

Шиндор Ольга Владимировна, Кокунин Петр Анатольевич

**СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В СРЕДЕ  
ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ  
ДИСЦИПЛИНАМ**

*Целью проведения практических занятий по инженерным дисциплинам является получение студентами умений и навыков в некоторой предметной области. В работе рассматривается возможность применения среды графического программирования LabVIEW при проведении практических занятий в рамках дисциплин, связанных с цифровой обработкой сигналов. Приведены примеры разработки виртуальных приборов, демонстрирующих применение теоретических знаний на практике.*

*Графическое программирование, виртуальный прибор, цифровая обработка сигналов.*

Shindor Olga Vladimirovna, Kokunin Petr Anatolevich

**APPLICATION OF GRAPHIC PROGRAMMING ENVIRONMENT TO  
CREATE VIRTUAL INSTRUMENTS WHEN CONDUCTING  
PRACTICAL CLASSES IN ENGINEERING DISCIPLINES**

*The purpose of conducting practical classes in engineering disciplines is for students to gain skills in a certain subject area. The paper examines the possibility of using the LabVIEW graphical programming environment in practical classes for disciplines related to digital signal processing. There are examples of virtual instruments which demonstrates the application of theoretical knowledge in practice.*

*Graphic programming, virtual device, digital signal processing.*

## **Введение**

Говоря о современных цифровых технологиях и программных средствах, которые могут использоваться в рамках учебного процесса и проведения практических и лабораторных занятий, в частности, можно упомянуть системы автоматизированного проектирования (Компас, NX, AutoCad), компьютерной математики (Mathcad, GeoGebra, Maple, Mathematica), моделирования электрических схем (Micro-Cap, OrCAD, Electronics Workbench, SimOne), топологии печатных плат (DipTrace, P-Cad), платформы для разработки программного обеспечения (Microsoft Visual Studio, GitHub, PyCharm, Xcode). Отдельно можно выделить интегрированную среду разработки Matlab, позволяющее выполнять инженерные и математические расчеты, моделировать процессы, работать с матричными базами данных.

В данной работе рассматривается применение среды графического программирования LabVIEW для получения практико ориентированных знаний.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) фирмы National Instruments с начала 2000-х годов в России используется в учебном процессе для выполнения лабораторных практикумов по физике, механике, аналоговой и цифровой электроники, схемотехнике.

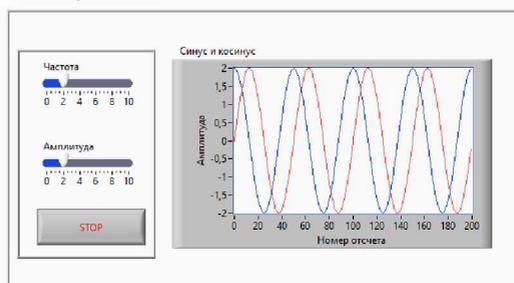
Особенностями данного программного обеспечения является возможность создания виртуальных приборов, полностью имитирующих работу виртуальных приборов, имеющих лицевую панель с расположенными на ней элементами управления и индикации. Блок-диаграмма, являющаяся аналогом текстового кода, формируется из узлов и функций, отвечающих за выполнение некоторых функций. Разработка виртуальных приборов позволяет студентам смоделировать и реализовать некоторый процесс, например, вычисления значения некоторой величины, имитировать формирование сигналов и проанализировать их, рассмотреть поведение некоторой системы при изменении входных параметров или входных воздействий. Кроме того, появляется возможность изучения графического языка программирования. Таким образом, создание виртуальных приборов позволяет получить опыт реализации имитационного моделирования измерительного прибора или системы. Использование дополнительно к программному обеспечению оборудования фирмы National Instruments, например, платформу NI ELVIS, Virtual Bench, myRIO, возможно применение реальных источников данных (датчиков), обработка данных и визуализация результатов. В этом случае студенты получают навык работы с реальными электрическими

схемами и радиоэлектронными компонентами, а также программирования в графической среде. В этом случае осуществляется синергетическое соединение виртуального и натурального моделирования. Все это является дополнительными возможностями для понимания предмета и погружения в его специфику, изучение отдельных тем.

### **Виртуальные приборы для цифровой обработки сигналов**

В курсе цифровой обработки сигнала первоначально необходимо сформировать у студентов понимание видов сигналов, их параметров и способов генерации. Для этого в LabVIEW существует несколько возможностей. Сигналы можно задать математическими выражениями, сформировать с помощью имеющихся в программе генераторов, получить с некоторого датчика, используя платформу NI ELVIS или другие технические решения. У первых двух видов сигналов можно менять частоту, амплитуду, фазу. Пример лицевой панели виртуального прибора, осуществляющего генерацию периодических сигналов по формулам, приведена на рис. 1.

Классическим методом анализа сигналов является спектральный анализ. Для его изучения используются периодический, прямоугольный, треугольный, пилообразный сигналы, для этого используются программные генераторы. На первом этапе студенты создают виртуальный прибор, на втором этапе изучают практическую реализацию спектрального анализа. Лицевая панель и блок-диаграмма анализатора спектра, реализованного в LabVIEW приведены на рис. 2.



*Рис. 1. Лицевая панель виртуального прибора генерации периодических сигналов с помощью формулы Эйлера*

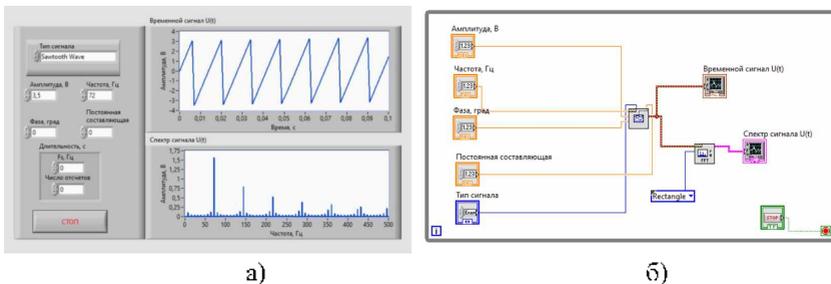


Рис. 2. Анализатор спектра: лицевая панель а), блок-диаграмма б)

При использовании платформы NI ELVIS возможно получение данных с реальных датчиков и затем выполнение спектрального анализа измеренных сигналов.

Другим способом анализа реальных сигналов, в случае отсутствия дополнительного оборудования фирмы National Instruments, является загрузка в виртуальный прибор замеренных сигналов на объектах. Для погружения в вибродиагностику предлагается использовать значения виброскоростей, измеренных на обмотке статора гидрогенератора при различных режимах работы гидроагрегата. На реальном сигнале демонстрируются возможности спектрального анализа. На рис. 3 приведена лицевая панель спектрального анализатора вибродиагностического сигнала.

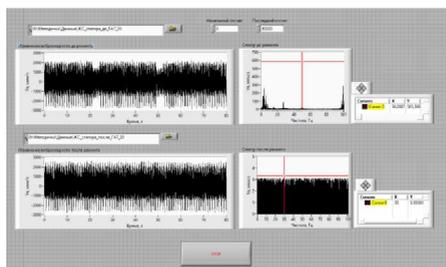


Рис. 3. Лицевая панель спектрального анализатора

Методом, позволяющим выявить локальные особенности сигнала, является вейвлет-анализ. Если преобразование Фурье реализует представление сигнала в частотной области, то вейвлет-анализ позволяет получить представление сигнала в частотно-временной области. Изучение актуальных методов обработки сигналов позволит получить знания, отвечающие

вызовам современного мира. Вейвлет-преобразование представлено в LabVIEW значительным разнообразием материнских вейвлетов, что является достаточным даже для проведения научных исследований. Основной сложностью непрерывного вейвлет-преобразования является интерпретация его результатов. Для этого в виртуальных приборах в качестве визуализации используются спектрограмма и 3D график вейвлет-коэффициентов. Для демонстрации возможностей спектрального анализа и вейвлет-преобразования на лицевой панели предусмотрена осциллограмма спектра сигнала. Модельные исследуемые сигналы являются нестационарными. Лицевая панель анализатора сигнала методом непрерывного вейвлет-преобразования приведена на рис. 4.

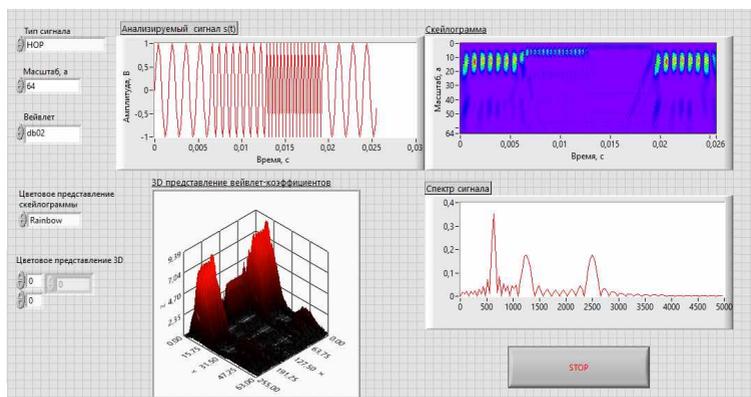


Рис. 4. Анализ сигнала методом непрерывного вейвлет-преобразования

Другим способом анализа реальных сигналов, в случае отсутствия дополнительного оборудования фирмы National Instruments, является загрузка в виртуальный прибор замеренных сигналов на объектах. Для погружения в вибродиагностику предлагается использовать значения виброскоростей, измеренных на обмотке статора гидрогенератора при различных режимах работы гидроагрегата. На реальном сигнале демонстрируются возможности спектрального анализа. На рис. 4 приведена лицевая панель спектрального анализатора вибродиагностического сигнала.

Еще одной возможностью LabVIEW является интеграция в блок-диаграмму кода текстовых языков программирования: Си++, Matlab, Python. Это позволяет использовать одновременно классические текстовые языки программирования и графический язык программирования, тем самым

расширяя возможности виртуальных приборов. К примеру, в LabVIEW представлены не все материнские вейвлеты, их можно добавить, используя Python или Matlab.

### **Выводы**

В работе показана возможность применения среды графического программирования LabVIEW для практических занятий в рамках дисциплины «Цифровая обработка сигналов».

Разработка виртуальных приборов позволяет визуализировать теоретические сведения и расширить понимание применения методов обработки сигналов.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Федосов В.П., Нестеренко А.К.* Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. пособие / под ред. В. П. Федосова. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 456 с.
2. NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite, (NI ELVIS), National Instruments, 2018.
3. Комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий NI ELVIS. Технические средства. Руководство пользователя, Новосибирский государственный технический университет, Российский филиал корпорации National Instruments, 2006.
4. NI ELVIS III 1.2. Комплект виртуальных измерительных приборов для учебной лаборатории. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://nitech.nstu.ru/upload/lib/2020\\_Translated/ELVIS%20III\\_%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BB%D1%83%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%9D%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BB%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%8B\).pdf](https://nitech.nstu.ru/upload/lib/2020_Translated/ELVIS%20III_%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BB%D1%83%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%9D%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BB%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%8B).pdf) (дата обращения 20.05.2024).
5. *Щепетов А.Г.* Преобразование измерительных сигналов: учебник и практикум для вузов/ А.Г. Щепетов, Ю.Н. Дьяченко; под редакцией А.Г. Щепетова. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 270 с.
6. *Лысенко О.В., Гавриш П.П., Мелешкин Ю.А.* Учебная лаборатория электроники на аппаратно-программном комплексе ELVIS-LabVIEW-Multisim: учеб. пособ. /О.В. Лысенко, П.П. Гавриш, Ю.А. Мелешкин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. – 76 с.

7. *Цимбалист Э.И.* Электроника: часть первая. Лабораторный практикум по аналоговой электронике в программно-аппаратной среде NI ELVIS II: учебное пособие /Э.И. Цимбалист, П.Ф. Баранов, С.В. Силушкин, Ю.М. Фомичев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 302 с.
8. *Суранов А. Я.* LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 536 с.
9. *Лутов С.Ю., Муякин С.И., Шарков В.В.* LabVIEW в примерах и задачах. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Обучение технологиям National Instruments». Нижний Новгород, 2007, 101 с.
10. *Евдокимов Ю.К., Денисов Е.С., Шехтурин Д.В., Шиндор О.В.* Автоматизированный сбор и цифровая обработка данных в измерительных системах. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012.
11. *Тревис Дж.* LabVIEW для всех / Джеффри Тревис: Пер. с англ. Клушнин Н.А. – М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. – 544 с.
12. CAD-программы // Сайт паяльник URL: [https://cxem.net/software/soft\\_CAD.php](https://cxem.net/software/soft_CAD.php) (дата обращения: 20.05.2024).
13. Математические программы для Windows / URL: <https://ru.malavida.com/windows/cat/mathis> (дата обращения: 20.05.2024).
14. Программы для проектирования печатных плат // Сайт паяльник URL: [https://cxem.net/software/soft\\_CAD.php](https://cxem.net/software/soft_CAD.php) (дата обращения: 20.05.2024).

**Шиндор Ольга Владимировна:** кандидат технических наук, доцент кафедры робототехники и искусственного интеллекта Института искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии Казанского (Приволжского) федерального университета, Россия, город Казань, улица ул. Сайлиха Сайдашева д.12 к.3, 420101, телефон: +7(927)030-15-49, email: [OVShindor@kpfu.ru](mailto:OVShindor@kpfu.ru).

**Кокунин Петр Анатольевич:** кандидат технических наук, и.о. зав. кафедры физики перспективных технологий и материаловедения Института искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии Казанского (Приволжского) федерального университета, Россия, город Казань, улица Бутлерова 4, 420012, телефон: +7 (917) 873-22-17, email: [pkokunin@mail.ru](mailto:pkokunin@mail.ru).

**Shindor Olga Vladimirovna:** Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor Department of Robotics and Artificial Intelligence, Institute of Artificial

Intelligence, Robotics and System Engineering, KFU, Russia, Kazan, st. Saylikha Saidasheva, 12/3, 420101, phone: +7(927)030-15-49, email: OVShindor@kpfu.ru.

**Kokunin Petr Anatolevich:** Candidate of Technical Sciences (Ph.D acting head Department of Physics of Advanced Technologies and Materials Science, Institute of Artificial Intelligence, Robotics and System Engineering, KFU, 420012, Russia, Kazan, 4 Butlerova Street, phone: +7 (917) 873-22-17, email: pkokunin@mail.ru.