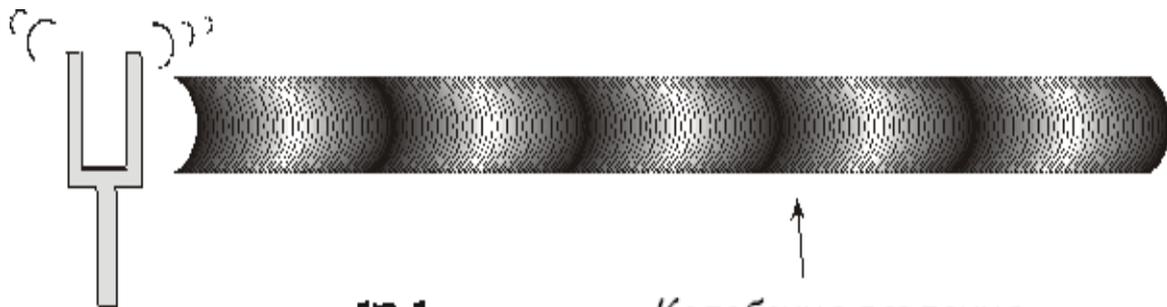




Измерение и оценка виброакустических параметров

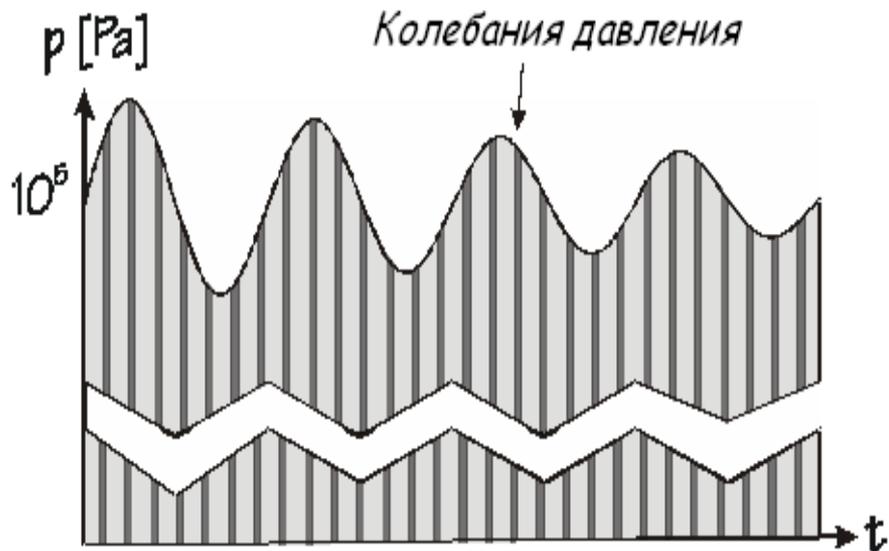
Методы и средства измерения

Измерение шума. Термины и определения



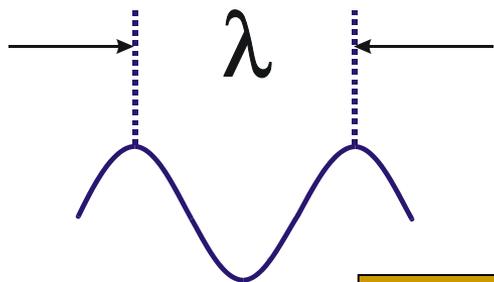
$$L_P = 20 \lg\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

Типичное
атмосферное
давление

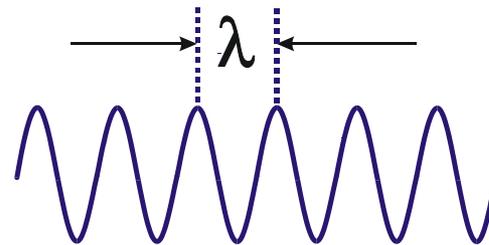


$$P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$$

Звук, инфразвук, ультразвук



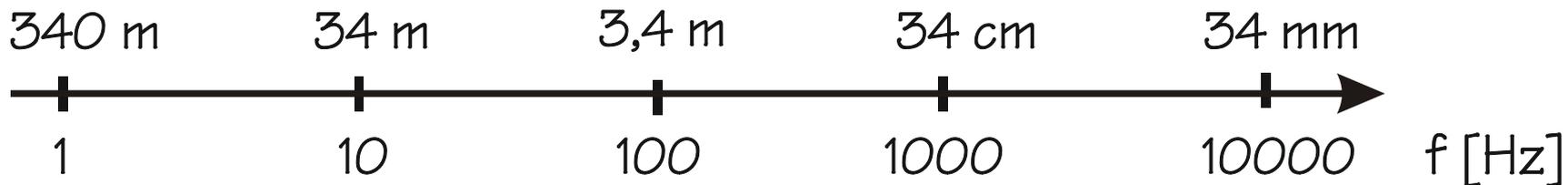
$$\lambda = \frac{c}{f}$$



λ – длина волны

f – частота

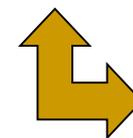
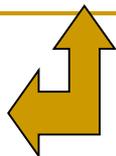
c – скорость звука



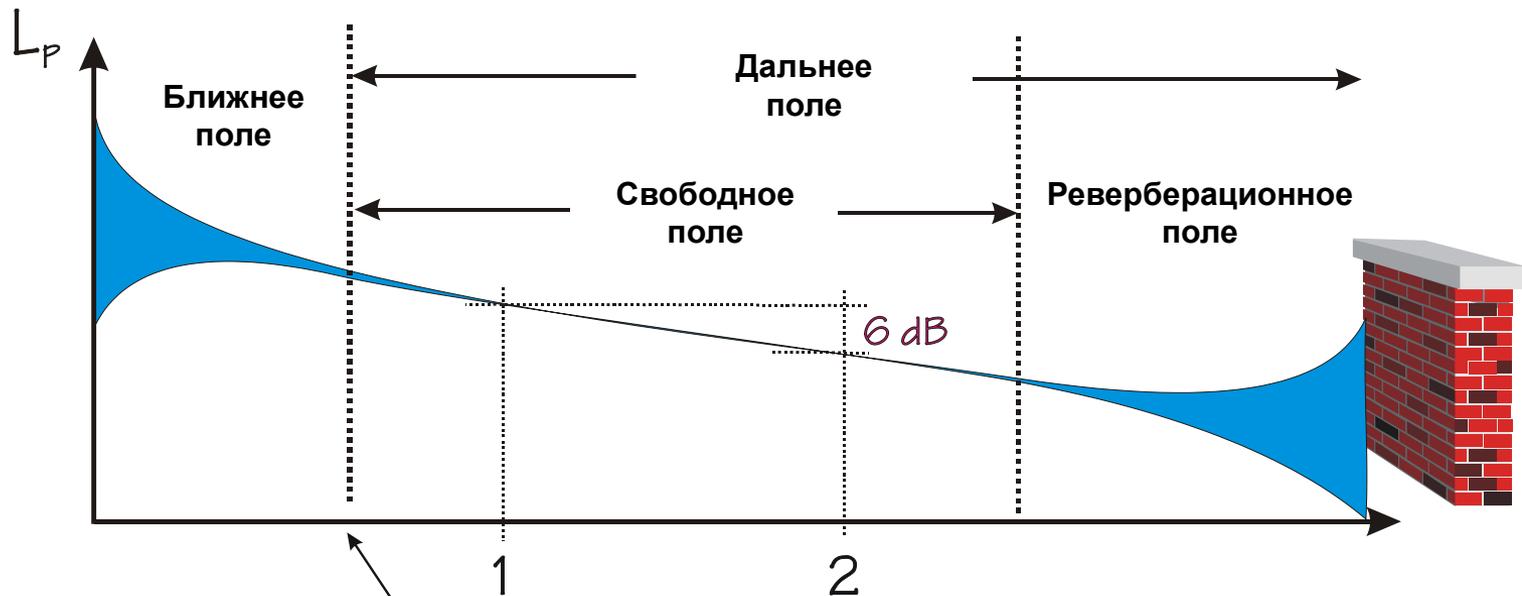
Инфразвук

ЗВУК

Ультразвук

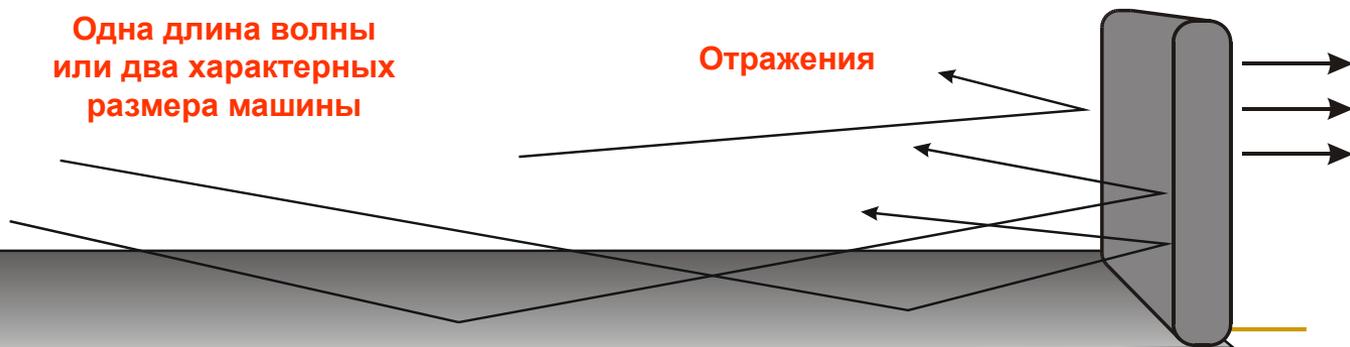


Реальное звуковое поле

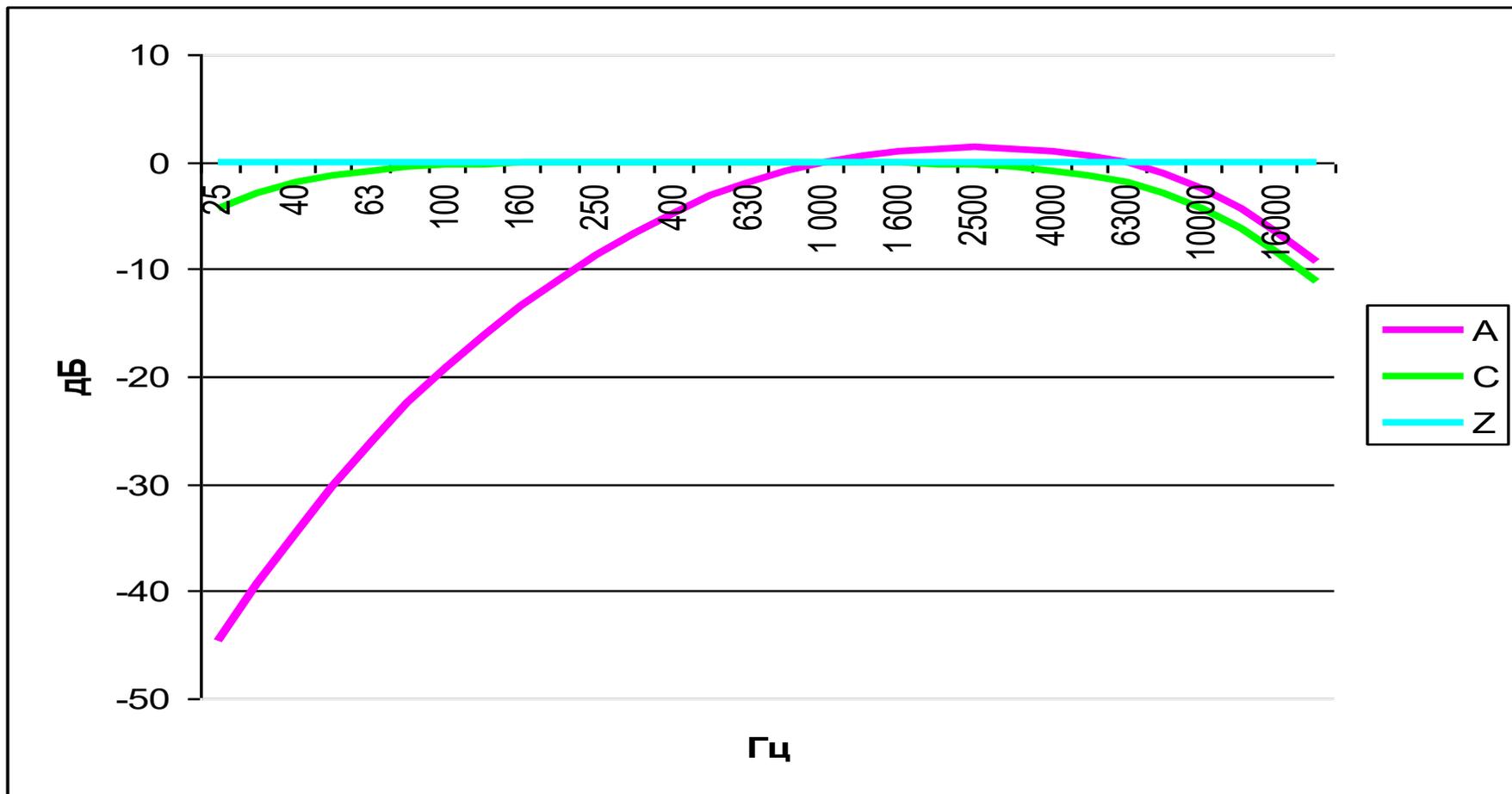


Одна длина волны
или два характерных
размера машины

Отражения

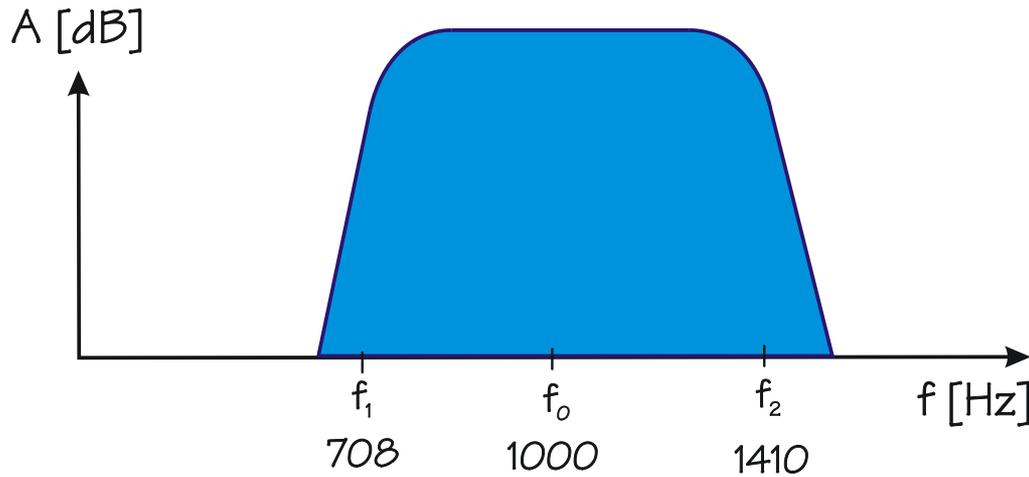


Частотные коррекции по МЭК 61672-1

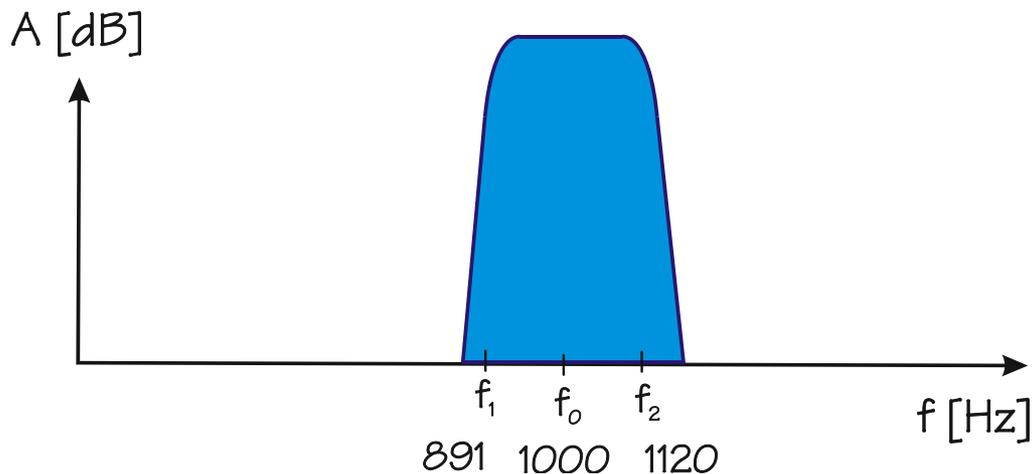




1/1 и 1/3-ОКТАВЫ



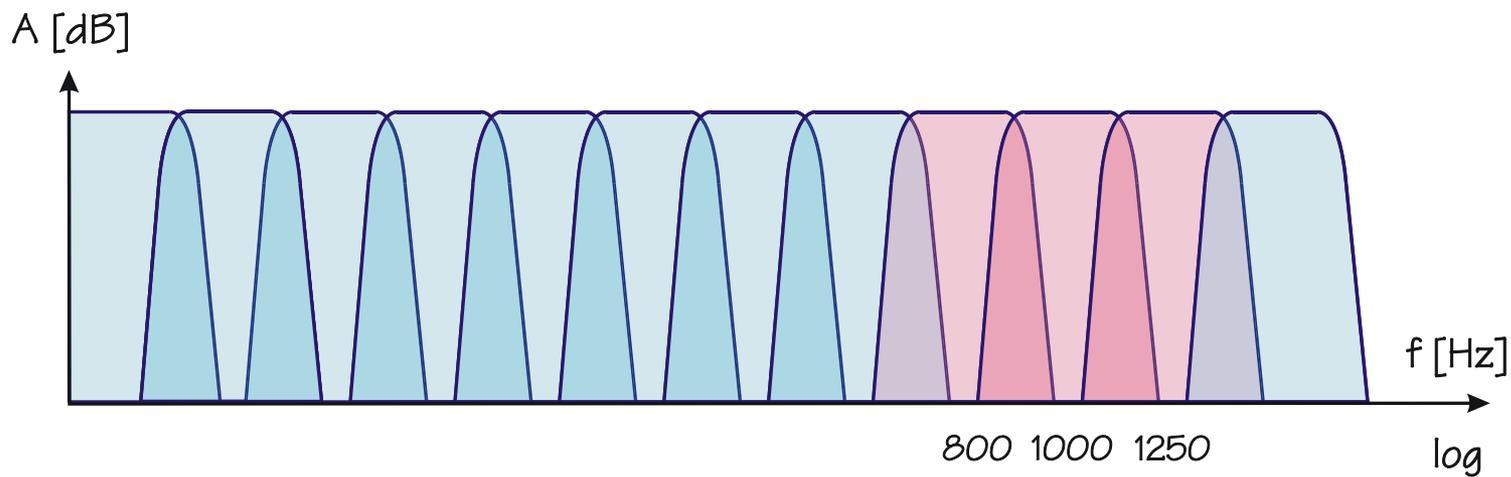
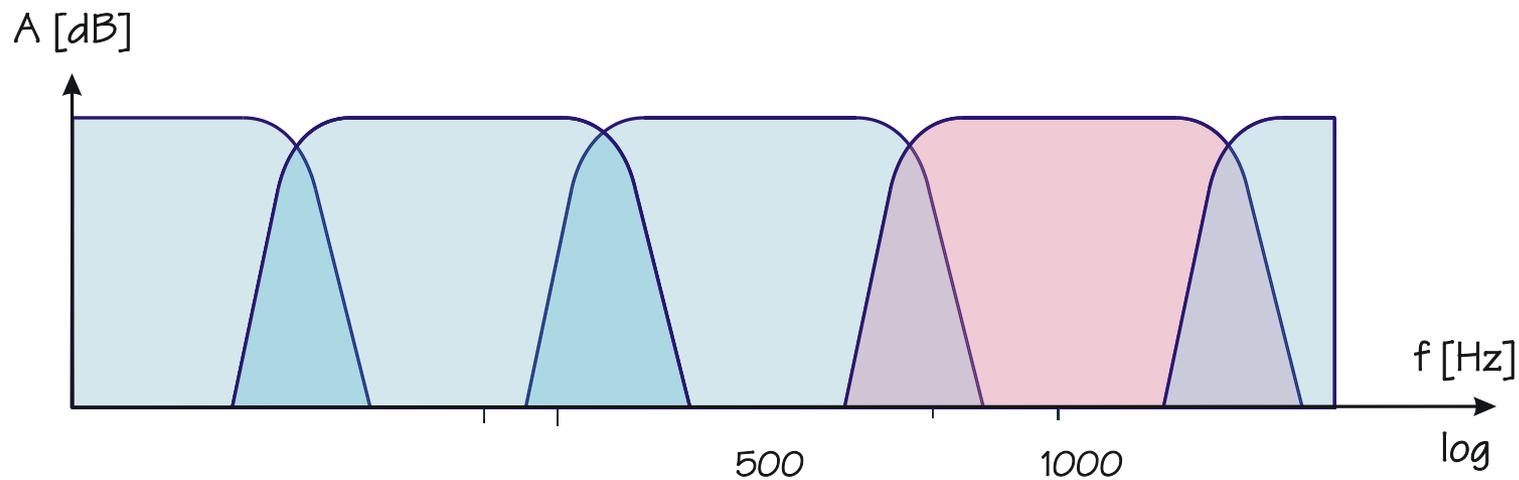
1/1 Octave
$f_2 = 2 \times f_1$
$B = 0,7 \times f_0 \sim 70\% f_0$



1/3 Octave
$f_2 = \sqrt[3]{2} \times f_1 = 1,25 \times f_1$
$B = 0,23 \times f_0 \sim 23\% f_0$



1/1 И 1/3 ОКТАВЫ



Санитарные нормы



- СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки
- СН 2.2.4/2.1.8.583-96. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки
- СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения

Классы условий труда в зависимости от

уровней шума, инфра- и ультразвука

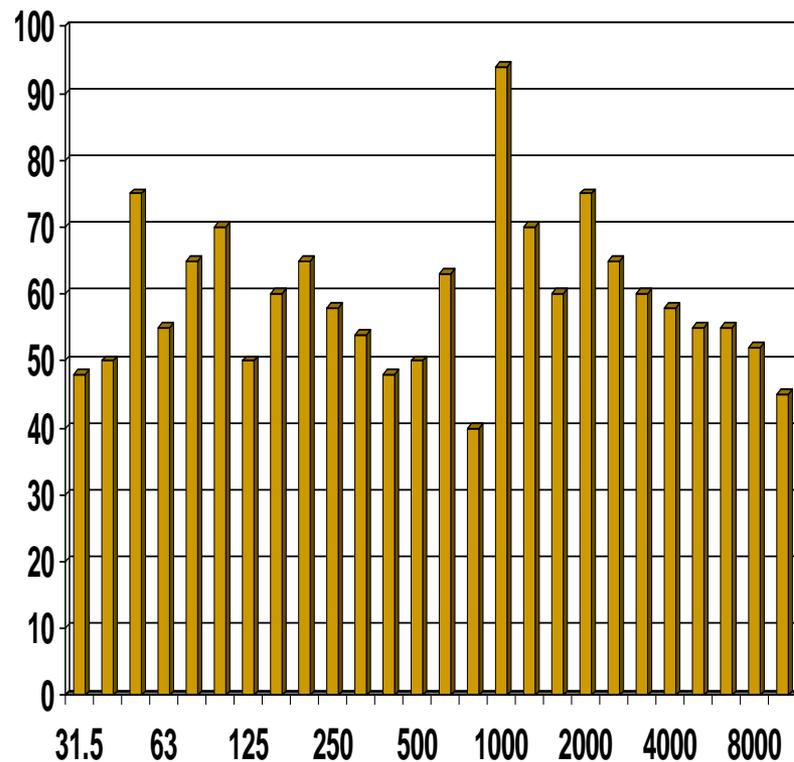
Название фактора	Класс условий труда					
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до ... дБ (включительно)					
Шум, L_{eq} (дБА)	\leq ПДУ	5	15	25	35	>35
Инфразвук, L_p (дБ), Лин	\leq ПДУ	5	10	15	20	>20
Ультразвук воздушный, L_p (дБ), 1/3октавы	\leq ПДУ	5	10	15	20	>20

Классификация шумов



■ По характеру спектра

- Широкополосный
- Тональный



Классификация шумов



временным
характеристикам

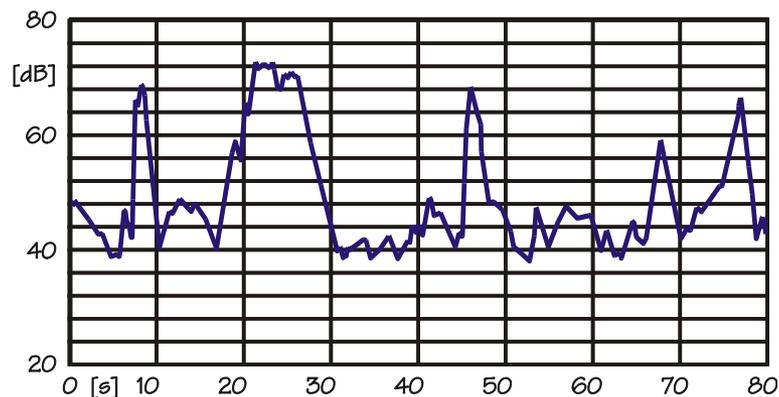
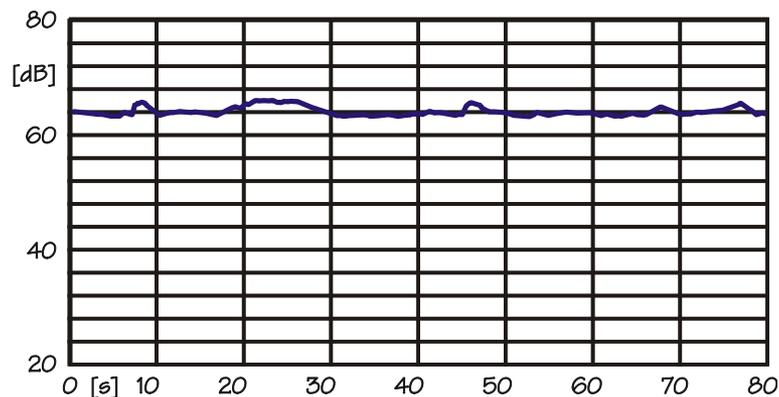
постоянный

непостоянный

колеблющийся

прерывистый

импульсный



Характеристики шума



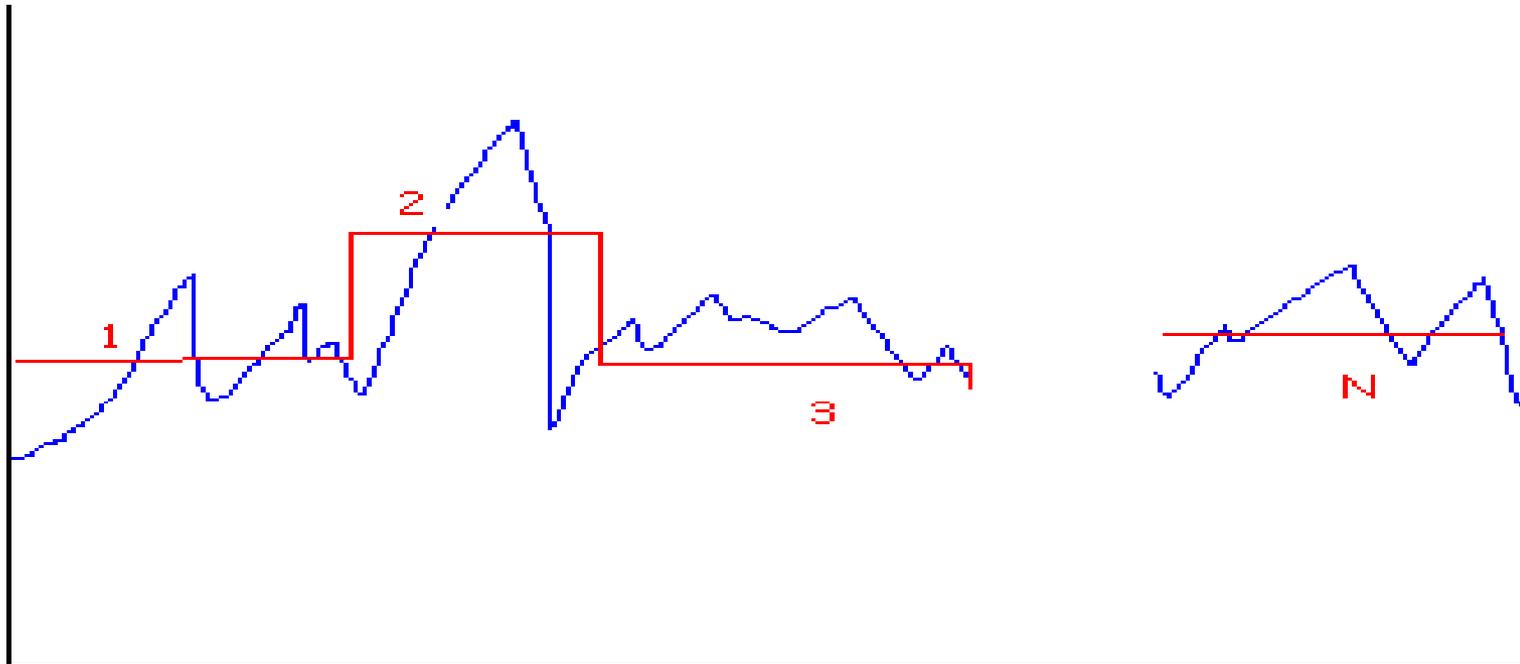
- **Постоянный шум:**
 - Уровни звукового давления в октавах 31,5 Гц – 8000 Гц
 - Уровень звука на характеристике S с коррекцией A (для широкополосного шума)

Внимание: предельно-допустимые уровни звука и звукового давления на рабочих местах установлены для 8-часовой рабочей смены

Характеристики шума



- **Непостоянный шум**
 - Эквивалентный уровень звука с коррекцией А
 - Максимальный уровень звука с коррекцией А на характеристике S (для оценки колеблющихся и импульсных шумов могут понадобиться временные характеристики F и I)



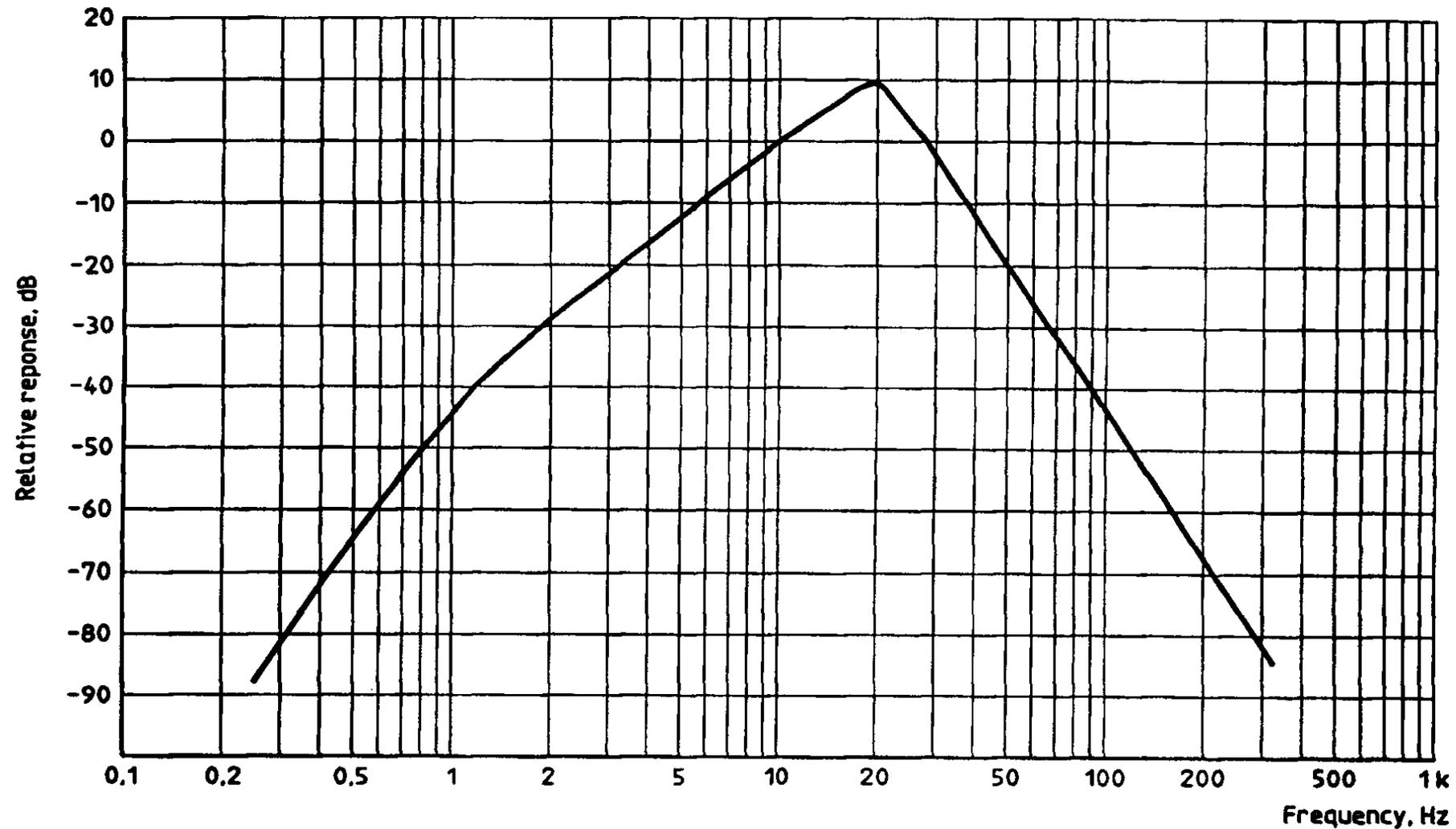
$$L_{eq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N T_i 10^{L_{eq,T_i}/10} \right), T = \sum_{i=1}^N T_i$$

Характеристики инфразвука



- Постоянный инфразвук:
 - УЗД в октавах 2, 4, 8, 16 Гц
 - УЗД с коррекцией **ЛИН** на хар-ке S
- Непостоянный инфразвук:
 - Эквивалентные УЗД в октавах 2, 4, 8, 16 Гц
- Дополнительная оценка:
 - УЗД в 1/3-октавах 1,6 Гц – 20 Гц

Частотная коррекция G



Характеристики воздушного ультразвука



- Уровни звукового давления в 1/3-октавных полосах частот 12 кГц – 100 кГц
 - Измерения проводятся на рабочей частоте источника
- Реально опасный диапазон частот:

до 40 кГц

Методы измерения шума



- ГОСТ 12.1.050. Методы измерения шума на рабочих местах.
- ГОСТ 23337-78. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий
- МУК 4.3.2194-07. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. Методические указания.

Неопределенность измерения



L_{eqT}

Общая неопределенность измерений при однократном измерении на интервале продолжительностью менее T

Шумомер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Интегрирующий шумомер	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Калибратор	Класс 0	Класс 1	Класс 2
Неопределенность, дБА	1,5	3,0	8,0

Неопределенность (u) расчетного значения $Leq_{8ч}$



$$u(L_8) = \frac{u_{\text{дсi}}}{T} \sqrt{\sum_{i=1}^n T_i^2 10^{\frac{Leq_i - Leq_{8ч}}{5}}}$$

■ Пример

□ $Leq_1 = 85 \pm 1,5$ дБА, $T_1 = 1ч$

□ $Leq_2 = 80 \pm 1,5$ дБА, $T_2 = 3ч$

□ $Leq_3 = 78 \pm 1,5$ дБА,
 $T_3 = 4ч$

$$L_{eq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{8ч} \sum_{i=1}^N T_i 10^{L_{eq,Ti}/10} \right)$$

Тогда $Leq_{8ч} = 80 \pm 1,0$ дБА

Требования НТД (суммарно)



- **Шумомер 1 или 2** (только для производственных шумов) Класса по ГОСТ 17187 или МЭК 61672-1
- Для измерений непостоянного шума – **только интегрирующий шумомер** по МЭК 61672-1
- Наличие временной характеристики **S** (медленно) и **I** (импульс)
- Диапазон измерений коммунальных шумов **до 22 дБА**
- Наличие октавных фильтров **31,5 – 8000 Гц** по ГОСТ 17168-82 или МЭК 61260
- Для оценки тонального шума – **наличие третьоктавных фильтров 25 – 10000 Гц**
- Для оценки **инфразвука**: **только шумомеры 1-го класса** по ГОСТ 17187 или МЭК 61672-1 с дополнительными октавными фильтрами 2-16 Гц
- Для оценки воздушного ультразвука: анализатор спектра с 1/3-октавными фильтрами и прецизионный микрофон с частотной характеристикой, охватывающей диапазон частот источника

Что такое шумомер?



- ГОСТ 17187-81. Общие технические требования и методы испытания (заменяется на ГОСТ МЭК 61672-1)
- МЭК 61672-1. Шумомеры. Часть 1. Технические требования
- МЭК 61252. Требования к персональным измерителям звуковой экспозиции
- Отмененные международные стандарты: МЭК 60651 (651), МЭК 60804 (8044)

1/1 и 1/n октавные фильтры



- **ГОСТ 17168-82.** Фильтры электронные октавные и третьоктавные. Общие технические требования и методы испытания.
- **МЭК 61260.** Фильтры октавные и 1/n-октавные

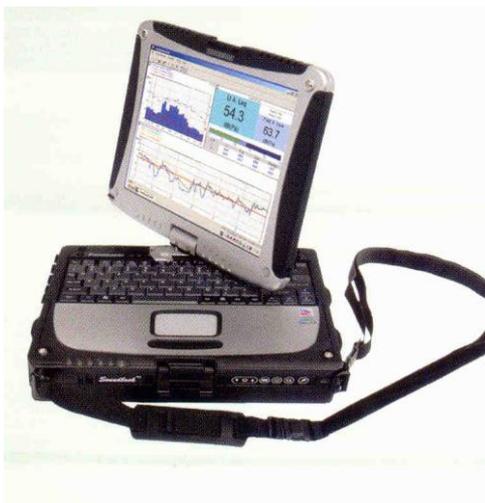
Стрелочные приборы



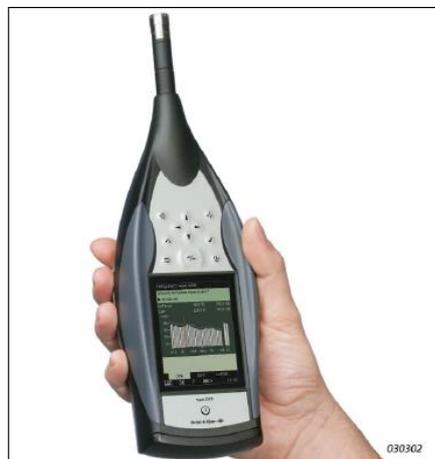
Приборы для оценочных замеров



Приборы для исследований



Приборы для точных полевых измерений



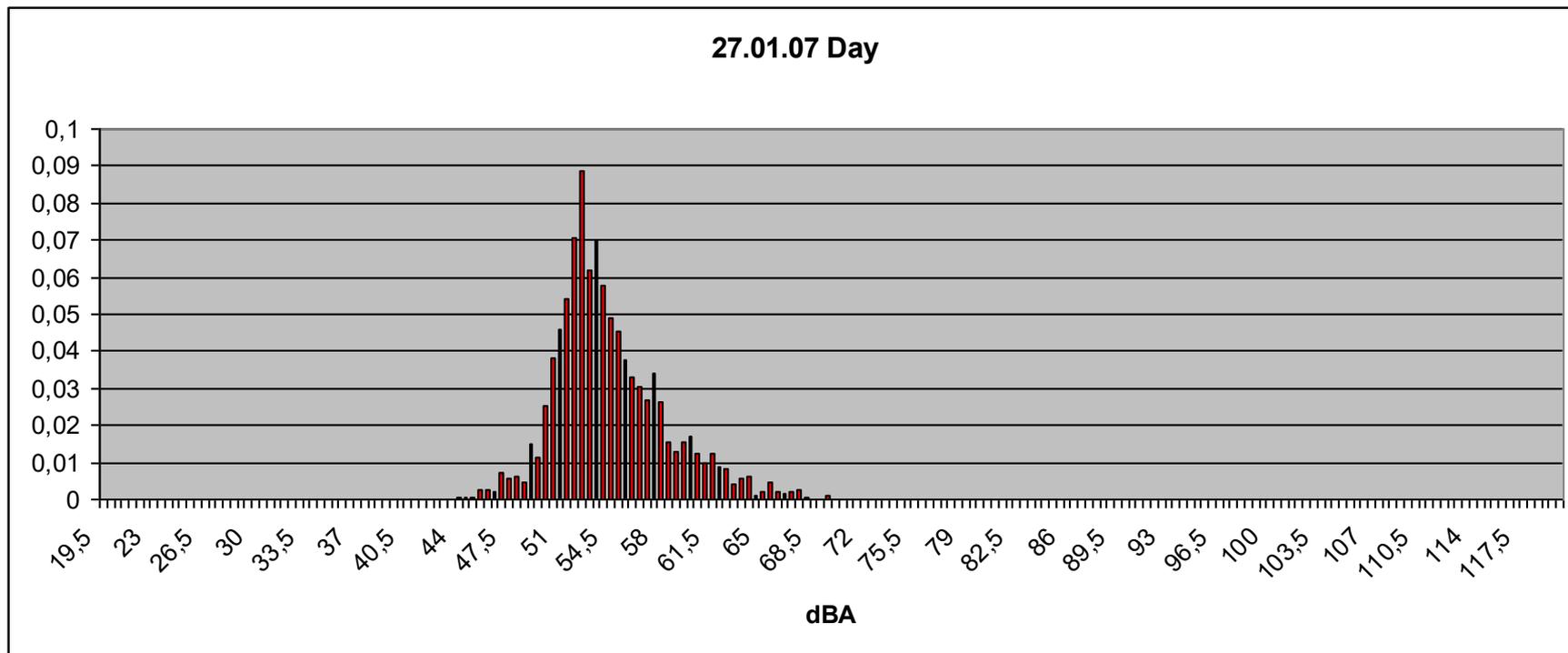
Требования современного уровня



ТЕХНИКИ

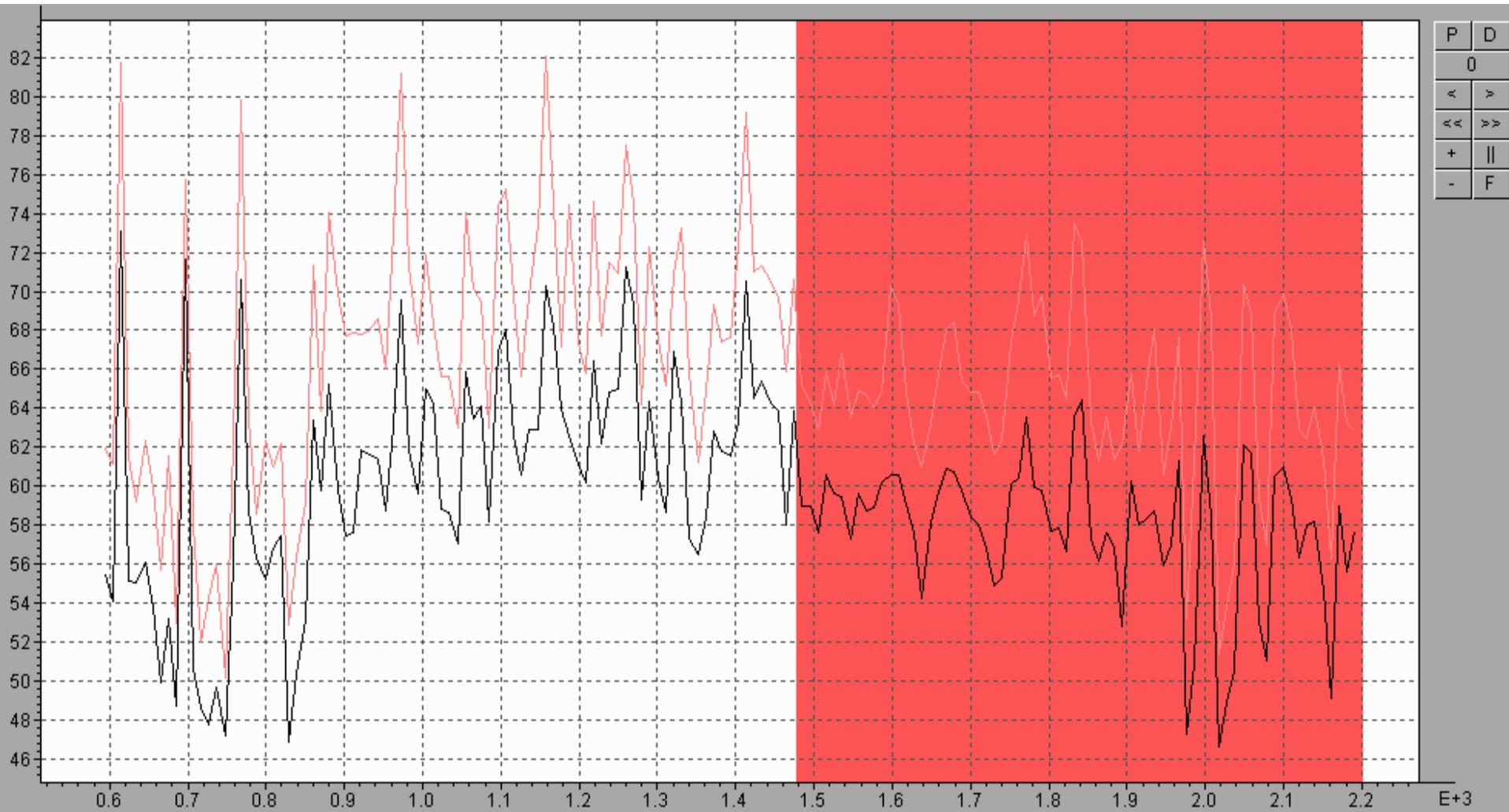
- Одновременность измерений
- Наличие встроенной памяти, календаря и часов
- Портативность (возможность проводить измерения «одной рукой»)
- Октава 16 кГц
- Способность работать от аккумуляторов в течение рабочей смены
- Удобство постобработки (подключения к компьютеру)
- Возможность перезагрузки программного обеспечения и контроля встроенных калибровочных коэффициентов

Метод мониторинга (статистический анализ)



Статистическое распределение позволяет определить уровень фона (L95 или L99), статистически максимальный уровень (L1 или L5), эквивалентный уровень, средние уровни и пр. Кроме того вы получаете наглядный «портрет» нестационарного процесса, подобно тому, как спектр является портретом стационарного процесса.

Анализ временных историй



ПРЕЦИЗИОННЫЙ ШУМОМЕР, ВИБРОМЕТР, АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА ОКТАВА-110А



Режимы измерения

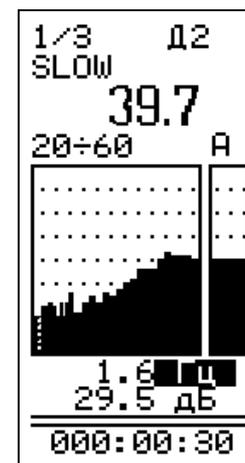
- ЗВУК
- ИНФРАЗВУК
- УЛЬТРАЗВУК
- ОБЩАЯ ВИБРАЦИЯ (1 КАН.)
- ЛОКАЛЬНАЯ ВИБРАЦИЯ (1 КАН.)
- Дозиметр шума
- E-meter
- H-meter



ОКТАВА-110А. Режим «Звук»



- Корректированные уровни звука (A, C, Z)
- 1/1- и 1/3-октавные уровни звукового давления (25 -20000 Гц)
- Slow, Fast, Impulse, Lэкв
- Динамический диапазон: >100 дБ
- Диапазон измерений (при чувств-ти 50 мВ/Па): 22 – 139 дБА (10 – 139 дБ в октавах)
- Все величины измеряются и записываются в память одновременно
- Автоматическая запись в память (опция)
- Класс 1 по ГОСТ 17187, 17168, МЭК 61672-1, МЭК 61260



Гц	дБ
31.5	30.4
63.0	40.0
125.0	45.0
250.0	45.0
500.0	30.0
1k	20.1
2k	20.2
4k	19.1
8k	22.1
16k	23.0

000:00:01

ОКТАВА-110А. Режим «Инфразвук»



- Корректированные уровни звукового давления A, Z, G, FI
- Уровни звукового давления в октавах 2-250 Гц
- Уровни звукового давления в 1/3-октавах 1,6-315 Гц
- Все величины измеряются и записываются в память одновременно
- Класс 1 по ГОСТ 17168, МЭК 61260



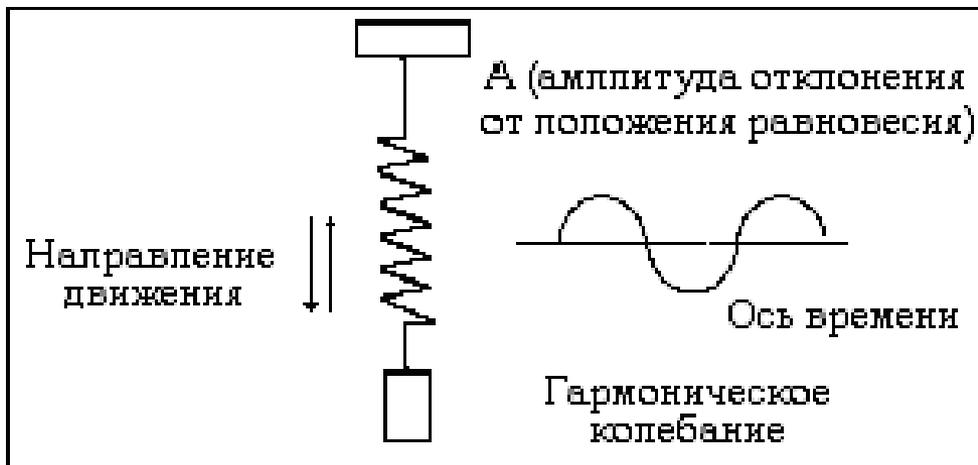
ОКТАВА-110А. Режим измерения «Ультразвук»



- Корректированные уровни звукового давления (дБА)
- Уровни звукового давления в 1/3-октавах 5 кГц – 40 кГц
- Передача цифровых сигналов в диапазоне до 50 кГц
- ГОСТ 17168, МЭК 61260



ОСНОВЫ виброметрии



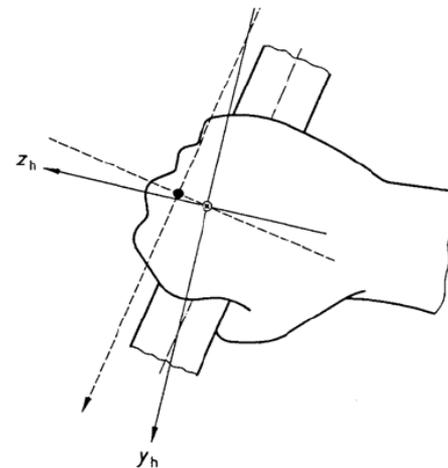
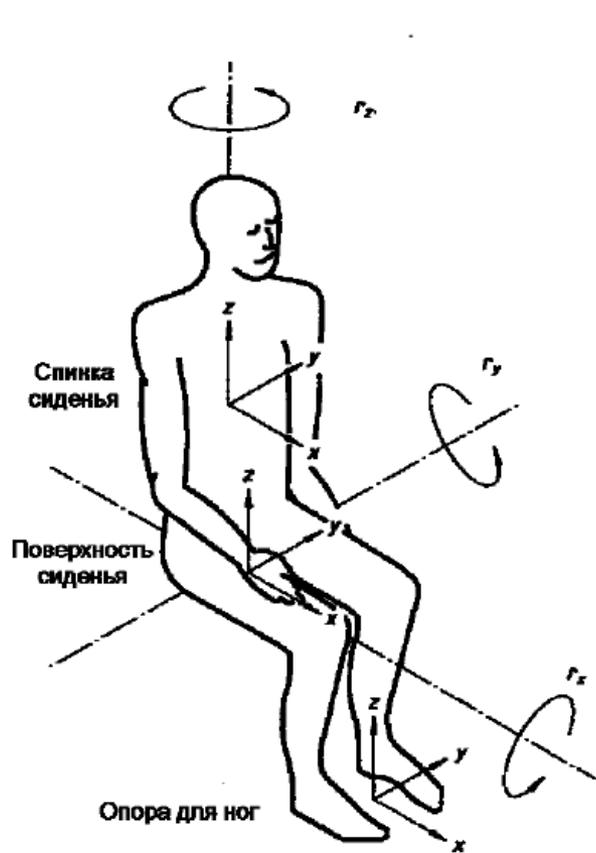
- Виброперемещение (мкм)
- Виброскорость (мм/с)
- Виброускорение (м/с²)

$$V = \frac{A}{2\pi f}$$

$$L_a = 20 \lg\left(\frac{a}{a_0}\right), a_0 = 10^{-6} \text{ м/с}^2$$

$$L_v = L_a + 20 \lg\left(\frac{10}{\pi f}\right) \quad L_v = 20 \lg\left(\frac{v}{v_0}\right), v_0 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}$$

Общая и локальная вибрация



Санитарные нормы



- СН 2.2.4/2.1.8.566-96

Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий

Классы условий труда в зависимости от уровней вибрации



Название фактора	Класс условий труда					
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до ... дБ/раз (включительно)					
Общая вибрация, дБ/раз	\leq ПДУ	6 / 2	12 / 4	18 / 6	24 / 8	>24 дБ
Локальная вибрация, дБ/раз	\leq ПДУ	3 / 1.4	6 / 2	9 / 2,8	12 / 4	>12 дБ



Общая вибрация

- Частотный (спектральный) анализ нормируемых параметров в октавных полосах 1 Гц – 63 Гц или в 1/3-октавных полосах 0.8 Гц – 80 Гц
- Корректированные уровни вибрации (коррекции W_k , W_d)



Локальная вибрация

- Частотный (спектральный) анализ нормируемых параметров в октавных полосах 8 Гц – 1000 Гц
- Корректированные уровни вибрации (коррекция W_h)

Вибрационная безопасность



- ГОСТ 12.1.012-90 – основной стандарт в области вибробезопасности С 1990 г.

**ЗАМЕНЯЕТСЯ НОВОЙ СИСТЕМОЙ
С 01 ИЮЛЯ 2008 ГОДА!**

Общая концепция новой системы



- **Государство** 
 - принимает нормативные акты, определяющие условия правильного (безопасного) применения оборудования и осуществляет надзор
 - **Работодатель** 
 - несет ответственность за правильный выбор машин и их дальнейшее применение
 - **Изготовитель** 
 - обязан заявлять вибрационные характеристики поставляемого им оборудования
-

Система стандартов - А



Стандарты Типа А (основополагающие стандарты)

ГОСТ 12.1.012-2004

**ГОСТ 31191.1
(ИСО 2631-1)**

**ГОСТ 31192.1
(ИСО 5349-1)**

ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования

ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1). Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.

ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1). Вибрация. Измерение локальной вибрации и ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.

Система стандартов - В



Стандарты типа В
(стандарты групповых вопросов)

**ГОСТ
ИСО
8041-2006**

**ГОСТ 31319-2006
(ЕН-14253)**

**ГОСТ 31192.2
(ИСО 5349-2)**

**ГОСТ 31191.2
(ИСО 2631-2)**

**ГОСТ 31191.4
(ИСО 2631-4)**

**ГОСТ 31248-2004
(ИСО 10056)**

Система стандартов - С



Стандарты типа С

(Испытательные коды для заявления вибрационных характеристик)

ГОСТ 30873.2

...

30873.14

Измерения на рукоятке ручных машин (молотки, бетоноломы, гайковерты и пр.)

ГОСТ 31317.2

Оценка вибрации сидений ж/д транспорта

ГОСТ 31323-2006

Оценка вибрации с/х машин

ГОСТ 27259

Оценка вибрации землеройных машин

ГОСТ ...



Вибрационная безопасность. Общие требования

- ГОСТ 12.1.012-2004 устанавливает общие требования к обеспечению вибрационной безопасности на производстве, транспорте, строительстве, горных и других работах, связанных с неблагоприятным воздействием вибрации на человека.



Новые понятия:

- - **Машина типа 1** – может передавать вибрацию непосредственно на тело человека.
- - **Машина типа 2** – не находится в контакте с телом человека, но может передавать на него вибрацию через механическую связь и (или) связь других видов.
- - **Неопределенность K** – величина, определяющая меру неточности (оценки) при заявлении вибрационной характеристики
- - **Виброопасная машина** – машина, способная при нормальной работе производить вибрацию выше предела

Заявление вибрационных характеристик

	Максимальное полное среднеквадратичное значение корректированного виброускорения	
Заявление вибрационной характеристики	Общая вибрация	Локальная вибрация
Вибрационные характеристики не заявляются	$\leq 0,1 \text{ м/с}^2$	$\leq 0,5 \text{ м/с}^2$
Заявляется только факт непревышение порога	$\leq 0,25 \text{ м/с}^2$ (для самоходных машин)	$\leq 1,25 \text{ м/с}^2$
Высокая виброактивность (необходимо заявление числового значения вибрационной характеристики с учетом неопределенности)	$> 0,25 \text{ м/с}^2$	$> 1,25 \text{ м/с}^2$

ГОСТ 31191.1-2004



Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования

Четыре основных задачи оценки общей вибрации:

- **Здоровье;**
 - **Комфорт;**
 - **Чувствительность человека;**
 - **Болезнь движения (укачивания)**
-

Общая вибрация. Нормируемые параметры

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2}$$

- Корректированное виброускорение

$$MTVV = \max [a_w(t_o)]$$

- Максимальное текущее среднеквадратичное виброускорение (MTVV)

$$VDV = \left\{ \int_0^T [a_w(t)]^4 dt \right\}^{1/4}$$

- Доза вибрации (VDV)

$$A_l(8) = k_l \left[\frac{1}{T_o} \int_0^{T_o} a_{lw}^2(t) dt \right]^{1/2}$$

- Вибрационная экспозиция (A(8))

Методы оценки общей вибрации

Метод	Здоровье	Комфорт	Чувствит.	Укачивание
Основной (a_w)	Всегда	«Безударная» вибрация» ($C_f < 9$)	«Безударная» вибрация» ($C_f < 9$)	нет
Альтернатива ($MTVV$)	Допоценка (ударная вибрация)	$\frac{MTVV}{a_w} > 1,5$	$\frac{MTVV}{a_w} > 1,5$	нет
Альтернатива (VDV)	Допоценка (ударная вибрация)	$\frac{VDV}{a_w T^{1/4}} > 1.75$	$\frac{VDV}{a_w T^{1/4}} > 1.75$	
MSDV	нет	нет	нет	Всегда

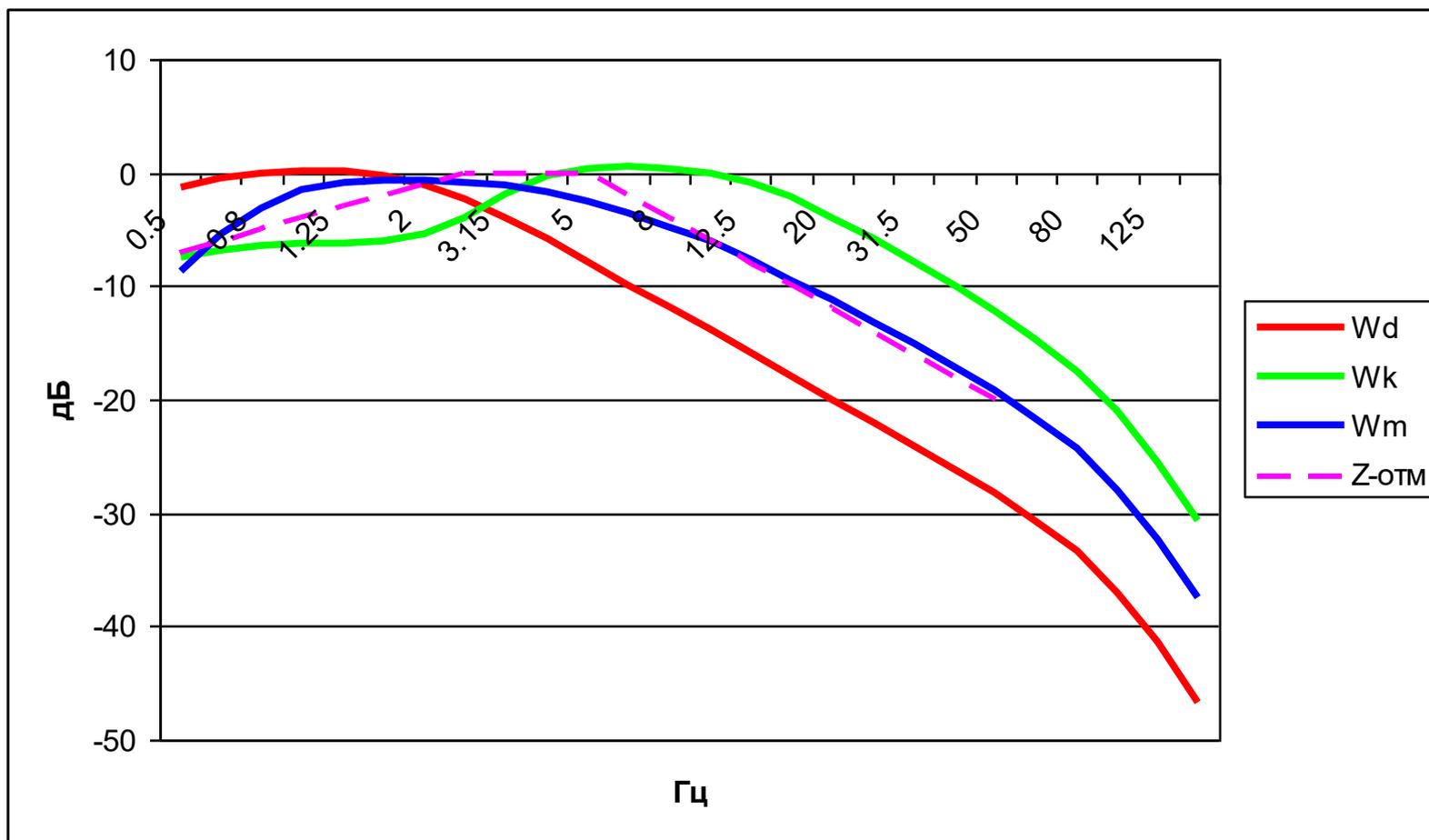
Частотные коррекции (основные)

Частотная коррекция	Здоровье	Комфорт	Чувствительность	Болезнь движения
Основные функции частотной коррекции				
W_k	Z – пов-ть сиденья	Z: положение сидя, стоя, лежа (кроме головы) X, Y, Z – опора ног сидящего человека	Z: положение сидя, стоя, лежа (кроме головы)	-
W_d	X, Y – пов-ть сиденья	X, Y: сидя; горизонт. направл. для лежащего человека (кроме головы) X, Y, Z – спинка сиденья	X, Y: сидя, горизонт. направл. для лежащего человека (кроме головы)	-
W_f	-	-	-	Вертикальное направление

ГОСТ 31191.1-2004



Частотные коррекции



Метод весовых коэффициентов



- Не работает в случае импульсных и переходных процессов
- Большая погрешность округления
- Обладает преимуществами при замерах слабых стационарных вибраций

Пример погрешности метода весовых коэффициентов



Расчётный уровень (Z) виброускорения составляет 105,5 дБ

корректированный уровень (Z) виброускорения



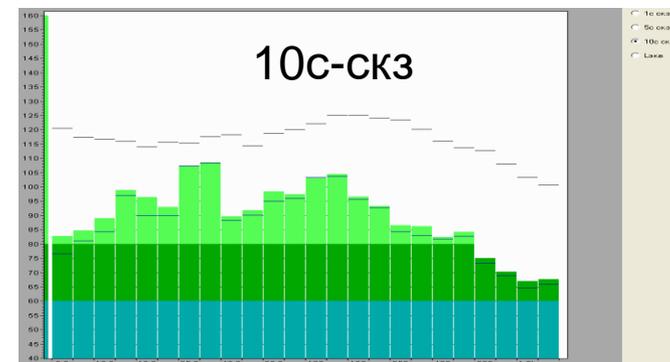
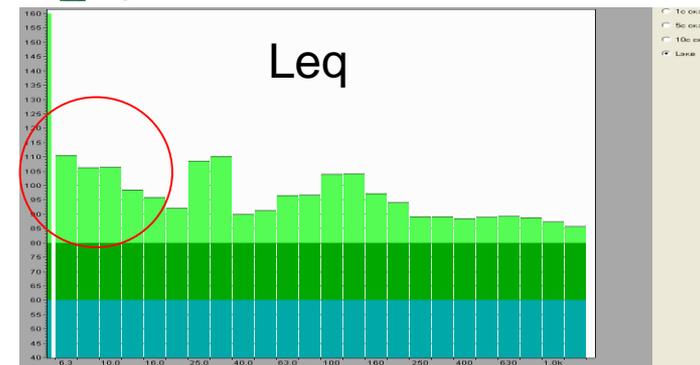
Расчётный уровень (Z) виброускорения: 103,8 дБ

корректированный уровень (Z) виброускорения:

Локальная вибрация на руле

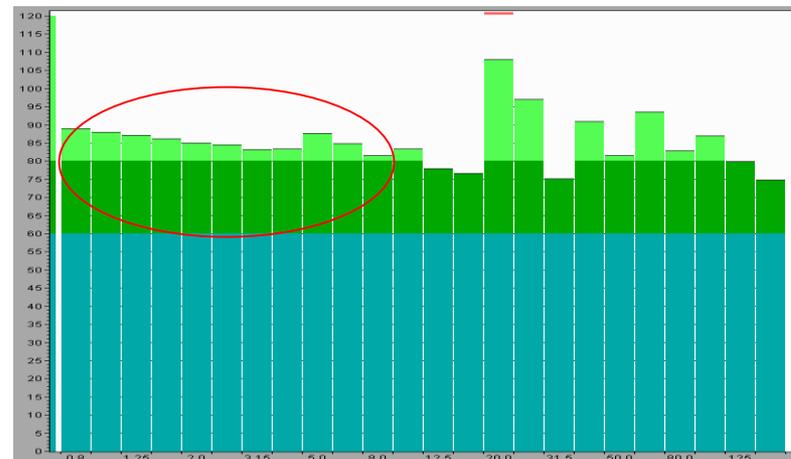
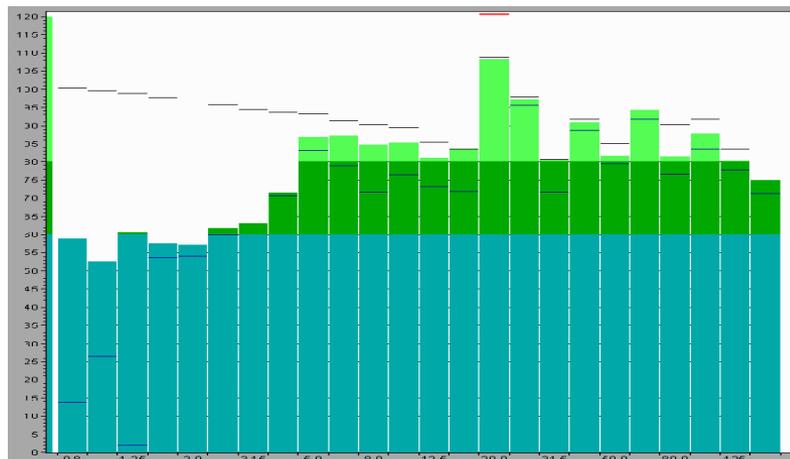


Пик Fh	150,2	
1с-МАКС-Fh	122,6	
	Wh	Wh_{расч}
Leq-X	111,9	117,2
Leq-Y	120,2	120,9
Leq-Z	108,8	113,1
10с-X	111,5	111,3
10с-Y	120,6	120,5
10с-Z	107,9	107,7



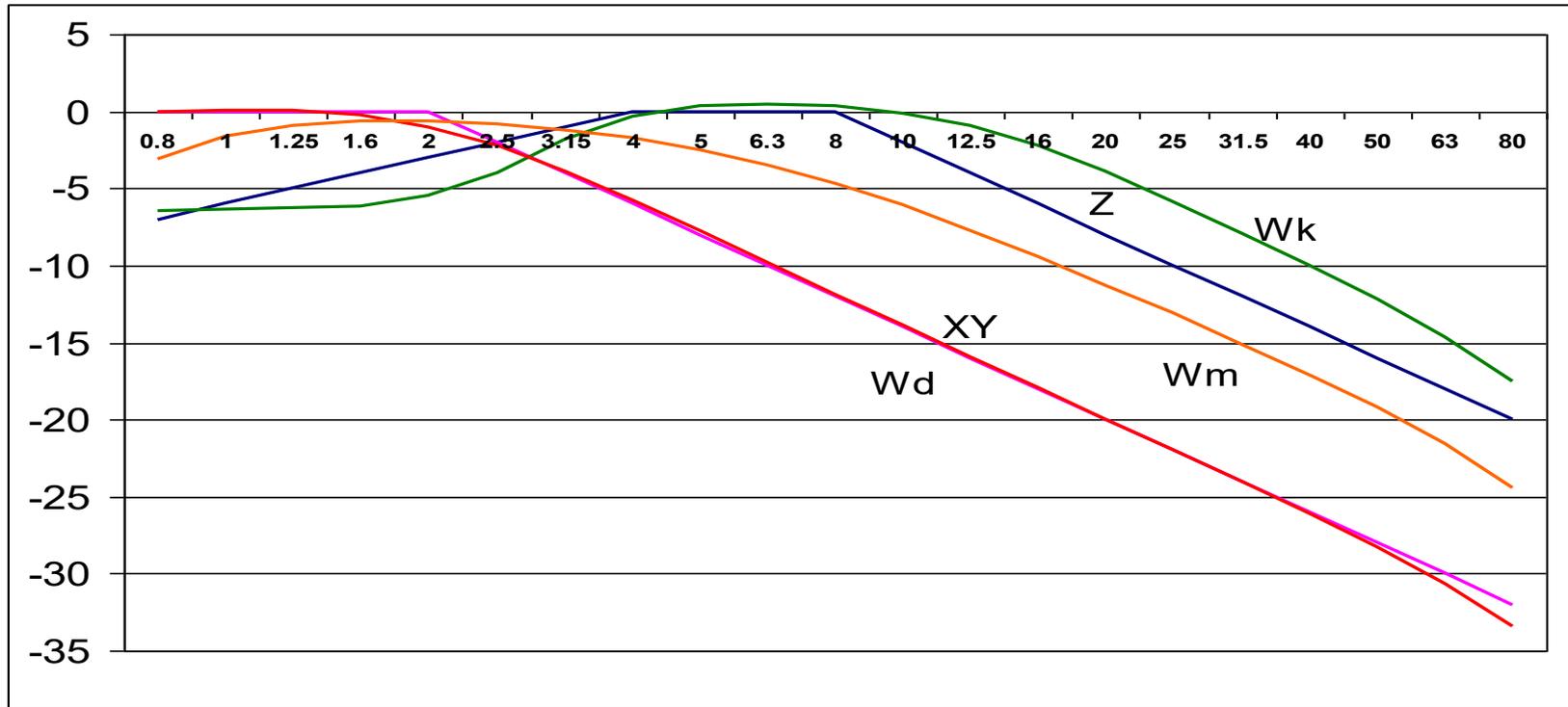
Фильтр Wh быстро отработал удар, а более узкие 1/3-октавные фильтры – с задержкой. Как следствие: эквивалентные уровни в 1/3-октавах оказались завышенными

Транспортная и транспортно-технологическая. Wd



- Эквивалентные уровни в 1/3-октавах на низких частотах удерживают начальный заброс периода стабилизации и завышены
- На этой же машине имел место резкий рывок в конце замера. Фильтр Wd успел обработать этот скачок, а младшие 1/3-октавные фильтры - нет. Корректированный уровень, рассчитанный методом весовых коэффициентов, оказался заниженным на 4 дБ
- Метод весовых коэффициентов приводит к большим погрешностям примерно в 20% случаев

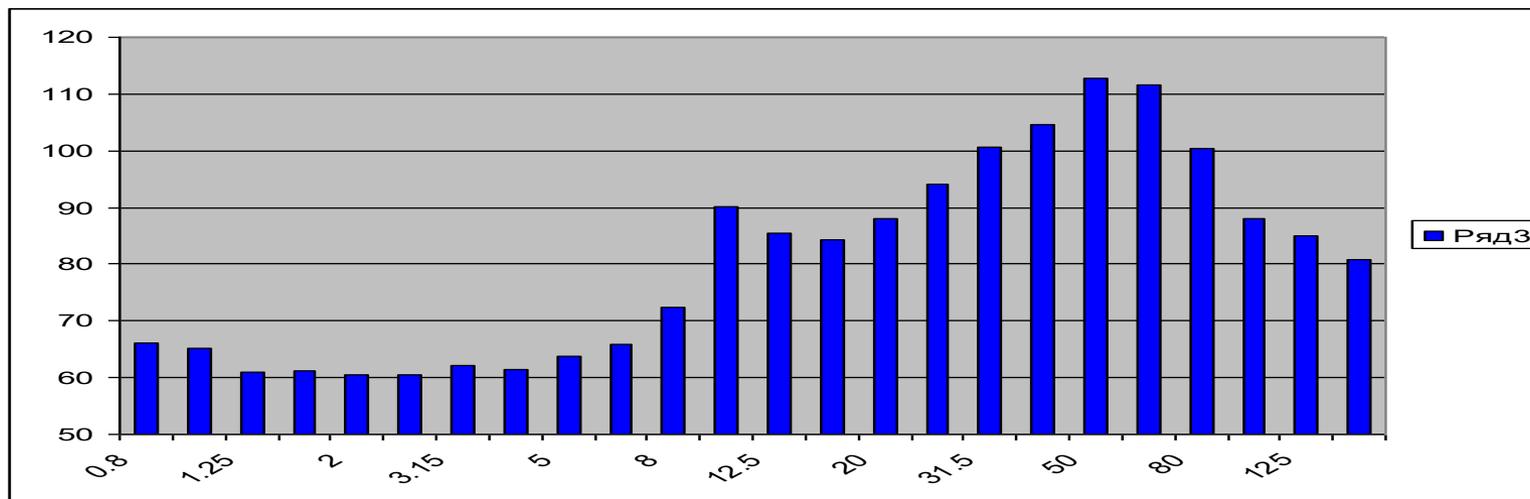
Общая вибрация. W_k



- Наиболее существенно фильтр W_k отличается от старой коррекции Z на частотах выше 10 Гц. Это малозначительно для транспортной и транспортно-технологической вибрации (погрешности в пределах 1,7 дБ).

Общая вибрация. Wk.

Наихудший случай



- На 50 Гц вибрация составляет 112,7 дБ, что почти на 2 дБ выше ПДУ для категории 3-а (111 дБ).
- Эквивалентный скорректированный уровень, измеренный фильтром Wk, составил 103,8 дБ (на 3,8 дБ выше ПДУ) за весь период измерений и 102,5 дБ (+2,5 дБ к ПДУ) за последние 10 с, тогда как скорректированный уровень, рассчитанный по старым весовым коэффициентам, получился 100,0 дБ, то есть вообще не «заметил» превышения ПДУ

Частотные коррекции (дополнительные)

W_c	X – для спинки сиденья	X – для спинки сиденья	X – для спинки сиденья	-
W_e	-	r_x, r_y, r_z – на ПОВ-ТИ сидений	r_x, r_y, r_z – на ПОВ-ТИ сидений	-
W_j	-	Вертик. направл. для лежащего человека (голова)	Вертик. направл. для лежащего человека (голова)	-
W_m (ГОСТ 31191.2)	-	Вибрация внутри зданий X, Y, Z	-	-
W_b (ГОСТ 31191.4)	-	Вертик.направл., внутри рельсового трансп.ср-ва	-	-

Требования к проведению измерений на рабочих местах

- Итог измерения:
вибрационная
экспозиция $A(8)$

$$A(8) = \max\{A_x(8), A_y(8), A_z(8)\}$$

$$A_l(8) = k_l \left[\frac{1}{T_o} \int_0^{T_o} a_{lw}^2(t) dt \right]^{1/2}$$

$$k_x = k_y = 1,4; k_z = 1, \quad T_o = 8 \text{ ч}$$

Измерение экспозиции $A(8)$. Способ 1

Способ 1. Непрерывное измерение в течение всей рабочей смены

Шаг 1
Измерить
среднеквадратичное
виброускорение
 a_{wl} ($l=x, y, z$) за смену

Шаг 2. Рассчитать $A_l(8)$:

$$A_l(8) = k_l a_{wl} \sqrt{\frac{T_{\text{н\`а\`и\`у}}}{T_{8\div}}}$$

Шаг Последний: Выбрать максимальное значение экспозиции из трех:

$$A(8) = \max\{A_x(8), A_y(8), A_z(8)\}$$

Способ 2. Измерение по операциям

Шаг 1. Разбить смену на N операций или рабочих циклов

Шаг 2. Определить продолжительность каждой операции T_i

Шаг 3. Определить среднеквадратичное виброускорение $a_{wl,i}$ для каждой операции

Шаг 4.

$$a_{wl} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N a_{wl,i}^2 T_i}{T_{\text{н\`а\`и\`у}}}}$$

Шаг 5.

$$A_l(8) = k_l a_{wl} \sqrt{\frac{T_{\text{н\`а\`и\`у}}}{T_{8\div}}}$$

Шаг Последний:

$$A(8) = \max\{A_x(8), A_y(8), A_z(8)\}$$

Неопределенность



$$u(a_{8\div}) = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_{T_i}^2 T_i^2 u_i^2}}{T_0 a_{8\div}}$$

Измерение $a_w(L_{eq})$ для



отдельной операции прибором 101ВМ

- Провести 5-6 замеров $L_{экв}$ (не менее 3 мин каждый);
- Если есть возможность, не сбрасывать результат между замерами, а накапливать его.
- В противном случае рассчитать среднее по формуле:

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \left(\frac{\sum_k (10^{L_{eq,k}/10} T_k)}{\sum_k T_k} \right) \quad a_{w,\text{экв}} = \sqrt{\frac{\sum_k T_k a_{w,k}^2}{\sum_k T_k}}$$

$$u(L) = 2 \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_{w,\text{экв}} - a_{w,i})^2}$$

Вибрация в помещениях

- Оценка влияния общей вибрации на комфорт обитателей зданий
- Основной параметр: максимальное среднеквадратичное значение виброускорения
- Специальная частотная коррекция W_m , если типичная поза человека не определена



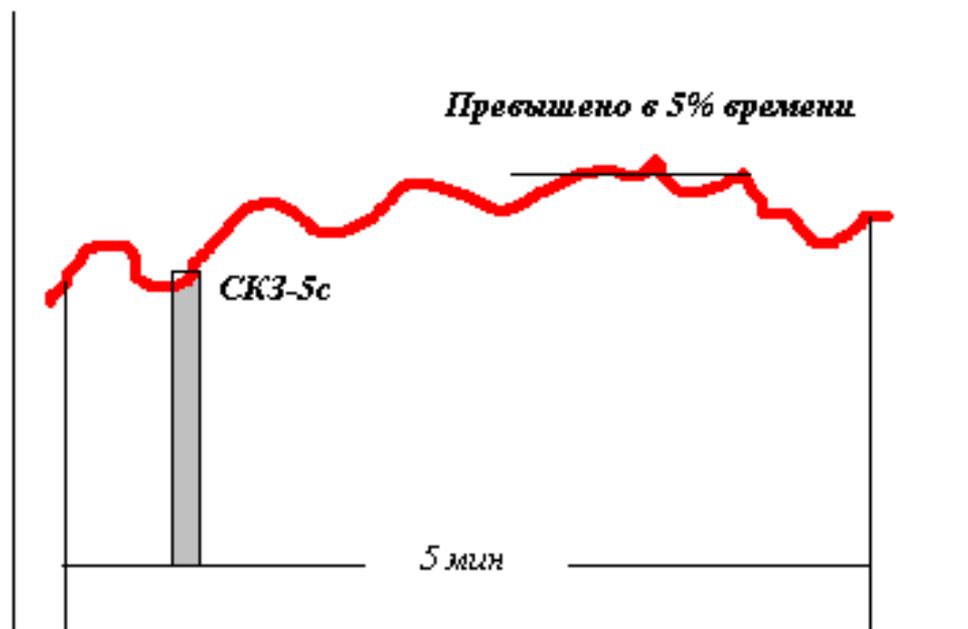
Вибрация рельсового транспорта

- Оценка влияния общей вибрации рельсового транспорта на пассажиров и экипаж
- Основной метод: среднеквадратичное скорректированное виброускорение (ГОСТ 31191.1)
- Дополнительный метод: статистический анализ по ГОСТ 31248-2004

Статистический метод



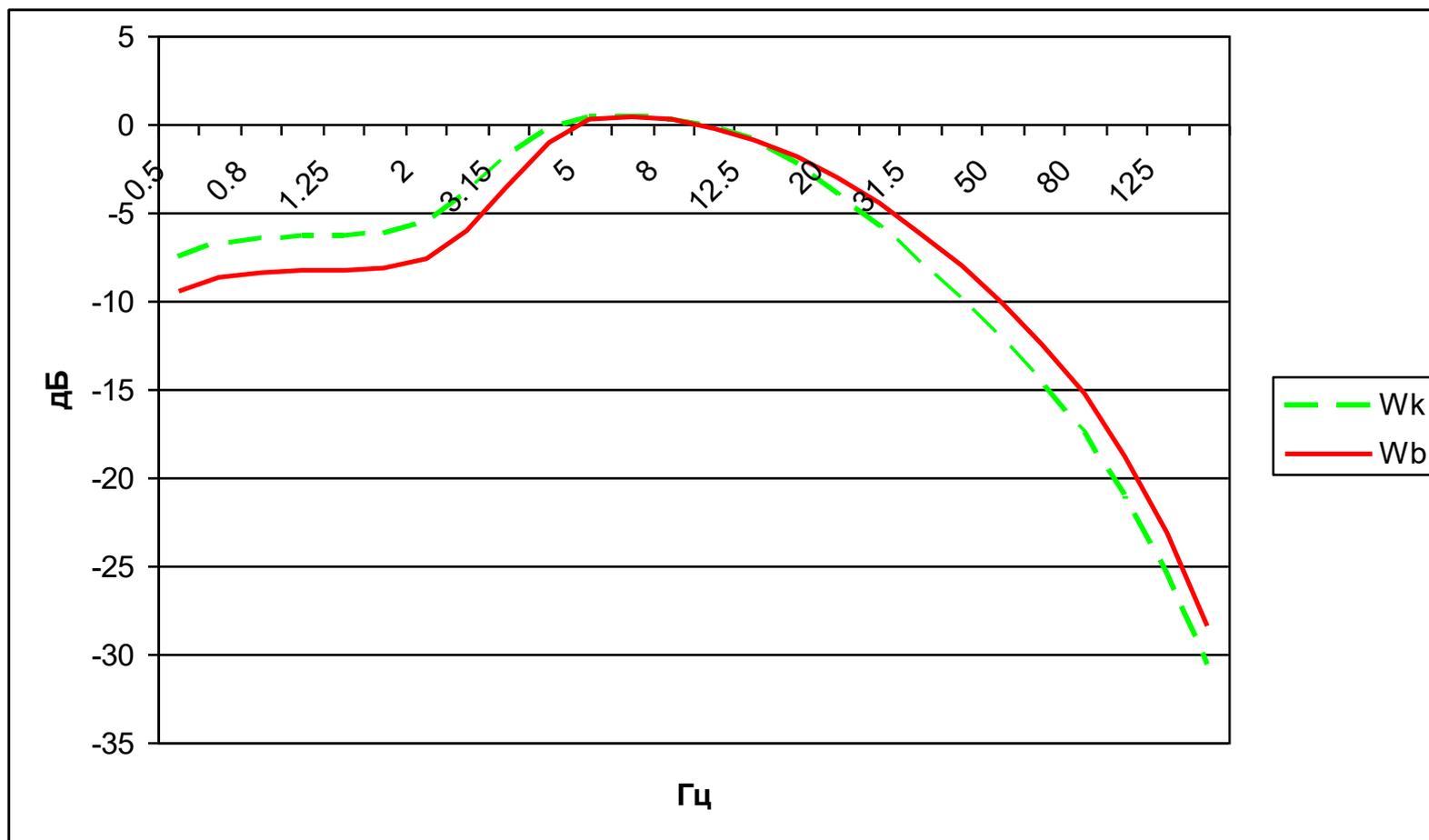
- определении квантиля 0,95 среднеквадратичных значений виброускорения, усредняемых на интервале 5 с, за период наблюдения 5 мин



ГОСТ 31191.4



Частотная коррекция Wb



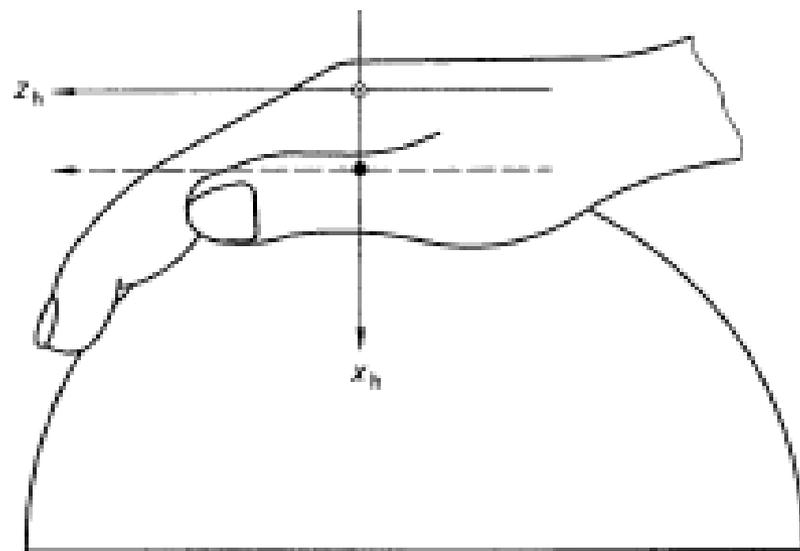
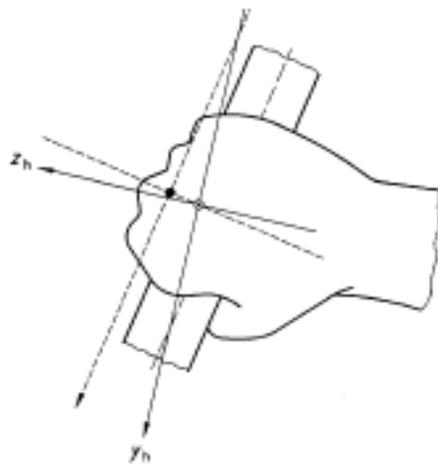
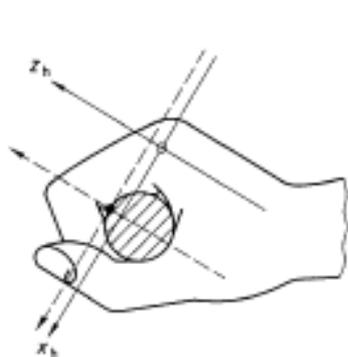
Локальная вибрация



- ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1).
Вибрация. Измерение локальной вибрации и ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования
- ГОСТ 31192.2-2005 (ИСО 5349-2).
Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требование к проведению измерений на рабочем месте

ГОСТ 31192.1-2004

Общие требования





Нормируемые параметры

- СКЗ скорректированного ускорения

$$a_{hw} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_{hw}^2(t) dt \right]^{1/2}$$

- Полное виброускорение

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hw_x}^2 + a_{hw_y}^2 + a_{hw_z}^2}$$

- Вибрационная экспозиция

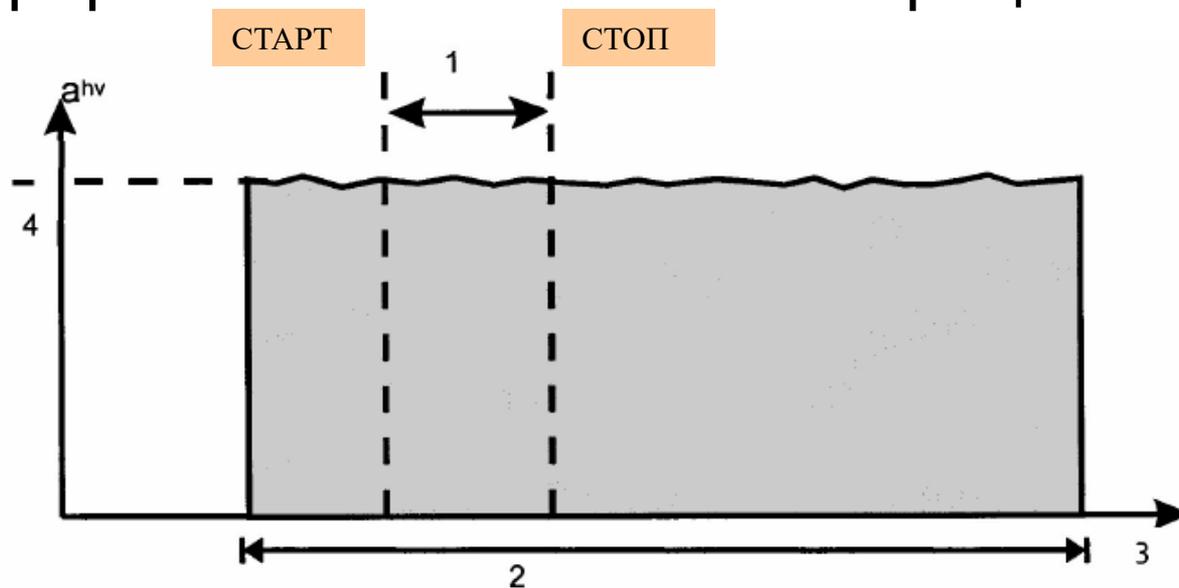
$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_{\text{эксп}}}{T_0}}$$



Проведение измерений

- - выделение операций, составляющих рабочий день оператора,
- - выбор операций, для которых должно проводиться измерение,
- - измерение среднеквадратичного значения виброускорения для каждой выбранной операции
- - оценка типичного времени воздействия для каждой операции,
- - расчет вибрационной экспозиции за смену.

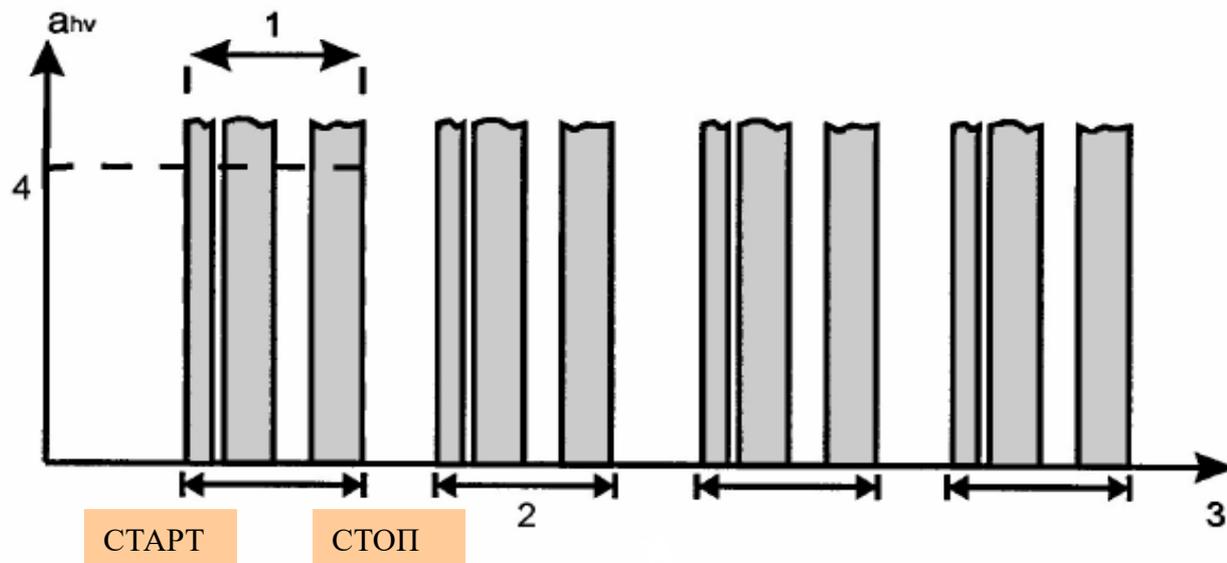
- Продолжительные измерения в процессе непрерывного выполнения операции



1 - длительность измерений; 2 - время выполнения операции (воздействия вибрации);

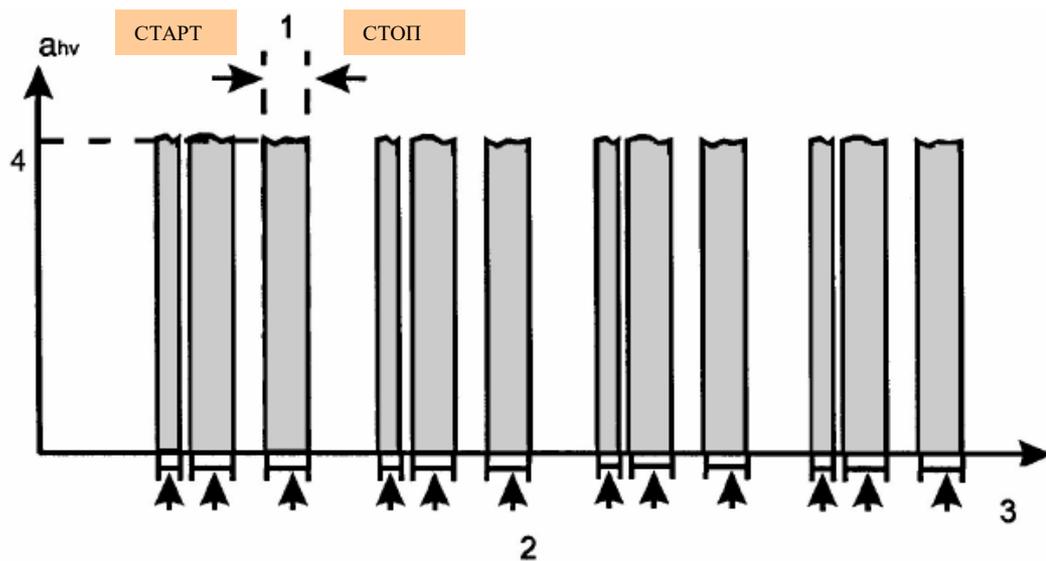
3 - время; 4 - $a_{hv, measured}$

- Продолжительные измерения в процессе выполнения операции с перерывами



1 - длительность измерений; 2 - время воздействия вибрации (в данном случае, общее время использования инструмента); 3 – время; 4 - $a_{hv, measured}$

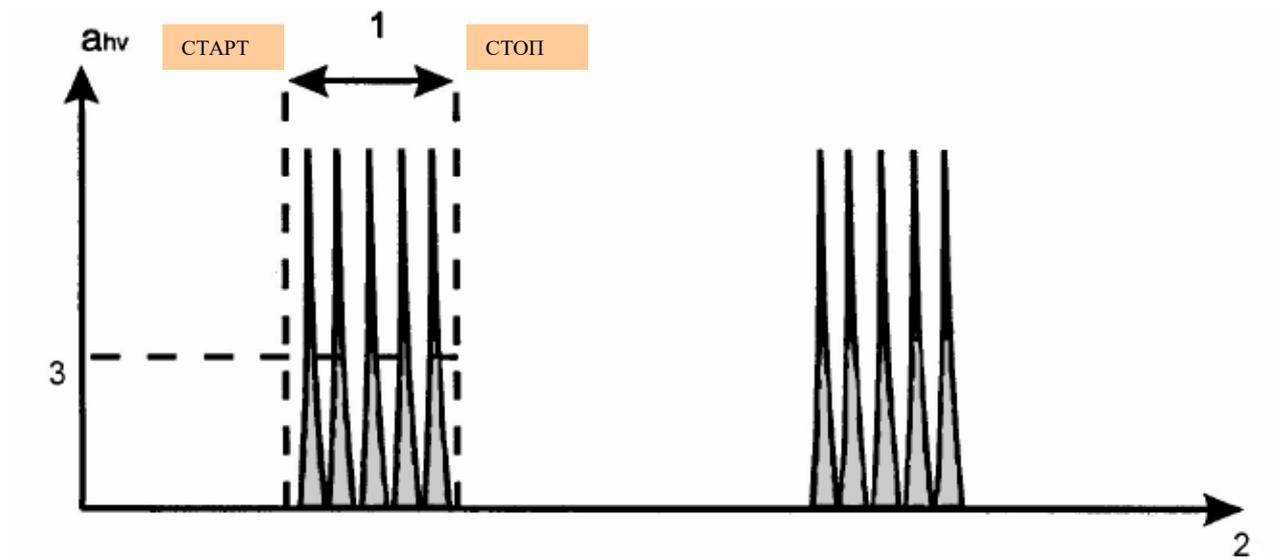
- Кратковременные измерения для операции с перерывами



$$a_{lw,i} = \sqrt{\frac{\sum_k a_{lw,i-k}^2 T_k}{\sum_k T_k}}$$

1 - длительность измерений; 2 - время воздействия вибрации (в данном случае, общее время работы инструмента); 3 - время; 4 - $a_{hv, measured}$

- Измерение в течение фиксированного периода времени



1 - длительность измерений; 2 - время; 3 - $a_{hv, measured}$



Важные замечания по измерениям

- Предпочтительно вместо одного большого периода измерений брать несколько более коротких
- Не менее трех усреднений для каждой операции.
- Суммарная продолжительность измерений для каждой операции не должна быть меньше 1 минуты.
- Измерений очень короткой длительности (менее 8 секунд) рекомендуется избегать.
- Если проведение измерений при обычном выполнении операции невозможно, допускается выполнить их при имитации рабочего процесса

Требования НТД к СИ общей и локальной вибрации (суммарно)



- Виброметр, соответствующий ИСО 8041
- Наличие октавных фильтров 1-63 Гц (общая вибрация) и 8-1000 Гц (локальная вибрация) по ГОСТ 17168-82 или МЭК 61260
- Наличие фильтров частотных коррекций
- Датчик вместе с адаптерами не должен изменять вибрационных характеристик исследуемого объекта

Требования современного уровня



ТЕХНИКИ

- Одновременность измерений, одновременное измерение в трех направлениях (особенно для производственных вибраций)
- Датчики со встроенной электроникой (ICP, IEPЕ и аналогичные)
- Наличие встроенной памяти, календаря и часов
- Портативность (возможность проводить измерения «одной рукой»)
- Способность работать от аккумуляторов в течение рабочей смены
- Удобство постобработки(подключения к компьютеру), дистанционное управление
- Возможность перезагрузки программного обеспечения и контроля встроенных калибровочных коэффициентов

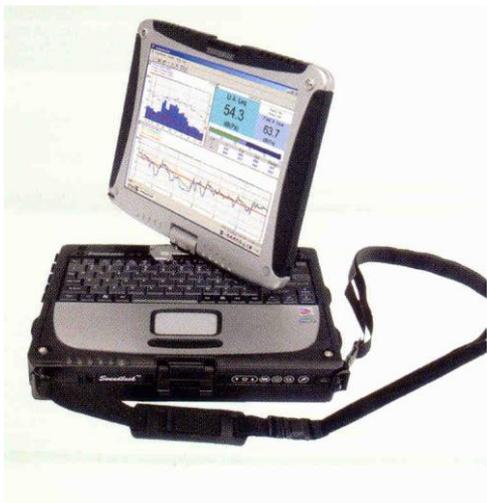
Средства измерения вибрации



- Диагностика машин (виброметры и сборщики данных)



Приборы для исследований



Виброметры для оценки воздействия вибрации на человека



3-КАНАЛЬНЫЙ ВИБРОМЕТР, АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА ОКТАВА-101ВМ



Режимы измерения

- ОБЩАЯ ВИБРАЦИЯ (3 КАН.)
- ЛОКАЛЬНАЯ ВИБРАЦИЯ (3 КАН.)



ОКТАВА-101ВМ. Режим «Общая вибрация-3»

- Одновременные измерения по трем каналам
- 1/1 и 1/3-октавные уровни виброускорения 0,8 – 125 Гц
- Корректированные уровни виброускорения W_k , W_d , F_k (Лин) ...
- Временные характеристики СКЗ-1с, 5с, 10с, Лэкв
- Диапазон измерения (при чувств. 100 мВ/г): $2 \times 10^{-3} \dots 1,4 \times 10^3$ м/с² (66 ... 183 дБ)
- ГОСТ ИСО 8041-2006, ГОСТ 17168, МЭК 61260

1/1 СКЗ	10с дБ
Гц	дБ
1	77.1
2	78.5
4	74.8
8	75.2
16	78.1
31.5	79.5
63	82.4
125	85.3
000:00:51	

1/1 СКЗ	10с дБ
77.9	
Leq	
78.8	
МИН	76.0
МАКС	79.3
PK:	95.6
PKT:	88.4
000:00:51	

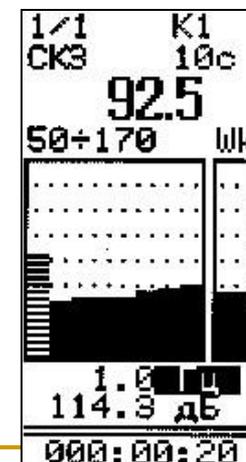
ОКТАВА-101ВМ. Режим «Общая вибрация-3»

	Fk	Fm	Wb	Wc	Wd	We	Wj	Wk	Wm
1с скз	98.1	98.0	95.5	94.4	87.7	83.7	97.7	96.9	90.3
1с мин	60.0	59.8	55.9	55.1	50.2	48.7	59.7	55.7	51.4
1с макс	103.7	103.7	98.8	98.3	94.2	93.3	103.7	98.4	96.0
1с пик	110.7	111.1	108.5	104.5	91.9	86.3	111.5	111.9	105.3
5с скз	99.7	99.5	95.7	95.4	90.4	88.2	99.1	96.6	92.7
5с мин	68.4	68.4	67.0	65.2	56.1	51.2	68.3	66.8	61.9
5с макс	99.7	99.5	95.7	95.4	90.4	88.2	100.7	96.6	92.7
5с пик	124.4	108.8	107.2	108.6	102.9	99.8	106.8	111.9	102.6
10с скз	96.7	96.4	92.7	92.4	87.4	85.2	96.1	93.6	89.7
10с мин	65.7	65.7	64.2	62.3	53.7	49.4	65.6	64.0	59.1
10с макс	96.7	96.4	92.7	92.4	87.4	85.2	97.7	93.6	89.7
10с пик	124.4	108.8	107.2	108.6	102.9	99.8	106.8	111.9	102.6
Lэкв	94.4	94.1	90.4	90.1	85.1	82.9	93.8	91.2	87.3
Pk	124.4	124.5	114.5	108.6	102.9	99.8	124.7	111.9	106.0

ОКТАВА-101ВМ. Режим «Локальная вибрация»

3»

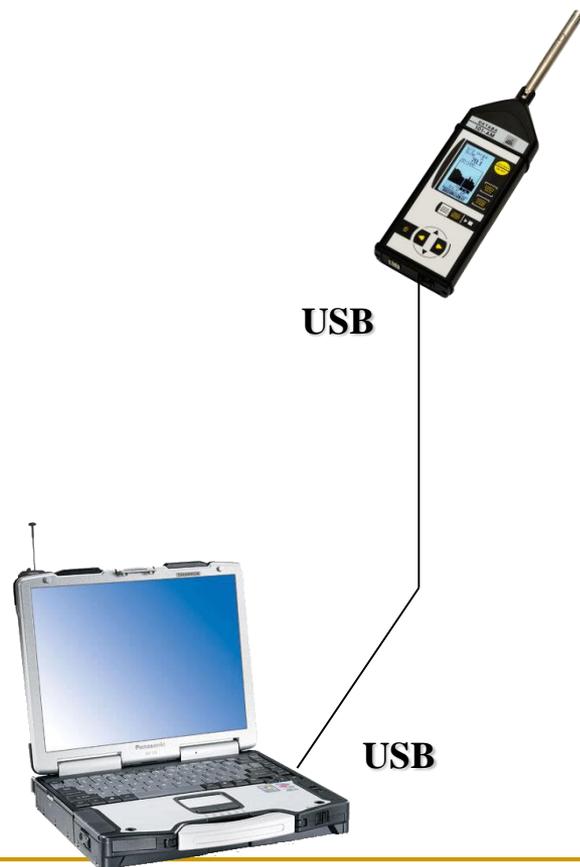
- Одновременные измерения по трем каналам
- Октавные и 1/3-октавные уровни виброускорения 6,3 – 1250 Гц
- Корректированные уровни виброускорения Wh, Fh (Лин)
- Временные характеристики СКЗ-1с, 5с, 10с, Лэкв
- ГОСТ ИСО 8041-2006, ГОСТ 17168, МЭК 61260



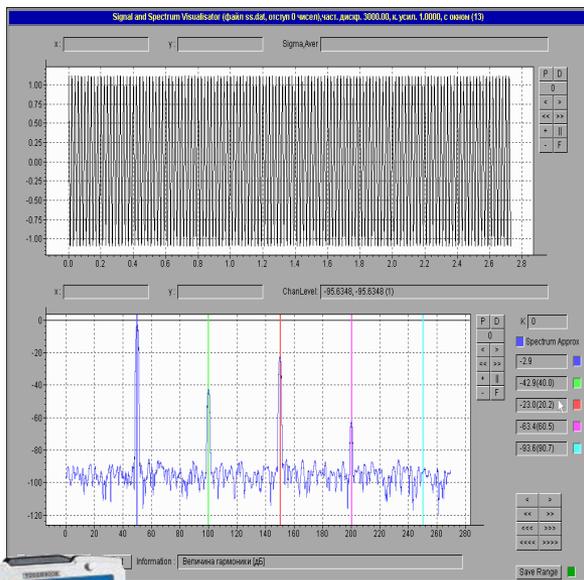
Совместная работа приборов ОКТАВА с компьютером



- USB – прибор воспринимается как дополнительный съемный диск. Обмен файлами обычными средствами Windows



Одновременная работа с несколькими приборами



Кабель витая пара, до 300м

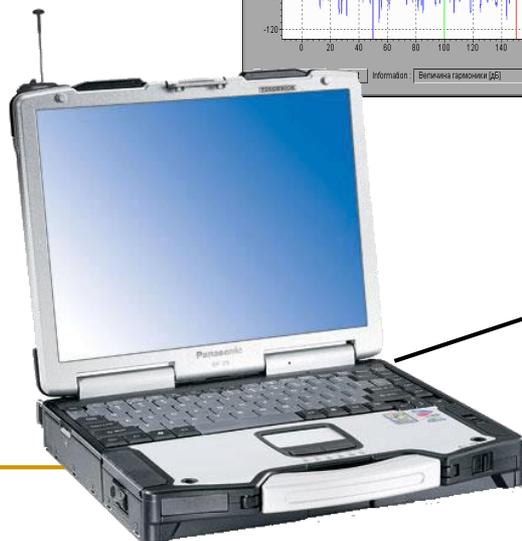
Радиоканал

USB

110-DOUT

USB

OCT-110-RF

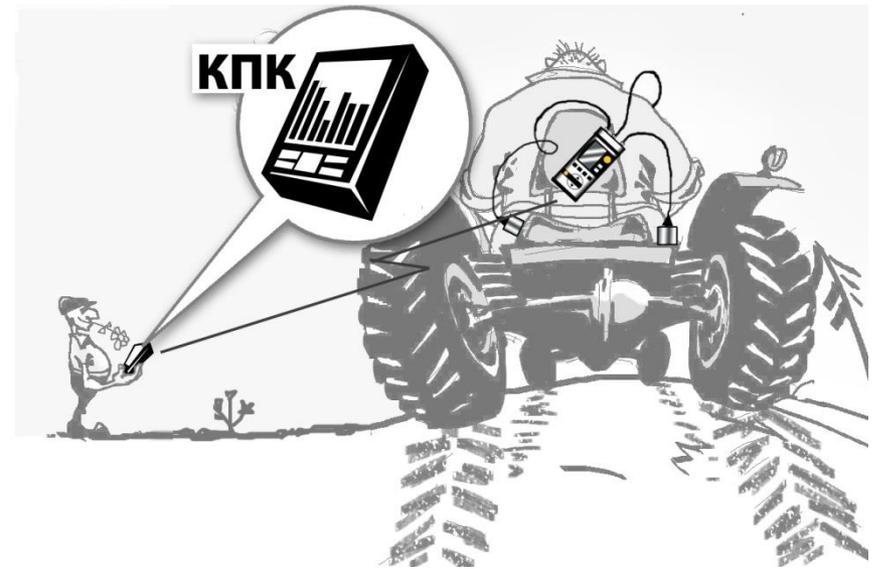


Измерения в труднодоступных местах

Удаленный терминал



- Дистанционное управление по радиоканалу
- Данные передаются в реальном времени в КПК
- Речевой комментарий (опция)



Мониторинг шума и вибраций



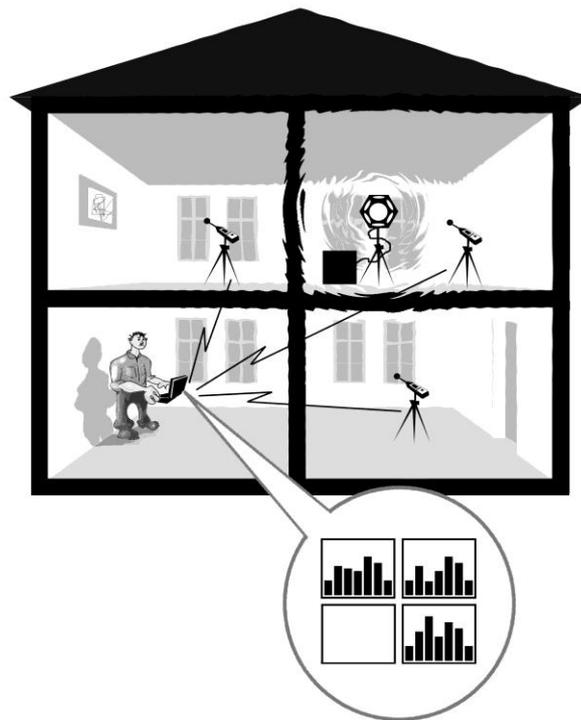
- Авиационный шум
- Шум и вибрация вблизи магистралей и стройплощадок
- Автоматическая идентификация событий
- Сбор данных с нескольких станций, удаленных на километры
- Связь с сервером (в том числе через GPRS модем)



Мониторинг коммунальных шумов



- Мониторинг шума в жилых помещениях
- Длительное накопление результатов измерений
- Возможность передачи на сервер по мобильной связи



Мониторинг вибраций



- Вибрация зданий и строительных сооружений
- Спектральный и взаимно-корреляционный анализ

