

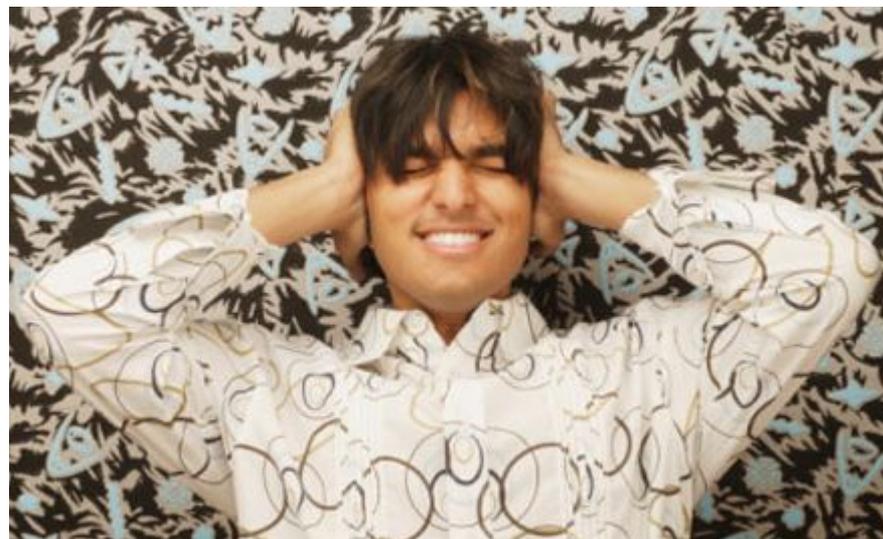
Тема лекции 12. Производственный шум.



План лекции

1. Физические характеристики шума.
2. Действие шума на организм.
3. Классификация шумов.
4. Нормирование шума.
5. Приборы и методы контроля шума на производстве.
6. Методы борьбы с шумом.

Шумом называется
бессистемное
сочетание звуков
различной
интенсивности и
частоты, оказывающих
вредное действие на
организм человека.



Длительная тишина так же вредна для психики человека, как и непрерывный шум. абсолютная повышенный



При проектировании конструкторского бюро в Ганновере архитекторы предусмотрели все меры, чтобы ни один посторонний звук не проникал в здание - рамы с тройным остеклением, звукоизоляционные панели из ячеистого бетона и специальные пластмассовые обои, гасящие звук.

Через неделю сотрудники стали жаловаться, что не могут работать в условиях гнетущей тишины, они нервничали, теряли работоспособность.

Администрации пришлось купить магнитофон, который время от времени включался и создавал эффект «тихого уличного шума».



Установлено, что **большее влияние шум оказывает на людей, занятых умственным трудом, чем физическим.**

Особенно беспокоит человека шум непонятного происхождения, возникающий в ночное время суток.

Шум, создаваемый самим человеком, беспокоит его значительно меньше, чем окружающих.



Многочисленными исследованиями доказано, что **шум снижает производительность труда на промышленных предприятиях на 30%, повышает опасность травматизма, приводит к развитию заболеваний.**

В структуре профессиональных заболеваний в РФ примерно **17% приходится на заболевания органа слуха.**



Физические характеристики шума

По физической природе шумом является всякий нежелательный для человека звук.

Звук обуславливается механическими колебаниями в упругих средах и телах (твердых, жидких и газообразных), частоты которых лежат в диапазоне от **20 до 20 000 Гц**.

Соответственно этому механические колебания с указанными частотами называют звуковыми или акустическими.

Волны с частотами меньше 20 Гц (инфразвук) и больше 20000 Гц (ультразвук) органами слуха человека не воспринимаются.

Шум, как любой звук, характеризуется частотой f , интенсивностью I и звуковым давлением p .

Чем выше частота колебания (f), тем выше тональность шума.

Чем больше интенсивность (I) и звуковое давление (p), тем громче шум.

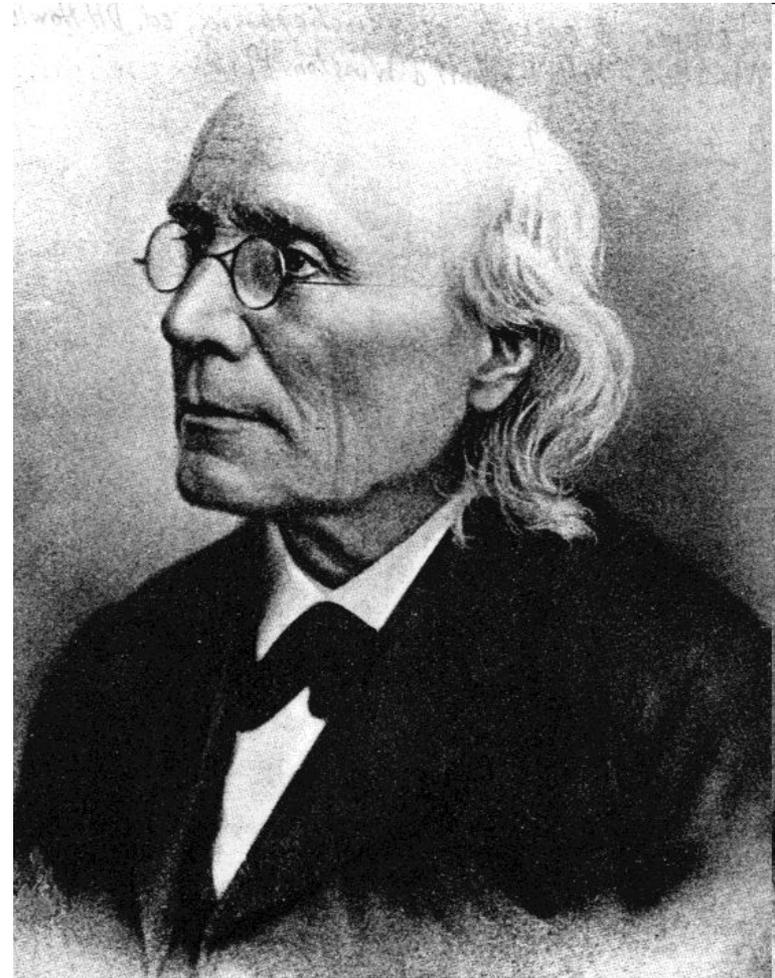
Звуковое давление измеряется в Паскалях ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$).

Ухо человека ощущает звуковое давление $2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$

Интенсивность звука определяется средней по времени энергией, переносимой звуковой волной в единицу времени сквозь единичную площадку, перпендикулярную направлению распространения волны (Вт/м^2).



Вебер (Weber) Эрнст Генрих (1795-1878) — немецкий анатом и физиолог



Фехнер (Fechner) Густав Теодор (1801 — 1887) — немецкий физик, психолог, философ.

Согласно биологическому закону Вебера-Фехнера, выражающего связь между изменением интенсивности раздражителя и силой вызванного ощущения, реакция организма прямо пропорциональна относительному приращению раздражителя. В связи с этим была введена логарифмическая величина — уровень звуковой интенсивности:

$$L = \lg I / I_0,$$

Где I_0 - интенсивность звука на пороге слышимости, принимаемая для всех звуков равной 10^{-12} Вт/м^2

Величина L называется уровнем интенсивности звука и выражается в белах (Б) в честь изобретателя телефона Александра Белла. Ухо человека реагирует на величину в десять раз меньшую, чем бел, поэтому распространение получила единица измерения децибел (дБ), равная 0,1 Б.



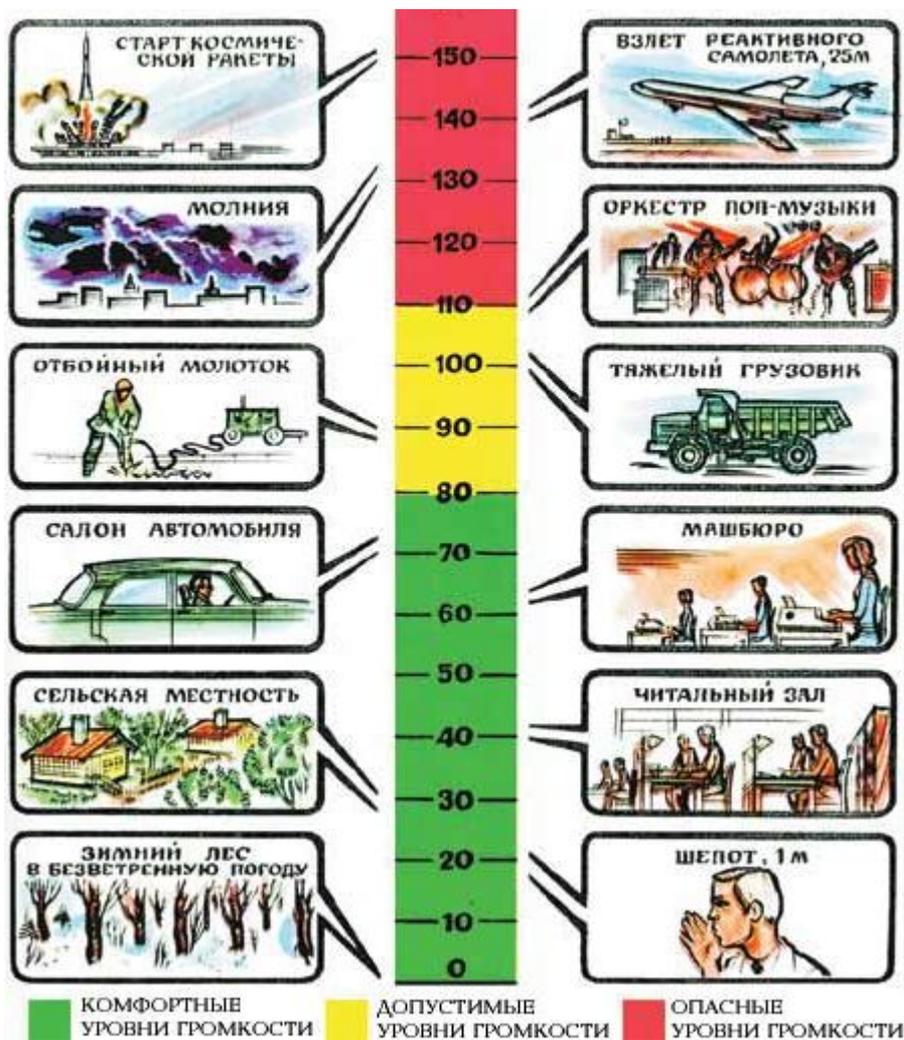
Александр Белл –
изобретатель телефона

Уровень звукового давления равен

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

Где P_0 – пороговое звуковое давление, едва различимое ухом человека, на частоте 1000 Гц составляет $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Использование логарифмической шкалы для измерения уровня шума позволяет получить сравнительно небольшой интервал логарифмических величин от 0 до 140дБ.

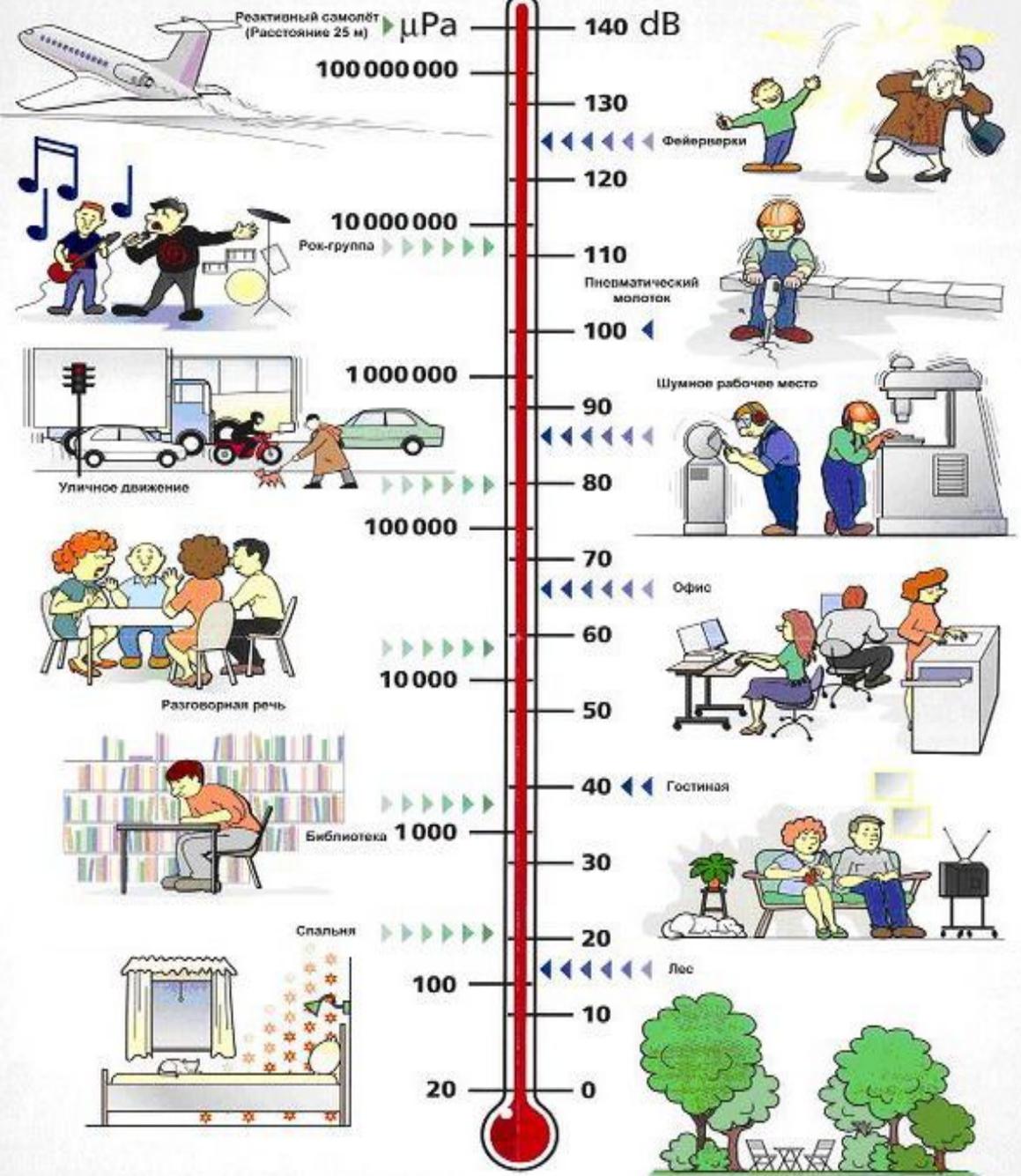


Уровни звукового давления некоторых источников шума:

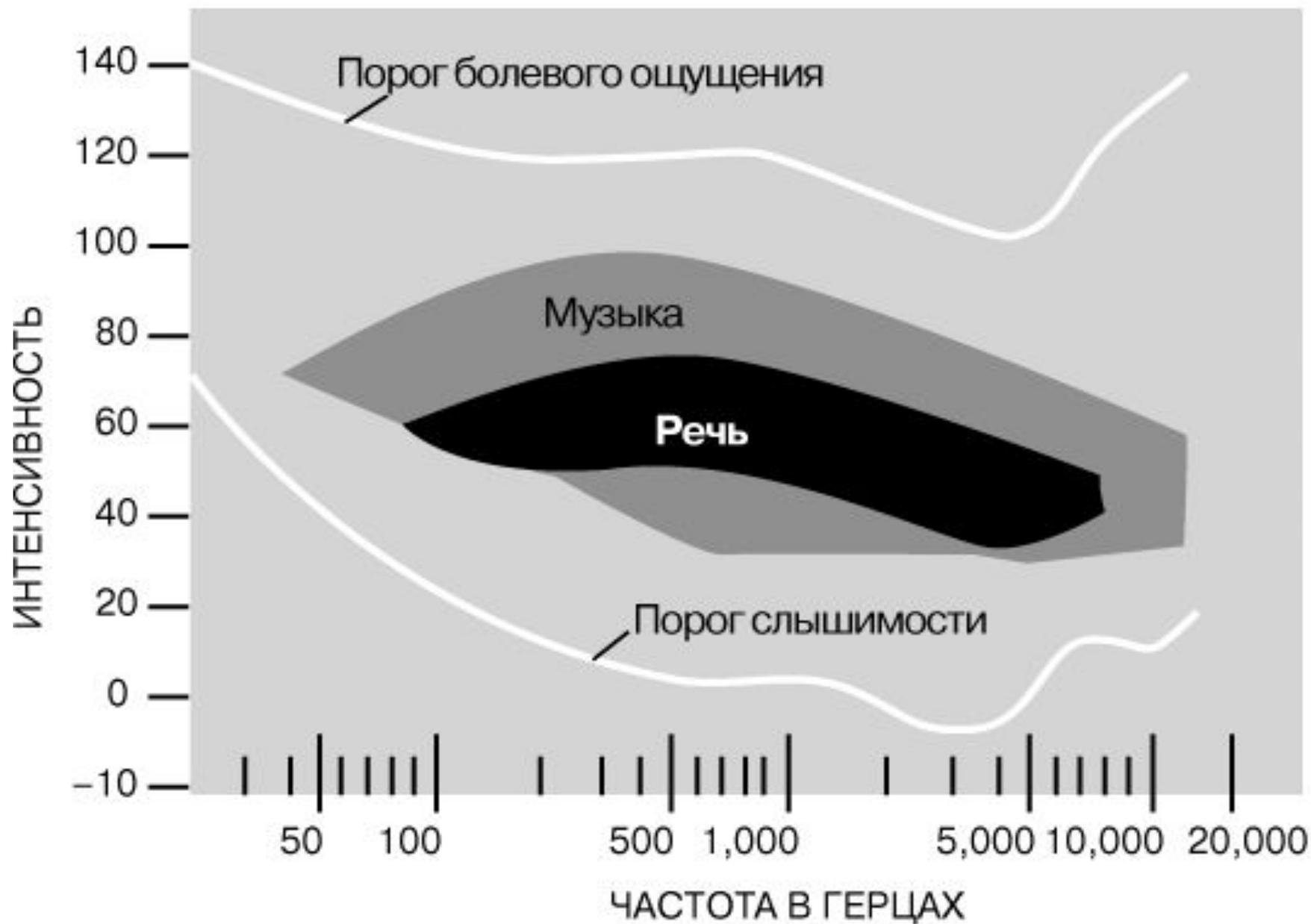
- 10 дБ — шелест листвы, тиканье часов;
- 30 дБ — тихий разговор;
- 50 дБ — громкий разговор;
- 80 дБ — шум работающего двигателя грузовика;
- 100 дБ — автомобильная сирена;
- 140 дБ — аварийный нефтяной или газовый фонтан, порог болевого ощущения, выше которого давление звука приводит к разрыву барабанной перепонки.

ЗВУКОВОЕ ДАВЛЕНИЕ

УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ



Децибеллы



Действие шума на организм человека

Шум является общебиологическим раздражителем, способным влиять на все органы и системы организма, вызывая разнообразные физиологические изменения.

Шумовые патологии подразделяются на **специфические**, наступающие в звуковом анализаторе, и **неспецифические**, возникающие в других органах и системах.

Поражение органа слуха определяется главным образом интенсивностью шума. Изменения в центральной нервной системе наступают значительно раньше, чем нарушения в звуковом анализаторе.

Шум с уровнем звукового давления до 30... 35 дБ привычен для человека и не беспокоит.

Повышение уровня шума до 40.. 70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов.

Воздействие шума уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха - профессиональной тугоухости.



При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Интенсивный шум при ежедневном воздействии медленно влияет на незащищенный орган слуха и приводит к развитию тугоухости.

Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ - начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи.

Снижение слуха восстанавливается в редких случаях при непродолжительном воздействии шума, если оно является результатом незначительных сосудистых изменений.

При длительном акустическом воздействии или при острой акустической травме происходят необратимые нарушения в слуховом анализаторе.

В некоторых случаях решить проблему потери слуха помогает слуховой аппарат, но он не в состоянии восстановить естественную остроту слуха в той же степени, как, например очки возвращают остроту зрения.

При воздействии шума наблюдаются отклонения в состоянии вестибулярной функции, головные боли, головокружение, боли в области сердца, повышение артериального давления, боли в области желудка.

Кроме интенсивности шума особенности воздействия шума на организм человека определяет характер спектра. Более неблагоприятное влияние оказывают высокие частоты (свыше 1000 Гц) по сравнению с низкими (31,5... 125 Гц).

К биологически агрессивному шуму относится импульсный и тональный шум. Относительно благоприятным является также постоянный шум по сравнению с непостоянным из-за непрерывно меняющегося уровня звукового давления во времени.



Степень шумовой патологии зависит в некоторой степени от индивидуальной чувствительности организма к акустическому раздражителю. Считают, что повышенная чувствительность к шуму присуща 11% людей. Женский и детский организм особенно чувствительны к шуму. Высокая индивидуальная чувствительность может быть одной из причин повышенной утомляемости и развития неврозов.



Длительное воздействие интенсивного шума на человека приводит к развитию **шумовой болезни**, являющейся самостоятельной формой профессиональной патологии.

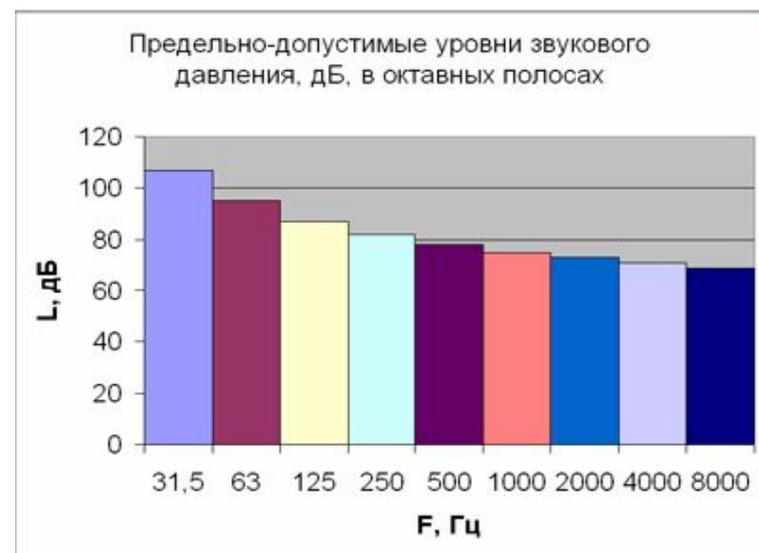
Шумовая болезнь - это общее заболевание организма с преимущественным поражением органа слуха, центральной нервной и сердечнососудистой систем, развивающееся в результате длительного воздействия интенсивного шума.

Формирование патологического процесса при шумовом воздействии происходит постепенно и начинается с неспецифических проявлений вегетативно-сосудистой дисфункции.

Далее развиваются сдвиги со стороны центральной нервной и сердечнососудистой систем, затем - специфические изменения в слуховом анализаторе.



Для гигиенической оценки шума используют звуковой диапазон частот от 45 до 11000 Гц, включающий 9 октавных полос со среднегеометрическими частотами в 31,5; 63, 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц. Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц **не являются нормируемыми параметрами; рассматриваются как справочные параметры**, которые могут использоваться для подбора СИЗ, разработки мер профилактики, решения экспертных вопросов связи заболевания с профессией и так далее; могут измеряться и отражаться в протоколе измерения.



Герц (русское обозначение: **Гц**, международное обозначение: **Hz**) — единица измерения частоты периодических процессов (например, колебаний) в Международной системе единиц (СИ).



$f = 0.5 \text{ Hz}$
 $T = 2.0 \text{ s}$



$f = 1.0 \text{ Hz}$
 $T = 1.0 \text{ s}$



$f = 2.0 \text{ Hz}$
 $T = 0.5 \text{ s}$

низкие звуковые частоты — от 10 Гц до 200 Гц (большой барабан, бас-гитара, контрабас),

средние звуковые частоты — от 200 Гц до 5 кГц (скрипка, гитара, фортепиано, вокал),

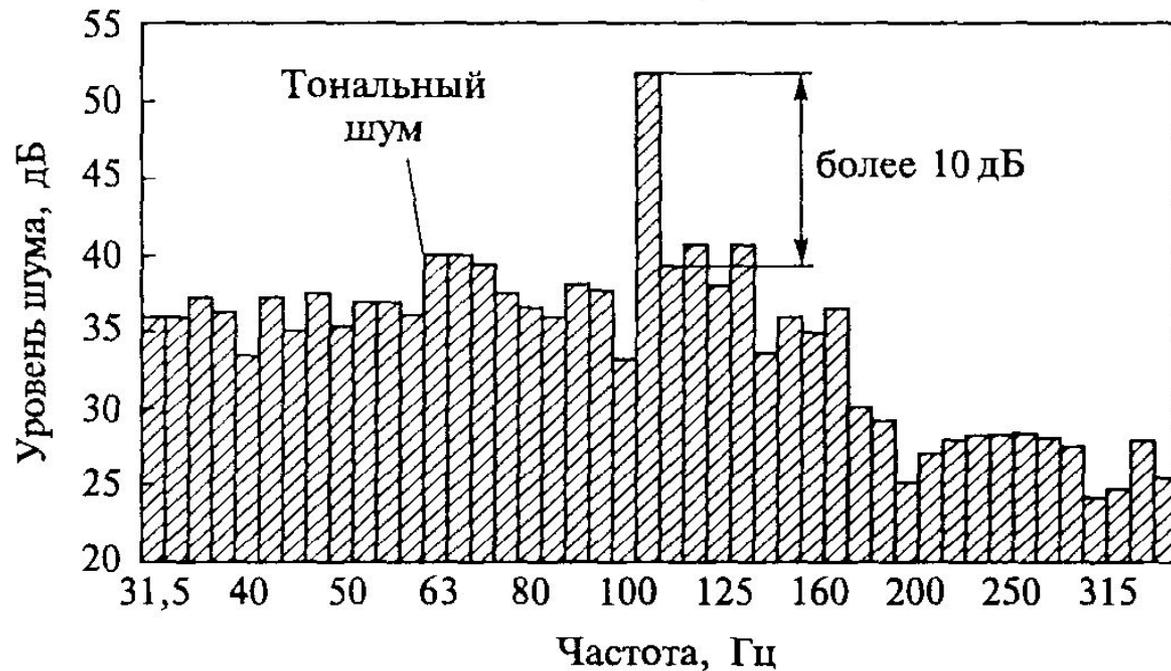
высокие звуковые частоты — от 5 кГц и выше (тарелки ударной установки).

Классификация шумов

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-88 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» шумы классифицируются по характеру спектра и временным характеристикам.

По характеру спектра





Широкополосным называется шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

Тональным называется шум, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

Тональность шума устанавливается измерением уровней звукового давления в 1/3 октавных полосах частот, когда превышение уровня в одной полосе по сравнению с соседними составляет не менее чем 10дБ.

По временным характеристикам

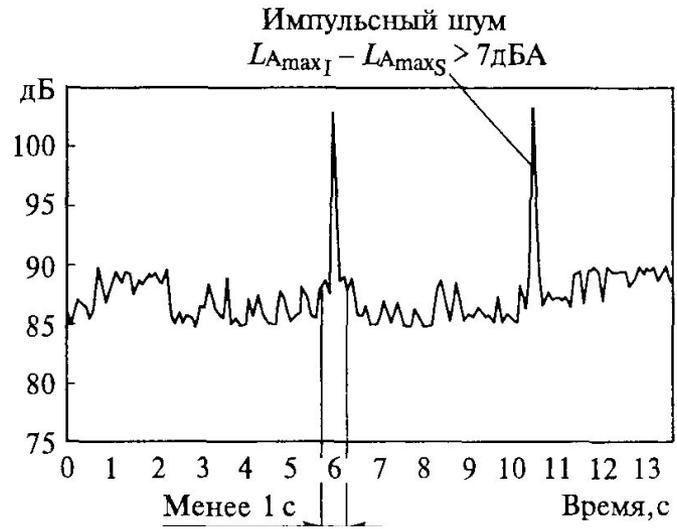


Постоянный шум - шум, уровень звука которого изменяется по времени (за 8-часовой рабочий день или за время измерения) не более чем на 5 дБ.

Непостоянный шум - это шум, уровень которого во времени изменяется более чем на 5 дБ.

Непостоянные

- шумы → колеблющиеся
- прерывистые
- импульсные



- **колеблющиеся**, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;
- **прерывистые**, уровень звука которых ступенчато изменяется (на 5 дБ и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- **импульсные**, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с

Нормирование шума

В качестве критерия нормирования используются **предельно допустимые уровни (ПДУ) шума.**

Предельно допустимый уровень шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Нормирование шума производится по комплексу показателей с учетом их гигиенической значимости на основании Санитарных норм 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

- 1. Утвердить санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах" (.
- 2. Признать утратившими силу с 1 января 2017 года:
 - [санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях"](#)- санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях", утвержденные [постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 19.02.2003 N 10](#) (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 04.03.2003, регистрационный номер 4249);
 - [санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.8/2.2.4.2490-09 "Изменения N 1 к СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях"](#)- санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.8/2.2.4.2490-09 "Изменения N 1 к СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях", утвержденные [постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02.03.2009 N 13](#) (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 09.04.2009, регистрационный номер 13725);
 - [приложение 3 к санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"](#)- приложение 3 к санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и

- Нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА.

Нормируемой характеристикой непостоянного шума является **эквивалентный уровень звука** (в дБ) - уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет то же самое среднее квадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

ПДУ звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1-й степени	Тяжелый труд 2-й степени	Тяжелый труд 3-й степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1-й степени	60	60			
Напряженный труд 2-й степени	50	50			

1. Для тонального и импульсного шума ПДУ на 5дБА меньше значений, указанных в табл.

2. Для шума, создаваемого в помещениях с установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления - на 5 дБА меньше значений в табл. (поправка для тонального и импульсного шума не учитывается) 3. Дополнительно для колеблющегося и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума 125 дБА. 4. Сочетания напряженного и очень напряженного с тяжелым и очень тяжелым физическим трудом не нормируются, исходя из необходимости их ликвидации как недопустимых.

Приложение 6 к СанПиН 2.2.4.3359-16

Предельно допустимые эквивалентные уровни звука, дБА			
Категории напряженности трудоового процесса	Категории тяжести трудоового процесса		
	легкая и средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени
Напряженность легкой и средней степени	80	75	75
Напряженный труд 1 степени	70	65	65
Напряженный труд 2 степени	60	-	-
Напряженный труд 3 степени	50	-	-

* Примечание. Количественную оценку тяжести и напряженности трудоового процесса по условиям труда следует проводить в соответствии с действующим документом по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудоового процесса.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот для постоянных шумов, соответствующие указанным в предыдущем слайде уровням звука в дБ, приведены в табл.

Уровень звука, дБА	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
50	86	71	61	54	49	45	42	40	38
55	89	75	66	59	54	50	47	45	44
60	93	79	70	63	58	55	52	50	49
65	96	83	74	68	63	60	57	55	54
70	100	87	79	72	68	65	63	61	59
75	103	91	83	77	73	70	68	66	64
80	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для некоторых наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест, разработанные с учетом тяжести и напряженности труда, приведены в табл. на следующем слайде

№	Вид трудовой деятельности, рабочее место (примеры)	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Творческая деятельность, научная деятельность, программирование, преподавание и обучение	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
3	Операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Работа, требующая сосредоточенности, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Постоянные рабочие места в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Приборы и методы контроля шума на производстве

Измерение шума в производственных помещениях и на территории предприятий на рабочих местах (или в рабочих зонах) осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.050-86 (переиздание апрель 2001) «ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах».

Оценка шума для контроля соответствия фактических уровней шума на рабочих местах допустимым уровням проводится при работе не менее 2/3 установленных в данном помещении единиц технологического оборудования в наиболее часто реализуемом режиме его работы.

Измерения проводятся в точках, соответствующих установленным постоянным местам; на непостоянных рабочих местах - в точках наиболее частого пребывания работающего.

ГОСТ 17187-2010 (МЭК 61672-1:2002)
"Шумомеры. Часть 1. Технические требования" (М.: Стандартинформ, 2012).

ГОСТ Р 8.714-2010 (МЭК 61260:1995)
"Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний" (М.: Стандартинформ, 2012).



Для измерения уровня звука на рабочих местах используются шумомеры.





Микрофон

Предварительный
усилитель

Делители

Фильтры (А, С, Лин)

Измерительный блок (детекто

Индикатор

Шумомер состоит из измерительного микрофона, усилителя, электрической цепи с корректирующими фильтрами, измерительного прибора (детектора) с определенными временными характеристиками (медленно, быстро и импульс)

В шумомерах звуковые колебания воспринимаются с помощью микрофона, назначение которого заключается в преобразовании переменного звукового давления в соответствующее ему переменное электрическое напряжение.

При проведении измерений шума микрофон необходимо располагать на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки (если работа выполняется стоя) или на высоте уха человека, подвергающегося воздействию шума (если работа выполняется сидя).

Шумомеры должны иметь корректирующие фильтры для частотной характеристики А, и дополнительно - для В, С и Лин или некоторых из них.

Частотная характеристика шумомера А, В, С и Лин - это зависимость показаний шумомера от частоты при постоянном уровне звукового давления сигнала на входе микрофона шумомера, приведенная к частоте 1000 Гц.

Частотные характеристики шумомера А, В, С соответствуют кривым равной громкости, т.е. характеристикам чувствительности человеческого уха, вследствие чего показания шумомера отвечают субъективному восприятию уровня громкости шумов.

Частотная характеристика А соответствует кривой малой громкости (~ 40 фон), В - средней громкости (~ 70 фон), С - большой громкости (~ 100 фон).

При гигиенической оценке шумов достаточно частотной характеристики А.

Фон - единица уровня громкости звука. Громкость для звука в 1000 Гц (частота стандартного чистого тона) равна 1 фон, если его уровень звукового давления равен 1 дБ.

Основные характеристики некоторых широко используемых приборов для измерения уровней шума на производстве приведены в табл.

Название, тип шумомера	Измеряемые параметры	Корректирующие фильтры	Временные константы	Диапазон измерений, дБА	Частотный диапазон, Гц
Шумомер SVAN 943 (цифровой)	Уровень звукового давления, эквивалентный уровень звука	А, С, Лин	Медленно, Быстро, Импульс	29–133	20–11 000
ВШВ-003-М2 (аналоговый)	Уровень звукового давления, уровень звука с частотными характеристиками А, В, С	А, В, С, Лин	Медленно, Быстро	20–130	2–20 000

Методы борьбы с шумом

Выбор мероприятий по ограничению неблагоприятного действия шума на человека производится исходя из конкретных условий: величины превышения ПДУ, характера спектра, источника шума.

Средства защиты работников от шума подразделяются на средства коллективной и индивидуальной защиты.

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ (СЗ) — средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

СРЕДСТВО, средства, ср.

1. Прием, способ действий для достижения чего-нибудь (для коллективной защиты от вредных веществ). 2.

Предмет, приспособление (или совокупность их), необходимое для осуществления какой-нибудь деятельности. 3. только мн. Деньги, материальный достаток (разг.)

К средствам коллективной защиты относятся:

- 1. Уменьшение шума в источнике.**
- 2. Изменение направленности шума.**
- 3. Рациональная планировка предприятий и цехов.**
- 4. Акустическая обработка помещений:**
 - звукопоглощающие облицовки;**
 - штучные поглотители.**
- 5. Уменьшение шума на пути его распространения от источника к рабочему месту:**
 - звукоизоляцией;**
 - глушителями.**

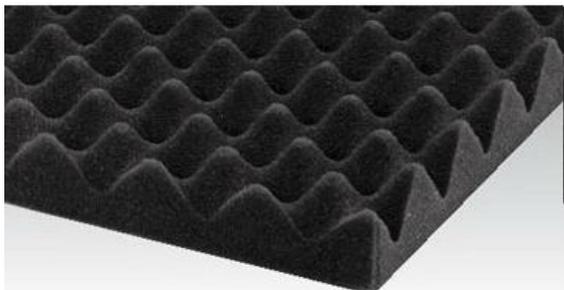
Уменьшение уровней генерируемых шумов в источнике его образования основано на **устранении причин возникновения звуковых колебаний**, которыми могут служить механические, аэродинамические, гидродинамические и электрические явления.

Шум механического происхождения может быть вызван следующими **факторами**: соударение деталей в сочленениях в результате наличия зазоров; трения в соединениях деталей механизмов; ударные процессы; инерционные возмущающие силы, возникающие из-за движения деталей механизма с переменными ускорениями и др.

Уменьшение механического шума может быть достигнуто: **заменой ударных процессов и механизмов безударными; использованием по возможности не металлических деталей, а пластмассовых или изготовленных из других незвучных материалов; применением балансировки вращающихся элементов машин и др.**

Гидродинамические шумы, возникающие вследствие различных процессов в жидкостях (кавитации, турбулентности потока, гидравлических ударов), могут быть снижены, например, **улучшением гидродинамических характеристик насосов и выбором оптимальных режимов их работы.**

Снижение электромагнитного шума, имеющего место при эксплуатации электрического оборудования, может осуществляться в частности путем изготовления **скошенных пазов якоря ротора, применением более плотной прессовки пакетов в трансформаторах, использованием демпфирующих материалов** и др.



Многие источники шума излучают звуковую энергию неравномерно, т.е. обладают определенной направленностью излучения.

В ряде случаев величина показателя направленности достигает 10-15 дБ, что необходимо учитывать при использовании установок с направленным излучением, ориентируя эти установки так, чтобы максимум излучаемого шума был направлен в противоположную сторону от рабочего места.





Рациональная планировка предприятий и цехов также является эффективным методом снижения шума, например, за счет увеличения расстояния от источника шума до объекта (шум снижается прямо пропорционально квадрату расстояния), расположением тихих помещений внутри здания вдали от шумных, расположения защищаемых объектов глухими стенами к источнику шума и др.

Акустическая обработка помещений заключается в установке в них средств звукопоглощения.

Поглощение звука - это снижение энергии отраженной звуковой волны при взаимодействии со звукопоглощающими материалами, имеющими волокнистое или ячеистое строение.

Средства звукопоглощения применяют для снижения шума на рабочих местах, находящихся как в помещениях с источниками шума, так и в тихих помещениях, куда проникает шум из соседних шумных помещений.

Акустическая обработка помещений преследует цель снизить энергию отраженных звуковых волн, поскольку **интенсивность звука в какой-либо точке помещения складывается из интенсивностей прямого звука и отраженного от пола, потолка и других ограждающих поверхностей.** Для уменьшения отраженного звука применяют устройства, обладающие большими значениями коэффициента поглощения.

Свойствами поглощения звука обладают все строительные материалы.

Однако звукопоглощающими материалами и конструкциями называются только те, у которых коэффициент звукопоглощения на средних частотах больше **0,2**.

У таких материалов, как кирпич, бетон, величина коэффициента звукопоглощения равна 0,01-0,05.

Коэффициенты звукопоглощения большинства строительных материалов

Материал, объект	125	250	500	1000	2000	4000
Бетон неокрашенный	0.010	0.012	0.016	0.019	0.023	0.035
Бетон окрашенный	0.009	0.011	0.014	0.016	0.017	0.018
Мрамор	0.010	0.010	0.01	0.013	0.015	0.017
Кирпич неокрашенный	0.024	0.025	0.031	0.042	0.049	0.07
Кирпич окрашенный	0.012	0.013	0.017	0.02	0.023	0.025
Штукатурка гипсовая	0.02	0.026	0.040	0.062	0.058	0.028
Штукатурка известковая	0.024	0.046	0.060	0.085	0.043	0.056
Древесноволокнистые плиты (ДВП), 12 мм	0.22	0.3	0.340	0.320	0.410	0.42
Панель гипсовая 10 мм на 100 мм от стены	0.410	0.280	0.150	0.060	0.05	0.02
Пол паркетный	0.04	0.040	0.070	0.060	0.060	0.07
Пол дощатый на лагах	0.2	0.150	0.120	0.1	0.08	0.07
Метлахская плитка	0.010	0.010	0.020	0.02	0.020	0.03
Застекленные оконные переплеты	0.350	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Двери лакированные	0.03	0.02	0.05	0.04	0.040	0.04
Ковер шерстяной толщиной 9 мм по бетону	0.02	0.08	0.210	0.260	0.27	0.37

Средства звукопоглощения

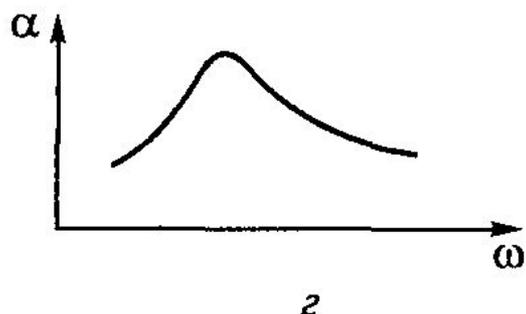
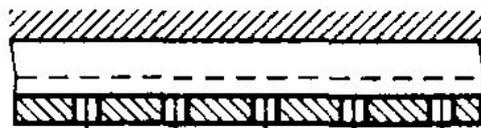
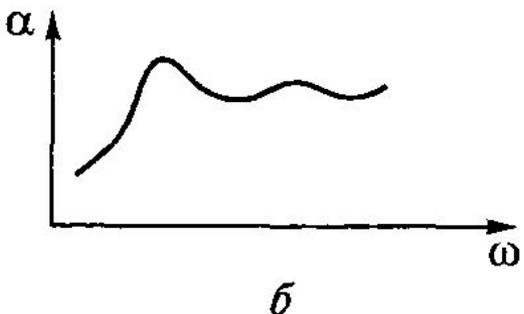
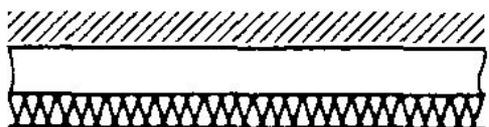
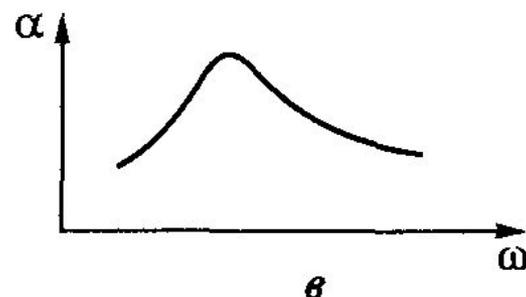
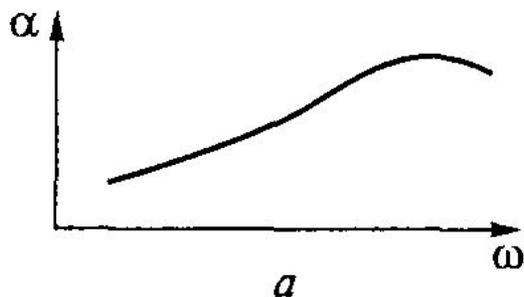
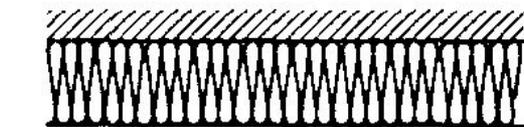
звукопоглощающие

облицовки

штучные

звукопоглотители

Пористые звукопоглотители изготавливают из таких материалов как ультратонкое стекловолокно, древесноволокнистые и минеральные плиты, пенопласт с открытыми порами, шерсть и др. Звукопоглощающие свойства пористого материала зависят от толщины слоя, частоты звука, наличия воздушного промежутка между слоем и стенкой, на которой он установлен. Для увеличения поглощения на низких частотах и для экономии материала между пористым слоем и стенкой делают воздушную прослойку. Для предотвращения механических повреждений материала и высыпаний применяются ткани, сетки, пленки и перфорированные экраны, которые существенно влияют на характер поглощения звука.



Частотные характеристики коэффициента поглощения:
а - для пористого поглотителя на жесткой стенке; *б* - для пористого поглотителя с воздушной прослойкой; *в* - при наличии перфорированного экрана; *г* - для резонансного поглотителя, образованного перфорированным экраном

Установка звукопоглощающих облицовок в производственных помещениях позволяет снизить уровень шума на 6-10 дБ вдали от источника и на 2-3 дБ вблизи источника шума.



Шуманет БМ (Россия) звукопоглощающие панели на основе базальтового волокна



Акустические испытания выполнены лабораторией акустических измерений НИИ г. Москва

Частота,

Гц 100 125 160 200 250 320 400 500 630

Плиты ШУМАНЕТ-БМ без отнosa

0,14 0,26 0,40 0,56 0,67 0,82 1,00 1,00 1,00

Плиты ШУМАНЕТ-БМ с относом 50 мм от жесткой поверхности

0,45 0,54 0,68 0,76 0,92 0,96 0,99 1,00 1,00

Частота,

Гц 800 1000 1250 1600 2000 2500 3200 4000 5000

Плиты ШУМАНЕТ-БМ без отнosa

1,00 1,00 1,00 1,00 0,99 0,99 0,93 0,90 0,90

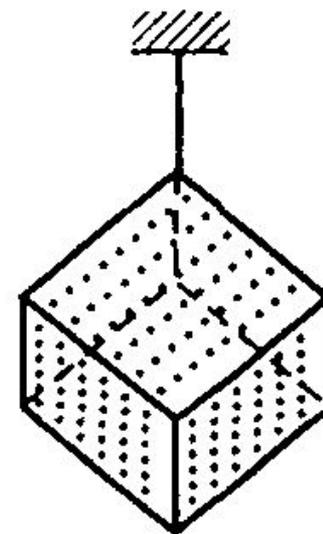
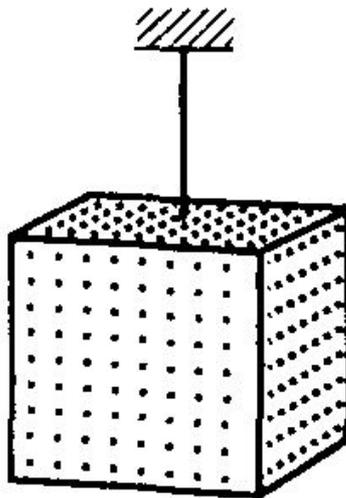
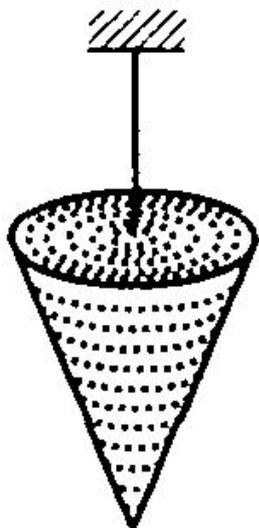
Плиты ШУМАНЕТ-БМ с относом 50 мм от жесткой поверхности

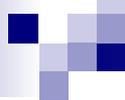
0,88 0,85 0,83 0,80

1,00 1,00 0,98 0,95 0,90

Средний коэффициент звукопоглощения: 0,9

Звукопоглощение может производиться путем внесения в изолированные объемы **штучных звукопоглотителей**, представляющих собой объемные тела, заполненные звукопоглощающим материалом, изготовленные, например, в виде куба или конуса и прикрепляемые чаще всего к потолку производственных помещений.



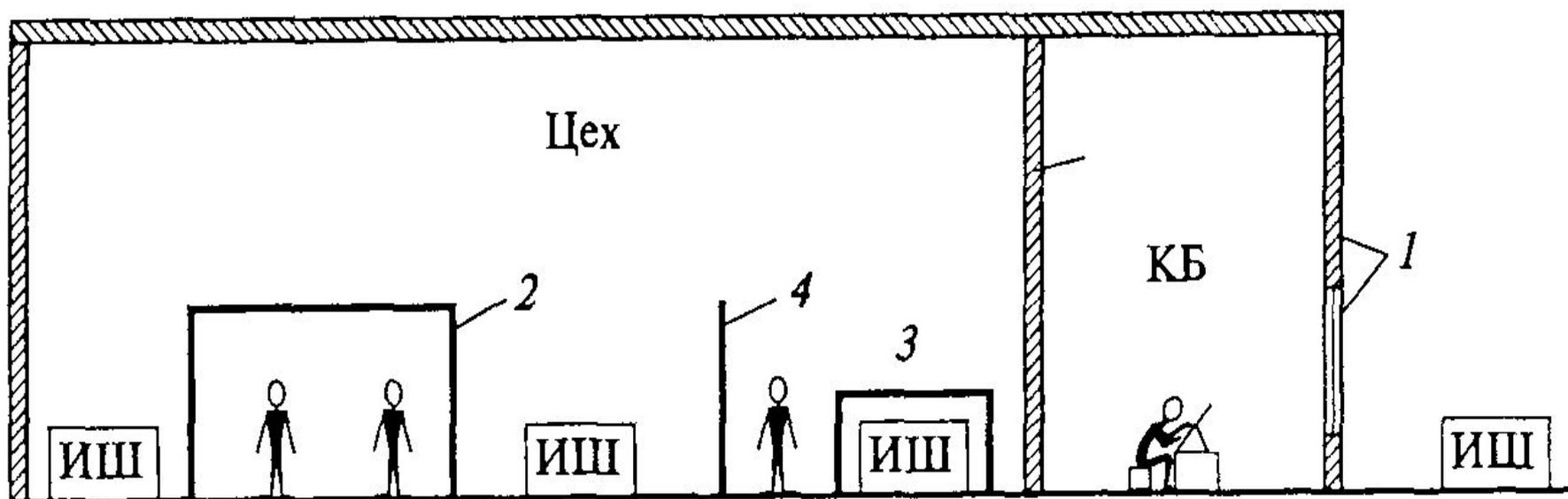


В случаях, когда необходимо существенно снизить интенсивность прямого звука на рабочих местах применяют средства звукоизоляции.

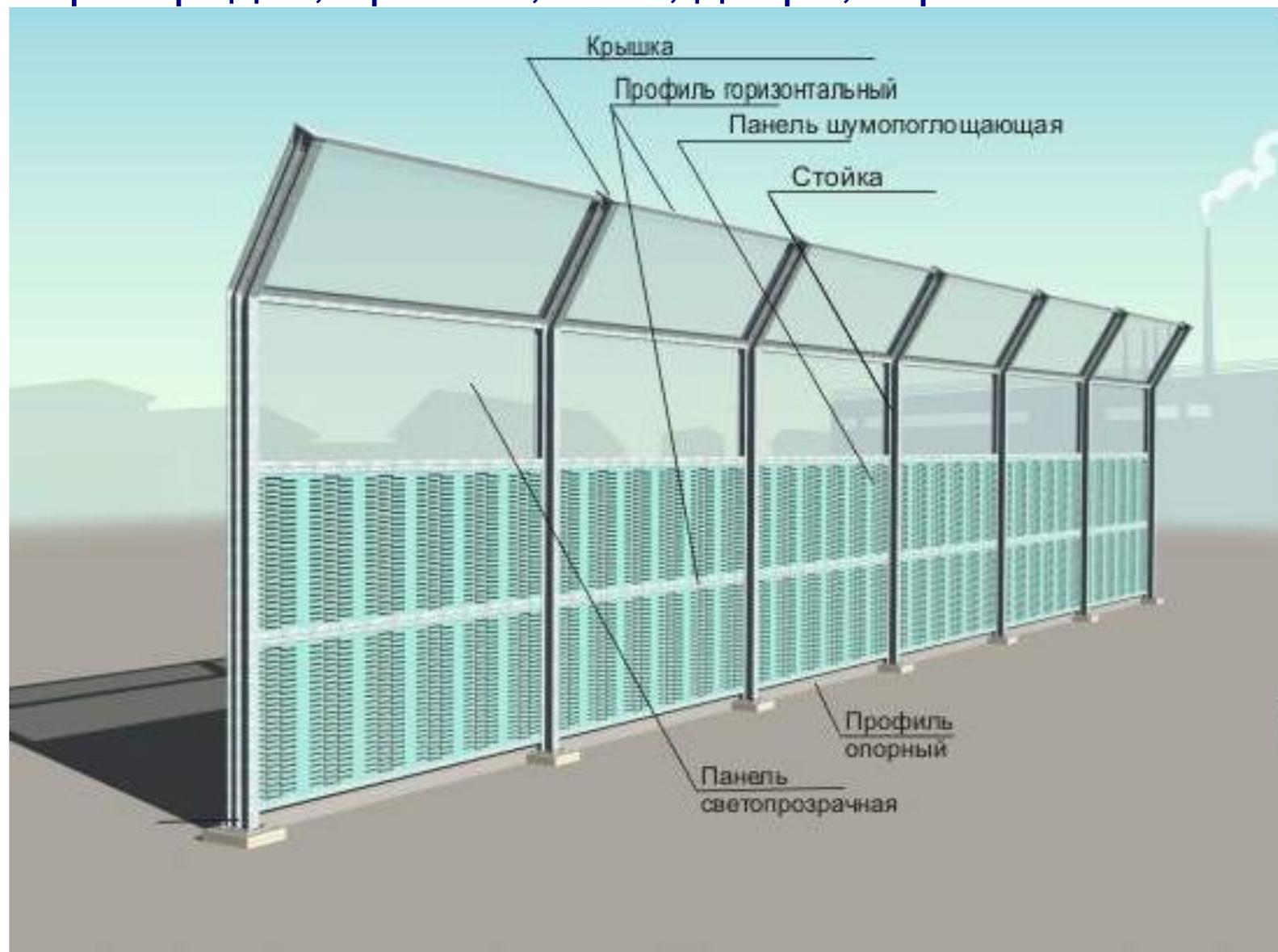
Звукоизоляция - уменьшение уровня шума с помощью защитного устройства, которое устанавливают между источником и приемником и имеет большую отражающую или поглощающую способность.

Звукоизоляция дает больший эффект (30-50 дБ), чем звукопоглощение (6-10 дБ).

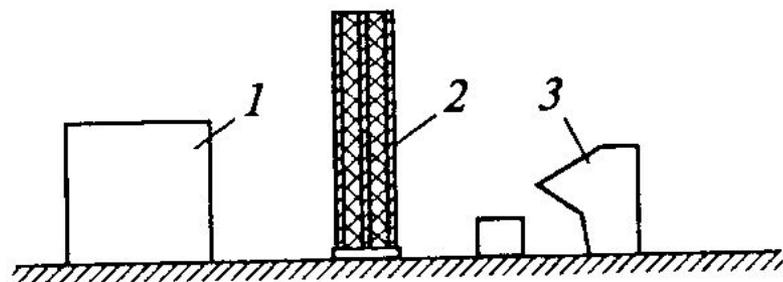
К средствам звукоизоляции относятся звукоизолирующие ограждения **1**, звукоизолирующие кабины и пульты управления **2**, звукоизолирующие кожухи **3** и акустические экраны **4**



Звукоизолирующие ограждения — это стены, перекрытия, перегородки, проемы, окна, двери, экраны.

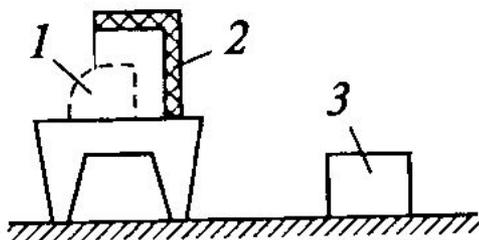






Экранирование источников шума

1 — шумное оборудование; 2 — экран со звукопоглощающей облицовкой; 3 — рабочее место

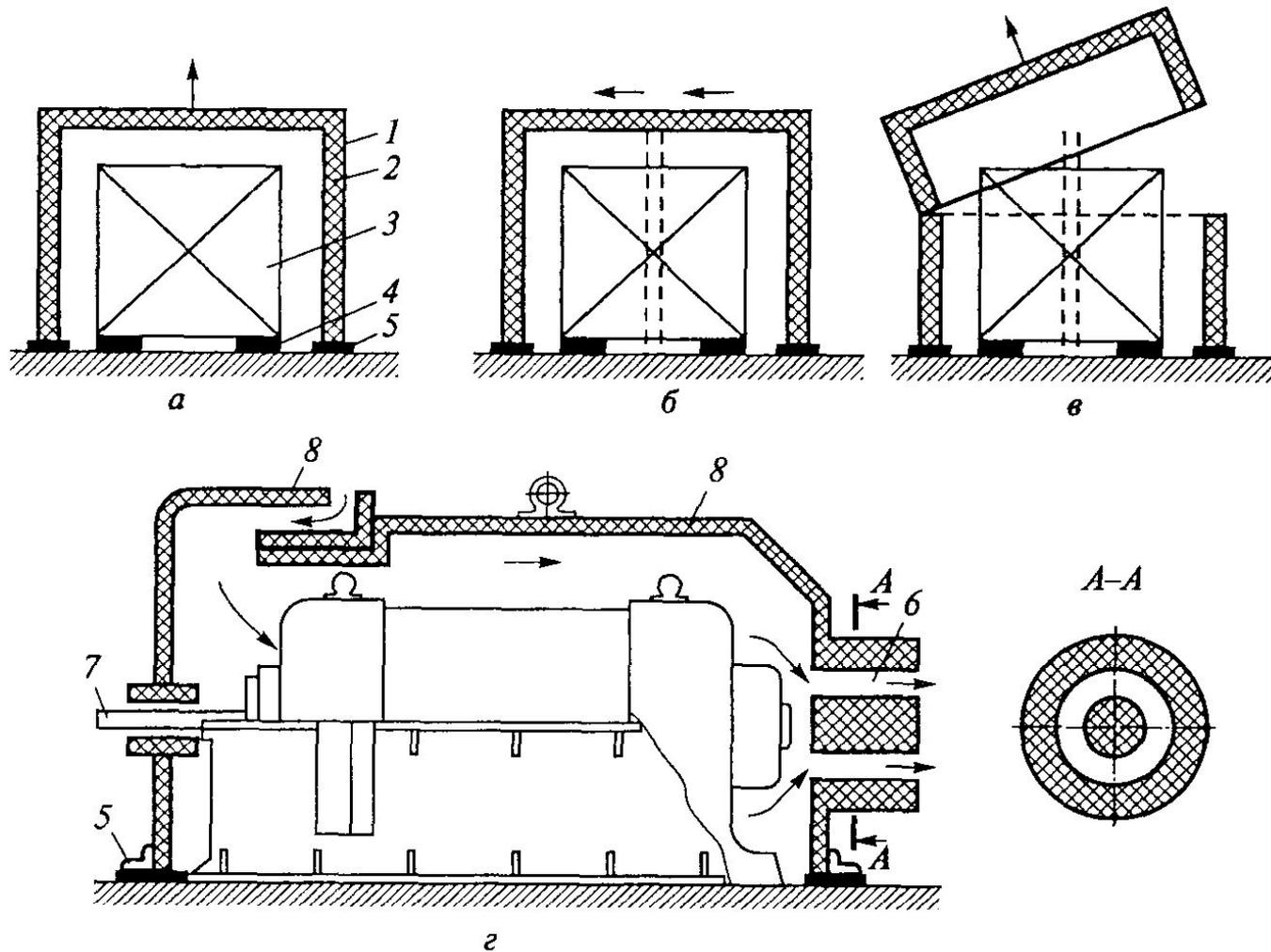


Для защиты от непосредственного, прямого воздействия шума используют экраны и выгородки (соединенные отдельные секции - экраны). Акустический эффект экрана основан на образовании за ним области тени, куда звуковые волны проникают лишь частично. При низких частотах (менее 300 Гц) экраны малоэффективны, так как звук их легко огибает. Изготавливают экраны из сплошных твердых листов (металлических и т.п.) толщиной 1,5-2 мм с обязательной облицовкой звукопоглощающими материалами поверхности, обращенной к источнику шума, а в ряде случаев и с противоположной стороны.

Эффективным методом снижения шума на рабочих местах является применение звукоизолирующих кожухов.

Для получения максимальной эффективности кожухи должны полностью закрывать оборудование, механизм и т. д.

Конструктивно кожухи выполняются съемными, раздвижными или капотного типа, сплошными герметичными или неоднородной конструкции - со смотровыми окнами, открывающимися дверцами, проемами для ввода коммуникаций и циркуляции воздуха.



Схемы звукоизолирующих кожухов

a — съемного; *b* — раздвижного; *v* — капотного типа; *z* — неоднородной конструкции; 1 — стенка кожуха; 2 — звукопоглощающая облицовка; 3 — оборудование; 4 — виброизолирующие опоры оборудования; 5 — виброизолирующие прокладки; 6 — глушители в отверстиях для циркуляции воздуха; 7 — глушитель в отверстии для провода; 8 — перфорированный лист или сетка

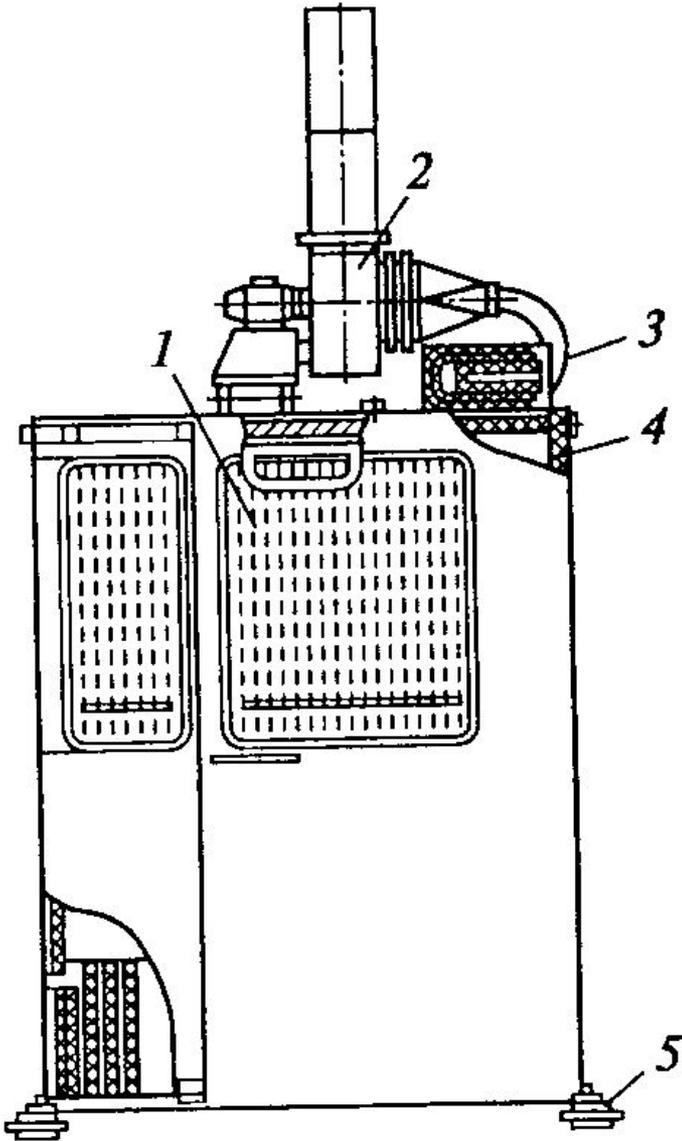
Звукоизолирующая кабина

1 — окно; 2 — вентилятор; 3 — глушитель шума; 4 — звукопоглощающий материал; 5 — виброизолятор

Звукоизолирующие кабины используют для размещения в них пультов дистанционного управления или рабочих мест в шумных помещениях.

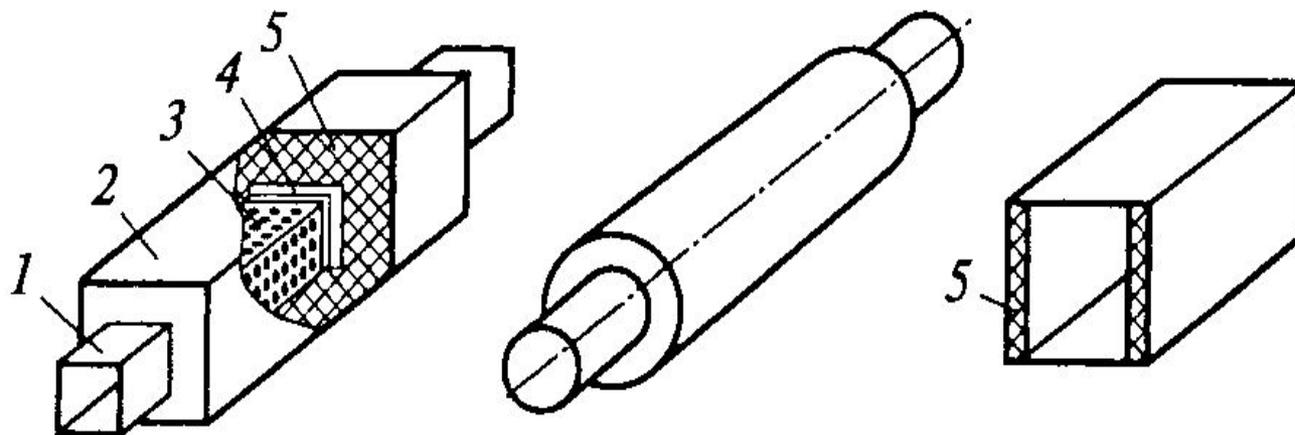
Используя звукоизолирующие кабины, можно обеспечить практически любое требуемое снижение шума.

Обычно кабины изготавливают из кирпича, бетона и других подобных материалов, а также сборными из металлических панелей (стальных или из дюралюминия).



Для уменьшения шума различных аэрогазодинамических установок и устройств применяются глушители.

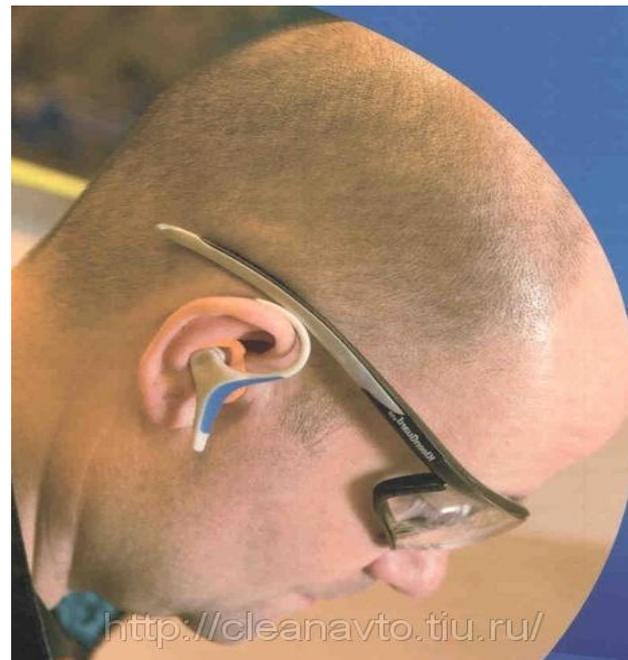
Например, во время рабочего цикла ряда установок (компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, турбин) через специальные отверстия происходит истечение отработавших газов в атмосферу и (или) всасывание воздуха из атмосферы, при этом генерируется сильный шум. В этих случаях для снижения шума используют глушители.



1, 2 — трубопроводы различных диаметров; 3 — перфорированная стенка; 4 — стеклоткань; 5 — звукопоглощающий материал

Если применение коллективных средств защиты не позволяет обеспечить требования нормативов, применяются средства индивидуальной защиты, к которым относятся вкладыши, наушники, шлемы.

Вкладыши - самое дешевое средство, но не достаточно эффективное (снижение шума 5... 20 дБ). Они вставляются в наружный слуховой проход и представляют собой различного рода заглушки из волокнистых материалов, воскообразных мастик, или пластинчатых слепков, изготовленных по конфигурации слухового прохода.







Наушники представляют собой чаши из пластмассы или металла, заполненные звукопоглотителем. Для плотности прилегания чаши наушников снабжены специальными уплотняющими кольцами, заполненными воздухом или специальными жидкостями. Степень глушения звука наушниками на высоких частотах составляет 20... 38 дБ.

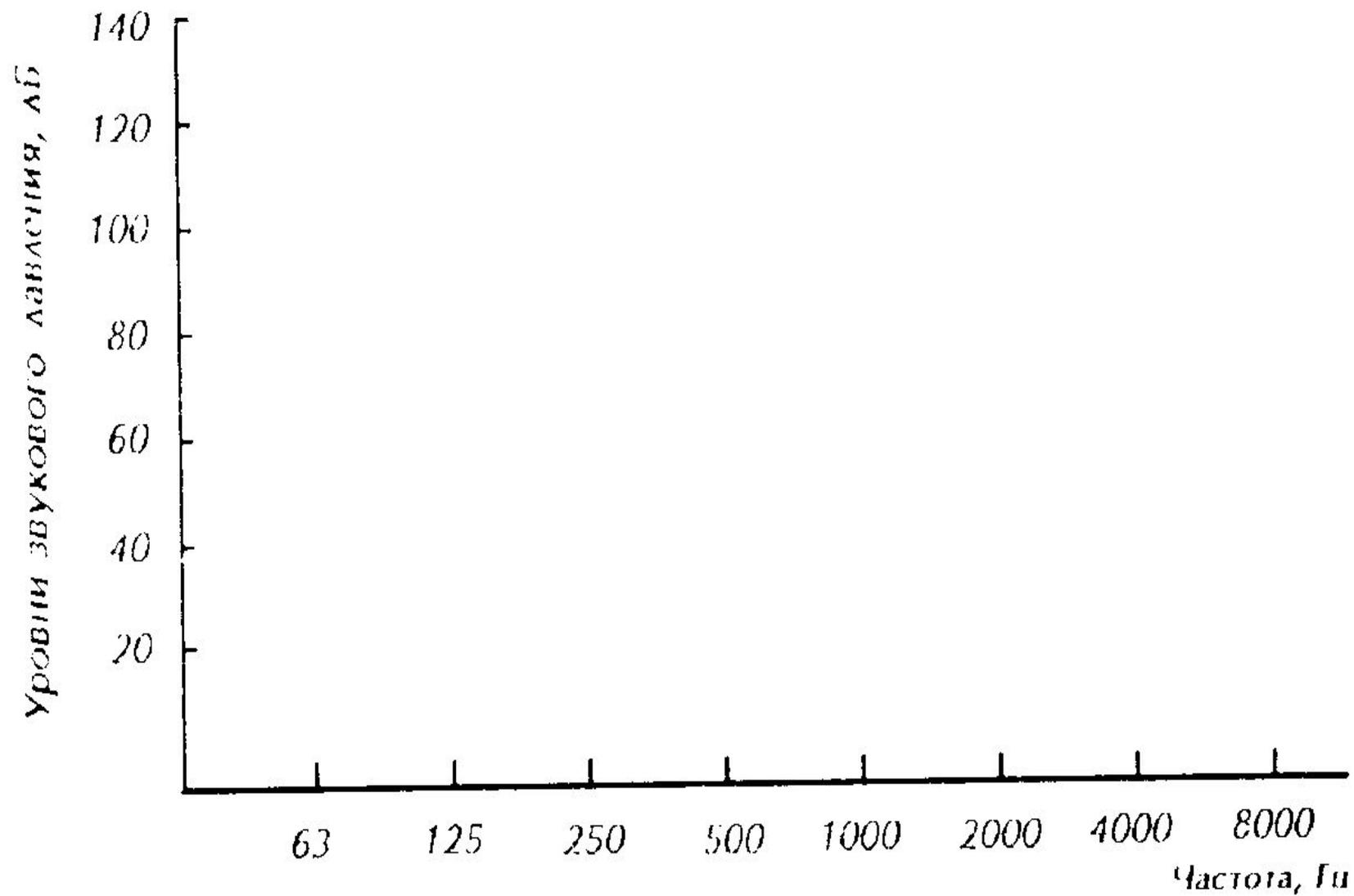
Шлемы используются для защиты от очень сильных шумов (более 120 дБ), так как звуковые колебания воспринимаются не только ухом, но и через кости черепа.



Задачи

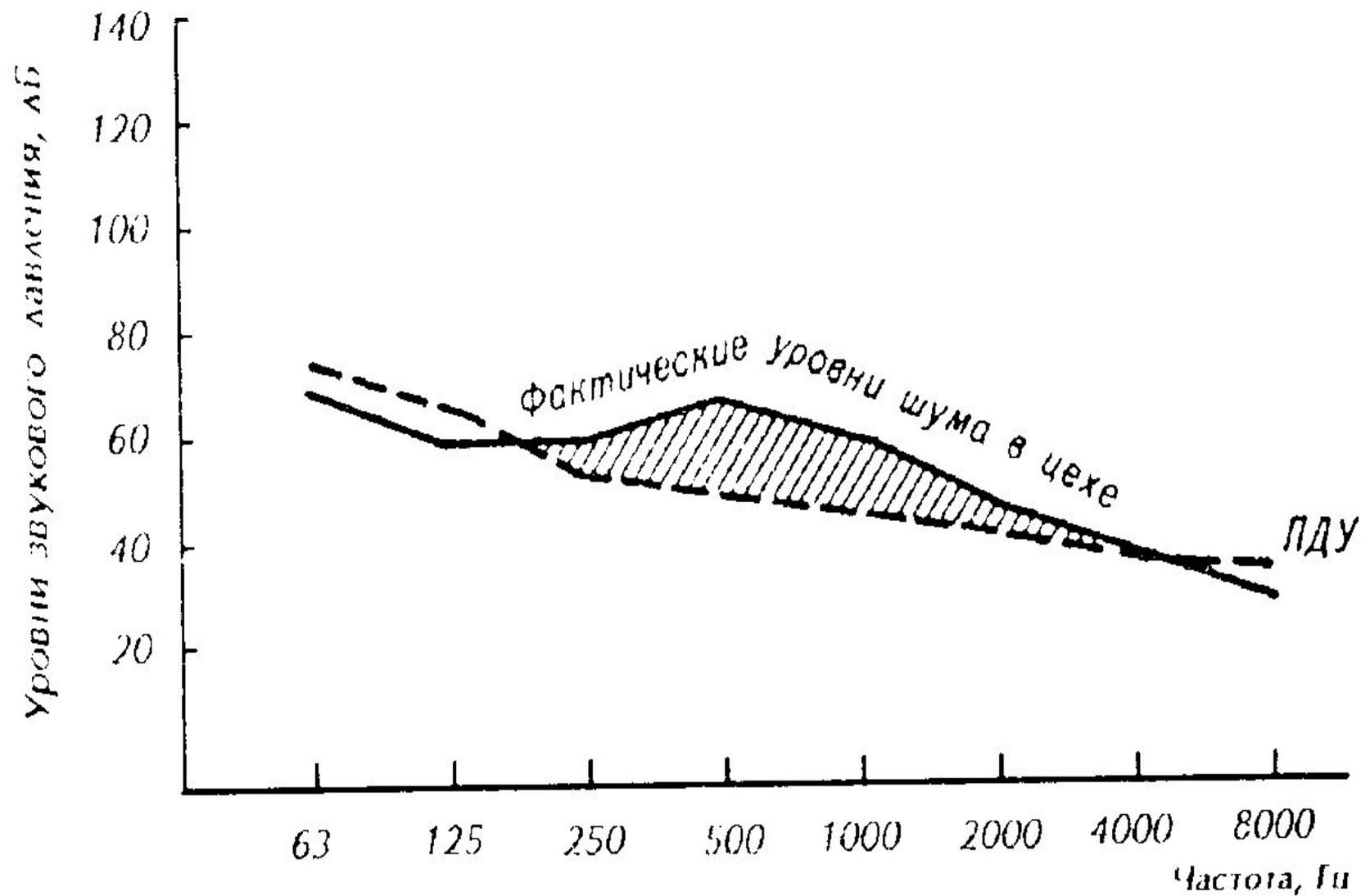
1.Выполнить задание по построению спектрограммы шума. В помещении конструкторского бюро машиностроительного завода произведено измерение уровня шума прибором ИШВ-1, результаты которого представлены в таблице:

Уровень шума	Общая интенсивность шума в дБ	<i>Интенсивность в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц</i>							
		<i>63</i>	<i>125</i>	<i>250</i>	<i>500</i>	<i>1000</i>	<i>2000</i>	<i>4000</i>	<i>8000</i>
Фактический	65	70	60	60	65	60	48	40	38



Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах
(извлечение из СН 2.2.4/2.1.8.562-96).

Рабочие места	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, комнаты расчетчиков-программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических работ и обработки экспериментальных данных, для приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты	93	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Кабины наблюдения и дистанционного управления:										
а) без речевой связи по телефону	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
б) с речевой связью по телефону	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения и участки точной сборки, машинописные бюро	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, для размещения "шумных" агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80



2. Укажите условия и точки в которых необходимо расположить микрофон шумомера для измерения фактического уровня шума, а также условия



Условия: при работе не менее $\frac{2}{3}$ установленных в данном помещении единиц технологического оборудования в наиболее часто реализуемом режиме его работы.



3. Определите среднее значение для измеренных уровней звука 84, 90 и 92 дБА, используя следующую методику:

Для установления среднего значения уровней используют формулу: $L_{\text{ср}} = L_{\text{сумм}} - 10 \lg n$. Суммирование измеренных уровней $L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ проводится попарно и последовательно. Сначала по разности двух уровней L_1 и L_2 определяют величину добавки (по табл.1), которую прибавляют к большему уровню, в результате чего получают уровень $L_{1,2} = L_1 + \text{добавка}$. Уровень $L_{1,2}$ суммируют таким же образом с уровнем L_3 . Результат $L_{\text{сумм}}$ округляют до целого числа. Окончательный результат определяют с помощью таблицы 2.

Табл.1.

Разность слагаемых уровней $L_2 - L_1$, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка, прибавляемая к большему из уровней, дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

Табл.2.

Число уровней или источников, n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	50	100
$10 \cdot \lg n$, дБ	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	17	20

Задача. Определите среднее значение для измеренных уровней звука 84, 90 и 92 дБ А,

Определяем разность: $90 - 84 = 6$ дБ. По табл.1.добавка для 6 равна 1 дБ. $90 + 1 = 91$ дБ

Разность слагаемых уровней $L_2 - L_1$, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка, прибавляемая к большему из уровней, дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

$92 - 91 = 1$ дБ, величина добавки 2,5 дБ. $92 + 2,5 = 94,5$ (округл 95 дБ), по табл.2. Величина $10 \lg n$ для **трех** измеренных уровней равна 5 дБ.

Число уровней или источников, n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	50	100
$10 \cdot \lg n$, дБ	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	17	20

Окончательный результат $95 - 5 = 90$ дБ

Определите эквивалентный уровень звука, если уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли 80, 86 и 94 дБ в течение 5, 2 и 1 ч. соответственно, используя следующую методику:

Расчет эквивалентного уровня звука проводится следующим образом: к каждому измеренному уровню добавляется с учетом знака поправка по табл.3, соответствующая его времени действия (в часах или процентах от общего времени действия), затем полученные уровни складываются в соответствии с табл.1

Табл.1

Разность слагаемых уровней $L_2 - L_1$, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка, прибавляемая к большему из уровней, дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

Табл.3.

Время, ч	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/4 (15 мин)	1/12 (5 мин)
%	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка, дБ	0	0,6	1,2	2	3	4,2	6	9	12	15	20

Уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли 80, 86 и 94 дБ в течение 5, 2, и 1 ч. соответственно, этим срокам соответствуют поправки, равные -2, -6, -9 дБ.

Время, ч	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/4 (15 мин)	1/12 (5 мин)
%	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка, дБ	0	0,6	1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	20

Складывая их с уровнями шума получаем 78, 80, 85 дБ.

Далее $80 - 78 = 2$ дБ, добавка 2,2.

$$80 + 2,2 = 82,2$$

Разность слагаемых уровней L2 – L1, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка, прибавляемая к большему из уровней, дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

$85 - 82,2 = 2,8$ (окр 3 дБ) – добавка 1,8; $85 + 1,8 = 86,8$ (окр. 87 дБ).

Таким образом, воздействие этих шумов равносильно действию шума с постоянным уровнем 87 дБ в течение 8 ч.

Определите эквивалентный уровень звука, если прерывистый шум 119 дБ, действовал в течение 6 часовой смены суммарно в течении 45 мин., уровень фонового шума в паузах составлял 73 дБ, используя табл.3.

Время, ч	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/4 (15 мин)	1/12 (5 мин)
%	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка, дБ	0	0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	20

Оцените этот уровень в соответствии с требованием нормативной документации, о том, что для колеблющегося и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА,

Определите эквивалентный уровень звука, если прерывистый шум 119 дБ, действовал в течение 6 часовой (88%) смены суммарно в течении 45 мин.(12%), уровень фонового шума в паузах составлял 73 дБ, используя табл.3.

Время, ч	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/4 (15 мин)	1/12 (5 мин)
%	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка, дБ	0	0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	20

$119 - 9 = 110$ дБ; $73 - 0,6 = 72,4$ дБ; 110 дБ больше 72,4 дБ, значит им (72,4) можно пренебречь. Окончательно получаем 110 дБ. В соответствии с требованием нормативной документации, о том, что для колеблющегося и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, отмечаем, что полученный уровень укладывается в норматив.