

УДК 621.38
ББК 32.973.26-108.2

E15

Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И.
E15 LabVIEW в научных исследованиях. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 400 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-630-8

В данной книге возможности LabVIEW как среды программирования демонстрируются на примерах в области цифровой обработки сигналов, радиоэлектроники, компьютерных измерений и автоматизации эксперимента, электродинамики и распространения радиоволн. Большая часть примеров в книге строится по принципу «от простого к сложному», показавшему свою эффективность на курсах изучения LabVIEW. Книга рекомендуется для студентов радиотехнических и телекоммуникационных специальностей вузов, а также может быть полезна инженерам и научным работникам.

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 978-5-97060-630-8

© Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И.
© Оформление, издание, ДМК Пресс



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

▼ 1

Работа в среде LabVIEW	15
1.1. Общий взгляд на программную среду LabVIEW	14
1.2. Программная среда LabVIEW. Краткий обзор модулей и библиотек LabVIEW	16
1.3. Создание виртуального прибора	18
1.3.1. Запуск LabVIEW и открытие нового ВП	19
1.3.2. Создание лицевой панели виртуального прибора	20
1.3.3. Создание блок-схемы виртуального прибора	24
1.4. Пример создания виртуального прибора – анализатора спектра сигналов	30
1.5. Дополнительные сведения для работы в среде LabVIEW на примере анализатора спектра	35
1.5.1. Помощь в среде LabVIEW	35
1.5.2. Создание иконки ВП и формирование соединительной панели ...	36
1.6. Структуры и управление циклическими операциями	38
1.7. Создание ВП с использованием структур и узла формул	39
1.8. Математические операторы узла формул	44
1.9. Универсальные константы	45

1.10. Массивы и кластеры	46
1.11. Отображение и графика	49

▼ 2

Цифровая обработка и генерация сигналов в среде LabVIEW

2.1. Основные сведения о корреляционной и спектральной обработке сигналов.....	51
2.2. Предварительные оценки основных параметров спектрального и корреляционного анализа случайных сигналов	55
2.3. Основные функции обработки сигналов во временной области	57
2.4. Основные функции цифровой обработки сигналов в частотной области.....	61
2.5. Фильтрация сигналов	69
2.6. Основные функции генерации сигналов	74
2.7. Основные функции статистической обработки сигналов	80
2.8. Основные функции оконной обработки сигналов	83
2.9. Краткий обзор основных математических функций	86
2.10. О дополнительных функциях обработки сигналов.....	88

▼ 3

Автоматизация процессов измерения, контроля и управления.

Аппаратные и программные средства ввода-вывода данных

3.1. Автоматизация. Основные определения и термины	89
3.2. Ввод аналоговых сигналов в измерительных системах	92
3.2.1. Датчики измерительных систем и устройства согласования	93
3.2.2. Измерительные коммутаторы	96
3.2.3. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	97
3.3. Оценка системных параметров многоканальных измерительных систем	99

3.4. Микропроцессорное управление. Контроллеры	102
3.4.1. Процессы управления. Микропроцессорное управление	102
3.4.2. Типовые законы управления	104
3.4.3. Контроллеры. Регулирующие микропроцессорные контроллеры	106
3.5. Обзор устройств и систем ввода-вывода фирмы National Instruments	107
3.5.1. Системы согласования сигналов SCXI и SCC	108
3.5.2. Многофункциональные платы и устройства для сбора данных	108
3.5.3. Модульные измерительные системы стандарта PXI	111
3.5.4. Система распределенного ввода-вывода и промышленного управления FieldPoint	112
3.5.5. Реконфигурируемая контрольно-измерительная система CompactRIO	112
3.6. Пример создания измерительной системы на основе устройства сбора данных USB 6008	113
3.7. Статистическое моделирование ИИС	119
3.7.1. Математическое моделирование	120
3.7.2. Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло	121
3.7.3. Алгоритм статистического моделирования по методу Монте-Карло	122
3.7.4. Способы получения случайных чисел с заданной плотностью вероятности	123
3.7.5. Оценка точности моделирования методом Монте-Карло	125
3.7.6. Статистическое моделирование ИИС	130
3.7.7. Статистическое моделирование ИИС в среде LabVIEW	135

▼ 4

Дистанционный учебный и научный эксперимент с использованием LabVIEW	143
---	------------

4.1. Технология виртуальных приборов и роль дистанционных технологий обучения в техническом вузе.....	142
--	-----

4.2. Дистанционная автоматизированная учебная лаборатория	144
4.2.1. Принципы построения и структура системы дистанционного измерения и управления учебным экспериментом	145
4.2.2. Организация передачи данных	151
4.2.3. Дистанционная лаборатория по радиоэлектронике. Программное обеспечение	152
4.2.4. Программное обеспечение Distant Lab 1.0	154
4.2.5. Редактор LabWork Environment	163
4.3. Система дистанционного измерения и сбора измерительно-диагностической информации для научно-технического эксперимента	170
4.3.1. Общая структура системы	171
4.3.2. Измерительная часть автоматизированной системы дистанционных измерений	171
4.3.5. Программное обеспечение для сбора и обработки измерительной информации	182
4.4. Экспериментальное исследование и статистическая модель динамики дистанционного управления	185
4.4.1. Динамика дистанционного управления	186
4.4.2. Методика экспериментального исследования динамики СДУ	187
4.4.3. Результаты экспериментов	189
4.4.4. Статистическая модель динамики СДУ	194

▼ 5

Виртуальный практикум в лаборатории электродинамики	197
5.1. Плоские электромагнитные волны	197
5.1.1. Цель работы	197
5.1.2. Краткие теоретические сведения	198
5.1.3. Создание лабораторной установки	203
5.1.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	211
5.1.5. Контрольные вопросы	212

5.2. Поляризация электромагнитной волны	212
5.2.1. Цель работы	213
5.2.2. Краткие теоретические сведения	213
5.2.3. Создание лабораторной установки	218
5.2.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	231
5.2.5. Контрольные вопросы	233
5.3. Отражение и преломление плоской волны при нормальном падении	233
5.3.1. Цель работы	233
5.3.2. Краткие теоретические сведения	233
5.3.3. Создание лабораторной установки	236
5.3.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	246
5.3.5. Контрольные вопросы	247
5.4. Элементарные излучатели радиоволн	247
5.4.1. Цель работы	248
5.4.2. Краткие теоретические сведения	248
5.4.3. Создание лабораторной установки	259
5.4.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	266
5.4.5. Контрольные вопросы	267

▼ 6

Виртуальный практикум в лаборатории распространения радиоволн	269
6.1. Распространение радиоволн в свободном пространстве	268
6.1.1. Цель работы	268
6.1.2. Краткие теоретические сведения	269
6.1.3. Создание лабораторной установки	272
6.1.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	282
6.1.5. Контрольные вопросы	284
6.2. Зоны Френеля. Существенная зона распространения радиоволны	285

6.2.1. Цель работы	285
6.2.2. Краткие теоретические сведения	285
6.2.3. Создание лабораторной установки	290
6.2.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	303
6.2.5. Контрольные вопросы	304
6.3. Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли	305
6.3.1. Цель работы	305
6.3.2. Краткие теоретические сведения	305
6.3.3. Создание лабораторной установки	310
6.3.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	327
6.3.5. Контрольные вопросы	329
6.4. Распространение радиоволн в тропосфере	329
6.4.1. Цель работы	329
6.4.2. Краткие теоретические сведения	330
6.4.3. Создание лабораторной установки	332
6.4.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	339
6.4.5. Контрольные вопросы	341
6.5. Распространение радиоволн в ионосфере	341
6.5.1. Цель работы	341
6.5.2. Краткие теоретические сведения	341
6.5.3. Создание лабораторной установки	348
6.5.4. Порядок выполнения лабораторных исследований	362
6.5.5. Контрольные вопросы	364

▼ 7

Научные исследования и эксперимент в среде LabVIEW	364
7.1. Фрактальная геометрия в измерительных и телекоммуникационных системах	365
7.1.1. Фракталы и размерность фрактала	366
7.1.2. Расчет фрактальной размерности совокупности множества точек	368

7.1.3. Множество Жюлиа	370
7.1.4. Программа для генерации множества Жюлиа	370
7.2. Скважинная многоканальная телеметрическая система	376
7.2.1. Выбор метода измерения	376
7.2.2. Составные части и функциональная схема телеметрической системы	380
7.2.3. Передача данных по каротажному кабелю	384
7.2.4. Программное обеспечение	385
7.3. Система для измерения фликкер-шума	388
7.3.1. Метод измерения	389
7.3.2. Экспериментальная установка и программное обеспечение	390
7.3.3. Тестирование системы измерения	394
7.4. Создание исполняемых exe-приложений	395
Список литературы	398