В. П. Дьяконов

Simulink 5/6/7

Самоучитель

ДМК Пресс
издательство
Москва, 2008

УДК 32.973.26-018.2
ББК 004.438
Д93

Д93 **Дьяконов В. П.**
Simulink 5/6/7: Самоучитель. – М.: ДМК-Пресс, 2008. – 784 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-423-8

Самоучитель по новейшим реализациям пакета визуального блочного имитационного моделирования Simulink 5/6/7 матричной системы MATLAB R2006/2007. Подробно описаны библиотека блоков Simulink, методика подготовки диаграмм моделей, их редактирование, настройка и запуск на исполнение. Дано описание наиболее важных пакетов расширения Simulink инструментального ящика Blockset, в том числе SimPowerSystems, SimMechanics, Aerospace, Stateflow, Signal Processing, Telecommunication, Video and Image Processing и др. Отражены средства виртуальной реальности. Описаны сотни наглядных примеров применения этих средств.

Издание предназначено для студентов, преподавателей и аспирантов вузов и университетов, инженеров и научных работников.

MATLAB and Simulink are registered trademark of The The MathWorks Inc.
Blockset, Toolbox and it components are trademark of The The MathWorks Inc.

УДК 519.6
ББК В162я73

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.

© Дьяконов В. П., 2008
ISBN 978-5-94074-423-8
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2008

Краткое содержание

Введение 31

Благодарности и адреса для связи 36

Урок 1. КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 37

Урок 2. SIMULINK – ПАКЕТ ВИЗУАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 59

Урок 3. РАБОТА SIMULINK С ФАЙЛАМИ 107

Урок 4. ПОДГОТОВКА И ЗАПУСК МОДЕЛИ 129

Урок 5. БЛОКИ ИСТОЧНИКОВ И ПОЛУЧАТЕЛЕЙ СИГНАЛОВ 155

Урок 6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ БЛОКИ 211

Урок 7. НЕЛИНЕЙНЫЕ, ДИСКРЕТНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ БЛОКИ 255

Урок 8. ПОДГОТОВКА И ПРИМЕНЕНИЕ ПОДСИСТЕМ 303

Урок 9. ИНСТРУМЕНТЫ И ПРАКТИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ 357

Урок 10. ОПТИМИЗАЦИЯ ОТКЛИКА НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ 417

Урок 11. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ 449

Урок 12. МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УСТРОЙСТВ 531

Урок 13. ОСНОВЫ СОБЫТИЙНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 625

Урок 14. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ 665

Список литературы 766

Предметный указатель 770

Содержание

Введение 31

Благодарности и адреса для связи 36

Урок 1. Краткое введение в математическое моделирование 37

1.1. Основные понятия моделирования 38
1.1.1. Значение математического моделирования 38
1.1.2. Основные виды моделей 39
1.1.3. Основные свойства моделей 40
1.1.4. Цели моделирования 40

1.2. Источники воздействий и сигналы 40
1.2.1. Понятие о сигналах 40
1.2.2. Синусоидальный сигнал 41
1.2.3. Дельта-функция Дирака и функция Хевисайда 41

1.3. Технология моделирования 42
1.3.1. Комплексное моделирование 42
1.3.2. Основные методы решения задач моделирования 43
1.3.3. Погрешности моделирования 43
1.3.4. Оценка обусловленности вычислительной задачи 44
1.3.5. Вычислительные методы в моделировании 45
1.3.6. Контроль правильности модели 45

1.4. Моделирование линейных динамических объектов и систем 46
1.4.1. Идентификация динамических объектов 46
1.4.2. О моделировании линейных систем 47
1.4.3. Простая линейная модель RC-цепи 47

1.4.4. Передаточная функция 48
1.4.5. Импульсная характеристика (ИХ) w(t) 49
1.4.6. Переходная характеристика, или функция h(t) 49
1.4.7. Свертка и интеграл свертки 49
1.4.8. Основы спектрального анализа и синтеза 50
1.4.9. Частотные характеристики 52
1.5. Моделирование нелинейных объектов и систем 53
1.5.1. Дифференциальное уравнение 53
1.5.2. Модель для переменных состояния 54
1.6. Моделирование дискретных систем 54
1.6.1. Дискретные модели и Z-преобразования 54
1.6.2. Дискретные модели переменных состояния 55
1.6.3. Некоторые понятия статистического моделирования 56
1.6.4. Дискретные модели, учитывающие шум наблюдения 57

Урок 2. Simulink – пакет визуального математического моделирования 59

2.1. Основные возможности пакета Simulink 60
2.1.1. Назначение пакета 60
2.1.2. Общие возможности Simulink 63
2.1.3. Дополнительные возможности Simulink 63
2.1.4. Новые возможности Simulink 5.* 64
2.1.5. Новые возможности Simulink 6.* 64
2.1.6. Новые возможности Simulink 7 66
2.2. Запуск Simulink и основы работы с пакетом 67
2.2.1. Интеграция пакета Simulink с системой MATLAB 67
2.2.2. Запуск моделей Simulink из среды MATLAB 69
2.2.3. Особенности интерфейса Simulink 70
2.3. Работа с демонстрационными примерами 70
2.3.1. Поиск и загрузка модели аттрактора Лоренца 70

2.3.2. Установка параметров компонентов модели 71
2.3.3. Установка параметров моделирования 72
2.3.4. Запуск процесса моделирования 75
2.3.5. Решение дифференциальных уравнений Ван-дер-Поля 76
2.3.6. Изменение характера нелинейности модели 77
2.3.7. Как добавить в модель графопостроитель 78
2.4. Работа с редактором дифференциальных уравнений 81
2.4.1. Решение уравнений Ван-дер-Поля 81
2.4.2. Решение уравнений аттрактора Лоренца 81
2.5. Дополнительные примеры моделирования 82
2.5.1. Моделирование кубика с пружинкой 82
2.5.2. Информационное обеспечение примера 83
2.5.3. Моделирование системы терморегулирования дома 84
2.5.4. Использование субмоделей 84
2.5.5. Моделирование работы унитаза 85
2.6. Дополнительные возможности 88
2.6.1. Применение логических операций 88
2.6.2. Визуальный контроль типов данных 89
2.7. Особенности реализации Simulink 6 90
2.7.1. Новые разделы библиотеки Simulink 6 90
2.7.2. Подборка блоков из ящиков Blockset и Toolbox 92
2.7.3. Новое окно установки параметров моделирования 93
2.7.4. Новые кнопки на панели инструментов Simulink 94
2.7.5. Новый навигатор моделей Model Explorer 94
2.7.6. Расширение меню Tools 95
2.7.7. Справочная система Simulink 6 и работа с ней 96
2.8. Интерфейс пакета расширения Simulink 7 97
2.8.1. Справка по Simulink 7 97
2.8.2. Браузер библиотек Simulink 7 98
2.8.3. О составе блоков библиотеки Simulink 7 99
2.8.4. Доступ к демонстрационным примерам Simulink 7 100

Урок 3. Работа Simulink с файлами 107

3.1. Интерфейс браузера библиотек 108
3.1.1. Окно браузера библиотек Simulink 5 108
3.1.2. Состав основной библиотеки блоков 109
3.1.3. Заголовок и строка состояния 110
3.1.4. Меню окна браузера библиотек 110
3.1.5. Настройка параметров Simulink 110
3.1.6. Меню Edit браузера библиотек 112
3.1.7. Меню View браузера библиотек 113
3.1.8. Справка по браузеру библиотек 114
3.1.9. Панель инструментов окна браузера библиотек 115

3.2. Интерфейс окна моделей Simulink 115
3.2.1. Панель инструментов окна моделей 115
3.2.2. Основное меню пакета Simulink 116
3.2.3. Меню File окна модели 116
3.2.4. Контроль источников 117
3.2.5. Вывод окна свойств текущей модели 117

3.3. Печать текущей модели 118
3.3.1. Вывод окна печати модели 118
3.3.2. Настройка принтера 118

3.4. Особенности Simulink 6/7 120
3.4.1. Новое окно Preferences Simulink 6/7 120
3.4.2. Новое окно обозревателя модели Simulink 6/7 123
3.4.3. Окно модели Simulink 6/7 и контекстное меню 124
3.4.4. Пуск модели в Simulink 6/7 125

Урок 4. Подготовка и запуск модели 129

4.1. Создание модели 130
4.1.1. Постановка задачи и начало создания модели 130
4.1.2. Ввод текстовой надписи 130

4.1.3. Размещение блоков в окне модели 130
4.1.4. Выделение блока модели 131
4.1.5. Меню редактирования Edit 132
4.1.6. Применение буфера обмена 133
4.1.7. Выделение ряда блоков и их перенос 135
4.1.8. Запуск нескольких моделей одновременно 136
4.2. Моделирование ограничителя 137
4.2.1. Постановка задачи 137
4.2.2. Создание и запуск модели ограничителя 138
4.2.3. Настройка масштаба осциллограмм 139
4.2.4. Сохранение модели 141
4.2.5. Модернизация и расширение модели 141
4.3. Основные приемы подготовки и редактирования модели 142
4.3.1. Добавление надписей и текстовых комментариев 144
4.3.2. Выделение, удаление и восстановление объектов 146
4.3.3. Вставка блоков и их соединение 147
4.3.4. Создание отвода линии 148
4.3.5. Удаление соединений 150
4.3.6. Изменение размеров блоков 150
4.3.7. Перемещение блоков и вставка блоков в соединение ... 150
4.3.8. Моделирование дифференцирующего устройства 151
4.3.9. Команды Undo и Redo в окне модели 152
4.4. Операции форматирования модели 153
4.4.1. Меню форматирования Format 153
4.4.2. Примеры форматирования модели 153

Урок 5. Блоки источников и получателей сигналов 155

5.1. Источники простых сигналов и воздействий 156
5.1.1. Общий обзор источников 156

5.1.2. Источник постоянного воздействия Constant 157
5.1.3. Источник синусоидального воздействия Sine Wave 159
5.1.4. Источник нарастающего воздействия Ramp 160
5.1.5. Источник одиночного перепада Step 160
5.1.6. Источник прямоугольных импульсов Pulse Generator 162
5.1.7. Земля Ground 163
5.2. Источники шумовых воздействий 163
5.2.1. Источник случайного сигнала с нормальным распределением Random Number 163
5.2.2. Источник случайного сигнала с равномерным распределением Uniform Random Number 163
5.2.3. Генератор белого шума Band Limited White Noice 165
5.3. Источники сложных сигналов 165
5.3.1. Повторяющаяся последовательность Repeating Sequence 165
5.3.2. Сигнал-генератор Signal Generator 166
5.3.3. Генератор нарастающей частоты Chirp Generator 166
5.3.4. Конструктор сигналов 168
5.4. Источники системных данных 169
5.4.1. Источник времени моделирования Clock 169
5.4.2. Цифровой источник времени Digital Clock 169
5.4.3. Блок получения данных из файлов From File 170
5.4.4. Блок получения данных из рабочего пространства From Workspace 171
5.4.5. Блок входа In 172
5.5. Виртуальные регистраторы 174
5.5.1. Обзор блоков приема данных 174
5.5.2. Виртуальный осциллограф 175
5.5.3. Виртуальный «плавающий» осциллограф 178
5.5.4. Виртуальный графопостроитель XY Graph 179
5.5.5. Дисплей Display 179
5.6. Другие блоки группы Skins 180