

АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Поведения сложных динамических систем в ряде случаев может характеризоваться с помощью вибрационных сигналов, получаемых в микроакселерометров, расположенных в различных точках конструкции. Для таких случайной последовательности таких сигналов характерна существенная нестационарность вплоть до хаотичности. Традиционный спектральный анализ на базе быстрого преобразования Фурье (БПФ) оказывается не всегда не эффективен для нестационарных сигналов с временным масштабом нестационарности много меньшим продолжительности подлежащей анализу реализации. Это связано с усреднением мощности флуктуаций при спектральном анализе (спектр мощности) по всему времени наблюдения сигнала. Наиболее очевидным путём применения БПФ к анализу нестационарных сигналов является разбиение реализации на отдельные короткие равно длинные участки с последующим применением алгоритма БПФ к каждому из них. Этот приём широко известен в практике анализа сигналов как БПФ на коротких реализациях. Он является компромиссом между временным и частотным представлением сигнала, недостатком такого метода является то, что единожды выбрав ширину временного окна – ширина частотного остается постоянной. Большинство реальных сигналов требуют более гибкого подхода – необходимости менять величину окна для более точного определения времени или частоты.

Вейвлет анализ (ВА) представляет собой следующую логическую ступень развития оконного подхода – с переменным размером окна. При ВА используется временно-масштабное окно взамен привычного частотно-временного, хотя по-прежнему можно говорить о наличии псевдочастот. Основным преимуществом преобразования является возможность проводить локальный анализ сигнала. $F_a = \frac{F_c}{a \cdot \Delta}$, где a – величина масштаба F_c – центральная частота вейвлета в Гц, F_a – псевдочастота, связанная с величиной масштаба a , Δ – частота дискретизации. Вейвлет преобразование задается выражением

$$C(\text{масштаб, положение}) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot \psi(\text{масштаб, положение, } t) dt .$$

Рассмотрим в качестве примера сигнал с выхода акселерометра, представленный на рис. 1 (три реализации). Быстрое преобразование Фурье этих реализаций дает вид спектров, представленный на рис. 2.

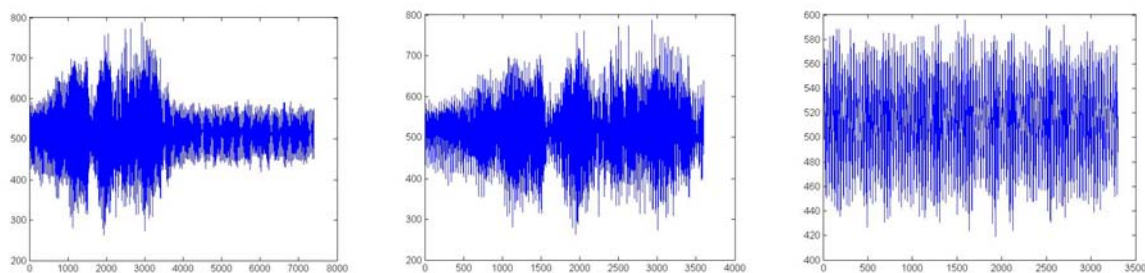


Рис. 1

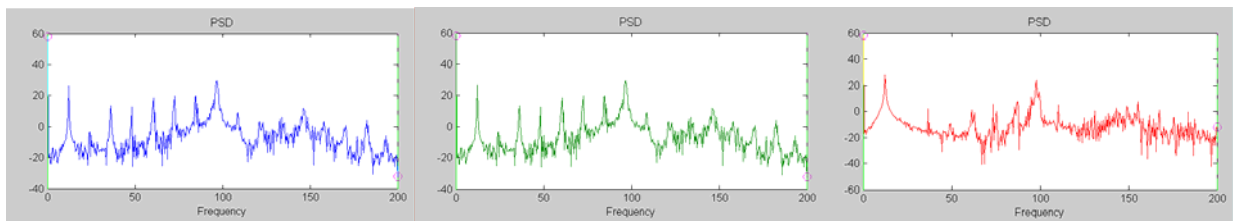


Рис. 2

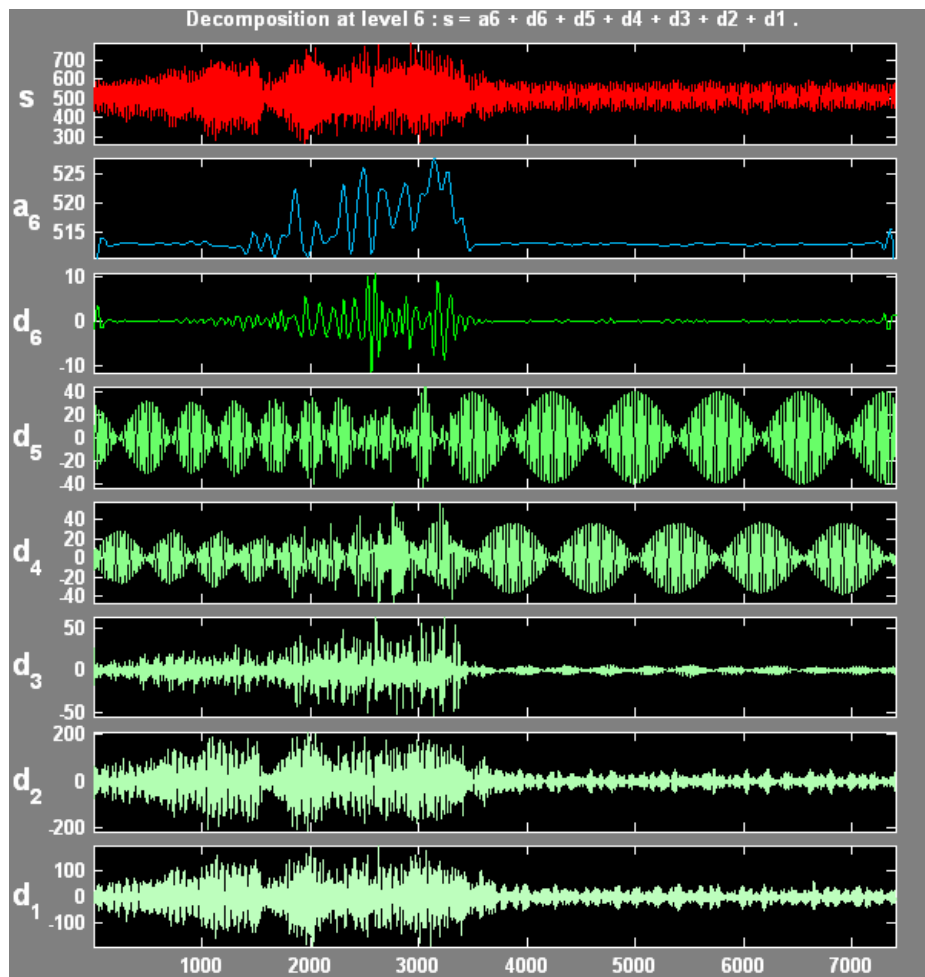


Рис. 3

На рис. 3 приведены результаты Вейвлет-преобразования. Видно, что для данного сигнала достаточно 5 уровней анализа. ДВП удобно тем, что видно, в какие моменты времени какие гармоники исходного сигнала присутствуют.

