

## РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW

М.М. Касперович, В.А. Кондратёнок

*Военная академия Республики Беларусь, Минск, e-mail: kasperovich1989@mail.ru*

### **Введение**

В настоящее время компьютерные технологии широко применяются при создании информационно-измерительных систем. Этому поспособствовало быстрое развитие компьютерной техники, что привело к открытию широких возможностей по оперативной обработке результатов измерений, накоплению данных, обеспечению широкой перестройки параметров системы в процессе работы и так далее. На сегодняшний день одной из лучших и наиболее приспособленных программных сред, позволяющая создавать виртуальные измерительные приборы и системы, является программный пакет LabVIEW.

LabVIEW, подобно языкам программирования C, PASCAL или BASIC, является программным пакетом для разработки прикладных программ. Однако, в отличие от указанных выше текстовых языков программирования, LabVIEW использует графический язык программирования G (Graphics), предназначенный для создания программ в форме структурных схем. LabVIEW содержит обширные библиотеки функций и инструментальных средств, предназначенных для создания систем сбора данных и систем автоматизированного управления. LabVIEW также включает стандартные инструментальные средства разработки программ. Программный пакет позволяет устанавливать контрольные точки, использовать компьютерную анимацию при выполнении программы, чтобы видеть, как данные проходят через программу, осуществлять ее пошаговое выполнение, чтобы облегчить разработку и отладку программы.

### **Структура и принцип работы LabVIEW**

Программы в LabVIEW называются виртуальными приборами (ВП), так как их вид и функционирование имитируют реальные измерительные приборы. Однако, при этом ВП подобны функциям в программах стандартных языков программирования.

Структура ВП может быть представлена следующими элементами.

- Интерактивный интерфейс пользователя ВП называется лицевой панелью, потому что он моделирует панель физического прибора. Лицевая панель может содержать кнопки, переключатели, регуляторы и другие органы управления и индикаторы. Вы вводите данные, используя мышь и клавиатуру, и можете увидеть результаты на экране компьютера. Лицевая панель ВП- прежде всего комбинация органов управления и индикаторов. Органы управления моделируют инструментальные устройства ввода данных и передают данные на структурную схему ВП. Индикаторы моделируют инструментальные устройства вывода, которые отображают данные, собранные или сгенерированные структурной схемой ВП.

- ВП получает команды от структурной схемы, которую Вы создаете в графическом языке G. Структурная схема представляет собой наглядное представление решения Вашей задачи. Структурная схема также содержит исходные коды для ВП.

Первичные программные объекты структурной схемы – узлы, терминалы и провода.

Когда Вы помещаете орган управления или индикатор на лицевую панель, LabVIEW помещает соответствующий терминал на структурную схему. Вы не можете удалить терминал, принадлежащий органу управления или индикатору. Терминал исчезнет, только когда Вы удалите орган управления или индикатор. Пиктограммы функций также имеют терминалы. Вы можете представить себе терминалы как порты ввода и вывода. Данные, которые Вы вводите в органы управления, поступают с лицевой панели через терминалы органов управления на структурную схему. Затем данные поступают в функции. Когда

функции завершают свои внутренние вычисления, они производят новые значения данных на своих выходных терминалах. Данные поступают на терминалы индикаторов и повторно попадают на лицевую панель, где они и отображаются. Данные выходят из терминала-источника и приходят на терминал-адресат.

Узлы – элементы выполнения программы. Они аналогичны инструкциям, операторам, функциям и подпрограммам в стандартных языках программирования. Функция – один из типов узлов. LabVIEW имеет обширную библиотеку функций для математических вычислений, сравнения, преобразования, ввода/вывода и так далее. Другой тип узлов – структура. Структуры являются графическим представлением циклов и операторов выбора традиционных языков программирования, повторяя блоки инструкций или выполняя их по условию. LabVIEW имеет также специальные узлы для взаимосвязи с внешними текстовыми программами и для вычислений по текстовым формулам.

Провода – пути данных между терминалами источника и адресата. Вы не можете подключить терминал-источник к другому источнику, но можете подключать терминал-адресат к другому терминалу-адресату. Вы можете подключать один источник к нескольким адресатам. Провода имеют различный вид или цвет, в зависимости от типа данных, которые передаются по проводам.

Принцип, который управляет выполнением программы в LabVIEW, называется потоком данных. Запущенный узел выполняется только тогда, когда на всех входах появляются данные; узел выдает данные на все выходные терминалы только тогда, когда он заканчивает выполнение; и данные сразу же поступают от терминала источника на терминал адресата. Метод потока данных отличается от метода потока управления, по которому выполняется стандартная программа, в которой команды выполняются в последовательности, в которой они написаны. Поток управления регулируется командами. Поток данных – управляется данными или зависит от данных.

- Пиктограмма и соединитель ВП представляют собой графический список параметров, обеспечивающий возможность обмена данными Вашего ВП с другими ВП и субВП (ВП–подпрограммами). Пиктограмма и соединитель позволяют Вам использовать Ваш ВП как основную программу (программу верхнего уровня) или как подпрограмму (субВП) внутри других программ или подпрограмм.

Таким образом, LabVIEW придерживается концепции модульного программирования. Вы можете разделить прикладную программу на несколько более простых подпрограмм, а затем создаете несколько ВП для выполнения каждой подпрограммы и объединяете эти ВП на общей структурной схеме, выполняющей основную программу. В результате Ваш основной ВП верхнего уровня содержит совокупность субВП, которые реализуют функции прикладной программы. Так как Вы можете запустить каждый субВП отдельно от остальной части прикладной программы, отладка происходит намного проще. Кроме того, многие субВП низкого уровня часто выполняют задачи, общие для нескольких прикладных программ, так что Вы можете разработать специализированный набор субВП, хорошо подходящий для прикладных программ, которые Вы будете создавать.

### **Пример приложения разработанного с помощью среды разработки LabVIEW**

Для доказательства возможности применения среды разработки LabVIEW при создании виртуальной электронной лаборатории разберем программу автоматизированной классификации основных стандартов ВЧ диапазона с фазовой манипуляцией и ее возможности, созданную в рамках дипломного проектирования.

Разработанная программа обеспечивает:

- обработку сигнала с цифрового выхода звуковой карты или из файла формата \*.wav;
- частотный анализ сигналов с целью определения их частотной структуры, ширины и центральной частоты спектра, несущей частоты сигнала;

- автокорреляционный и спектрально-временной анализ сигнала с целью определения его временной структуры (длины блока, преамбулы, ретрайнингов и т.д.) и скорости манипуляции;

- демодуляцию сигнала с фазовой манипуляцией, сохранение демодулированной двоичной битовой последовательности в файл формата \*.txt.

- автоматизированное определение частоты манипуляции и несущей, длительности информационного кадра передачи;

- автоматизированное определение по измеренным параметрам принадлежности сигнала к одному из четырёх рассматриваемых стандартов.

Пример спектрального анализа сигнала с восьмикратной фазовой манипуляцией, скоростью манипуляции 2400 Бод и несущей частотой 1800 Гц (исходного и возведенного в 8 степень) показан на рисунке 1.

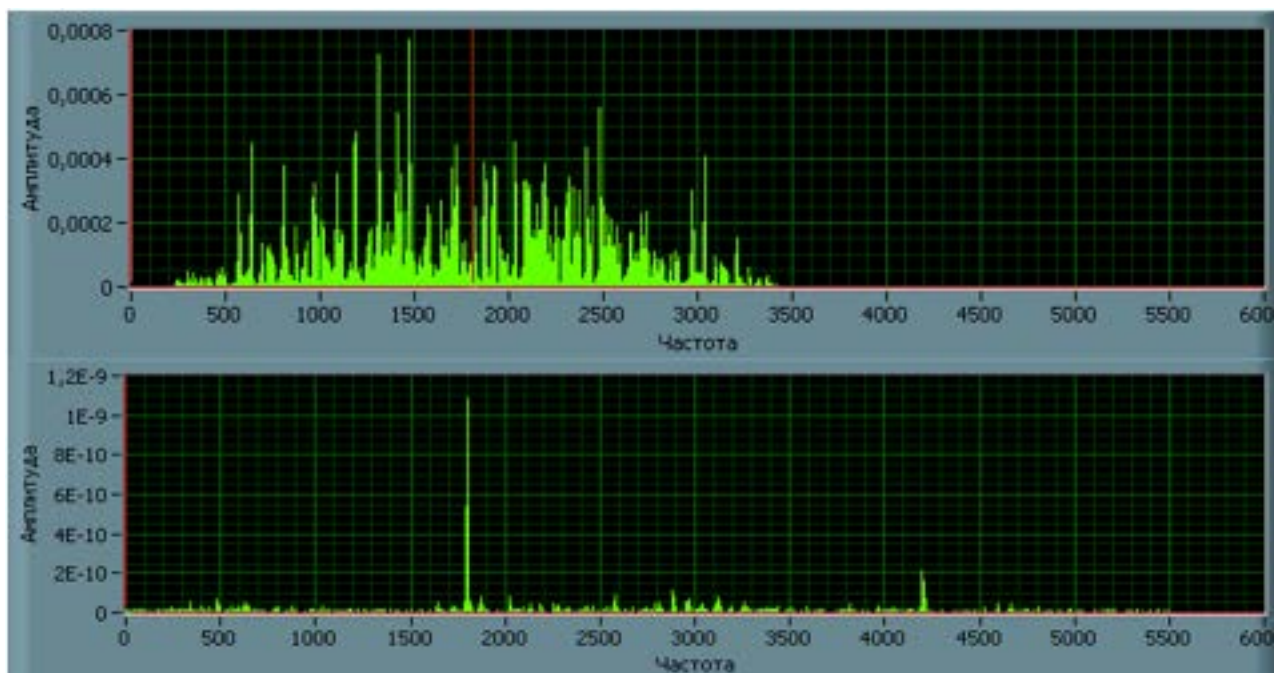


Рисунок 1 – Спектр сигнала с восьмикратной фазовой манипуляцией (исходный и возведенный в 8 степень)

Как видно, спектр сигнала возведенный в 8-ю степень имеет четко выраженные гармоники на частотах 1800 и 4200 Гц (несущая частота и скорость манипуляции на частоте 2400 Гц от несущей), что соответствует теории.

При БПФ сигнала с выхода квадратурного амплитудного детектора должна проявиться гармоника на частоте манипуляции, что и показано на рисунке 2

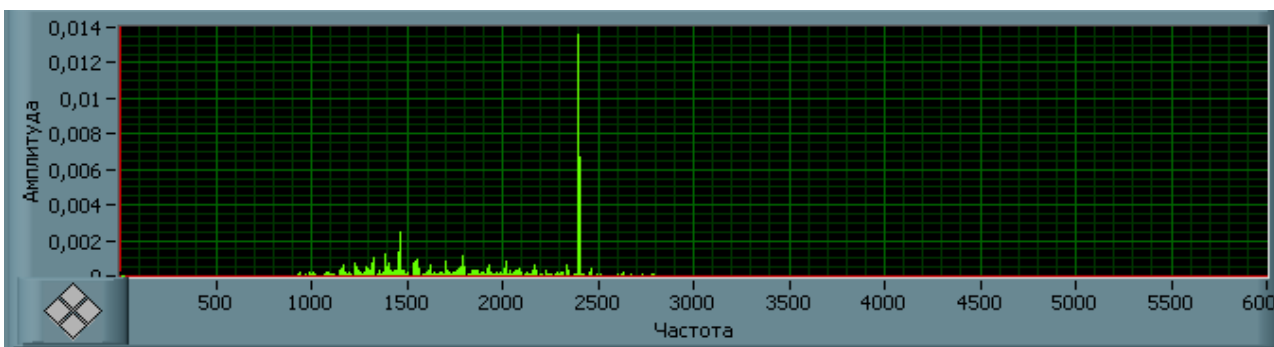


Рисунок 2 – Результат БПФ сигнала ФМ-8 с частотой манипуляции 2400 Гц с выхода квадратурного амплитудного детектора

Для определения длительности кадра в программе используется автокорреляционная функция (АКФ) анализируемого цифрового сигнала. АКФ позволяет находить повторяющиеся участки сигнала, обусловленные передачей блоков кадровой синхронизации строгой структуры и дающие точное значение длительности кадра.

На рисунке 3 изображен график АКФ сигнала Stanag-4285, расстояние между пиками функции соответствует длительности кадра сигнала.

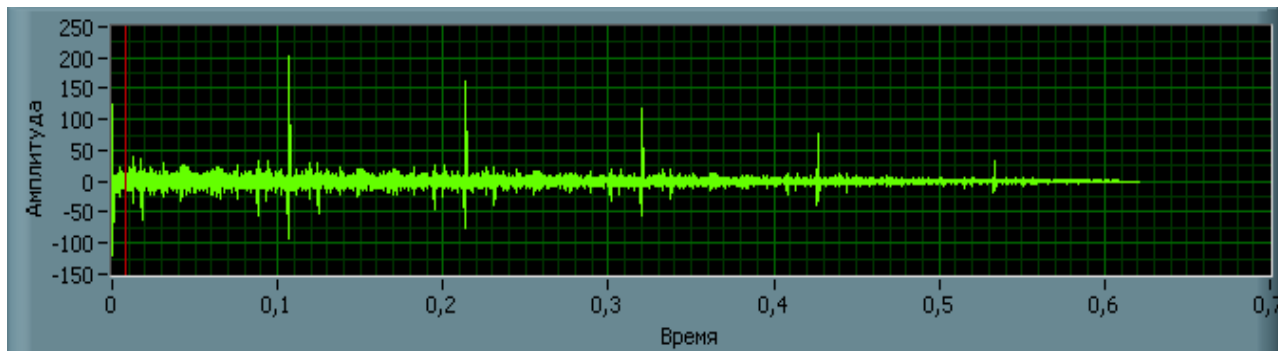


Рисунок 3 – АКФ сигнала Stanag-4285

Общий интерфейс программы представлен на рисунке 4.

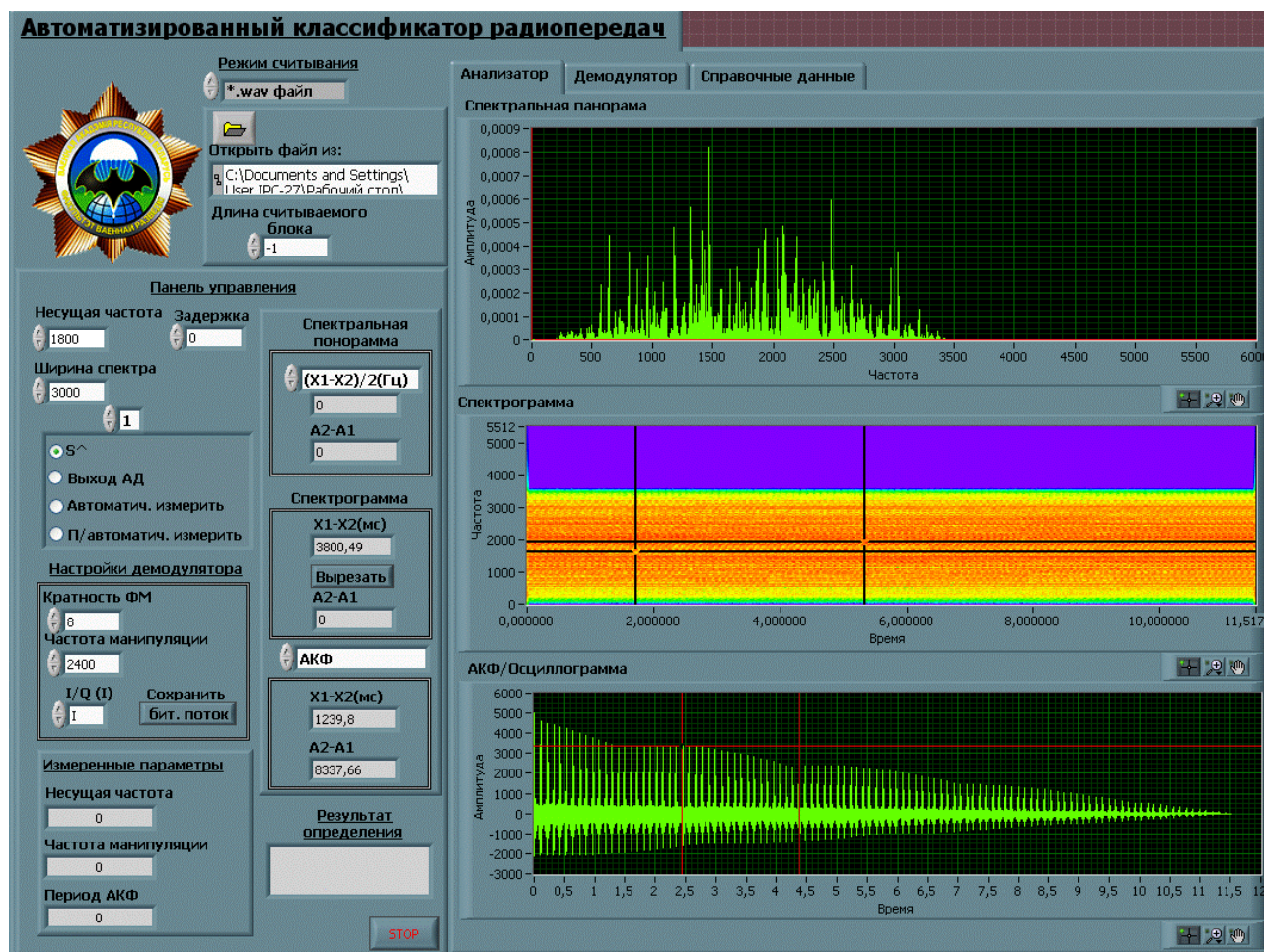


Рисунок 4 – Общий интерфейс программы

Качество обработки, на сколько это возможно при данном качестве входящих сигналов, определяется в большей степени только параметрами аудиокарты компьютера и его

вычислительными возможностями. Кроме того, в LabVIEW можно реализовать управление внешними устройствами через порт RS-232, который есть практически у каждого компьютера. Изложенное выше подтверждает возможность применения среды разработки LabVIEW и определяет ее как наиболее подходящую при создании виртуальной электронной лаборатории.

### **Возможность проведения лабораторных практикумов в режиме удаленного доступа**

При использовании ВП имеется возможность обмениваться данными с другими программами на собственном компьютере в локальной сети и/или Интернет.

В среде LabVIEW предоставлены большие возможности для реализации обмена данными через TCP/IP сети. Основой для передачи данных служит Web-сервер и инструмент WEB Publishing Tool, которые входят в любой из вариантов поставки LabVIEW. Web-сервер LabVIEW генерирует HTML документы, публикует изображения передней панели в Сети путем встраивания ВП в Web страничку. Пользователю доступны возможности разграничения доступа браузеров к публикуемым передним панелям и назначения элементов управления и/или индикации, которые будут видимы в Интернете.

Существуют следующие возможности работы в удаленном режиме:

- Дистанционное наблюдение (мониторинг) - процессы, происходящие в лаборатории, наблюдаются через Web-браузер. При этом отсутствует обратная связь и возможность вмешиваться в управление процессом.

- Дистанционное управление – появляется возможность изменять данные, управлять процессами, отправлять сообщения.

- Совместная работа – возможна работа сразу нескольких пользователей с одним ВП, которые могут совместно создавать отчеты и общаться между собой.

Таким образом использование технологий LabVIEW позволяет обучающемуся, расположенному на любом расстоянии от объекта, в интерактивном режиме оперативно управлять через Web-браузер реальным или виртуальным оборудованием, наблюдать и ставить эксперименты. Важными преимуществами применения технологий LabVIEW являются: возможность наглядной имитации реального физического эксперимента путем использования, наряду с привычными изображениями приборов, не только имитационных моделей реальных сигналов, но также и полученных ранее реальных экспериментальных данных, а также возможность управления практически любым реальным прибором.

### **Список литературы**

1. Загидулин Р.Ш. Labview в исследованиях и разработках. Москва, 2005.
2. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20: справочник по функциям. Москва, 2007.
3. Патрахин В.А. Технология публикации приложений LabVIEW в Internet // Пикад. – 2004. – №3. – С. 28–30.