

ВИРТУАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ. ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

ВИРТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Л.П.Зачепацкая, А.В.Моряшин

Нижегородский госуниверситет

Данная разработка является примером использования программного пакета LabVIEW в общем радиофизическом практикуме. На базе лабораторной работы “Измерение спектра шумов” была создана виртуальная система, генерирующая наиболее распространенные случайные процессы, моделирующая работу спектрального анализатора, основанного на методе фильтрации, и позволяющая исследовать спектры исходных процессов.

Изначально целью работы является ознакомление студентов с теорией и методами измерения спектральной плотности мощности случайных процессов; исследование факторов, определяющих основные параметры анализаторов, такие как разрешение по частоте и точность измерения; а также экспериментальное изучение спектров как самих процессов, так и их нелинейных преобразований.

В работе подробно описан метод фильтрации. Суть метода заключается в измерении средней мощности $P_x(f, \Delta f)$ случайного процесса $x(t)$ в полосе Δf в окрестности частоты f . В случае, когда полоса достаточно узкая, спектр $\langle x^2 \rangle_f$ процесса определяется по следующей приближенной формуле:

$$\langle x^2 \rangle_f \approx P_x(f, \Delta f) / \Delta f .$$

Отсюда следует, что спектральную плотность мощности случайного процесса можно определить, измерив среднюю мощность в известной узкой полосе частот и поделив ее на величину этой полосы.

Исходя из этого, для работы анализатора спектра необходимо, чтобы он содержал линейный полосовой фильтр с узкой полосой пропускания Δf и перестраиваемой средней частотой, а также измеритель средней мощности, который, в свою очередь, состоит из квадратичного детектора и усредняющего устройства с достаточно большим временем усреднения.

На примере описанного анализатора поясняются зависимости точности измерения спектральной плотности мощности, а также влияние, оказываемое различными элементами схемы на характеристики прибора. В частности, полоса пропускания входного фильтра определяет разрешающую способность по частоте. Чем уже полоса, тем более тонкую структуру можно передать без искажения. Поскольку в процессе измерения всегда присутствует случайная ошибка, нужно знать причину

возникновения, чтобы свести ее величину к минимуму. Этому вопросу в работе уделяется наибольшее внимание. Показано, что дисперсия ошибки обратно пропорциональна произведению времени усреднения и полосы фильтра. В одном из заданий студентам предлагается самостоятельно проверить эту зависимость.

Для исследования выбираются следующие случайные процессы:

- белый шум;
- низкочастотный шум (белый шум, пропущенный через НЧ фильтр);
- узкополосный шум (белый шум, прошедший через узкополосный фильтр);
- фликкерный шум или $1/f$ шум;
- квазигармонический сигнал;
- гармонический сигнал.

В качестве устройства, выполняющего нелинейное преобразование, использовался квадратичный детектор.

Разработанная виртуальная система состоит из трех блоков: “Исследуемые сигналы”, “Спектроанализаторы” и “Индикаторы”.

Первый блок содержит генераторы исследуемых шумовых процессов, и обеспечивает подключение выбранного сигнала к анализатору. Здесь же располагается и квадратичный детектор. При выборе того или иного процесса автоматически появляются необходимые элементы управления.

Во втором блоке полностью воспроизведена работа спектрального анализатора, основанного на методе фильтрации с двумя режимами перестройки частоты: ручной и автоматической. Применение пакета LabVIEW дает возможность визуально наблюдать изменения сигнала, возникающие при прохождении каждого элемента схемы, что в значительной степени упрощает понимание принципа работы. Помимо этого удалось встроить анализатор, работающий по другому методу – методу вычисления преобразования Фурье от реализации процесса, что при незначительном усложнении работы знакомит студентов с еще одним методом определения спектральной плотности мощности.

Последний блок представляет собой набор индикаторов, расположенных на трех вкладках. Первая является основной, на нее вынесены реализации исходного шумового процесса и его спектр. На второй и третьей вкладках отображаются реализации в случае включения полосового анализатора в режиме ручной перестройки, они соответствуют процессам, полученным на выходе каждого элемента схемы.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 01–02–16666 и НШ–1729.2003.2.

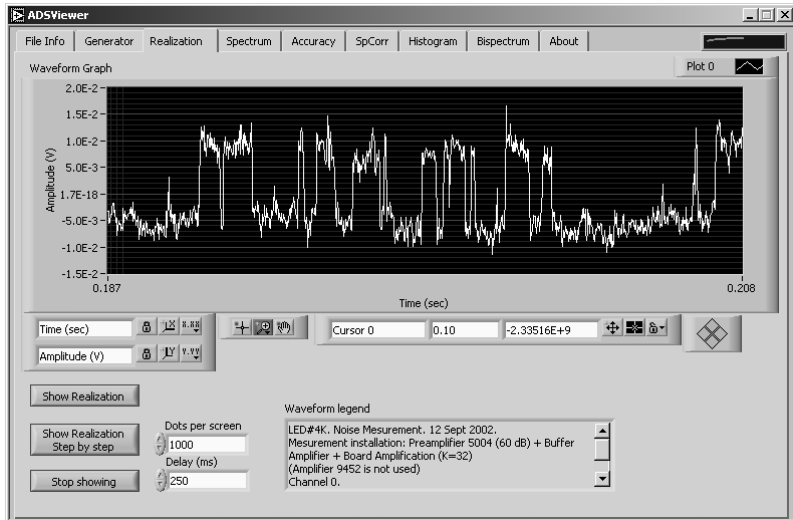
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ LABVIEW ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ НЧ ШУМОВ

А.В.Беляков, М.Ю.Перов, А.В.Якимов

Нижегородский госуниверситет

В настоящей статье описывается экспериментальная установка, предназначенная для исследования НЧ шумов. Особое внимание уделяется модулю обработки и анализа шумовых данных, созданному в среде LabVIEW. Рабочее название многофункционального анализатора – ADSViewer.

Установка позволяет записывать и исследовать НЧ шумы одновременно с двух каналов, например, электрические и оптические шумы светоизлучающего диода. Сбор данных осуществляется модулем Insys ADS224x48, не имеющим интерфейсов для работы с LabVIEW. Однако модуль имеет программное обеспечение, демонстрирующее входной сигнал и обеспечивающее запись оцифрованного шума в файл. Анализ шумовых записей осуществляется с помощью ADSViewer, который внешне представляет собой диалоговое приложение с закладками-модулями (см. рисунок).



Основная функция закладки “File Info” – работа с файлами: открытие новых файлов, отображение информации о соответствующем образце и измерительной установке, изменение легенды. При использовании основного формата файла в легенду может быть записана любая информация. Кроме формата, в котором работает модуль Insys ADS224x48, существует возможность использования других форматов, среди которых есть и просто текстовый.

В анализаторе предусмотрено использование набора тестовых генерируемых сигналов. Соответствующая закладка носит название “Generator”. На закладке “Realization” (см. рисунок) отображается осциллограмма исследуемого шума. Осциллограмма является одним из элементов предварительного контроля.

Одним из распространенных способов анализа шумовых записей является исследование гистограммы и статистических характеристик. Инструменты для такого исследования представлены на закладке “Histogram”, где можно увидеть саму гистограмму, а так же некоторые статистические моменты и кумулянты.

На закладке “Spectrum” расположены инструменты для анализа спектра шума и характеристик формы спектра, таких как параметр формы спектра, высота на частоте 1 Гц и среднее значение в выбранном диапазоне частот. Эти параметры важны при исследовании НЧ шумов, в частности, фликкерных. Как и для любого другого графика ADSViewer здесь доступны стандартные инструменты LabVIEW, такие как лупа, курсоры и т.д.

Практически на каждой закладке существует возможность сохранить полученные результаты в файл в текстовом формате. Одновременно сохраняется и вся сопутствующая легенда как для файла в целом, так и для конкретного метода анализа. Такие файлы могут быть использованы различными вспомогательными программами, такими как Excel и Grapher при подготовки графиков и рисунков.

Методы анализа, которые будут кратко представлены далее, по большей части, предназначены для оценки негауссовости исследуемого шума.

Во-первых, это анализ погрешности вычисления спектра, и оценка доверительного интервала в рамках нулевой гипотезы (“Assigasy”). А именно, если определенная часть данных находится вне доверительного интервала, это означает, что шум либо негауссов, либо нестационарный.

Другой способ проверки нулевой гипотезы заключается в измерении коэффициента корреляции между интенсивностями шума на выходах двух неперекрывающихся фильтров (“SpCorr”). Для гауссова шума корреляция должна лежать внутри доверительного интервала, вблизи нуля. На той же закладке можно увидеть диаграмму рассеяния.

В анализаторе также предусмотрено измерение биспектра шума (“Bispectrum”), представляющего собой (двойной) Фурье–образ третьей кумулянтной функции, в то время как обычный спектр есть Фурье–образ второй кумулянтной функции. Таким образом, для гауссова процесса биспектр равен нулю. Это, пожалуй, один из самых малоизученных методов. Здесь можно измерять реальную и мнимую части биспектра, его модуль и бифазу. Можно изменять частотное разрешение. Анализ можно осуществлять как на всей частотной плоскости, так и вдоль ее биссектрисы. Предусмотрена возможность сохранения полученных результатов, в том числе в виде матрицы двух частот.

Описанный анализатор является открытой системой как прибор, автоматизирующий научные исследования.

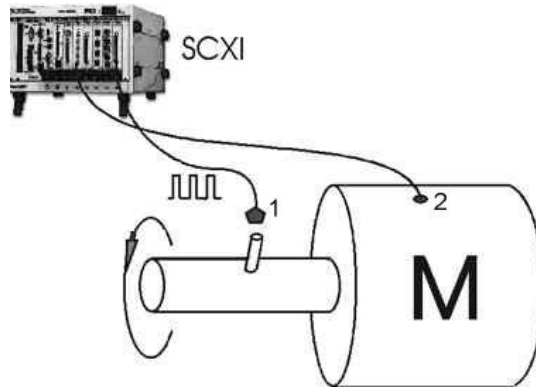
Настоящая работа поддержана программой НАТО “Наука для Мира”, проект SFP-973799, а также грантами РФФИ 01-02-16666, 02-02-06298 и НШ-1729.2003.2.

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ NI SCXI В СРЕДЕ LABVIEW

А.М. Дыдыкин, Л.С. Жолобов¹⁾, В.В. Шарков²⁾

¹⁾Нижегородская сельхозакадемия; ²⁾Нижегородский госуниверситет

Исследование динамики работы дизельных двигателей и ДВС является основной задачей при испытаниях новых образцов двигательной техники. Проблема состоит в создании недорогого измерительного стенда, позволяющего быстро и точно снять характеристики исследуемого двигателя. При этом число одновременно измеряемых параметров может достигать пятнадцати. Кроме этого, датчики, преобразующие физические величины в сигналы, имеют выходные сопротивления в широком диапазоне значений – от десятков кОм до 1 ГОм. Все эти факторы создают определенные требования к используемому оборудованию.



В нашем случае было необходимо снимать характеристики двигателя, синхронизируясь с вращением его ротора. Дело в том, что исследуемый дизельный двигатель был двухтактный, то есть, его рабочий цикл состоит из двух оборотов ротора. Следовательно, при определенном положении ротора нужно было начинать снимать сигнал с какого-либо датчика в двигателе, затем через два цикла останавливать. Для решения поставленной задачи использовалась шасси SCXI 1000 компании National Instruments. Его преимущество заключается в модульном принципе построения стенда и большом количестве одновременно обрабатываемых сигналов. В свою очередь, данные из блока SCXI для дальнейшей обработки передавались на многофункциональную плату ввода/вывода 6024 компании National Instruments, которая была вставлена в персональный компьютер. Схема измерений показана на рисунке.

Сигнал с датчика (1) ротора двигателя (М) поступал в один из модулей шасси SCXI. Он использовался для запуска АЦП входных каналов платы ввода/вывода, подсоединенных к датчикам (2), измеряющим параметры самого двигателя. Кроме этого, тот же сигнал применялся для вычисления частоты вращения ротора двигателя с помощью счетчиков платы ввода/вывода. В результате, зная частоту вращения, можно было задать количество выборок, соответствующее двум оборотам ротора.

С помощью пакета LabVIEW создан виртуальный прибор, реализующий вышеуказанный алгоритм. В нем обрабатывались сигналы датчиков двигателя. Данные отображались на графике осциллограмм и сохранялись в файл.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР – ОКТАНОМЕТР НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Ю.К. Евдокимов¹⁾, И.К. Никифоров²⁾

¹⁾Казанский технический госуниверситет им. А.Н. Туполева

²⁾Чувашский госуниверситет им. И.Н. Ульянова

Рассмотрен пример создания диагностического прибора для определения октанового числа (ОЧ) бензинов (с возможностью расширения – для диагностики нефтепродуктов) с использованием экспериментальных данных [1] и обработкой их с применением искусственной нейронной сети (ИНС). В качестве образцов рассматривались автомобильные бензины А-76, АИ-92, АИ-95. В работе реализована двухслойная однонаправленная сеть с обучающим алгоритмом обратного распространения ошибки. Сеть предварительно смоделирована и обучена с применением библиотеки *Neural Networks Toolbox*, входящей в математический пакет *MATLAB 6* [2]. ИНС имеет 62 входа и 64 выхода и определяет ОЧ в диапазоне 70÷100 с дискретностью 0,5 ОЧ.

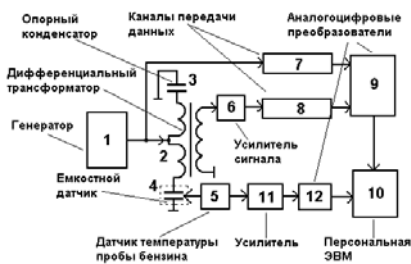


Рис. 1

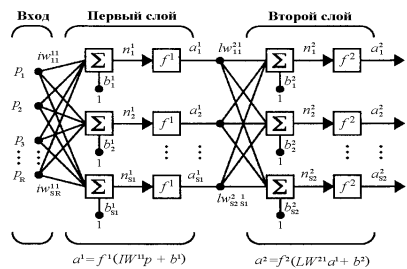


Рис. 2

Структурная схема экспериментальной установки представлена на рис. 1, структурная схема ИНС показана на рис. 2, где коэффициенты p – входной сигнал; W^{11} – матрица весов входного слоя; LW^{21} – матрица весов второго слоя; a^1 , a^2 – выходные сигналы 1 и 2 слоя; b^1 , b^2 – матрицы смещения слоев 1 и 2; f^1 , f^2 – функ-

ции активации 1 и 2 слоя, $R = S1 = 62$, $S2 = 64$. Выбранная конфигурация сети и дискретность по ОЧ позволяют идентифицировать бензины с достаточной степенью точности по ОЧ, без заметного увеличения времени работы сети.

Смоделированная и обученная ИНС и алгоритм обработки данных использованы при реализации информационно-измерительного канала (ИИК) в аппаратно-программном комплексе “*LabVIEW*” фирмы National Instruments.

Входными данными для ИНС являются амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики. При этом АЧХ и ФЧХ несут информацию о свойствах исследуемого бензина – сигнал, формируемый за счет разницы емкостного тока датчика 4 и опорного конденсатора 3, зависит, в данном случае, от ОЧ исследуемого бензина. АЧХ и ФЧХ рассчитываются программой, сделанной в *LabVIEW*, и формируются от каналов передачи данных 7 и 8, сигналы от которых преобразуются в цифровой код блоком 9. С выхода преобразователя 9 оба сигнала в виде цифрового кода через цифровую шину персональной ЭВМ поступают в память персональной ЭВМ, где формируются в виде отдельных файлов, каждый из которых соответствует определенной частоте генератора 1. Все сформированные файлы обрабатываются программой, реализованной также в *LabVIEW*, ядром которой является ИНС. В результате работы ИНС на дисплее выдается ОЧ исследуемого бензина и соответствующая ему марка.

Интерфейс ИИК и пример работы нейронной сети представлены на рис. 3.

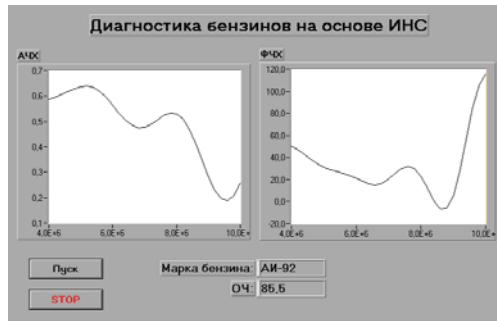


Рис. 3

База данных исследуемых жидких сред может расширяться, и нейронная сеть, впоследствии, может быть обучена новыми данными.

- [1] Никифоров И.К. // Материалы VI школы-семинара “Актуальные проблемы физической и функциональной электроники”.–Ульяновск: Изд-во ульяновского гос. техн. ун-та, 2001, с.42.
- [2] Никифоров И.К. // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции “Проектирование научных и инженерных приложений в среде MATLAB” (28-29 мая 2002 г.).–М.: ИПУ РАН, 2002, с.134-135.