Вычисление числовых характеристик сигналов

Параметры количественной оценки

Исходно анализируемый сигнал представляется в цифровом виде (дискретный и квантованный) как массив данных $x(i), i = 0,1,2......$.

Для количественной оценки сигналов (рисунок 2.17) наиболее часто применяются следующие параметры.

Абсолютные значения максимума и минимума сигнала на рассматриваемом отрезке времени $T = [0, T]$, называемые пиковыми значениями:

$$X_+ = \left|\max_{t \in T} x(t)\right|; \qquad X_- = \left|\min_{t \in T} x(t)\right|. \tag{2.23}$$

Размах колебаний:

$$X_P = \max_{t \in T} x(t) - \min_{t \in T} x(t). \tag{2.24}$$

Среднее значение (постоянная составляющая):

$$X_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t)dt . \tag{2.25}$$

$$X_{cp} = \frac{1}{N} \sum_0^{N-1} x(i) . \tag{2.26}$$

Мощность сигнала, определяемая с учетом постоянной составляющей:

$$P_X = \frac{1}{T} \int_0^T x^2(t)dt , \tag{2.27}$$

$$P_X = \frac{1}{N} \sum_0^{N-1} x^2(i) . \tag{2.28}$$

и без учета постоянной составляющей:

$$P_X = \frac{1}{T} \int_0^T x^2(t)dt - \left(\frac{1}{T} \int_0^T x(t)dt \right)^2 , \tag{2.29}$$

$$P_X = \frac{1}{N} \sum_0^{N-1} x^2(i) - \left(\frac{1}{N} \sum_0^{N-1} x(i) \right)^2 . \tag{2.30}$$

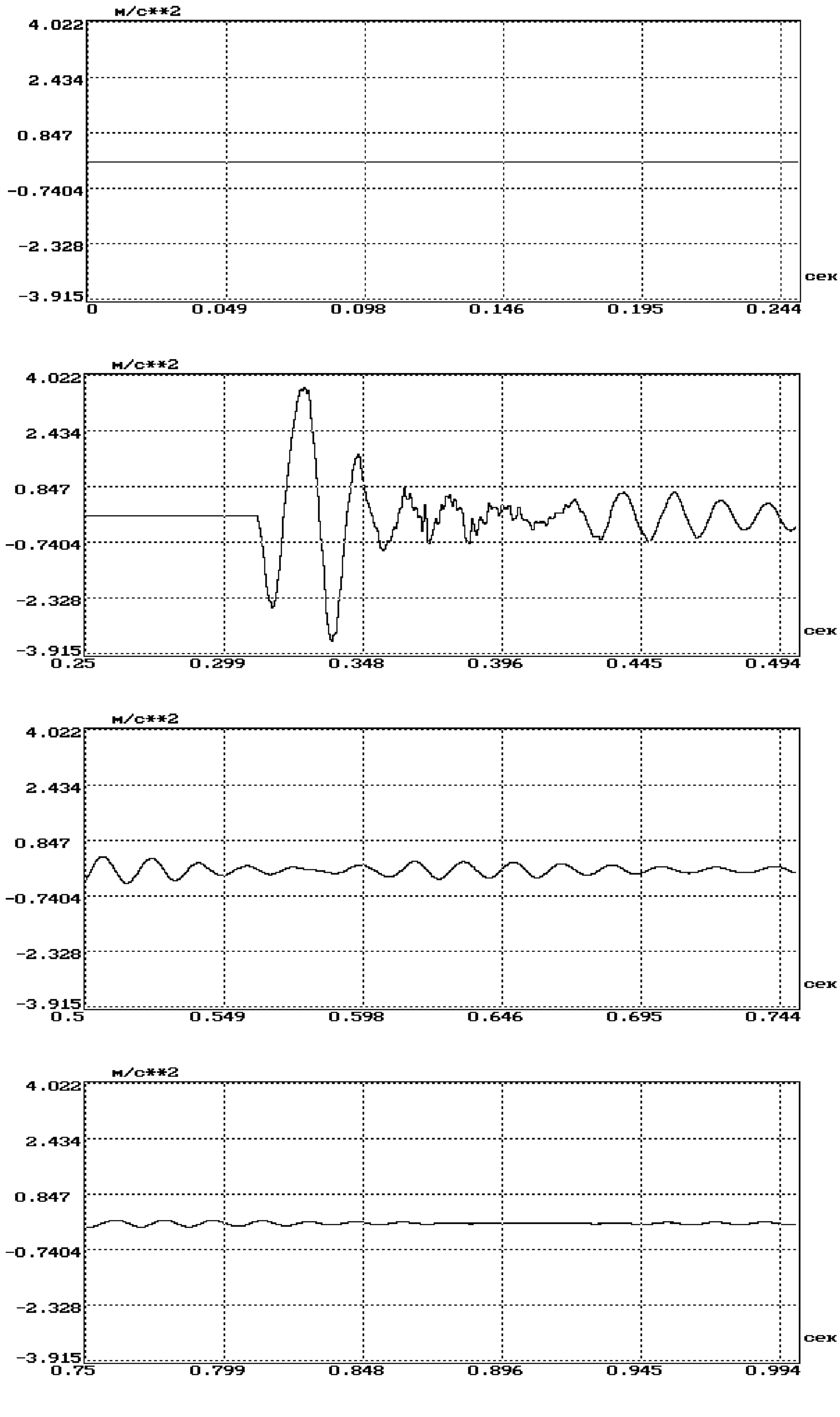

Рисунок 2.17 – Форма вибрационного сигнала при динамическом воздействии на конструкцию

Среднее квадратическое значение или эффективное значение, определяемое с учетом постоянной составляющей:

$$X_{СКЗ} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T x^2(t)dt} \;, \tag{2.31}$$

$$X_{СКЗ} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_0^{N-1} x^2(i)} \;. \tag{2.32}$$

и без учета постоянной составляющей:

$$X_{СКЗ} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T x^2(t)dt - \left(\frac{1}{T}\int_0^T x(t)dt\right)^2} \;, \tag{2.33}$$

$$X_{СКЗ} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_0^{N-1} x^2(i) - \left(\frac{1}{N}\sum_0^{N-1} x(i)\right)^2} \;. \tag{2.34}$$

Для гармонического сигнала между СКЗ и амплитудой существует однозначная связь:

$$X_{скз} = \frac{A}{\sqrt{2}} = 0{,}707A \;.$$

Если сигнал имеет сложную форму, то однозначной связи между СКЗ и его амплитудой нет.

Иногда в качестве параметра, характеризующего количественное значение сигналов, применяется уровень интенсивности колебаний, определяемый соотношением между измеренным значением параметра сигнала и некоторым стандартным значением, которое соответствует нулевому уровню. Если, например, измеряется виброускорение, виброскорость, виброперемещение то логарифмический уровень

$$L = 20\lg\frac{a}{a_0} \;, \tag{2.35}$$

где a_0 - начальное значение параметра a, соответствующее нулевому уровню. За начальное значение, согласно ГОСТ 30296-95, для виброускорения принимается уровень $10^{-6}\ ^{м}/_{c^2}$, для виброскорости - уровень $5\cdot10^{-8}\ ^{м}/_{c}$.

Параметры, характеризующие форму вибросигнала

Пик-фактор - параметр, характеризующий наличие амплитудных выбросов в сигнале:

$$PF = \frac{\max\left(\left|X_+\right|, \left|X_-\right|\right)}{X_{СКЗ}}. \qquad (2.36)$$

Для гармонического сигнала пик-фактор равен 1.414. Чем больше пик-фактор, тем более выраженные импульсные эффекты присутствуют в сигнале. Для гармонического сигнала пик-фактор равен 1.414.

Распределение сигнала по амплитудным зонам характеризуется коэффициентами асимметрии (от английского skew -«косой»):

$$Sk = \frac{\mu_3}{\sigma^3} = \frac{\frac{1}{N}\sum_0^{N-1}\left(x(i) - X_{ср}\right)^3}{\left(\sqrt{\frac{1}{N}\sum_0^{N-1} x^2(i) - \left(X_{ср}\right)^2}\right)^3} \qquad (2.37)$$

и эксцессом:

$$\varepsilon_x = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 = \frac{\frac{1}{N}\sum_0^{N-1}\left(x(i) - X_{ср}\right)^4}{\left(\sqrt{\frac{1}{N}\sum_0^{N-1} x^2(i) - \left(X_{ср}\right)^2}\right)^4} - 3. \qquad (2.38)$$

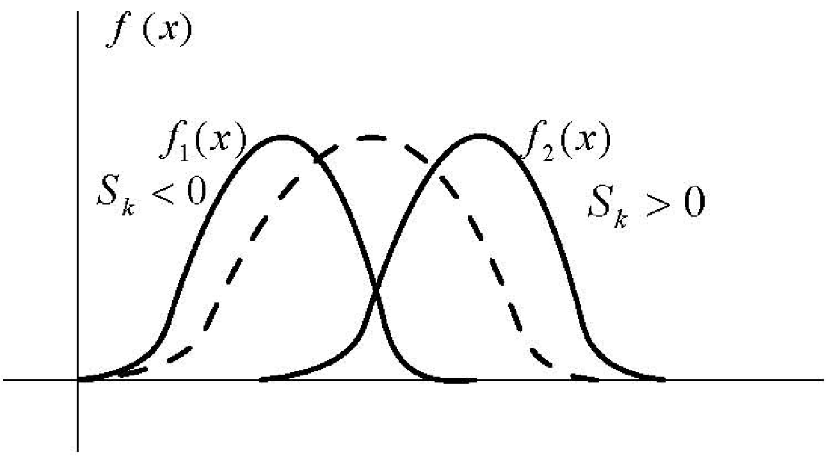

Рисунок 2.18 – Иллюстрация изменения коэффициента асимметрии в зависимости от вида функции плотности вероятностей исследуемого сигнала

по отношению к нормальному закону распределения

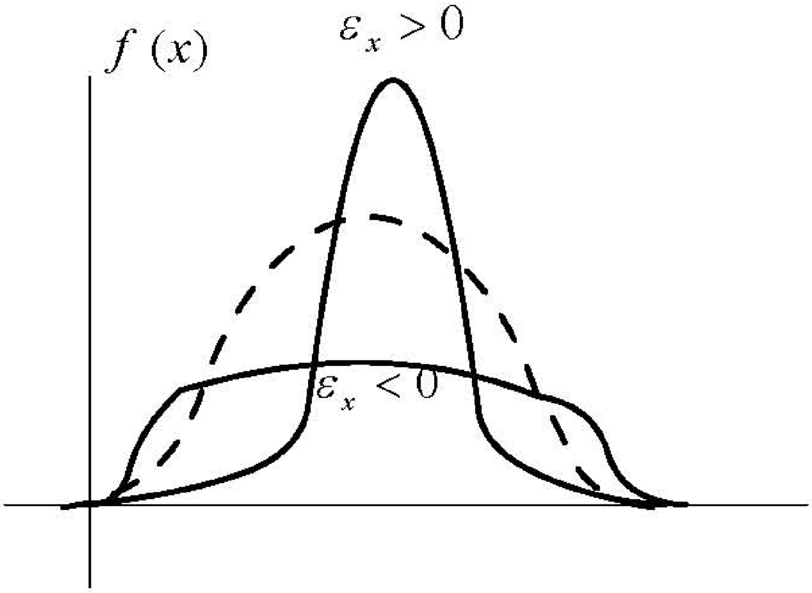

Рисунок 2.19 – Иллюстрация изменения эксцесса в зависимости от вида функции плотности вероятностей исследуемого сигнала по отношению к нормальному закону распределения