

УДК 621.317

А.А. Савочкин, доцент, канд. техн. наук,**А.А. Слободенюк, студент***Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: alexanderslobodeniuk@gmail.com***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW
ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

В работе приведены примеры создания радиотехнического измерительного оборудования с использованием языка программирования LabVIEW для операционных систем Windows и Linux. Показана возможность взаимодействия программ с внешними устройствами на примере звуковой карты персонального компьютера (ПК).

Ключевые слова: измерительное оборудование, программа, LabVIEW.

При проведении исследований и в лабораторном практикуме возможно использование среды графического программирования *LabVIEW* для создания измерительного оборудования, что позволяет заменить часть реальных устройств на их программные аналоги. По некоторым параметрам, например, возможности визуализации и документирования результатов; использование сложных математических алгоритмов программные аналоги даже превосходят реальные устройства.

Измерительное оборудование создаётся в *LabVIEW* с помощью специальных модулей (виртуальных приборов). Количество этих модулей зависит от установленных дополнений, также поддерживается возможность самостоятельного написания модулей в самой программе или на языке программирования *C++* [1]. С помощью модулей можно проводить как простые математические операции, такие как сложение, вычитание умножение, сравнение и прочие, так и реализовать более сложные алгоритмы, например спектральный анализ с применением оконных функций сглаживания. Некоторые модули представляют собой комбинации более простых составляющих или сложные наборы формул, реализованные в виде единого модуля.

Модули, предназначенные для создания измерительного оборудования, можно разделить на три группы (осуществляющие взаимодействие с внешними устройствами; осуществляющие обработку, преобразование или изменение данных; выполняющие вывод или ввод данных).

1) Модули, осуществляющие взаимодействие с внешними устройствами, например, ввод данных с линейного входа звукового адаптера или вывод данных, поддерживающие интерфейсы *USB*, *COM*, *LPT*, а также работу с сетевыми серверами. На рисунке 1 представлены примеры типичных модулей данного типа.

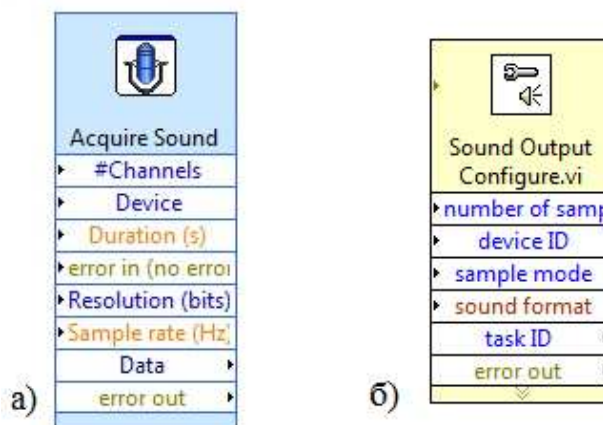


Рисунок 1 — Модули, осуществляющие взаимодействие с внешними устройствами:
а) сбор данных с линейного входа; б) вывод данных на линейный выход или динамики

2) Модули, осуществляющие обработку, преобразование или изменение данных. Например, модули, осуществляющие спектральный анализ, оконное сглаживание, фильтрацию или генерирование вспомогательных сигналов [2]. На рисунке 2 представлено несколько модулей данного типа.

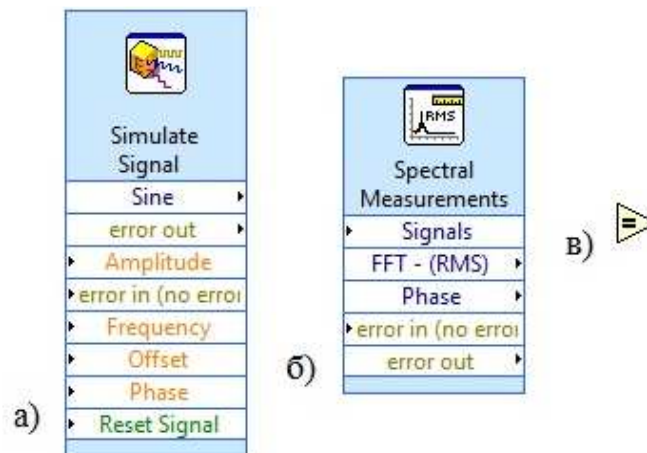


Рисунок 2 — Модули, здійснюють роботу з даними:
а) генерація допоміжних сигналів; б) спектральний аналіз; в) порівняння

3) Модулі, виконують вивід або ввід даних з лицьової панелі розробленого пристрою. Дані модулі дозволяють відображати побудовані графіки або залежності, а також запитують необхідні дані від користувача, який з допомогою клавіатури або миші вводить їх в цикл програми. На рисунку 3 представлено зовнішній вигляд варіантів реалізації таких модулів, а також їх вигляд на лицьовій панелі.

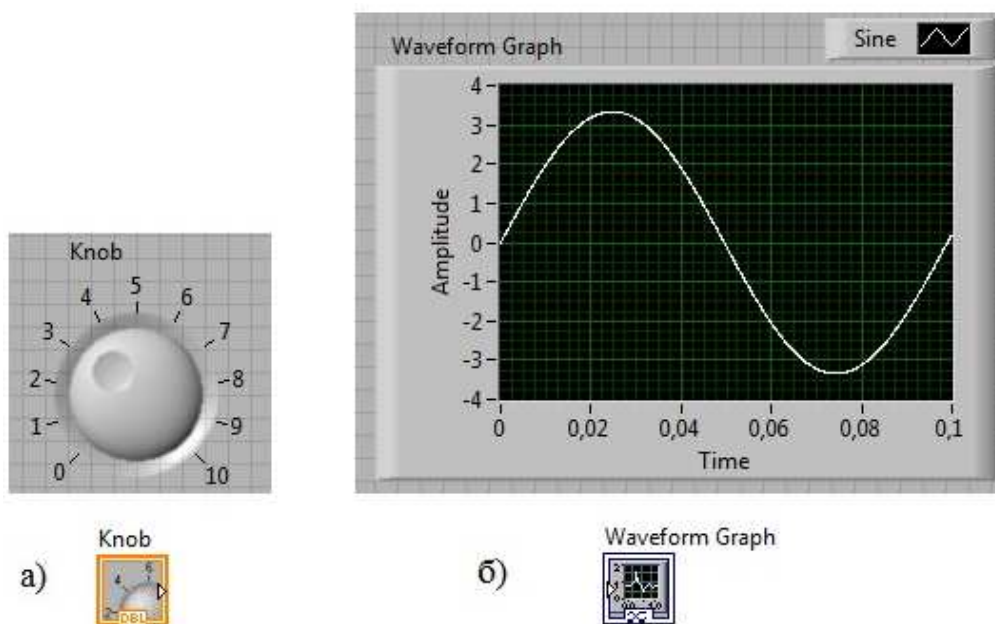


Рисунок 3 — Модулі, здійснюють:
а) ввід даних в цикл програми; б) вивід графіків на екран

Всі модулі об'єднуються між собою з'єднувальними лініями, колір яких позначає формат даних. Також існує можливість створення циклів, підпрограм і таймерів виконання операцій. У кожного модуля є набір налаштувань, зміна яких дозволяє краще налаштувати роботу програми [3]. Зазвичай вхідні параметри надходять до модуля зліва або зверху, а вихідні — справа або знизу. Всі модулі розбиті на групи за характером роботи з даними. В базовій версії *LabVIEW* налічується кілька сотень різних модулів, а після встановки доповнень їх кількість може скласти кілька тисяч.

На рисунку 4 показано загальну блок-схему, структури вимірювального обладнання, створеного на базі інструментальної середовища *LabVIEW*.



Рисунок 4 — Варианты блок схем измерительного оборудования

В качестве примера рассмотрим реализованный в *LabVIEW* прибор сбора данных с внешнего устройства (измерительного генератора) для измерения частоты, амплитуды и сдвига фаз гармонических сигналов. Графико-модульная схема проекта представлена на рисунке 5.

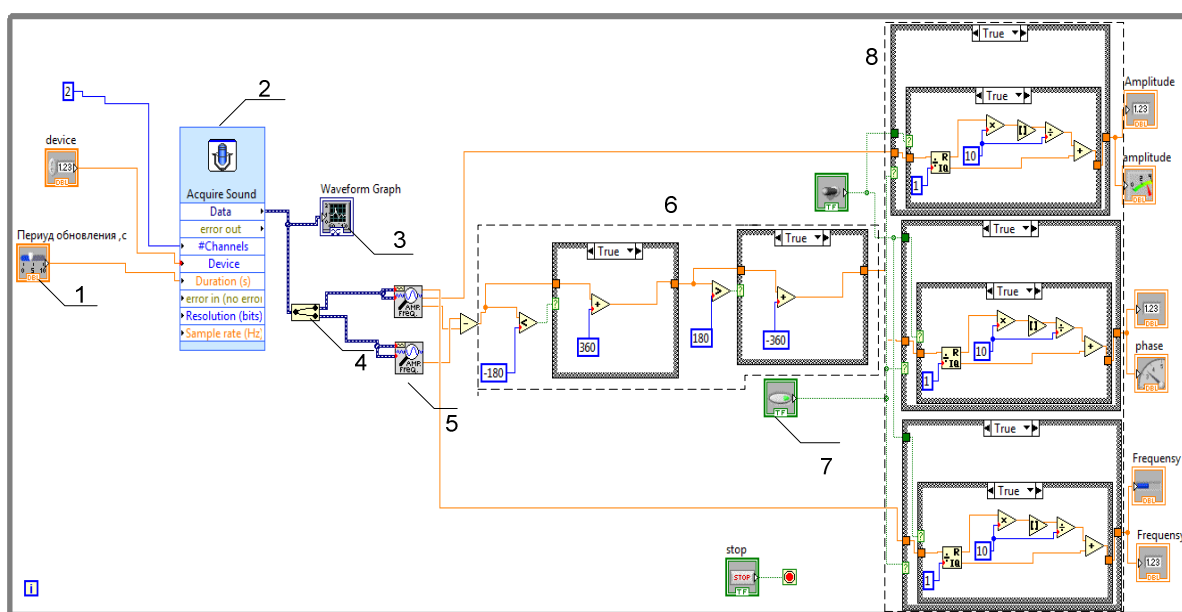


Рисунок 5 — Мнемодиаграмма прибора: 1 — модульный графический индикатор, 2 — *Acquire Sound*, 3 — модуль построения графиков, 4 — *Split Signals Function*; 5 — *Extract Single Tone Information*; 6 — набор простейших алгебраических действий, 7 — графический переключатель, 8 — циклы простейших алгебраических действий

Программная реализация устройства была выполнена на основе модулей *Acquire Sound* и *Extract Single Tone Information*, а также последовательностей простейших математических операций. Далее приведем краткую характеристику используемых графических элементов.

1) Модульный графический индикатор предназначен для задания пользователем числовых данных. Индикатор отображается на лицевой панели прибора, и обеспечивает ввод пользовательских данных. Индикаторы указанного типа могут иметь разный графический вид, однако обладают схожими функциями, обеспечивая ввод данных в необходимой форме.

2) Модуль *Acquire Sound* обеспечивает ввод данных с линейного входа звукового адаптера ПК. Имеет возможность сбора аналоговых данных с двух каналов (левого и правого) [1, 2].

3) Модуль построения графиков предназначен для вывода полученных данных (осциллограмм) на лицевую панель. Имеет достаточно обширный набор опций, таких как области построения графиков, их цвет, вид линий и т. д.

4) Модуль *Split Signals Function* обеспечивает разделение комбинированного сигнала на отдельные составляющие или дублирует входной сигнал. В данном случае применяется для разделения сигнала на составляющие левого и правого канала.

5) Модуль *Extract Single Tone Information* производит вычисление разности фаз для сигналов на его входах [4].

6) Набор простейших алгебраических действий (включает булеву алгебру), позволяет производить калибровку полученных значений разности фаз для области значений в пределах от -180° до $+180^\circ$.

7) Простейший графический переключатель имеет два фиксированных положения: «0» и «1» [2].

8) Циклы алгебраических действий, при включении которых производится округление полученных результатов. Имеет два положения, что обеспечивает округление до десятичных значений или до целых чисел.

На рисунке 6 показан внешний вид лицевой панели разработанного устройства при подаче на линейный вход гармонических сигналов от двухканального измерительного генератора с частотой 1 кГц при разности фаз канальных сигналов 47° .

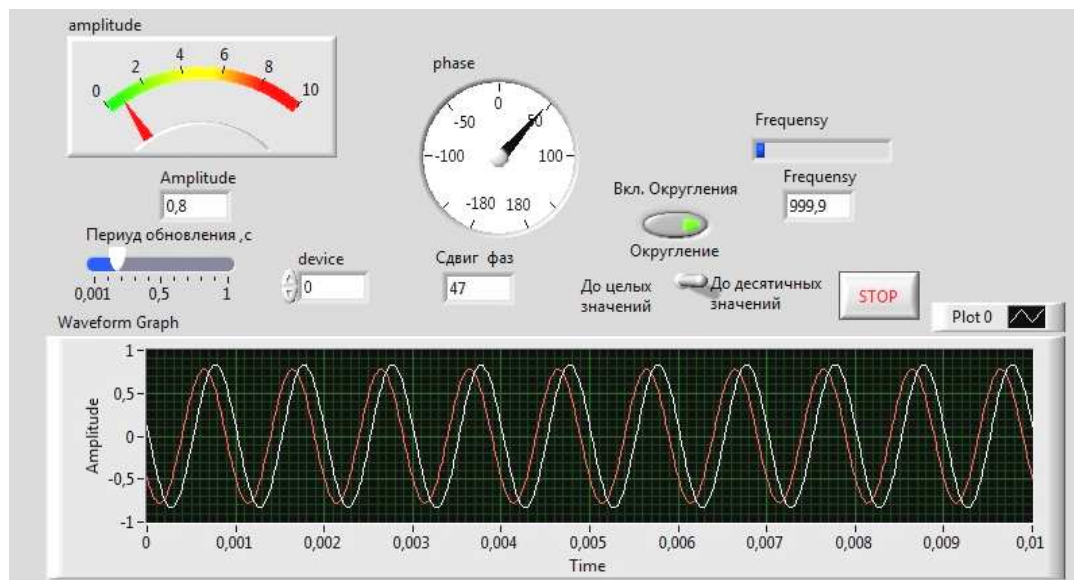


Рисунок 6 — Лицевая панель рассмотренного прибора

В качестве прибора для вывода данных на линейный вход звуковой карты может быть создан двухканальный генератор, параметры которого будут зависеть от характеристик звуковой карты ПК. Так для интегрированной звуковой карты *Realtek* частота генерированного сигнала может достигать 24 кГц при напряжении до 1,5 В. На звуковой карте с чипом *VIA VT1708S* частота генерации достигает 96 кГц.

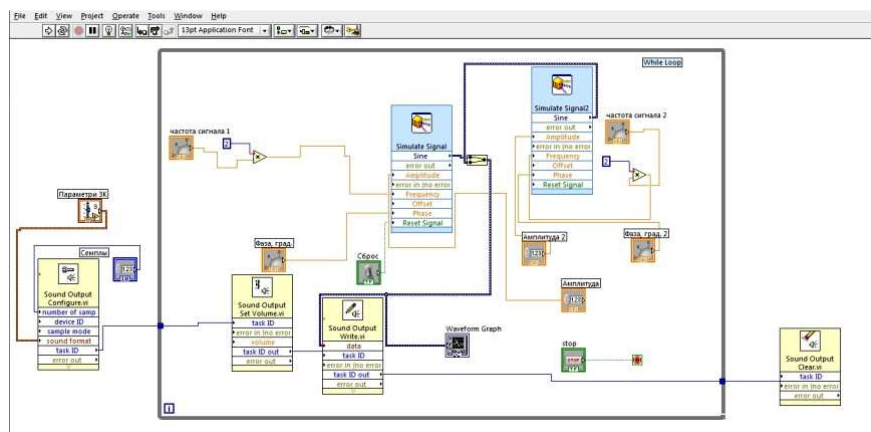


Рисунок 7 — Мнемодиаграмма разработанного генератора

Данный вариант генератора реализован на основе модулей *Simulate Signal* и *Sound Output*, которые позволяют генерировать непрерывный сигнал и вывести его на внешнее устройство. Разработанный генератор позволяет формировать гармонические сигналы различных, либо одинаковых частот, а также снабжен уникальной функцией формирования необходимого сдвига фаз между сигналами в диапазоне от 0 до 360° .

В базовой комплектации инструментальной среды *LabVIEW* имеется широкий набор модулей, связанных со спектральным анализом и функциями оконного сглаживания. Некоторые из функций окна интегрированы в модули спектрального анализа. При необходимости возможно создание функций оконного сглаживания из набора простейших математических операций. Внешний вид лицевой панели разработанного осциллографа и анализатора спектра показан на рисунке 6.

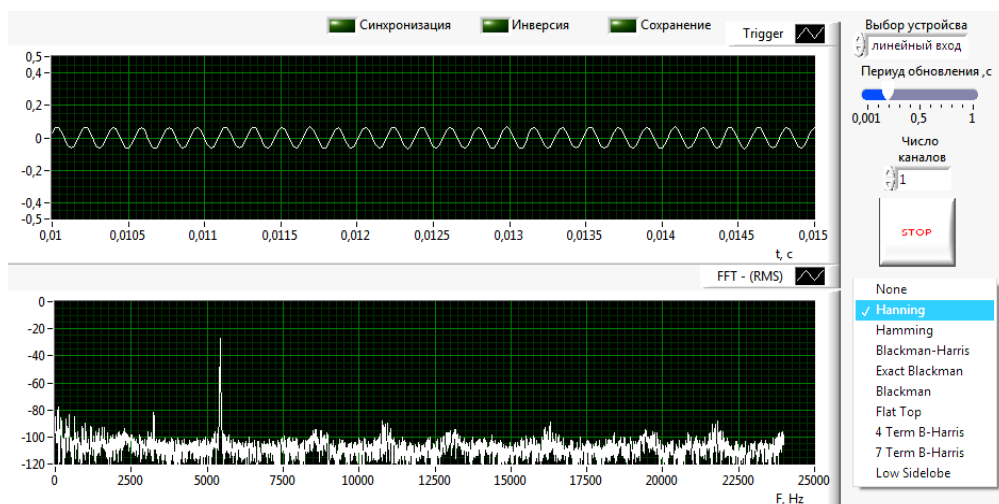


Рисунок 8 — Лицевая панель осциллографа и анализатора спектра

Результат эксперимента соответствует исследованию спектральных характеристик гармонического сигнала частотой 5,2 кГц. При спектральном анализе использовалась функция оконного сглаживания Хемминга [3, 4].

В качестве дальнейшего развития исследований предполагается определение возможностей инструментальной среды *LabVIEW* при создании многоканального измерительного оборудования, а также экспериментального стенда для анализа видео информации.

Библиографический список использованной литературы

1. Савочкин А.А. Особенности реализации низкочастотного анализатора спектра в среде графического программирования *LabVIEW* / А.А. Савочкин, А.А. Слободенюк, С.И. Олейник // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде *LabVIEW* и технологии National Instruments: сб. тр. IX науч.-практ. конф. — Москва, 2010. — С. 128–130.
2. Батоврин В.К. *LabVIEW. Практикум по основам измерительных технологий* / В.К. Батоврин, А.С. Бессонов, В.В. Мошкин, В.Ф. Папуловский. — М.: ДМК Пресс, 2005. — 208 с.
3. Трэвис Д. *LabVIEW для всех* / Д. Трэвис, Д. Кринг. — 2008. — 880 с.
4. Евдокимов Ю.К. *LabVIEW 8 для радиоинженера. От виртуальной модели до реального прибора* / Ю.К. Евдокимов, В.Р. Линдваль, Г.И. Щербаков. — М.: ДМК Пресс, 2007. — 400 с.

Поступила в редакцию 24.04.2012 г.

Савочкін О.А., Слободенюк О.О. Використання мови програмування LabVIEW при розробці вимірювального обладнання

У роботі наведено приклади створення різного радіотехнічного вимірювального обладнання на базі мови програмування *LabVIEW* для операційних систем Windows і Linux з розширеннями vi, exe, rpm та deb. Показана можливість взаємодії програм із зовнішніми пристроями на прикладі звукової карти персонального комп'ютера (ПК).

Ключові слова: вимірювальне обладнання, програма, *LabVIEW*.

Savochkin A.A., Slobodeniuk A.A. Using the Labview programming language to develop measuring equipment

The paper gives examples of a different radio measurement equipment based on the programming language as *LabVIEW* software for Windows and Linux extensions vi, exe, rpm and deb. The possibility of cooperation programs with external devices on the example sound card personal computer (PC) is considered.

Keywords: measuring equipment, software, *LabVIEW*.