

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Е.Д. БАРАН, Ю.В. МОРОЗОВ

# ИЗМЕРЕНИЯ В LabVIEW

Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК  
2010

УДК 681.518.3(075.8)  
Б 241

Рецензенты:

*В.П. Разинкин*, д-р техн. наук, профессор

*Д.Н. Гольшев*, канд. техн. наук, доц.

Работа подготовлена на кафедрах систем сбора и обработки данных и теоретических основ радиотехники и в авторизованном региональном учебном центре «Центр технологий National Instruments»

**Баран Е.Д.**

Измерения в LabVIEW : учеб. пособие / Е.Д. Баран, Ю.В. Морозов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. – 162 с.

ISBN 978-5-7782-1428-6

Изложены базовые принципы проектирования автоматизированных измерительных систем с использованием системы графического программирования LabVIEW, технических и программных средств корпорации National Instruments. Рассмотрены физические принципы восприятия и предварительной обработки измеряемых величин, схемы подключения датчиков и согласования их с измерительной аппаратурой, реализация типовых процедур измерения с помощью встраиваемых в компьютер устройств сбора данных.

Ориентировано на студентов технических специальностей, связанных с автоматизацией экспериментальных исследований, испытаниями радиоэлектронной, электромеханической и другой промышленной продукции, автоматизацией технологических процессов и производств. Будет полезно студентам АВТФ, РЭФ, ФТФ, ФЛА и ряда других факультетов при выполнении лабораторных практикумов, курсовых проектов и выпускных работ.

**УДК 681.518.3(075.8)**

**ISBN 978-5-7782-1428-6**

© Е.Д. Баран, Ю.В. Морозов, 2010  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные обозначения .....	8
Предисловие .....	9
Глава 1. ИЗМЕРЕНИЯ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.....	13
Контрольные вопросы .....	16
Глава 2. СРАВНЕНИЕ ВСТРАИВАЕМЫХ УСТРОЙСТВ И АВТОНОМНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СБОРА ДАННЫХ.....	17
2.1. Системы сбора данных на основе встраиваемых устройств общего назначения .....	17
2.1.1. Взаимодействие компьютера с устройствами сбора данных .....	19
2.1.2. Роль программного обеспечения .....	19
2.1.3. NI-DAQ .....	20
2.2. Автономные приборы .....	20
Контрольные вопросы .....	22
Глава 3. КОНФИГУРИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ.....	23
3.1. Установка и конфигурирование технических средств .....	23
3.2. Конфигурирование аппаратуры в среде Windows .....	24
3.2.1. Measurement & Automation Explorer .....	24
3.2.2. DAQ Assistant .....	25
3.2.3. Псевдонимы VISA и логические имена IVI .....	25
3.2.4. Аппаратура FieldPoint.....	25
3.3. Конфигурирование аппаратных средств в операционной системе Mac OS.....	26
3.3.1. Утилита NI-DAQ Configuration.....	26
3.3.2. Утилита NI-488.2 Configuration .....	26
3.3.3. Конфигурирование последовательных портов на компьютерах Macintosh.....	26
Контрольные вопросы .....	27
Глава 4. ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ .....	28
4.1. Сбор данных о сигналах .....	28
4.2. Источники сигналов .....	29
4.2.1. Заземленные источники сигнала .....	29
4.2.2. Плавающие источники сигнала .....	30
4.3. Кондиционирование сигналов .....	31
4.3.1. Усиление.....	31
4.3.2. Линеаризация .....	32
4.3.3. Возбуждение датчика .....	33
4.3.4. Развязка.....	33
4.4. Измерительные системы .....	33

4.4.1. Измерительные системы с дифференциальными входами .....	34
4.4.2. Использование заземления в измерительных системах с несимметричным входом.....	37
4.4.3. Выводы по способам подключения источников сигналов к измерительным системам.....	38
4.5. Аппаратная, или программная, синхронизация .....	40
4.6. Частота дискретизации.....	40
4.6.1. Наложение спектра .....	40
4.6.2. Частота отчета сигнала .....	42
4.7. Цифровой ввод-вывод .....	43
4.7.1. Цифровые линии и порты .....	45
4.7.2. Квотирование .....	45
4.8. Запуск.....	46
4.8.1. Запуск по фронту аналогового сигнала .....	46
4.8.2. Аналоговый запуск в зоне.....	47
4.8.3. Цифровой запуск по фронту .....	48
4.9. Обработка сигнала .....	49
4.9.1. Фильтрация.....	49
4.9.2. Взвешивание.....	49
4.10. Калибровка устройства.....	51
4.10.1. Внешняя калибровка.....	52
4.10.2. Внутренняя калибровка.....	52
Контрольные вопросы .....	52
<b>Глава 5. СОЗДАНИЕ ТИПОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ</b> ....	<b>54</b>
5.1. Элементы управления вводом-выводом .....	54
5.1.1. Имя устройства DAQmx (DAQmx Name Control) .....	54
5.1.2. Логическое имя IVI (IVI Logical Name Control) .....	55
5.1.3. Имя VISA-ресурса (VISA Resource Name) .....	55
5.1.4. Точки ввода-вывода FieldPoint (FieldPoint I/O Point Control) .....	55
5.1.5. Имя ресурса Motion (Motion Resource Name Control).....	55
5.2. Полиморфные VI.....	55
5.3. Свойства API-функций.....	56
5.4. Создание типового DAQ-приложения .....	56
5.4.1. Физические и виртуальные каналы.....	57
5.4.2. Использование задачи в NI-DAQmx.....	58
5.4.3. Элементы управления и отображения аналоговых и цифровых сигналов (Waveform Control и Digital Waveform Control) .....	58
5.5. Создание типового VISA-приложения.....	63
5.6. Создание типового приложения на базе FieldPoint.....	63
5.6.1. Каналы и элементы.....	64
5.6.2. Использование органа управления FieldPoint IO Point.....	64
Контрольные вопросы .....	64

Глава 6. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА .....	65
6.1. Измерения с помощью NI-DAQmx .....	66
6.2. Измерение постоянного напряжения с помощью автономных измерительных приборов .....	68
Контрольные вопросы .....	69
Глава 7. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА .....	70
7.1. Измерение напряжения переменного тока с помощью встраиваемых устройств сбора данных .....	70
7.1.1. Измерение действующего значения .....	71
7.1.2. Измерение значений максимума, минимума и размаха напряжения .....	72
7.2. Использование автономных измерительных приборов для измерения переменного напряжения .....	73
7.2.1. Измерение размаха напряжения с помощью автономного измерительного прибора .....	74
7.3. Измерение напряжения переменного тока с помощью FieldPoint.....	75
Контрольные вопросы .....	76
Глава 8. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ .....	77
8.1. Измерение температуры с помощью NI-DAQmx .....	77
8.2. Измерение температуры с помощью VI FieldPoint.....	79
Контрольные вопросы .....	79
Глава 9. ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТОКА.....	80
9.1. Измерение тока с помощью NI-DAQmx .....	82
9.2. Измерение тока с помощью автономного измерительного прибора.....	83
9.3. Измерение тока с помощью VI FieldPoint.....	84
Контрольные вопросы .....	85
Глава 10. ИЗМЕРЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ.....	86
10.1. Измерение деформации с помощью VI NI-DAQmx .....	88
10.2. Измерение деформации с помощью VI FieldPoint.....	89
Контрольные вопросы .....	89
Глава 11. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ.....	90
11.1. Схемы подключения сопротивления.....	90
11.1.1. Двухпроводная схема измерения сопротивления .....	90
11.1.2. Четырехпроводная схема измерения сопротивления .....	91
11.2. Измерение сопротивления с помощью цифровых мультиметров (DMM).....	92
Контрольные вопросы .....	93
Глава 12. ГЕНЕРАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ .....	94
12.1. Обзор методов генерации напряжения .....	94
12.1.1. Поточечный аналоговый вывод.....	94
12.1.2. Буферизированный аналоговый вывод.....	94

12.1.3. Подключение сигналов аналогового вывода.....	95
12.2. Генерация напряжения с помощью NI-DAQmx.....	96
12.3. Генерация напряжения с помощью автономных приборов.....	98
Контрольные вопросы.....	99
Глава 13. ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА.....	100
13.1. Измерение частоты аналогового сигнала с использованием NI-DAQmx.....	100
13.2. Измерение частоты с помощью автономных измерительных приборов.....	101
13.3. Измерение частоты с фильтрацией.....	102
Контрольные вопросы.....	104
Глава 14. ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ, ПЕРИОДА И ЧАСТОТЫ ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА.....	105
14.1. Общие сведения о счетчиках.....	105
14.1. Устройство счетчика.....	106
14.2. Измерение временных характеристик сигналов.....	106
14.3. Погрешность квантования.....	108
14.4. Измерение временных характеристик с помощью двух счетчиков.....	110
14.4.1. Погрешность квантования при измерении характеристик высокочастотных сигналов методом двух счетчиков.....	111
14.4.2. Реализация метода двух счетчиков с использованием VI NI-DAQmx.....	112
14.4.3. Применение метода двух счетчиков для расширения диапазона измерения.....	112
14.4.4. Погрешность квантования при использовании двух счетчиков для расширения диапазона измерения.....	114
Контрольные вопросы.....	115
Глава 15. ГЕНЕРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ.....	116
15.1. Общие сведения о генерации цифровых импульсных сигналов.....	116
15.2. Генерация цифровых импульсных сигналов с использованием VI NI-DAQmx.....	120
15.3. Генерация цифровых импульсных сигналов с помощью FieldPoint VI.....	121
Контрольные вопросы.....	122
Глава 16. УПРАВЛЕНИЕ АВТОНОМНЫМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ С ПОМОЩЬЮ LabVIEW.....	123
16.1. Общие сведения о драйверах автономных измерительных приборов.....	123
16.1.1. Установка драйверов приборов.....	124
16.1.2. Организация драйверов приборов.....	124
16.1.3. Типы драйверов приборов.....	126

16.2. VISA в LabVIEW .....	127
16.2.1. Коммуникации с использованием ASCII сообщений и коммуникации на регистровом уровне .....	127
16.3. Проверка связи с прибором.....	128
16.3.1. Проверка связи с помощью Instrument I/O Assistant .....	129
16.3.2. Проверка связи с помощью функций VISA.....	129
16.3.3. Проверка связи с помощью Getting Started VI.....	130
16.4. Общие входы и выходы VI драйверов приборов .....	130
16.5. Разработка VISA-приложений .....	131
16.5.1. Использование свойств VISA .....	132
16.5.2. Использование VISA-событий.....	132
16.5.3. Использование VISA VI с расширенными возможностями .....	133
16.6. Приемы работы с данными и строками .....	133
16.6.1. Манипулирование данными с помощью Instrument I/O Assistant .....	134
16.6.2. Команды форматирования строк .....	134
16.6.3. Форматирование данных, полученных от прибора .....	135
Контрольные вопросы .....	139
Заключение.....	140
Приложение. Типы приборов .....	142
П. 1. Приборы с интерфейсом GPIB.....	142
П. 1.1. Контроллеры, передатчики и приемники .....	142
П. 1.2. Характеристики аппаратных средств .....	143
П. 2. Связь с использованием последовательного порта.....	143
П. 2.1. Скорость передачи данных .....	144
П. 2.2. Общая характеристика аппаратных средств последовательного интерфейса.....	145
П. 2.3. Подключение прибора с последовательным интерфейсом .....	145
П. 3. Модульные измерительные системы стандарта PXI .....	146
П. 4. Модульные измерительные приборы.....	146
Использованная литература National Instruments .....	147
Дополнительная литература .....	147
Глоссарий .....	149