

Система управления гибкими исследовательскими и технологическими стендами «Лаборатория-2D»

Евгений Диденко

«Лаборатория-2D» – программно-аппаратный комплекс для автоматизации выполнения задач сбора, обработки, представления и исследования массивов экспериментальных и теоретических данных.

Введение

«Лаборатория-2D» (рис. 1) является средством управления программно-аппаратными исследовательскими, технологическими и контрольно-диагностическими комплексами. С ее помощью можно легко переориентировать один и тот же комплекс аппаратных средств на решение различных задач, задать программу проведения эксперимента и логику сбора данных, сформировать и установить необходимые исследовательские приборы.

В отличие от других систем того же класса, инфраструктура управления потоками данных в процессе работы комплекса уже готова, оптимизирована и существует в неизменном виде, а не формируется по данным пользовательской программы. Таким образом, это не только язык построения симуляторов или систем реального времени, но и готовая система сбора, представления и анализа данных, в которой пользователю дается значительная свобода в организации процессов выполнения задачи.

Встроенный язык программирования позволяет указать системе произвольную логику

подготовки выходных данных, сбора, обработки, накопления и представления входных данных. Функциональный состав языка максимально укрупнен, что позволяет скрыть специфику работы вычислительного комплекса. Задачи типизации и распределения данных внутри комплекса компилятор берет на себя. Система автоматически комментирует любые изменения массивов данных, попадающих в ее картотеку. Такой подход позволяет снизить требования к квалификации пользователя как программиста, переместив акцент требований в область его специальности.

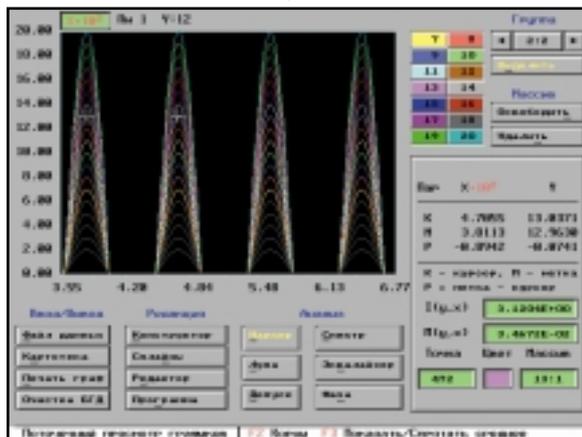


Рис. 1. Панель одного из режимов комплекса «Лаборатория-2D»

Состав системы

Программный продукт может быть укомплектован модулями различного назначения, в число которых входят:

- среда комплекса «Лаборатория-2D»,
- редактор массивов данных,
- визуализатор погрешности,
- интерпретатор команд,
- библиотека функций аппаратных средств,
- библиотека типовых звеньев и передаточных функций,
- библиотека видимых элементов управления, индикации и представления данных,
- драйверы устройств,
- виртуальные приборы.

Пуск программного продукта может быть произведен в среде DOS, Windows (реальный режим) любой версии.

Среда комплекса «Лаборатория-2D»

Данная подсистема, по сути, является операционной системой, в которой функционируют все остальные части комплекса. Для придания ей характеристик минимальной конфигурации лаборатории в нее внесены:

- обработчик событий, единый для комплекса любой конфигурации,
- картотека – система управления базой данных массивов информации,

- система управления слоями графического представления,
- средства поточечных и интервальных измерений,
- графическая лупа,
- средства печати графиков с редактором текстовых комментариев.

Средствами лаборатории можно отобразить до 15 слоев, каждый из которых может содержать до 50 графиков от независимого аргумента. Слои свободно включаются, отключаются и накладываются друг на друга, позволяя визуально сравнивать графики с несовпадающими массивами аргументов. Таким образом, на графическую плоскость можно вывести до 750 графиков от 15 различных аргументов.

Картотека лаборатории позволяет свободно располагать массивы данных по слоям для их дальнейшего отображения на графической плоскости.

Редактор массивов данных

Редактор массивов данных лаборатории предназначен для редакции существующих и ручного ввода новых массивов данных. Редактор работает как в режиме рисования графиков с помощью мыши, так и в режиме точного ввода координат с помощью редактора списков (рис. 2). Используя этот режим, можно формировать теоретические кривые и формы тестовых сигналов, визуально корректировать сбойные измерения, творчески подходить к массивам экспериментальных данных.

Визуализатор погрешности

Визуализатор областей погрешности измерений позволяет отобразить область допустимых значений измеряемых параметров вокруг идеальной кривой. Область формируется автоматически, по значениям величины абсолютной или относительной погрешности измерений, для координат экспериментальных данных, установленных пользователем. Режим позволяет визуально контролировать выход измеряемых величин за пределы установленной погрешности (рис. 3).

Интерпретатор команд

Интерпретатор команд (ИК) предназначен для задания конфигурации программно-аппаратного комплекса, создания и подключения виртуальных приборов, необходимых для проведения исследований, проведения автоматического и полуавтоматического сбора дан-

ных в системах реального времени, преобразования уже имеющихся в системе массивов данных и создания на их базе новых и т. п. Интерпретатор команд включает в себя:

- редактор текста программ работы комплекса,
- компилятор с анализатором синтаксиса программ,
- диагностическую подсистему, работающую на этапах компиляции и выполнения программы,
- панель подключения драйверов внешних устройств.

Результатом компиляции программ пользователя является массив ссылок (указателей) на существующий в среде лаборатории микрокод и стек формальных параметров и результатов счета.

Синтаксис встроенного языка программирования может быть отнесен к языку группы Паскаль. В него включены вещественные, строковые, логические переменные и свободно индексируемые массивы этих переменных, логические операторы, операторы отношения, операторы циклов While, Repeat, операторы условных и безусловных переходов, метки. Реализован инструмент структурных и составных операторов. Включен полный набор элементарных функций. Введены операторы интегрирования и дифференцирования, а также эффективный оператор таблично обращаться к любому двумерному массиву теоретических или экспериментальных данных с монотонным аргументом как к стандартной функции. Любые операторы или группы строк могут быть снабжены комментариями. Расположение текста программ свободное.

С помощью редактора текстов программ можно открыть до 16 окон, с не-

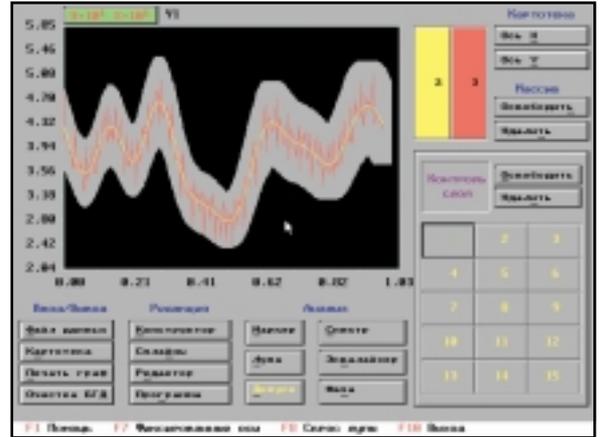


Рис. 3. Область допуска вокруг идеальной кривой и массив измерений в ней

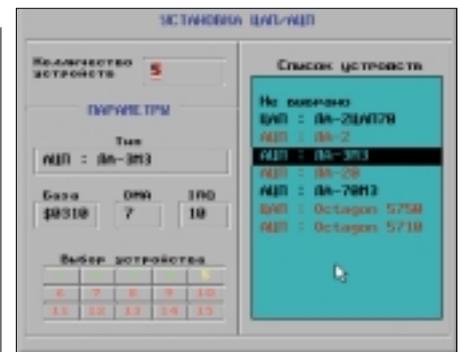


Рис. 4. Панель подключения драйверов устройств

зависимой программой сбора и обработки данных в каждом из них.

Интерпретатор команд не создает объектных или исполняемых модулей. Текст программ хранится в формате «Текст MS-DOS».

Драйверы и библиотеки

Комплекс поддерживает работу аппаратных средств ряда российских и зарубежных фирм:

- Центр АЦП;
- L-Card;
- National Instruments;
- Octagon Systems;
- Advantech.

Панель подключения драйверов внешних устройств (рис. 4) позволяет присвоить устройству номер платы, автоматически связав с ним конкретный драйвер данного устройства. В дальнейшем обращения к нему обрабатываются стандартными функциями, в которых конкретный драйвер указывается номером платы. Такая стандартизация обращения к внешним аппаратным средствам позволяет качественно изменять характеристики программ сбора и обработки данных путем смены устройств при сохранении или минимальном изменении текстов программ.

Библиотека функций аппаратных средств включает в себя функции уст-

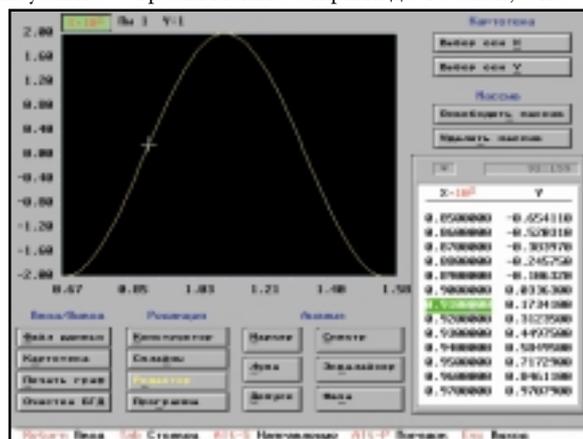


Рис. 2. Панель редакции массива списком

роЙств ЦАП/АЦП, с помощью которых производится генерация и прием аналоговых и дискретных сигналов, функцию побитовой разбивки данных, принятых по цифровым каналам этих устройств, функции программирования системного таймера для привязки данных к реальному времени и организации ожиданий и задержек. Функции устройств ЦАП/АЦП позволяют осуществлять их программный пуск, работу по прерываниям, а также обмен данными по каналам DMA, в случае если устройства поддерживают режимы прямого доступа в память.

Библиотека типовых звеньев и передаточных функций содержит модели простых устройств, таких как реле различных типов, триггер, генератор треугольных импульсов, усилитель-ограничитель, передаточные функции различных порядков и т. п.

В состав библиотеки видимых элементов управления, индикации и представления данных входят экраны, окна, ручки управления, индикаторы, шкалы, переключатели, кнопки и другие объекты для создания панелей управления процессами пользователя, и представления информации в той форме, которая ему удобна. Пример такой панели изображен на рис. 5.

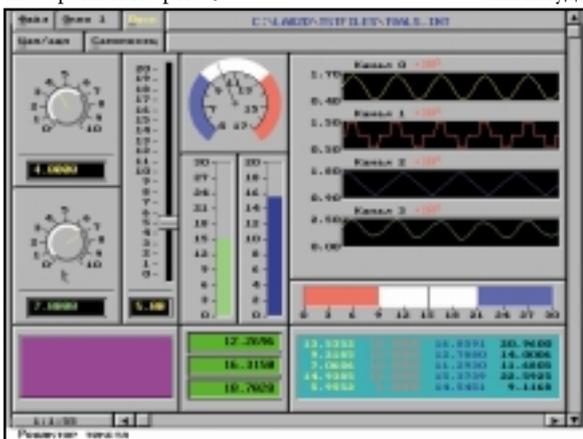


Рис. 5. Пример панели управления

Готовые виртуальные приборы

Комплекс может быть оснащен любым набором готовых виртуальных приборов из следующего списка:

- самописец,
- анализатор спектра,
- эквалайзер,
- генератор.

Самописец. Программируемое число дорожек [1..9]; калибровка по физическим параметрам, т. е. вывод данных на самописец производится в той раз-

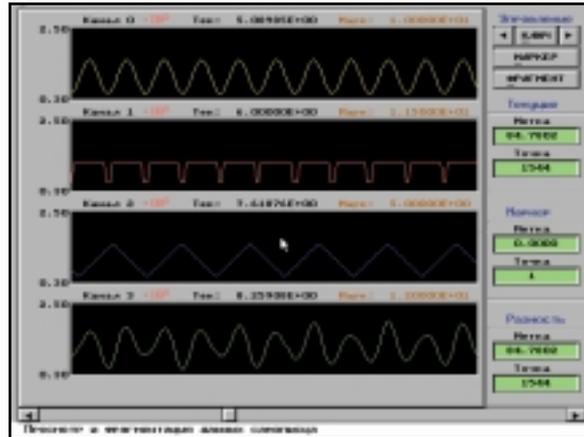


Рис. 6. Панель самописца в режиме сервисных операций

мерности, которая удобна пользователю, возможность включения/выключения записи на магнитный носитель. Сервис режима (рис. 6) позволяет осуществлять просмотр и фрагментацию данных с записью фрагментов в файл или картотеку лаборатории. В последнем случае данные становятся доступными для любого режима или виртуального прибора комплекса.

Анализатор спектра. Для расчета используется один из методов БПФ. Число гармоник от 2 до 1024. Анализатор позволяет получить амплитуды и фазы гармоник спектра, а также коэффициенты Фурье разложения входного сигнала. Полученные данные могут быть использованы для гармонической аппроксимации этого сигнала (рис. 7).

Эквалайзер. Число управляемых гармоник спектра от 2 до 128. Пользователь может произвести подавление или усиление любой гармоники или поддиапазона гармоник спектра исходного сигнала. Результат коррекции немедленно отображается в виде графика результирующего сигнала (рис. 8). Такая обратная связь позволяет легко добиваться необходимого качества обработки входных данных.

Генератор. Программируемая форма, амплитуда и частота выходного сигнала зависят от выбора аппаратных средств. Возможна генерация пакетов непериодических форм. Как вариант

применения этой возможности - запись в картотеку массивов реального сигнала, снятого в полевых условиях, и воспроизведение его на стенде в лабораторных условиях.

Заключение

В настоящее время ведутся работы по расширению библиотеки функций обработки сигналов и по увеличению номенклатуры виртуальных приборов.

Как было сказано ранее, программное обеспечение «Лаборатория-2D» функционирует в собственной операционной системе, содержащейся в ее коде, т. е. после пуска EXE-файла задача не об-

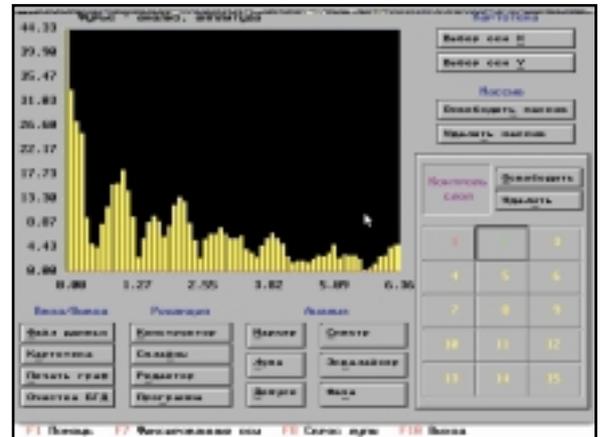


Рис. 7. Амплитуды гармоник спектра входного сигнала

ращается к функциям внешней ОС или BIOS. Это свойство является уникальным для продукта подобного класса. Высокая плотность кода (полная конфигурация лаборатории занимает в ОЗУ не более 350 кбайт) и наличие внутренней операционной системы позволяют прошивать данную программу в ПЗУ процессорных плат мобильных малогабаритных исследовательских комплексов, в чем могут быть заинтересованы приборостроительные предприятия. ●

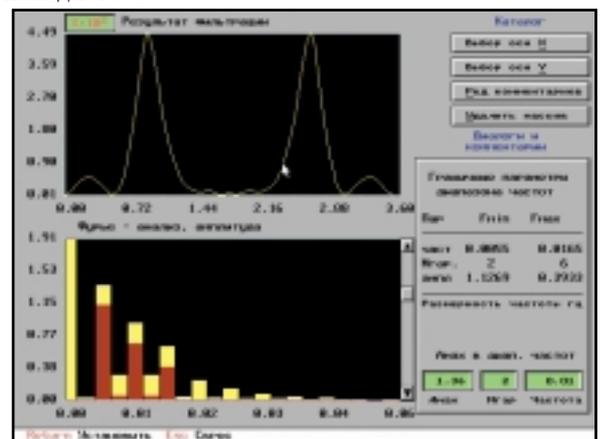


Рис. 8. Коррекция сигнала с помощью эквалайзера