

Л.В. Антошкин, Н.Н. Ботыгина, Л.Н. Лавринова, В.А. Федоров

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР

Описан программно-аппаратный комплекс для исследования характеристик случайных процессов в турбулентной атмосфере. Собственная база данных позволяет хранить исходные данные и результаты обработки. Разнообразие цифровых фильтров расширяет возможности спектрального анализа. Рассчитываются спектральные, корреляционные и основные статистические характеристики.

Распространение оптического излучения в реальной атмосфере определяет ряд требований к аппаратуре, регистрирующей параметры атмосферы, и к программам, обеспечивающим ввод, хранение и обработку информации, а именно, одновременное введение информации по нескольким каналам, большой динамический диапазон аналого-цифрового преобразователя, хорошее частотное разрешение, достаточно большой объем вводимой информации, оперативную архивацию исходных данных и результатов обработки и гибкую систему возможностей статистической обработки.

Для решения этих задач был разработан программно-аппаратный комплекс «Анализатор случайных сигналов», реализованный на базе компьютера, 8-канальной системы ввода аналоговой информации, 12-разрядного аналого-цифрового преобразователя.

При подготовке к эксперименту осуществляется настройка комплекса, включающая в себя калибровку всех каналов, в том числе введение коэффициентов и размерностей, и программную коррекцию, устраняющую аддитивную погрешность устройств, подключаемых к комплексу.

Программное обеспечение комплекса состоит из пакета программ, каждая из которых представляет собой самостоятельно функционирующую программу (рис. 1).

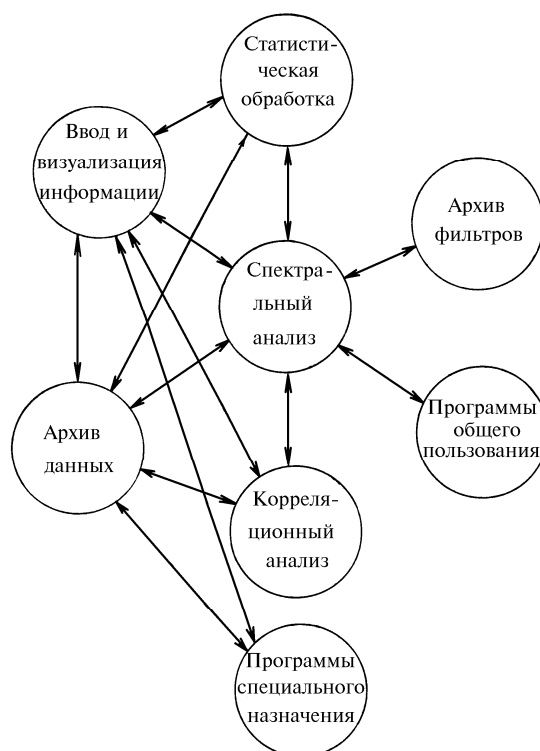


Рис. 1. Структурная схема пакета программ «Анализатор случайных сигналов»

Программа ввода информации позволяет ввести массив данных объемом до 64 Кбайт за одну реализацию либо накопление информации для расчета гистограмм при длине реализации до нескольких часов. Предусмотрены различные режимы ввода информации: осциллографический, с внешней и внутренней синхронизацией, и режим, когда длина выборки превышает 512 значений (именно такова длина графического экрана, на котором изображается вводимая информация), при этом набор данных проводится при погашенном экране. Частота дискретизации, число каналов и порядковый номер канала выбираются визуальным пользователем. Диапазон изменения частоты дискретизации составляет от 0,001 Гц до нескольких десятков килогерц.

В системе имеется собственный архив данных, функционирование которого опирается на оригинальную структуру организации хранения данных: серия состоит из экспериментов, которые в свою очередь состоят из отдельных вводов. Ввод – это в конечном результате файл, в котором записан массив данных и сопровождающая информация, т.е. частота дискретизации, длина выборки, номера каналов, по которым шла запись. Предварительно создаются этикетки серии и эксперимента, т.е. записывается необходимая текстовая информация об условиях эксперимента. Программа автоматически создает каталоги серий, экспериментов, вводов, которые доступны и вне программы, и дает возможность во время проведения экспериментов делать запись на твердый диск машины до тысячи вводов. Предусмотрен также контроль хранящихся вводов и на твердом и на гибком дисках, и по мере необходимости, уничтожение неустраивающих вводов. Извлечение файла с данными из архива или же непосредственный ввод данных с АЦП предполагает переход в программу, обеспечивающую статистическую и спектральную обработку введенной информации.

Программа, рассчитывающая энергетический спектр сигнала посредством алгоритма БПФ, работает с выборкой одного канала. Программа же, рассчитывающая гистограммы, позволяет построить и вывести на экран гистограммы выборок любого числа каналов одновременно. Здесь же вычисляются статистические характеристики реализаций, проводится корреляционный анализ [1, 2]. В режиме обработки исходного материала предоставляется возможность отфильтровать либо продифференцировать кривую, представляющую конкретную выборку ввода, причем параметры для расчета импульсной характеристики (ИХ) фильтра задаются самим пользователем. Профильтровав либо продифференцировав кривую, можно посмотреть ее спектр либо ее гистограмму. Сама кривая, результаты фильтрации и дифференцирования могут быть сформированы в массив, который представляет собой уже некоторый конечный результат. Предусмотрена возможность создания архива, где могут храниться наиболее часто используемые ИХ фильтров.

В программе реализованы различные типы цифровых фильтров с конечными импульсными и линейными фазовыми характеристиками. Для их расчета применялся метод взвешивания [3]. В качестве весовой функции использовалось четырехчленное «минимальное» косинусное окно [4], которое характеризуется чрезвычайно низким уровнем боковых лепестков (первый боковой лепесток имеет величину $-98,17$ дБ), что позволяет успешно применять такие фильтры для выделения слабых сигналов на фоне мощных помех. В результате были синтезированы следующие фильтры с симметричными ИХ: фильтры нижних и верхних частот, полосовые, режекторные, а также более сложные многополосовые с несколькими полосами пропускания и режекции. Аналогично были рассчитаны и дифференцирующие фильтры первого (с антисимметричной ИХ) и второго порядков (с симметричной ИХ). Причем дифференцирование осуществляется в требуемой частотной полосе наличия полезного сигнала с одновременным подавлением помех в других частотных полосах.

Входными параметрами процедур расчета фильтров являются соответствующие частоты среза, частота дискретизации и длина ИХ. Качество фильтров контролируется расчетом их АЧХ во всем найквистовом интервале. Сама фильтрация осуществляется по устойчивой нерекурсивной схеме, т.е. методом прямой свертки с учетом типа симметрии ИХ с одновременной нейтрализацией временной задержки, вносимой фильтром (рис. 2).

Программа позволяет производить обмен информацией с другими широко используемыми программами (например, STATGRAF, GRAPHICS и т.д.). Наряду с этим все графические экраны, формируемые в программе, могут быть выведены на печать.

Программа предоставляет пользователю во всех графических экранах возможности визуального исследования кривой: поточечный анализ, масштабирование изображения, наличие «линзы» с коэффициентом увеличения, задаваемым пользователем. Архитектура программы

такова, что она может включать в себя дополнительные модули без существенных изменений основной программы.

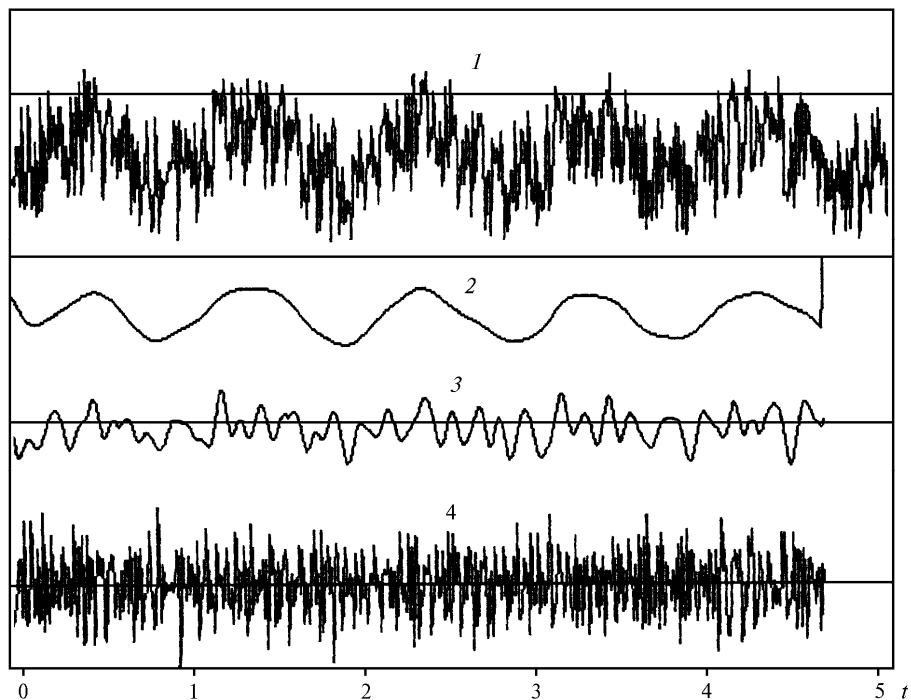


Рис. 2. Варианты фильтрации исходного сигнала: 1 – исходная кривая; 2 – результат обработки исходной кривой фильтром низких частот с частотой среза 2 Гц; 3 – результат обработки исходной кривой полосовым фильтром с частотой пропускания $2 \div 10$ Гц; 4 – результат обработки исходной кривой фильтром высоких частот с частотой среза 10 Гц

Авторы приносят благодарность А.П. Ростову за помощь в создании комплекса.

1. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. М.: Мир, 1971. С. 139–187.
2. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. М.: Мир, 1985. С. 179–189.
3. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1978. 848 с.
4. Nuttall A.H. Some windows with very good sidelobe behavior // IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and signal Processing. V. ASSP-29. 1981. N 1. P. 84–91.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
Томск

Поступила в редакцию
11 июля 1996 г.

L.V. Antoshkin, N.N. Botygina, L.N. Lavrinova, V.A. Fedorov. **General-purpose Analyzer.**

An instrumentation complex is described intended to study characteristics of stochastic processes in the turbulent atmosphere. The own database allows storing the initial data and the results of processing. A variety of numerical filters widens the potentiality of the spectral analysis. The complex permits computation of the spectral, correlation, and principal statistical characteristics.