

# Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 (30 лекций)

Под ред. чл.-корр. РАН П. А. Бутырина

Книга состоит из курса лекций, которые содержат как информацию о возможностях новой версии пакета LabView 7.0, так и практические задания, выполнение которых необходимо для овладения этим прикладным инструментом исследования физических процессов и управления ими.

Каждая глава рассчитана на одно занятие за компьютером и может быть использована как при обучении группы учащихся преподавателем, так и при самообучении.

Для большей доступности большинство практических занятий ограничивается в книге исследованием чисто виртуальных приборов, что не требует приобретения специальной материальной части (АЦП и др.)

Материал книги разбит на три части. В первой из них даются основные сведения о среде LabVIEW и ее возможностях, об исследовании виртуальных объектов при помощи математического моделирования. Вторая часть посвящена построению виртуальных приборов для проведения измерений в реальных физических устройствах, в частности, дано описание лабораторной установки ELVIS. В третьей части описывается техника составления больших проектов в LabVIEW.

Издание предназначено для инженеров и студентов технических вузов.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ** Настоящее издание разработано коллективом сотрудников кафедры Теоретических основ электротехники (ТОЭ) Московского энергетического института (МЭИ). На кафедре ТОЭ МЭИ с 2000 года работает учебно-научная лаборатория «Виртуальные приборы электротехники» с 18 рабочими местами, оснащенными аппаратно-программным комплексом LabVIEW. Ежегодно в этой лаборатории около 400 студентов энергетического и электротехнического институтов (факультетов) МЭИ под руководством сотрудников кафедры изучают основы LabVIEW. Сотрудниками кафедры выпущено несколько книг по LabVIEW и его использованию в практике преподавания электротехнических дисциплин.

## УРОВЕНЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ



- ✓ начинающий
- ✓ средний
- ✓ опытный
- ✓ профессиональный



ПриборКомплект



## Internet-магазин

[www.dmk.ru](http://www.dmk.ru)  
[www.abook.ru](http://www.abook.ru)

**Книга – почтой\***  
Россия, 123242,  
Москва, а/я 20  
e-mail: [post@abook.ru](mailto:post@abook.ru)

**Оптовая продажа:**  
Альянс-книга  
тел./факс: (095) 258-9195  
e-mail: [abook@abook.ru](mailto:abook@abook.ru)

\* Подробнее см. в конце книги

ISBN 5-94074



9 785940 740841



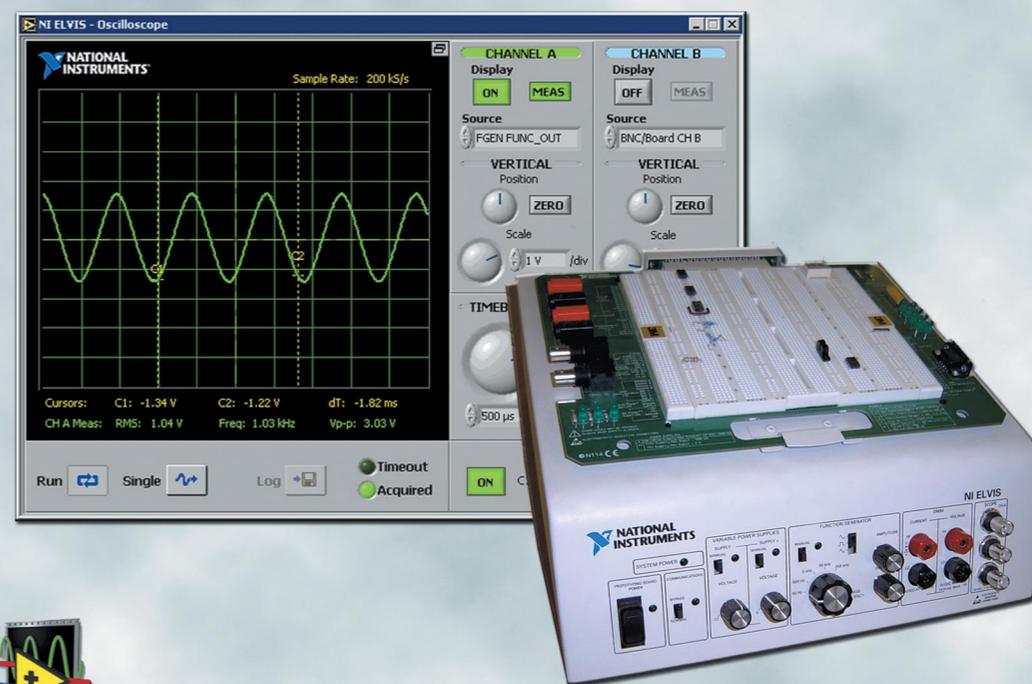
NATIONAL INSTRUMENTS™

ПриборКомплект



Автоматизация физических исследований и эксперимента

# Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 (30 лекций)



Бутырин П. А., Васьковская Т. А., Каратаев В. В., Материкин С. В.

К 75-ЛЕТИЮ МОСКОВСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Бутырин П. А., Васьковская Т. А., Каратаев В. В., Материкин С. В.

# Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 (30 лекций)

Рекомендовано УМО  
по университетскому политехническому образованию  
в качестве учебного пособия для студентов  
высших учебных заведений,  
обучающихся по группе подготовки бакалавров  
550000-«Технические науки»  
дисциплине «Управление техническими системами»



Москва

**УДК 004.94**  
**ББК 32.973.26-018.2**

Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7/ Под ред. Бутырина П. А. –М.: ДМК Пресс. 265 с.: ил.

ISBN 5-94074-274-2

Рецензенты: лауреат Государственной премии, д.т.н., проф. В. Г. Мионов, к.т.н., доц. А. И. Евсеев

Книга состоит из 30 глав, названных лекциями. Эти главы содержат как информацию о тех или иных возможностях LabVIEW, так и практические задания, выполнение которых необходимо для овладения этим прикладным инструментом исследования физических процессов и управления ими. Материал каждой главы рассчитан на одно занятие за компьютером и может быть использован как при обучении группы студентов преподавателем, так и при самообучении студента. Для большей доступности курса большинство практических заданий ограничивается исследованием чисто виртуальных объектов, что не требует приобретения специальной материальной части (аналогово-цифровых преобразователей и т.д.).

Материал книги условно можно разделить на три части. В первой из них даются основные сведения о среде LabVIEW и ее возможностях, а также об исследовании виртуальных объектов при помощи математического моделирования. Вторая часть посвящена построению виртуальных приборов для проведения измерений в реальных физических устройствах, в частности, дано описание лабораторной установки ELVIS, разработанной корпорацией National Instruments. В третьей части описывается техника и методика составления больших проектов в среде LabVIEW.

Издание предназначено для инженеров и студентов технических вузов.

ББК 32.973.26-018.2

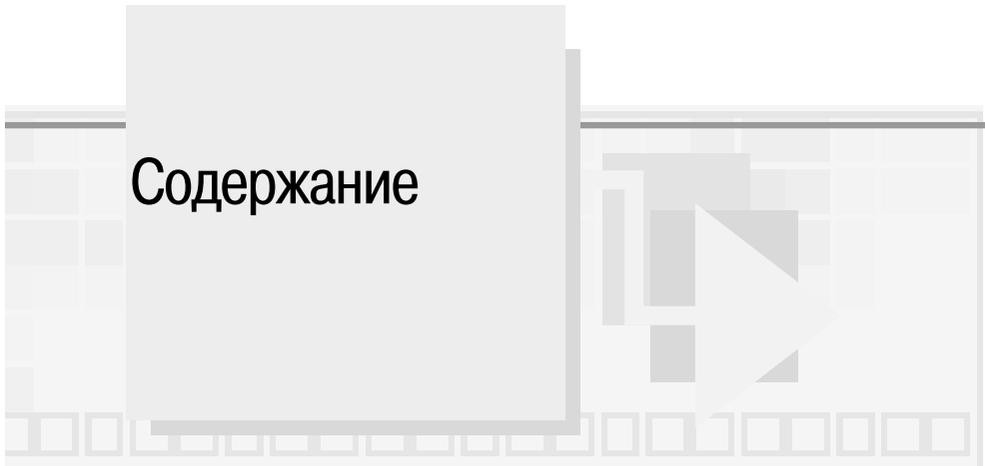
УДК 004.94

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложен в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-94074-274-2

© Бутырин П. А. и др.  
© Оформление, ДМК Пресс



<b>Введение</b> .....	13
Автоматизация физических исследований и эксперимента .....	13
LabVIEW .....	14
Сведения о коллективе авторов пособия .....	14
Содержание пособия .....	15
Благодарности .....	16
<b>Лекция 1. Общие сведения</b>	
<b>о программно-инструментальной среде LabVIEW</b> .....	17
Введение .....	17
Вход в среду LabVIEW .....	17
Создание нового виртуального прибора .....	18
Главное меню .....	19
Палитра инструментов .....	19
Лицевая панель .....	20
Палитра элементов лицевой панели .....	20
Инструментальная панель лицевой панели .....	22
Блок-диаграмма .....	23
Палитра функций блок-диаграммы .....	23
Инструментальная панель блок-диаграммы .....	24
Пример 1.1 .....	24
Поиск объектов на палитрах Controls и Functions .....	25
Контекстное меню .....	26
Выводы .....	26

**Лекция 2. Выполнение арифметических действий**

**в среде LabVIEW** ..... 27

    Пример 2.1 ..... 27

    Пример 2.2 ..... 28

    Задача 2.1 ..... 28

Редактирование ВП ..... 29

    Создание объектов ..... 29

    Выделение объектов ..... 29

    Перемещение объектов ..... 30

    Удаление объектов ..... 30

    Отмена и восстановление действий ..... 30

    Копирование объектов ..... 30

    Метки объектов ..... 30

    Выделение и удаление проводников данных ..... 31

    Автомасштабирование проводников данных ..... 31

    Разорванные проводники данных ..... 32

    Редактирование текста (изменение шрифта, стиля и размера) ... 32

    Изменение размеров объектов ..... 32

    Выравнивание и распределение объектов в пространстве ..... 33

    Установка порядка размещения объектов, объединение объектов  
    в группу и закрепление местоположения объектов  
    на рабочем пространстве лицевой панели ..... 33

    Приведение нескольких объектов к одному размеру ..... 34

    Копирование объектов между ВП или между другими  
    приложениями ..... 34

    Окрашивание объектов ..... 34

Выводы ..... 34

**Лекция 3. Решение линейных алгебраических уравнений**

**в среде LabVIEW** ..... 35

    Пример 3.1. Определение токов в цепи с использованием  
    формульного узла ..... 35

    Пример 3.2. Решение алгебраических уравнений  
    в матричной форме ..... 36

Дополнение. Матричные операции в среде LabVIEW ..... 38

Выводы ..... 40

<b>Лекция 4. Моделирование и измерение переменных напряжений и токов в среде LabVIEW</b> .....	41
Моделирование синусоидальных токов и напряжений .....	41
Пример 4.1 .....	42
Пример 4.2 .....	42
Пример 4.3 .....	44
Пример 4.4 .....	45
Выводы .....	46
<b>Лекция 5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений в среде LabVIEW</b> .....	47
Расчетные алгоритмы .....	47
Пример 5.1 .....	48
Пример 5.2 .....	50
Выводы .....	50
<b>Лекция 6. Массивы</b> .....	51
Создание массива элементов управления и индикации .....	51
Двумерные массивы .....	53
Математические функции (полиморфизм) .....	54
Основные функции работы с массивами .....	54
Автоматическое масштабирование функций работы с массивами .....	56
Дополнительные функции работы с массивами .....	56
Функции для работы с массивами логических переменных .....	57
Выводы .....	57
<b>Лекция 7. Структуры</b> .....	58
Цикл с фиксированным числом итераций (For) .....	59
Автоматическая индексация .....	60
Пример 7.1. Автоиндексация .....	60
Пример 7.2. Окружность .....	60
Индексация нескольких массивов в одном цикле .....	61
Организация доступа к значениям предыдущих итераций цикла .....	62
Сдвиговый регистр (Shift Register) .....	62
Пример 7.3. Сдвиговый регистр .....	62
Стек сдвиговых регистров .....	63
Пример 7.4. Стек сдвиговых регистров .....	63

Узел обратной связи .....	64
Выводы .....	64
<b>Лекция 8. Логические элементы управления и индикации .....</b>	<b>65</b>
Механическое действие (Mechanical Action) .....	65
Логические функции .....	66
Цикл по условию (While) .....	68
Доступ к значениям предыдущих итераций цикла .....	68
Автоиндексирование в цикле по условию .....	68
Пример. 8.1. Цикл While .....	69
Задание 8.1. Решение нелинейного уравнения .....	69
Выводы .....	72
<b>Лекция 9. Структура выбора (Case) .....</b>	<b>73</b>
Задание 9.1. Ввод пароля .....	74
Задание 9.2. Калькулятор .....	75
Структура последовательности (Sequence) .....	77
Структура открытой последовательности (Flat Sequence Structure) .....	77
Задание 9.3. Время выполнения программы .....	77
Структура многослойной последовательности (Stacked Sequence Structure) .....	78
Выводы .....	79
<b>Лекция 10. Структура обработки данных события (Event) .....</b>	<b>80</b>
Пример 10.1. Обработка события закрытия ВП .....	85
Задание 10.2. Секундомер .....	86
Выводы .....	87
<b>Лекция 11. Кластеры .....</b>	<b>88</b>
Создание кластеров из элементов управления и индикации .....	88
Порядок элементов в кластере .....	89
Создание кластера констант .....	90
Функции работы с кластерами .....	90
Сборка кластеров .....	90
Разделение кластера .....	92
Пример 11.1. Масштабирование кластера (рис.11.7) .....	92
Преобразование кластера в массив .....	93
Пример 11.2. Преобразования массива в кластер и наоборот .....	93

Кластеры ошибок .....	93
Обработка ошибок .....	94
Кластеры ошибок .....	95
Объяснение ошибки .....	95
Использование цикла пока (While) при обработке ошибок .....	96
Использование структуры варианта (Case) при обработке ошибок .....	96
Выводы .....	96
<b>Лекция 12. Графическое представление данных .....</b>	<b>97</b>
График диаграмм .....	97
Соединение графиков .....	97
График осциллограмм и двухкоординатный график осциллограмм .....	99
Одиночный график осциллограмм .....	100
График множества осциллограмм .....	100
Пример 12.1. График множества осциллограмм .....	100
Одиночные двухкоординатные графики осциллограмм .....	102
Двухкоординатные графики множества осциллограмм .....	102
Графики интенсивности .....	102
Настройки графиков и таблиц интенсивности .....	103
Выводы .....	104
<b>Лекция 13. Виртуальные подприборы (SubVI) .....</b>	<b>105</b>
Создание и настройка ВПП .....	105
Редактирование иконки (Edit Icon) .....	106
Привязка полей ввода/вывода данных к элементам лицевой панели .....	108
Использование подпрограмм ВП .....	109
Редактирование подпрограммы ВП .....	109
Установка значимости полей ввода/вывода данных: обязательные, рекомендуемые и дополнительные (не обязательные) .....	109
Создание ВПП из секции блок-диаграммы .....	110
Использование единиц измерения .....	110
Пример 13.7. Использование размерностей .....	112
Выводы .....	113
<b>Лекция 14. Строки .....</b>	<b>114</b>
Создание строковых элементов управления и индикации .....	114

Функции работы со строками .....	115
Преобразование строк в числовые данные .....	117
Таблицы .....	118
Задание 14.1. Сортировка таблицы .....	118
Выводы .....	120
<b>Лекция 15. Функции работы с файлами .....</b>	<b>121</b>
Основы файлового ввода/вывода .....	121
Функции файлового ввода/вывода низкого уровня .....	122
Сохранение данных в новом или уже существующем файле .....	123
Пример 15.1. Запись строки в файл .....	123
Форматирование строк таблицы символов .....	124
Пример 15.2. Создание файла с таблицей .....	124
Функции файлового ввода/вывода высокого уровня .....	125
Экспресс ВП .....	126
Выводы .....	127
<b>Лекция 16. Дополнительные приемы программирования:</b>	
<b>Экспресс ВП, создание собственного меню .....</b>	<b>128</b>
Экспресс ВП .....	128
Пример 16.1. Экспресс-ВП Build Text Express VI .....	129
Динамический тип данных (Dynamic Data Type) .....	130
Преобразование экспресс-ВП в подпрограмму ВП .....	131
Создание собственного меню .....	132
Задание 16.1. Добавление пункта меню «About» .....	132
Выводы .....	134
<b>Лекция 17. Дополнительные приемы программирования:</b>	
<b>формирование отчетов, изменение внешнего вида объектов</b>	
<b>лицевой панели, менеджер библиотек .....</b>	<b>135</b>
Формирование отчетов .....	135
Задание 17.1. Формирование отчета .....	135
Изменение внешнего вида элементов	
управления и индикации .....	137
Окно редактирования внешнего вида элементов	
лицевой панели .....	137
Режим настройки .....	138