениям, в которых наличествует мебель, но нет людей; к помещениям, где офисное оборудование выключено, но функционируют все системы отопления и вентиляции здания.**

Оптимальный акустический климат помещения – это достаточно спокойная среда, однако при этом помещение не становится безжизненным и не теряет своих отличительных свойств.

Подробнее об этом – ниже.

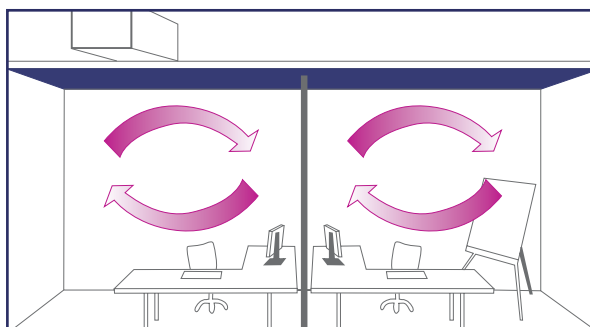


# Акустические характер

## Звукопоглощение в комнате

Любой разговор, звучащий в помещении, порождает звуковые волны определенной энергии. Эти звуковые волны распространяются от источника по направлению к потолку, стенам, полу и к любому предмету в этом помещении. Часть энергии поглощается этими компонентами, остальная энергия отражается.

Если помещение невелико, и при каждом отражении поглощается значительная часть звука, в нем будет тихо, время реверберации – коротким. Напротив, если объем комнаты больше, и при каждом отражении от поверхностей поглощается малая часть звука, помещение будет казаться более «шумным», а время реверберации будет дольше.



## Время реверберации

Этот параметр определяет, как долго сохраняется в помещении угасающий звук; эта характеристика дает нам представление, насколько «живой» или «безжизненной» будет акустика комнаты и насколько тихим или громким будет уровень шума. Для любого помещения, в зависимости от его размера и от того, предназначено ли оно для восприятия речи или звучания музыки, существует оптимальное значение времени реверберации.

Например, время реверберации для звучащей речи не должно быть излишне долгим (0,8 сек., не больше), иначе последующие звуки речи будут накладываться друг на друга, в результате – утрачивается разборчивость речи. Тем не менее, если время реверберации излишне коротко (<0,4 сек.), помещение будет казаться «безжизненным» – комната не поддерживает голос, а это создает трудности в общении, особенно если говорящий обращается к группе слушателей на некотором расстоянии от себя (ситуация, характерная для учебных помещений и переговорных). Для учителей, проводящих занятия в такой «безжизненной» среде по 5–6 часов в день, последствием может стать утомляемость, больное горло и снижение мотивации.

Музыка, напротив, лучше звучит при более длительном времени реверберации, когда последовательные ноты сливаются – в результате достигается полнота тона. Однако при излишне долгом времени реверберации звучание теряет чистоту и становится «грязным»; при слишком коротком времени реверберации звук будет «сухим», будет казаться, что исполнители слишком далеко, а звук утратит «теплоту» и «объем».

Итак, каким бы ни было предназначение помещения, время реверберации должно быть оптимальным – не слишком коротким и не слишком долгим. Избыточное звукопоглощение, когда оно не требуется, так же неприемлемо, как и недостаточное, когда оно необходимо!



# ИСТИКИ

## Звукоизоляция между помещениями

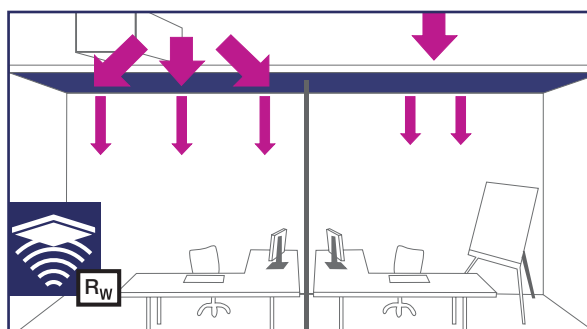
Звукоизоляция – это ослабление звука, передающегося из одного помещения к другому. Что касается подвесных потолков, потолочная пазуха (пространство между плитой перекрытия и собственно подвесным потолком) – важный путь распространения звука.

Ослабление звука зависит от толщины и плотности элементов, препятствующих распространению звуковых волн. Чем тяжелее (толще) этот элемент, тем слабее будет звук, передающийся через него и, следовательно, тем лучше будут его изолирующие возможности.

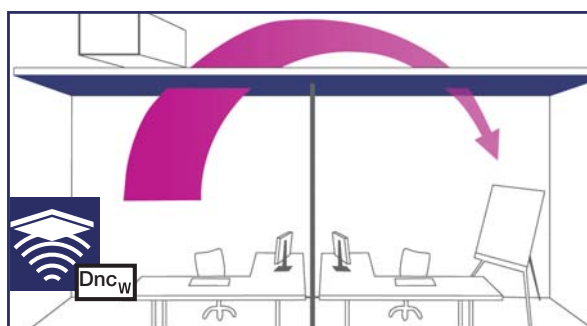
Герметичность стыков также в значительной степени влияет на качество изоляции. Если в элементе или по периметру элемента имеются отверстия или трещины значительного размера, распространение звука улучшится, а потенциальное звукоослабление резко ухудшится. Вспомните, как много звуков проникает через открытое окно.

Подвесные потолки необычны тем, что ослабление проходящего через них звука можно измерить двумя абсолютно различными способами в зависимости от того, где расположен источник звука.

**Индекс изоляции воздушного шума (R или RSI)** – мера ослабления звука, однократно проходящего через потолок. Это происходит, если источник звука расположен в пространстве над потолком или звук передается через пол верхнего этажа.



**Звукоизоляция (Dnc)** – мера ослабления звука, источник которого находится в соседнем помещении, и звук дважды проходит через потолок по общему межпотолочному пространству. В большинстве случаев для подвесных потолков приводится значение их показателей звукоизоляции Dnc (в децибелах).



На практике чаще всего пользуются показателями звукоизоляции, поскольку сплошные подвесные потолки весьма распространены.

Необходимый уровень звукоизоляции зависит от того, какая акустическая среда нужна пользователю, а также от уровня фонового шума в принимающем помещении. Оптимальным подходом к акустическому конструированию будет создание хорошего баланса между звукоизолирующими характеристиками стен и потолков.

Легкие потолочные конструкции обеспечивают недостаточную звукоизоляцию. Поэтому для достижения требуемой звукоизоляции между помещениями важно помнить о значении Dnc подвесного потолка.



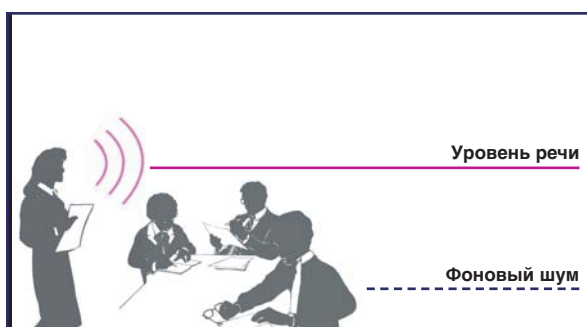
# Для а

## Разборчивость речи: «Я хочу, чтобы меня понимали»

Разборчивость речи необходима для восприятия устных сообщений, как произносимых говорящим, так и воспроизведенных при помощи усилительных систем внутри конкретного пространства.

Мера разборчивости речи определяется национальными и отраслевыми нормативами, но обычно для оценки уровня разборчивости используют соотношение сигнал/шум. Это соотношение определяет разницу (в децибелах) между уровнем речи и фоновым шумом (как ее воспринимает со своего места слушатель).

Для отличной разборчивости речи при восприятии слушателем со своего места рекомендуемая разница составляет минимум 10–15 дБ (если речь идет о людях с хорошим слухом) и 20–30 дБ (для людей с пониженным слухом или при использовании наушников).



Соотношение сигнал/шум = Уровень речи – Фоновый шум (см. Словарь терминов)

### Типичные уровни разборчивости речи, соответствующие соотношению сигнал/шум

Для людей с хорошим слухом	Соотношение сигнал/шум	Для людей с пониженным слухом или при использовании наушников
-	30 дБ	Отличный
-	20 дБ	Хороший
Отличный	15 дБ	Удовлетворительный
Хороший	10 дБ	На грани
Достаточно хорошо	5 дБ	Плохой
Предельно для слуха	0 дБ	Речь звучит неразборчиво
Плохо	- 5 дБ	-
Речь звучит неразборчиво	- 10 дБ	-



# кустического комфорта

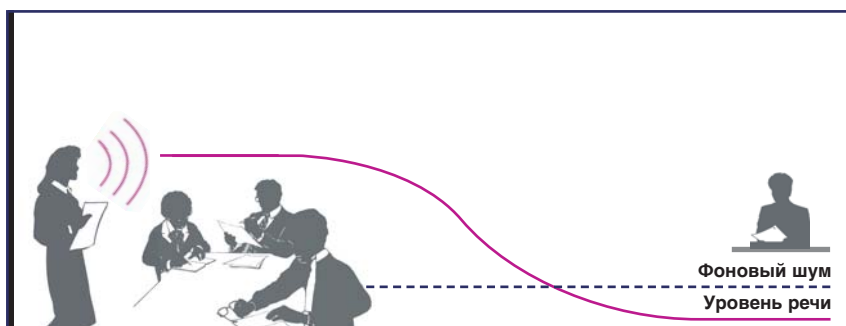
## Акустическая конфиденциальность:

“Я не хочу, чтобы меня слышали посторонние”

Акустическая конфиденциальность определяет, в какой степени разговор не могут услышать посторонние.

Для достижения хорошей конфиденциальности в соседних комнатах необходимо принять во внимание звукоизоляцию между помещениями и уровень фонового шума.

В помещениях открытой планировки отсутствие физических препятствий и сближенность рабочих зон приводит к недостаточной конфиденциальности; эту проблему невозможно решить только за счет традиционных конструктивных методов – следует сконцентрировать внимание на уровне фонового шума.



Чтобы сохранить акустическую конфиденциальность в помещении с открытой планировкой, надо находиться на большом расстоянии от потенциальных слушателей.

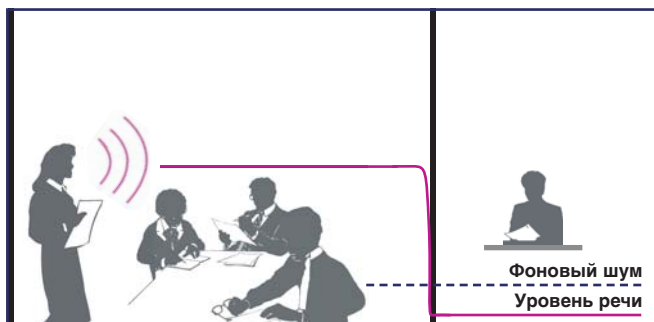
Соотношение сигнал/шум	Уровень акустической конфиденциальности	Результат
Не менее - 10 дБ	Полная конфиденциальность	Слышно, но непонятно
- 5 дБ	Хороший	При определенном усилии можно понять
5 дБ - 10 дБ	На грани/Плохой	Легко понять
Более 10 дБ	Конфиденциальность не обеспечивается	Все понятно

## Концентрация: “Я не хочу, чтобы нас отвлекали”

Нарушить концентрацию могут различного рода звуки: голоса людей, телефонные звонки, гудение вентиляции, щелканье клавиатуры, работающее оборудование, удары, шум машин и взлетающих самолетов...

Постоянный шум не отвлекает до тех пор, пока его уровень и диапазон частот достаточно широк и вполне достаточно пассивной акустической защиты.

Внешний шум, несомненно, будет нарушать концентрацию и, следовательно, должен рассматриваться как еще один важный фактор при проектировании акустически комфортной среды.



Физические барьеры усиливают конфиденциальность коммуникации и сконцентрированность на коммуникации.

## Рекомендуемый подход к акустике помещения для повседневной реальности

Разборчивость речи,  
акустическая  
конфиденциальность  
и концентрация

Акустические стандарты не могут предсказать ни практических результатов, ни субъективного восприятия, – все это связано с условиями работы и с тем, как используется конкретное помещение.

Людям, попадающим в любое помещение (будь то офис, класс, магазин, больница или что-то подобное), требуется:

- разборчивость речи,
- акустическая конфиденциальность,
- концентрация.

В любом функционирующем помещении передача звука варьируется в зависимости от параметров, связанных с источником звука, путями распространения звука и его восприятием.



(Подробнее см. Словарь терминов)



# Словарь терминов

## Усиленная речь

Усиленная речь – результат обработки естественного голоса при помощи ряда аудиокомпонентов (микрофоны и эквалайзеры) перед передачей ее в помещение посредством системы динамиков. Шумовое сопровождение состоит из “назойливого” и “профессионального” источников звука:

## Фоновый шум

Фоновый шум состоит из “внешних” и “рабочих” источников шума:

Назойливые “Внешние” шумы:

- Шумы, проникающие извне, например, звуки машин или самолетов
- Механические шумы

“Рабочие” шумы

- Вентиляторы компьютеров
- Телефонные звонки
- Звуки копировальной машины
- Голоса людей
- Поведение сотрудников (открытые окна для проветривания)

Каждый источник шума может быть как непостоянным (периодическим), так и постоянным (равномерным по времени и частоте). Временный шум, как правило, отвлекает сильнее.

## Частотная характеристика голоса

Частотная характеристика голоса варьируется от 100 до 4000 Гц, однако эти частоты не все в равной степени определяют разборчивость речи.

Большая часть энергии голоса концентрируется ниже 1000 Гц (это спектр частот, где гласные обладают наибольшей энергией. С другой стороны, в частотном диапазоне, превышающем 1000 Гц, большей энергией обладают согласные).

Вклад гласных, хотя они и сильнее согласных, менее значим для обеспечения разборчивости речи.

Поскольку согласные произносятся тише, в помещении их будет маскировать шум, охватывающий широкий спектр частот.

## Слух

Человеческое ухо – сложная “механическая система”, передающая к мозгу информацию звуковой волны. Хотя предполагается, что человеческое ухо воспринимает диапазон частот от 20 до 20000 Гц, на практике это встречается нечасто, поскольку

- возможна постоянная потеря слуха,
- взрослые и дети страдают временной потерей слуха (заболевание),
- возможна прогрессирующая потеря слуха. (Наша способность слышать с возрастом ухудшается. Это может привести к утрате смысла различения, поскольку энергия большинства согласных, необходимых для обеспечения разборчивости речи, относится к более высоким частотам.)

Таким образом, ухо служит звуковым фильтром, который может отрицательно воздействовать на восприятие речи.

## Сигнал

Сигнал – источник звука, который “мы хотим понять” при каждом конкретном положении слушателя и который, как правило, представляет собой

- естественный голос (при разговоре лицом к лицу),
- усиленный голос,
- музыку.

Сигнал представляет собой суммарную количественную оценку уровня звука (в децибелах) от имеющихся источников шума во всем объеме помещения (усредненную по времени и объему).

## Соотношение сигнал/шум

Соотношение сигнал/шум – акустический критерий, выраженный в децибелах, характеризующий разборчивость речи для слушателя, находящегося в конкретной точке помещения.

Уровень сигнала (в децибелах) относится к содержанию сообщения, которое “воспринимающий” или “слушатель” старается понять.

Уровень шума (в децибелах) относится ко всем иным источникам звука, которые воспринимающий не хочет слышать (внешние и рабочие шумы) или которые специально предназначены для сопровождения сигнала – например, искусственно генерируемый фоновый шум для повышения акустической конфиденциальности (звукомаскировка).

Соотношение сигнал/шум представляет собой арифметическую разность между уровнем сигнала (в децибелах) и уровнем шума (в децибелах).

## Система передачи звука

Под системой передачи звука понимается весь процесс передачи от источника к воспринимающему устройству (слушателю); звук может распространяться через воздух, массивные элементы конструкции или посредством электронных систем (или при помощи любой комбинации этих компонентов); система передачи звука учитывает ослабление или усиление уровня звука (в децибелах), которое может происходить при этом.

Компания Армстронг предлагает лучшие акустические решения как активного, так и пассивного характера для любых условий.