

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Н.Э. БАУМАНА

---

СТУДЕНЧЕСКАЯ  
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
В XXI ВЕКЕ**

Москва  
Издательство Эликс+  
2003

Князев В.С., Афанасьев А., студенты 4 курса каф. ИУ-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
Компьютерная измерительная лаборатория.

Научный руководитель: В.А. Шахнов, д.т.н., проф. каф. ИУ-

### Введение

Целью работы является обобщение результатов исследований и разработки аппаратно-программных методов и средств обработки контрольно-измерительных сигналов для решения задач мониторинга и анализа состояния технических систем различного уровня. Например, таких как, магистральных линий передачи энергетических ресурсов, транспортных магистралей, энергоустановок, линий передачи информации, а также проведения эксплуатационного и сервисного обслуживания ответственных технических объектов народного хозяйства, имеющих повышенные требования по надежности, контролю за которыми не возможен стандартными средствами.

### Методы решения

Оптимальным вариантом построения автоматизированной измерительной системы является модульная структура. Т.е. создание отдельных программных частей комплекса, с последующим синтезом их в одну многофункциональную систему обработки сигнала.

Одной из главных задач, решаемых данным аппаратно-программным комплексом, является исследование спектра действующей на объект нагрузки, т.к. представление сигнала в виде спектра является универсальной формой аналитического выражения сигнала в линейной теории. Таким образом, спектроанализатор и осциллограф должны составлять основу измерительного комплекса.

Структура типового аппаратно-программного комплекса включает в себя следующие основные части: пользовательский интерфейс, программная часть, аппаратная часть и блок датчиков.

Пользовательский интерфейс предоставляет пользователю графическую информацию об изменениях акустических полей. Контекстно-зависимое меню позволяет использовать тот или иной алгоритм спектрального оценивания, блокируя доступ к запрещенным в данный момент пунктам.

Программная часть комплекса непосредственно обрабатывает полученные сигналы и формирует выходные данные для их последующего вывода на экран и принтер, а также для работы с ними пакетов программ, использующих их в своей работе.

### Математический аппарат, применяемый в комплексе.

Комплекс разработан для проведения временной и частотной оценки сигнала. Спектральный анализ - это один из методов обработки сигналов, который позволяет охарактеризовать частотный состав измеряемого сигнала. Преобразование Фурье является математической основой, которая связывает временной или пространственный сигнал (или же некоторую модель этого сигнала) с его представлением в частотной области.

Для реализации систем принятия решений в состав комплекса включены библиотеки сплайн аппроксимации, вейвлет-анализа, с последующей нейросетевой идентификацией. С помощью вейвлет-анализа проводится обнаружение и классификацию аномальных изменений свойств исследуемого объекта, при этом обеспечивается высокая разрешающая способность и относительно простая процедура анализа.

### Программное обеспечение.

Программная часть комплекса представляет собой программный продукт, работающий в среде WinAPI. После запуска приложения пользователь выбирает источник данных для анализа. Это может быть файл данных с расширением \*.osc или данные, поступающие с платы сбора данных (ПСД). Для начала чтения данных с ПСД пользователь должен запустить поток сбора данных. Полученные таким образом данные выводятся на экран в виде осциллограммы. По вертикальной оси откладывается либо напряжение на входе ПСД, либо коды АЦП. Поступающую информацию можно в любое время сохранить на диск. После накопления данных становятся доступны функции оценивания. Все алгоритмы оценки выполняются в независимых потоках.

Оптимальным вариантом построения автоматизированной измерительной системы является модульная структура. Т.е. создание отдельных программных частей комплекса, с последующим синтезом их в одну многофункциональную систему обработки сигнала.

Программа состоит из 26 модулей. В главной форме производится инициализация структур данных, визуализация результатов и вызов форм настроек. Все дочерние формы за исключением формы модуля генерации сигнала являются модальными, т.е. блокируют доступ к другим формам до своего закрытия. Подключение новых модулей и математических библиотек сейчас активно ведется.

### Аппаратное обеспечение

Платы сбора данных (ПСД) применяются в научных исследованиях, на производстве, в медицине и во многих других областях. Они входят в состав измерительных комплексов, автоматизированных производственных систем, систем сбора и обработки информации. Выбор ПСД определяется рядом требований к скорости сбора данных, числу каналов,



уровням входных напряжений, разрешающей способности и полосе частот используемого АЦП. Немаловажным фактором является стоимость.

Платы сбора данных не стандартизованы и могут в разных комбинациях включать следующие составные части: аналогово-цифровой, цифроаналоговый канал, цифровые ТТЛ-совместимые каналы, устройства цифровой обработки сигналов и дополнительные устройства.

Аналогово-цифровые преобразователи (АЦП) основа любой ПСД. Служит для преобразования непрерывных (аналоговых) сигналов в цифровую форму, воспринимаемую компьютером. Это платы сбора и обработки аналоговой информации. Некоторые платы содержат цифровые ТТЛ-совместимые порты (до 16 линий).

Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП) применяются для преобразования цифрового кода в аналоговый сигнал. Применяются для моделирования аналоговых сигналов и управления различным оборудованием. Некоторые платы содержат цифровые ТТЛ-совместимые порты (до 16 линий). Основными параметрами являются: время установления напряжения, скорость нарастания сигнала, разрядность и диапазон изменения выходного напряжения.

Цифровые ТТЛ-совместимые каналы позволяют вводить и выводить информацию, представленную в цифровом виде. Могут применяться для управления оборудованием, генерации тестовых сигналов и для связи с периферийными устройствами. Основные параметры - число цифровых линий, скорость обмена данными и нагрузочные характеристики. Цифровые счётчики и таймеры могут использоваться для запуска АЦП, генерации прерываний, подсчёта внешних импульсов, измерения частоты, измерения длительности цифровых сигналов и генерации прямоугольных импульсов. Основные параметры - разрядность и тактовая частота.

Устройства цифровой обработки сигналов применяются для сложной обработки поступающих сигналов или при наличии потоков данных, с которыми не справляется основной процессор компьютера. Цифровые сигнальные процессоры нужны в системах реального времени, где необходимо обрабатывать получаемую от АЦП информацию непосредственно во время её передачи в компьютер.

Дополнительные устройства включают в себя аналоговые фильтры, устройства выборки-хранения (УВХ), платы многоканальных мультиплексоров, платы реле, согласующие платы и расширители шины компьютера.

Аналоговые фильтры предназначены для фильтрации нежелательных частотных составляющих входного аналогового сигнала и устранения частотных наложений в спектре сигнала на выходе АЦП. УВХ используются для запоминания мгновенного значения

входного сигнала на время аналогово-цифрового преобразования. Величина входного сигнала АЦП должна быть неизменной во время преобразования для минимизации погрешностей преобразования. Многоканальные мультиплексоры позволяют поочерёдно подавать сигналы от множества различных источников на один АЦП. Платы реле служат для дистанционного переключения устройств стендового оборудования и вычислительных устройств, для коммутации сигналов управления и питания исполнительными механизмами.

### Перспективные направления развития работы

- расширение круга решаемых комплексом задач, в т.ч. исследования в области защиты технических систем от вибрационных, акустических и ударных нагрузок;
- создание и подключение дополнительных модулей для анализа и обработки сигналов;
- обеспечение совместимости с другими программными продуктами;
- реализация алгоритмов для работы по управлению операционной системы реального времени (MATRIX);
- обеспечение дистанционного измерения параметров удаленного объекта, с дальнейшей обработкой на основном вычислительном комплексе;
- осуществление вывода данных через локальные и глобальные сети (в том числе через Internet);
- создание на базе комплекса системы моделирования и прогнозирования поведения сложных физических систем.
- создание на базе комплекса системы автоматизированного проектирования, которая позволит синтезировать структуру системы управления объектами с параметрами, обеспечивающими наилучшие показатели по критерию качество/стоимость в зависимости от характеристик объекта управления и оценивать эффективность работы системы, позволит сократить сроки и повысить качество разработок.
- применение комплекса в качестве учебно-исследовательской САПР.

### Выводы

В работе представлены результаты реализации multifunctional комплекса обработки контрольно-измерительных сигналов. Результаты тестирования показали эффективность и работоспособность измерительного комплекса для решения целого круга измерительных задач. К недостаткам следует отнести пока еще не достаточно широкую номенклатуру поддерживаемых плат сбора данных (пока только ПСД фирмы L-CARD).

К перспективным направлениям дальнейшего развития работы можно отнести:

- расширение круга решаемых комплексом задач, в т.ч. исследования в области защиты технических систем от вибрационных, акустических и ударных нагрузок;



- создание и подключение дополнительных модулей для анализа и обработки сигналов;
- обеспечение совместимости с другими программными продуктами;
- реализация алгоритмов для работы под управлением операционной системы реального времени (MATRIX) - создание версии комплекса под LINUX;
- обеспечение дистанционного измерения параметров удаленного объекта, с дальнейшей обработкой на основном вычислительном комплексе;
- создание на базе комплекса системы моделирования и прогнозирования поведения сложных физических систем.

#### Список использованных источников

1. Шахнов В.А., Мороз А.А., Михненко А.Е., Власов А.И. Операционная система реального времени - MeatrixRealTime как основа для построения экспериментальных систем обработки сигналов в реальном времени // 2-ая Межд. Конф. СНГ "Молодые ученые - науке, технологиям и профобразованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения". - Москва, октябрь, 2000. Часть 2,3. С.100-103.
2. Ю.И.Нестеров, А.И.Власов, Б.Н.Першин Виртуальный измерительный комплекс. Датчики и системы. №4. 2000 - С.12-22.
3. В.А. Барат, А.И.Власов, Д.А.Гомонов, Д.А.Слесарев Современные методы классификации диагностических сигналов на основе WAVELET преобразований // Молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы в XXI веке". - Сборник научных трудов. Москва. 16-17 марта 2000 г. С.126-130.
4. Князев В.С., Власов А.И., Колосков С.В. Программно-технический комплекс multifunctional обработки сигналов // 2-ая Межд. Конф. СНГ "Молодые ученые - науке, технологиям и профобразованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения". - Москва, октябрь, 2000. Часть 2,3. С.49-50.

Володин Е.А., студенты 5 курса каф. ИУ-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
Математическое моделирование систем активной виброзащиты в MATLAB.

Научный руководитель: А.И. Власов, к.т.н., доц. каф. ИУ-4

#### Введение

Одним из самых распространенных и значимых дестабилизирующих факторов, воздействующих на человеко-машинные системы является вибрация. Большинство используемых сегодня методов защиты от вибрационных воздействий реализованы традиционными пассивными средствами. При гашении низкочастотных составляющих такие средства малоэффективны, а их объемы и масса недопустимо возрастают. Это заставляет разрабатывать и использовать новые средства защиты технических систем и обслуживающего персонала, способные адаптироваться к изменяющимся условиям среды в автоматическом режиме и реальном масштабе времени. В связи с этим наряду с пассивными средствами защиты от шума находят применение средства активной защиты (САЗ), использующие дополнительные источники энергии.

#### Методы и средства защиты от вибраций.

К современным средствам виброизоляции машин и приборов предъявляются весьма разнообразные требования. Для большинства технических объектов необходимо, прежде всего, дальнейшее снижение энергии вибрации и ударов, передаваемой со стороны источника на изолируемое тело. Борьба с вибрацией в источнике является зачастую лишь временным и частичным решением проблемы ввиду непрерывного ужесточения требований к точности работы изолируемого оборудования, а также к защите окружающей среды от воздушного и структурного шумов. Кроме того, эта мера может быть нерентабельной.

В настоящее время существует два основных класса систем виброзащиты: это системы пассивной виброзащиты (СПВ) и системы активной виброзащиты.

Среди пассивных средств, в настоящее время наиболее простым, доступным и распространенным виброизолирующим средством остаются упругие элементы. На достаточно высоких частотах они обеспечивают отражение большей части колебательной энергии обратно в источник и тем лучше, чем ниже их жесткость. В области низких частот требования к величине жесткости, как правило, совсем иные. Они определяются статической нагрузкой, её изменениями при наклоне, а также инерционными силами при разгоне и торможении на движущихся объектах, ударами, центровкой механизма и прочими эксплуатационными условиями.

Неоднозначны и требования к демпфированию: малая его величина полезна для виброизоляции, а в диапазоне низких частот порождает (при наличии вынуждающих