

LabVIEW FPGA

РЕКОНФИГУРИРУЕМЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

В книге представлено описание нового модуля графической среды проектирования LabVIEW. С помощью этого модуля, расширяющего концепцию виртуальных инструментов в область разработки аппаратных средств, можно создавать собственные каналы ввода-вывода и устройства обработки данных, функциональность и характеристики которых определяются не на заводе изготовителе, а инженером-разработчиком прикладных систем автоматизации экспериментальных исследований, испытаний и управления. Рассмотрены архитектурные особенности реконфигурируемых систем, изложен порядок и основные приемы их проектирования, приведены описания и характеристики технических компонентов, а также некоторые примеры практической реализации технологии реконфигурированного ввода-вывода.

Издание предназначено для специалистов в области разработки информационно-измерительных и управляющих систем, может использоваться в процессе обучения студентов соответствующих специальностей.



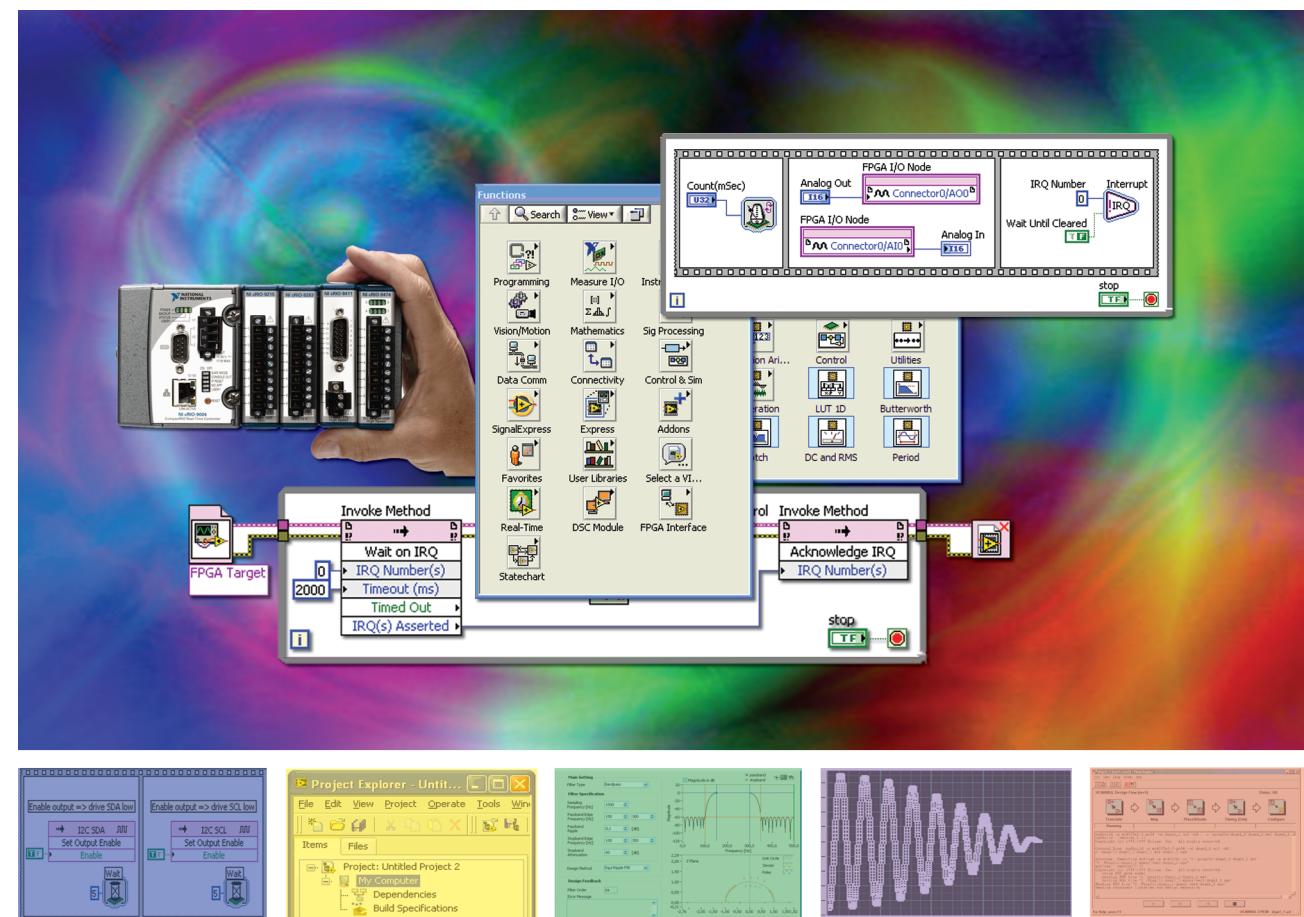
Баран Ефим Давидович, старший преподаватель кафедры «Системы сбора и обработки данных» Новосибирского государственного технического университета, руководитель авторизованного регионального учебного центра «Центр технологий National Instruments». Автор более 50 публикаций и 15 изобретений. Область научных интересов: информационно-измерительные системы, системы тестирования радиоэлектронной аппаратуры.

LabVIEW FPGA

Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы

LabVIEW FPGA

РЕКОНФИГУРИРУЕМЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ



Internet-магазин: www.aliants-kniga.ru

Книга – почтой:
Россия, 123242, Москва, а/я 20
e-mail: orders@aliants-kniga.ru

Оптовая продажа: «Альянс-книга»
Тел./факс: (495) 258-9195.
e-mail: books@aliants-kniga.ru

978-5-94074-494-8



Баран Е. Д.

Е. Д. Баран

LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы



Москва

УДК 621.38
ББК 32.973.26-108.2
Б24

Баран Е. Д.
 Б24 LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы. – М.: ДМК Пресс. – 448 с.

ISBN 978-5-94074-494-8

В книге представлено описание нового модуля графической среды проектирования LabVIEW. С помощью этого модуля, расширяющего концепцию виртуальных инструментов в область разработки аппаратных средств, можно создавать собственные каналы ввода-вывода и устройства обработки данных, функциональность и характеристики которых определяются не на заводе изготовителе, а инженером-разработчиком прикладных систем автоматизации экспериментальных исследований, испытаний и управления. Рассмотрены архитектурные особенности реконфигурируемых систем, изложен порядок и основные приемы их проектирования, приведены описания и характеристики технических компонентов, а также некоторые примеры практической реализации технологии реконфигурированного ввода-вывода.

Издание предназначено для специалистов в области разработки информационно-измерительных и управляющих систем, может использоваться в процессе обучения студентов соответствующих специальностей.

УДК 621.38
ББК 32.973.26-108.2

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, изложенный 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 978-5-94074-494-8

© Баран Е. Д.
 © Оформление, ДМК Пресс

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	11
-----------------------	-----------

▼ 1

Программируемые логические интегральные схемы	15
1.1. Простые программируемые логические устройства – SPLD	16
1.2. Технологии программирования ПЛИС	21
1.3. Сложные программируемые логические устройства – CPLD	25
1.4. Оперативно программируемые логические матрицы – FPGA	30
1.5. Сравнение архитектур ПЛИС	37
1.6. Средства проектирования цифровых устройств на ПЛИС	39
1.7. Применение ПЛИС	47

▼ 2

Многофункциональные устройства ввода-вывода	56
2.1. 2.1. Основные узлы модулей ввода-вывода. Модули стандартной архитектуры	57
2.1.1. Блок аналогового ввода	59
2.1.2. Блок аналогового вывода	62
2.1.3. Блок цифрового ввода-вывода	63

4 Содержание

2.1.4. Блок таймерного ввода-вывода	66
2.1.5. Функционирование модуля ввода-вывода	66
2.2. Реконфигурируемые модули ввода-вывода	69

▼ 3

Виртуальные измерительные приборы и программное обеспечение National Instruments	76
3.1. Об истории появления LabVIEW	77
3.2. Основные свойства LabVIEW	78
3.3. Как развивались технологии виртуальных инструментов... ..	82
3.4. Measurement and Automation eXplorer (MAX)	84
3.4.1. Конфигурирование технических средств в MAX.....	86
3.4.2. Тестирование технических средств в MAX	88
3.4.3. Создание задачи	90
3.4.4. Создание симуляторов устройств ввода-вывода	97
3.4.5. Конфигурирование программного обеспечения	100
3.4.6. Конфигурирование сетевого окружения	103

▼ 4

Организация среды проектирования LabVIEW	106
4.1. Запуск LabVIEW. Начало работы	108
4.2. Создание проекта	115
4.3. Редакторы для проектирования программ LabVIEW	117
4.4. Инструменты редакторов программ	119
4.4.1. Инструментальные линейки кнопок	119
4.4.2. Палитра инструментов Tools Palette	122
4.4.3. Объекты программ LabVIEW. Пример программы	123
4.4.4. Оценка сложности программ LabVIEW	130

4.4.5. Палитра объектов лицевой панели Controls Palette	133
4.4.6. Палитра объектов блок-диаграммы Functions Palette	141
4.4.6.1. Субпалитра Programming	144
4.4.6.2. Базовые конструкции языка G. Субпалитра Structures	146
4.4.6.3. Работа с однородными совокупностями данных. Массивы. Субпалитра Array	149
4.4.6.4. Работа с неоднородными совокупностями данных. Кластеры. Субпалитра Cluster, Class & Variant	150
4.4.6.5. Простейшие математические операции. Субпалитра Numeric	152
4.4.6.6. Логические операции. Субпалитра Boolean	154
4.4.6.7. Операции сравнения. Субпалитра Comparison	154
4.4.6.8. Операции со строками. Субпалитра String	156
4.4.6.9. Функции системного таймера. Субпалитра Timing	157
4.4.6.10. Сохранение и воспроизведение данных. Субпалитра File I/O	158
4.4.6.11. Организация взаимодействия с техническими средствами. Субпалитра Measure I/O	160
4.4.6.12. Субпалитра DAQmx – Data Acquisition	161

▼ 5

Техника программирования в графической среде LabVIEW

5.1. Разработка лицевой панели и настройка объектов лицевой панели	164
5.1.1. Настройка свойств объекта из контекстного меню	168
5.1.2. Задание свойств объекта в окне Properties	170
5.1.3. Массивы и кластеры на лицевой панели	172
5.2. Разработка блок-диаграммы	175
5.2.1. Соединение узлов блок-диаграммы. Первая программа	176

5.2.2. Техника проектирования программ. VI генератора сигналов	179
5.2.3. Разработка пиктограммы VI	180
5.2.4. Вызов подпрограмм subVI. Цикл While. Ошибки проектирования	184
5.3. Техника отладки программ в LabVIEW	188
5.3.1. Устранение ошибок до компиляции, или Почему в LabVIEW мало грубых ошибок	188
5.3.2. Отладка с помощью пробников и контрольных точек	189
5.3.3. Средства пошаговой отладки программ. Анимация выполнения программы	193
5.3.4. Кластер ошибок. Интерпретация ошибок выполнения программы	194
5.3.5. Помощь в среде проектирования LabVIEW	196
5.4. Разработка блок-диаграммы – продолжение	198
5.4.1. Цикл While. Туннели и регистры сдвига, массивы	199
5.4.2. Структура выбора – Case	201
5.4.3. Работа со свойствами объектов	202
5.4.4. Цикл For и другие структуры	204
5.4.5. Объявление и использование переменных	206
5.4.6. Программирование операций ввода-вывода	208
5.5. Типы данных и терминалы блок-диаграммы	215

▼ 6

Реконфигурируемые системы и среда

проектирования LabVIEW FPGA	217
6.1. Типовые архитектуры систем реконфигурируемого ввода-вывода	218
6.1.1. Системы на основе модуля R-серии	218
6.1.2. Системы на основе контроллера реального времени	221

6.2. Состав и особенности среды проектирования реконфигурируемых систем	224
6.2.1. Особенности среды LabVIEW FPGA	225
6.2.2. Как получается код, загружаемый в FPGA?	226
6.3. Палитры LabVIEW FPGA	227
6.3.1. Субпалитра арифметических операций	230
6.3.2. Субпалитра функций математической обработки данных	232
6.3.2.1. Субпалитра функций управления	233
6.3.2.2. Субпалитры Utilities и Generation	237
6.3.2.3. Другие экспресс-функции субпалитры Math & Analysis	239
6.3.3. Субпалитра ввода-вывода FPGA I/O	243
6.3.4. Субпалитра узлов для работы с памятью FPGA	245
6.3.5. Субпалитра функций тактирования FPGA	247
6.3.6. Субпалитра функций синхронизации задач в FPGA	248
6.3.6. Субпалитра Advanced	250
6.4. Методы и средства отладки FPGA-приложений	250

▼ 7

Разработка реконфигурируемых систем в LabVIEW	254
7.1. Этапы разработки реконфигурируемых систем	254
7.1.1. Создание проекта системы на основе модуля R-серии	255
7.1.2. Программирование целевой платформы. Разработка программы FPGA VI	259
7.1.2.1. Аналоговый ввод-вывод	259
7.1.2.2. Реализация счетчиков/таймеров	264
7.1.3. Тактирование и синхронизация в FPGA	266
7.1.3.1. Тактирование с использованием структуры Single Cycle Timed Loop	267

8 Содержание

7.1.3.2. Синхронизация и обмен данными между параллельными структурами	270
7.1.4. Параллелизм выполнения операций в FPGA	277
7.1.5. Разделяемые ресурсы	281
7.2. Оптимизация FPGA VI	284
7.2.1. Оптимизация ресурсов FPGA	284
7.2.2. Оптимизация быстродействия FPGA	286
7.2.3. Оценка результатов оптимизации	292
7.3. Компиляция FPGA VI	293

▼ 8

Управление FPGA VI. Разработка Host VI	298
8.1. Программный обмен данными через элементы лицевой панели. Субпалитра FPGA Interface	301
8.2. Функция Invoke Method	311
8.3. Функция Up Cast	314
8.4. Синхронизация обмена данными между Host VI и FPGA VI	316
8.4.1. Синхронизация Host VI и FPGA VI методом полинга	317
8.4.2. Синхронизация Host VI и FPGA VI с использованием прерывания	319
8.4.3. Обмен данными с использованием канала прямого доступа к памяти	321

▼ 9

Расширение возможностей систем, выполненных на модулях R-серии	329
9.1. Краткая характеристика модулей ввода-вывода C-серии	331
9.2. Конфигурирование систем с шасси расширения и модулями C-серии	337
9.3. Программирование модулей C-серии. FPGA VI и Host VI	342