

УДК 621.01: 004: 347.78  
ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ  
ПЕРЕДАЧ НА ЭТАПЕ ИХ СБОРКИ

В.М. ПАШКЕВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Использование спектра кинематической погрешности в качестве параметра для управления процессом сборки передач может привести к получению заключений, имеющих невысокую достоверность, так как применение классического преобразования Фурье для реальных записей может столкнуться с рядом проблем. Так, например, наличие в сигнале реальных кинематических погрешностей как регулярных, так и нерегулярных составляющих, приводит к существенным искажениям ее спектра. Для реализации ряда процедур анализа кинематической погрешности, на кафедре «Технология машиностроения» университета разработана система *InSpector*.

В настоящее время система поддерживает набор следующих функциональных возможностей:

- загрузка, преобразование и сохранение файлов кинематической погрешности в угловых минутах и радианах;
- загрузка из файла скриптов с набором команд;
- расчет и сохранение в файл амплитудно-частотного и фазово-частотного спектров кинематической погрешности;
- курсорные измерения и масштабирование графиков данных;
- ведение лог-файла для выполненных команд;
- фильтрация отдельных спектральных составляющих на основе цифровых полосовых фильтров;
- выделение отдельных спектральных составляющих;
- амплитудная дискриминация спектра;
- сглаживание амплитудно-частотного спектра на основе использования окна Хэмминга;
- сглаживание фазовой части спектра;
- сегментация серии повторных наблюдений на основе применения метода синхронного накопления, что позволяет выделять из совместной записи кинематические погрешности ведущего и ведомого звеньев;
- построение усредненного спектра для серии повторных наблюдений;
- расчет первой, второй и третьей производных кинематической погрешности для нахождения функций и спектров угловых скоростей, угловых ускорений, резкости ведомого звена;
- фильтрация высокочастотных шумов на основе процедуры экспоненциального сглаживания;
- фильтрация высокочастотных шумов на основе процедуры скользящего усреднения;

- расчет автокорреляционной функции сигнала;
- расчет кепстра сигнала;
- расчет гистограммы и построение функции плотности распределения выборки, проверка гипотезы о нормальности распределения случайной величины на основе критерия Колмогорова;
- расчет основных характеристик выборки (минимальное и максимальное значения, поле рассеивания, среднее, стандартное отклонение, коэффициент вариации, 1...5 центральные моменты распределения, коэффициенты асимметрии и эксцесса);
- устранение краевых эффектов и разрывов функций;
- расчет и устранение линейного дрейфа сигнала;
- загрузка и сохранение данных в форме электронной таблицы (аналог *MS Excel*), построение графиков данных и их дополнительная обработка с использованием более 100 встроенных в электронную таблицу функций-аналогов *MS Excel*;
- полный импорт и экспорт данных между электронной таблицей и основным окном программы;
- прореживание и уращение данных до выборки требуемого объема;
- центрирование данных;
- поиск амплитудных выбросов данных и расчет пик-факторов;
- устранение амплитудных выбросов данных (два варианта);
- нормализация амплитудно-частотного спектра за счет подстройки частоты спектральных составляющих.

Главное окно программы содержит область, в которой требуемый сценарий обработки представляется в виде набора команд (скрипта). Скриптовый набор программы включает 32 команды с параметрами, при выполнении которых можно автоматизировать всю процедуру расчета, включая загрузку скриптов, файлов данных, электронных таблиц, сохранение полученных данных в файл. Функциональные возможности программы позволяют также использовать для обработки созданный исследователем библиотечный набор электронных таблиц.

Системой используется также значительное количество эвристических процедур, хорошо зарекомендовавших себя на практике. Так, например, при использовании процедуры амплитудной дискриминации спектра не требуется точного описания частот соответствующего полосового фильтра, что позволяет использовать эту процедуру для передач с разными передаточными отношениями. При этом ее применение обеспечивает довольно стабильные результаты при достаточно широких вариациях величины показателя дискриминации.