

УДК 519.254 - 629.3.015.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

студент гр. 101091-12 Назаренко С.Ф.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Поварехо А.С.

Для оценки долговечности узлов и агрегатов машин необходимо задать нагрузочные режимы, имеющие место в реальных эксплуатационных условиях, которые зачастую носят случайный характер. При этом важно знать распределение нагрузок в конкретном частотном диапазоне. Аналогичная задача возникает и при оценке плавности хода транспортных средств, где СанПиН 2.2.4_2.1.8.10-33-2002 определены предельные значения виброскоростей и виброускорений в октавных полосах частот. Решение данных задач возможно при условии определения спектральной плотности распределения исследуемого параметра в заданных диапазонах частот.

Современные программные продукты, такие как Mathcad, Matlab, Excel и др. имеют элементы статистического анализа, однако их использование для решения узкоспециальных задач иногда неудобно, требует от пользователя определенных навыков. Кроме того требуется установка соответствующих лицензионных программ на ЭВМ. На наш взгляд предпочтительна разработка оригинальной специализированной программы, позволяющей получить основные статистические оценки исследуемых процессов. Для разработки корректной математической модели потребовалось изучение некоторых важных аспектов корреляционного и спектрального анализа.

Значительная часть известных методов корреляционного и спектрального анализа предназначена для анализа стационарных и эргодических процессов. Однако зачастую полученные при исследованиях значения исследуемого параметра имеют нестационарный характер. Как правило, тренд и сезонные зависимости не представляют для исследователя интереса и их необходимо устранить перед анализом. В данной работе был выбран один из эффективных методов сглаживания (центрирования) способом скользящей средней, который основан на переходе от начальных значений членов ряда к их средним значениям на заданном интервале времени (интервале сглаживания).

Кроме того, учитывая случайный характер изменения исследуемого параметра, как показывает анализ литературных источников, непосредственное использование анализа Фурье может привести к серьезным погрешностям. Для нахождения частот с большими спектральными плотностями используются корреляционные и спектральные окна, среди которых в технических задачах наиболее широко используются окна Гьюки, Хемминга, Парзена. В данной работе применялось корреляционное окно Хемминга, которое имеет следующую форму:

$$w_j = \begin{cases} 0.54 + 0.46 \cdot \cos\left(\pi \frac{j}{p}\right), & (j \leq p) \\ 0, & (j > p) \end{cases}$$

где p – точка отсечения корреляционного окна (ширина окна).

Одним из серьезных моментов является выбор ширины корреляционного (спектрального) окна. Чем больше p , тем большая разрешающая способность у спектра, но спектр менее устойчив, и наоборот.

По результатам изучения методов корреляционного и спектрального анализа была разработана программа в среде "Delphi XE5".

В качестве исходных данных в разработанном программном средстве задаются: имя файла с обрабатываемым массивом; временной шаг обработки массива; номер обрабатываемого столбца в файле; масштабный коэффициент обрабатываемой кривой; положение нулевой линии; интервал усреднения или центрирования; условие выполнения сглаживания; ширина спектрального окна; максимальная частота для спектральной плотности и шаг варьирования частотой.

С помощью разработанной программы проведена обработка результатов экспериментальных исследований плавности хода трактора кл. 1.4, определены значения виброускорений в октавных полосах частот и подобрана ширина окна Хемминга для исследуемой выборки с помощью использования известного метода «стягивания окна». Разработанное программное средство целесообразно применять также при статистической обработке результатов теоретических расчетов, для исключения влияния погрешностей вычисления, неполноты формулировки математической модели и др.