

- Смоленцев, Николай Константинович.**  
С51 MATLAB. Программирование на C++, C#, Java и VBA / Смоленцев Н.К.. — 3-е изд., эл. — 1 файл pdf: 499 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-594-7

Всех, кто работал с системой MATLAB, поражает удивительная легкость написания программ на языке MATLAB для решения самых разнообразных задач. MATLAB предлагает классы, которые представляют основные типы данных MATLAB в других языках программирования: C/C++, Java, VBA, .NET. В системе имеется также возможность создания компонентов для этих языков, которые включают функции, написанные в MATLAB.

Изложению этой тематики посвящена данная книга. В ней подробно рассматривается работа Компилятора MATLAB, примеры создания независимых от MATLAB приложений на C++, Java, C#, VBA. Кроме того рассмотрена работа с MATLAB Production Server, что позволяет исполнять трудоемкие процедуры MATLAB на сервере MATLAB.

Освоение технологии использования колоссальных математических возможностей MATLAB в других языках программирования позволит создавать полноценные приложения с развитой графической средой для реализации сложных математических алгоритмов.

Издание предназначено студентам и преподавателям вузов по математическим специальностям, а также программистам, которые сталкиваются с проблемами реализации математических алгоритмов на MATLAB.

УДК 004.432  
ББК 32.973.22

**Электронное издание на основе печатного издания:** MATLAB. Программирование на C++, C#, Java и VBA / Н. К. Смоленцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 498 с. — ISBN 978-5-97060-282-9. — Текст : непосредственный.

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.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-594-7

© Смоленцев Н. К., 2015  
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2015



# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие .....</b>	<b>12</b>
<b>Глава 1.</b>	
<b>Система компьютерной математики MATLAB .....</b>	<b>15</b>
Введение .....	15
1.1. Общее описание системы MATLAB .....	16
1.1.1. Инструментальные средства рабочего стола MATLAB .....	17
Меню ленты инструментов .....	18
Окна, используемые в работе MATLAB .....	20
Редактор массивов .....	21
Редактор m-файлов (MATLAB Editor) .....	22
Анализатор кода (Code Analyzer) .....	23
Профилировщик (Profiler) .....	24
Окно для просмотра графиков .....	24
1.1.2. Справочная система MATLAB .....	25
1.1.3. Константы и системные переменные MATLAB .....	28
1.1.4. Типы данных MATLAB .....	28
1.2. Основы работы с MATLAB .....	32
1.2.1. Запуск MATLAB и начало работы .....	32
1.2.2. Задание массивов .....	34
Задание одномерных массивов .....	35
Задание двумерных массивов .....	36
1.2.3. Операции над массивами .....	38
1.2.4. Решение систем линейных уравнений .....	42
1.2.5. Решение дифференциальных уравнений .....	43
1.2.6. Символьная математика пакета расширения Symbolic Math .....	48
1.2.7. М-файлы .....	51
1.2.8. Чтение и запись текстовых файлов .....	53
1.2.9. Операции с рабочей областью и текстом сессии .....	57
1.2.10. Графика в MATLAB .....	59
1.3. Программирование в среде MATLAB .....	64
1.3.1. Операторы системы MATLAB .....	64
Арифметические операторы .....	65
Операторы отношения .....	65
Логические операторы .....	66
Логические функции .....	67
1.3.2. Управление последовательностью исполнения операторов .....	68
1.3.3. М-функции .....	72
Подфункции .....	74
Частные функции .....	74
Вызов функции .....	75

Рабочая область функции.....	75
Проверка количества аргументов.....	76
Формирование входного массива varargin .....	77
Формирование выходного массива varargout .....	77
Локальные и глобальные переменные .....	78
1.3.4. Вычисление символьных выражений .....	79
1.3.5. Ошибки и предупреждения .....	80
1.3.6. Повышение эффективности обработки М-файлов .....	81
1.3.7. Пример. Огибающая семейства нормалей.....	83
1.4. Создание графического интерфейса пользователя в MATLAB.....	86
1.4.1. Среда разработки GUIDE графического интерфейса пользователя.....	86
Свойства инспектора свойств .....	91
Управления событиями GUI .....	92
Виды обратных вызовов .....	94
Структура m-файла приложения .....	95
Создание меню .....	97
1.4.2. Пример создания GUI «Предельные циклы. Границы хаоса».....	99
Постановка задачи .....	100
Создание GUI .....	104
Упражнение. Создания GUI «Предельные циклы. Границы хаоса» .....	107
Постановка задачи .....	107
1.5. Взаимодействие MATLAB и Microsoft Excel.....	108
1.5.1. Установка продукта и конфигурирование.....	109
Конфигурирование Microsoft Excel 2003 .....	109
Конфигурирование Microsoft Excel 2007 и 2010 .....	110
Установка предпочтений надстройки Spreadsheet Link EX .....	111
1.5.2. Функции Spreadsheet Link EX.....	112
Запуск и закрытие .....	112
Настройка .....	112
Экспорт данных в MATLAB .....	113
Импорт данных из MATLAB .....	113
Команды MATLAB в Microsoft Excel .....	113
1.5.3. Использование Spreadsheet Link EX .....	113
1.5.4. Использование Мастера функций (MATLAB Function Wizard).....	114
1.6. Массивы символов, ячеек и структур .....	117
1.6.1. Массивы символов .....	117
Общие функции.....	118
Преобразование чисел в символы и обратно .....	119
Функции преобразования систем счисления .....	120
Вычисление строковых выражений .....	121
1.6.2. Массивы ячеек.....	122
Создание массивов ячеек .....	122
Доступ к данным в ячейках .....	124
Вложенные массивы ячеек .....	126
1.6.3. Массивы структур .....	127
Построение структур .....	128
Доступ к полям и данным структур .....	129

## Глава 2.

### Компилятор MATLAB ..... 133

#### 2.1. Общие сведения о Компиляторе MATLAB ..... 133

2.1.1. Назначение Компилятора MATLAB .....	134
2.1.2. Установка и конфигурирование .....	134
2.1.3. Среда выполнения компоненты MATLAB, библиотека MCR .....	135
2.1.4. Среда разработки Deployment Tool .....	136
2.2. Создание автономных приложений и библиотек .....	139
2.2.1. Создание автономного приложения.....	140
Подготовка к созданию приложения.....	140
Создание приложения.....	140
Установка приложения на другую машину .....	142
2.2.2. Библиотеки совместного использования C и обращение к ним из программы .....	143
Подготовка к созданию библиотеки .....	143
Создание библиотеки .....	143
Установка библиотеки на другую машину .....	146
Создание C-приложения, использующего библиотеку .....	146
Тестирование приложения .....	149
2.2.3. Библиотека совместного использования C++ .....	150
2.2.4. Функции библиотеки, создаваемые из m-файлов .....	151
Использование varargin и varargout в интерфейсе m-функции .....	152
2.3. Программный интерфейс C/C++ API Компилятора MATLAB.....	153
Примеры .....	154
2.3.1. Классы C++ Компилятора 5.1 MATLAB .....	155
2.3.2. Класс mxArray.....	156
Основные типы данных .....	157
Конструкторы.....	157
Методы копирования .....	159
Методы получения информации о массиве .....	159
Методы доступа к элементам массива mxArray.....	160
Статические методы .....	162
Операторы .....	162
2.3.3. Класс mwString .....	163
Конструкторы.....	164
Методы .....	164
Операторы.....	164
2.3.4. Класс mxArrayException.....	165
2.3.5. Внешние интерфейсы .....	165
Процедуры доступа к MAT-файлам.....	166
Операции с массивами mxArray.....	167
2.4. Передача значений между C/C++ double, mxArray и mxArray .....	173
2.4.1. Преобразование значений между C/C++ double и mxArray .....	173
Преобразование скаляров .....	174
Преобразование векторов .....	174
Преобразование матриц .....	174
2.4.2. Преобразование значений из C/C++ double в mxArray .....	174
Преобразование скаляров .....	175
Преобразование векторов .....	175
Преобразование матриц .....	175
2.4.3. Преобразование значений из mxArray в C/C++ double .....	176
Преобразование скаляров .....	176
Преобразование векторов .....	176
Преобразование матриц .....	177

2.4.4. Вспомогательные функции преобразования данных.....	177
Преобразование значений из C/C++ double в mxArray .....	177
Преобразование значений из mxArray в C/C++ double .....	179
Преобразование из C/C++ double в mxArray.....	180
Преобразование mxArray в C/C++ double .....	181
Пример создания заголовочного файла .....	181

## Глава 3.

### Создание компонентов для Java при помощи MATLAB Builder JA ... 183

3.1. Введение в Java Builder .....	183
3.1.1. Необходимое программное обеспечение Java.....	184
3.1.2. Установка и конфигурирование MATLAB Builder JA.....	185
Установка и настройки совместимости MATLAB Builder JA с Java.....	185
3.2. Создание и использование пакетов MATLAB Builder JA .....	188
3.2.1. Создание пакета Java средствами MATLAB Builder JA .....	189
Подготовка к созданию проекта .....	189
Создание компонента .....	190
3.2.2. Разработка приложения, использующего компонент .....	193
Создание кода приложения Java .....	193
Компиляция приложения.....	195
Запуск приложения .....	196
Упаковка и распространение приложения Java .....	196
3.2.3. Обсуждение примера Java-программы .....	197
3.2.4. Объем $n$ -мерного шара и площадь $(n - 1)$ -мерной сферы .....	198
Создание компонента Java Builder.....	198
Создание кода приложения Java .....	199
Компиляция приложения.....	200
Запуск приложения .....	201
3.3. Создание оконных приложений в среде NetBeans.....	201
3.3.1. Среда проектирования IDE NetBeans .....	201
3.3.2. Объем $n$ -мерного шара и площадь $(n - 1)$ -мерной сферы .....	206
Подключение библиотек MATLAB и созданного пакета Volume .....	207
Создание окна приложения .....	209
Задание элементов окна приложения .....	209
Создание программы приложения .....	210
Распространение приложения .....	212
3.3.3. Магический квадрат.....	213
Подключение библиотек MATLAB и пакета magicsquare.....	213
Создание окна приложения .....	214
Задание элементов окна приложения .....	214
Создание программы приложения .....	214
3.4. Некоторые вопросы программирования с Java Builder .....	216
3.4.1. Импорт классов и создание экземпляра класса .....	217
3.4.2. Правила обращения к методам Java Builder .....	217
Стандартный интерфейс .....	218
Интерфейс mx .....	219
3.4.3. Правила преобразования данных MATLAB и Java .....	220
Автоматическое преобразование в тип MATLAB .....	220
Преобразование типов данных вручную .....	221
3.4.4. Аргументы методов Java Builder .....	224
Передача неопределенного числа параметров .....	224

Получение информации о результатах методов .....	226
Передача объектов Java по ссылке.....	228
3.4.5. Обработка ошибок.....	228
Обработка исключений MWException.....	228
Обработка общих исключений.....	229
3.4.6. Управление собственными ресурсами.....	230
Использование «сборки мусора» JVM.....	231
Использование метода dispose .....	231
3.5. Массивы MATLAB в Java .....	232
3.5.1. Использование методов класса MWArray .....	233
Построение и удаление MWArray .....	234
Методы получения информации о MWArray .....	234
Методы получения и задания данных в MWArray .....	236
Методы копирования, преобразования и сравнения массивов MWArray.....	238
Методы для использования на разреженных массивах MWArray.....	240
3.5.2. Использование MWNumericArray.....	241
Построение различных типов числовых массивов .....	242
Методы уничтожения MWNumericArray .....	246
Методы для получения информации о MWNumericArray .....	246
Методы доступа к элементам и задания элементов MWNumericArray .....	247
Методы копирования, преобразования и сравнения массивов MWNumericArray ...	252
Методы возвращения значений специальных констант .....	254
Методы toTypeArray и getTypeArray преобразования массивов данных .....	254
Методы работы с разреженными массивами MWNumericArray .....	255
3.5.3. Работа с логическими, символьными и массивами ячеек.....	257
Логические массивы .....	257
Символьные массивы.....	258
Массивы ячеек .....	259
3.5.4. Использование MWClassID .....	260
Поля MWClassID .....	260
Методы класса MWClassID .....	261
3.5.5. Использование класса MWComplexity .....	261
3.6. Язык программирования Java .....	262
Общие сведения .....	262
3.6.1. Основные элементы языка Java .....	263
Комментарии и имена .....	264
Константы .....	265
Типы данных.....	266
Преобразования типов.....	270
Преобразование строки в число (STRING to NUMBER).....	270
Преобразование числа в строку (NUMBER to STRING) .....	271
Преобразования чисел.....	272
Преобразования символа char .....	272
Преобразования простых типов .....	273
Операции .....	273
Операторы .....	276
Массивы .....	279
3.6.2. Классы в Java .....	281
Понятие класса .....	281
Как описать класс и подкласс.....	283
Окончательные члены и классы .....	284
Класс Object.....	285
Оператор new .....	285

Конструкторы класса.....	286
Статические члены класса.....	286
Метод main() .....	287
Где видны переменные .....	288
Вложенные классы .....	288
Пакеты и интерфейсы .....	289
Структура Java-файла .....	291

## Глава 4.

### **MATLAB Builder NE для создания компонентов .NET .....292**

4.1. Среда разработки Microsoft Visual Studio .NET .....	293
4.1.1. Основные элементы платформы Microsoft .NET .....	293
Основные понятия платформы .NET .....	293
Среда выполнения .NET Framework .....	297
Стандартная система типов .....	298
Общая спецификация языков программирования .....	300
4.1.2. Среда разработки Visual Studio 2013 .....	300
Запуск и вход в Visual Studio .....	300
4.1.3. Создание простого приложения .....	304
Создание проекта .....	304
Настройка проекта .....	306
Конструирование пользовательского интерфейса .....	307
Обработка событий .....	308
Отладка и тестирование приложения .....	309
Сборка окончательной версии.....	309
4.2. Начало работы с .NET Builder: создание консольных приложений .....	310
4.2.1. Назначение Компилятора MATLAB Builder NE.....	310
4.2.2. Установка и конфигурирование .....	311
4.2.3. Создание .NET сборки в среде разработки Deployment Tool.....	312
4.2.4. Разработка приложения для библиотеки матричной математики.....	316
Открытие и настройка проекта .....	316
Файл приложения .....	317
Обсуждение кода .....	319
Запуск приложения .....	320
Распространение сборки и приложения .....	321
4.2.5. Использование командной строки для создания .NET сборки .....	321
4.2.6. Создание COM-компонентов .....	323
Пример COM-компонента и приложения .....	325
4.3. Примеры Windows-приложений, использующих математические процедуры MATLAB .....	327
4.3.1. Вычисление интегралов.....	328
Разработка m-функций .....	328
Создание .NET-компонента.....	330
Создание приложения.....	330
4.3.2. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений .....	337
Разработка m-функций .....	339
Создание .NET-компонента ODE .....	342
Создание Windows-приложения .....	343
4.3.3. Вейвлет-анализ сигналов. Открытие, обработка и сохранение файлов....	352
Вейвлет-анализ сигнала .....	352
Разработка m-функций .....	353
Создание .NET-компонента .....	356

Создание приложения.....	356
4.4. Введение в программирование с .NET Builder .....	368
4.4.1. Библиотека классов .NET MWArray .....	369
4.4.2. Правила преобразования данных.....	371
4.4.3. Интерфейсы, создаваемые .NET Builder.....	375
4.4.4. Задание сборки компонента и пространства имен .....	378
4.4.5. Обязательные элементы программы .....	378
4.4.6. Передача входных параметров .....	380
Примеры передачи входных параметров.....	382
Передача массива вводов .....	382
Обработка глобальных переменных MATLAB .....	383
Обработка возвращаемых значений.....	383
Использование запросов MWArray .....	385
4.4.7. Обработка ошибок.....	386
4.4.8. Управление родными ресурсами .....	386
4.4.9. Преобразования между типами C# и MWNumericArray.....	389
Преобразование скаляров .....	389
Преобразование векторов .....	390
Преобразование матриц .....	390
4.5. Основы языка C# .....	391
4.5.1. Элементы синтаксиса языка C# .....	392
Алфавит и слова C#.....	392
Структура программы C# .....	393
Переменные и константы C# .....	395
Объявление переменных. Область видимости и время жизни .....	396
4.5.2. Система типов .....	397
Тип object .....	397
Типы значений и ссылочные типы .....	397
Системные встроенные типы .....	399
Приведение типов .....	400
Логический тип .....	401
Строковые и символьные типы.....	401
Организация системы типов .....	403
4.5.3. Массивы .....	404
4.5.4. Операции и выражения .....	407
4.5.5. Класс и структура .....	409
Классы .....	409
Интерфейсы.....	414

## Глава 5.

### **MATLAB Builder для Excel .....415**

5.1. Установка MATLAB Builder EX .....	416
5.2. Создание компонента Excel для Мастера функций.....	418
5.2.1. Построение компонента матричной математики.....	418
Использование командной строки для построения компонент .....	421
5.2.2. Установка созданного компонента.....	422
5.2.3. Общие вопросы создания компонента Excel Builder .....	423
Процедура создания компонента .....	423
Регистрация компонента.....	424
Разработка новых версий.....	425
Получение информации о компоненте .....	426



5.3. Использование созданного приложения в Excel.....	427
5.4. Создание дополнения с пользовательским интерфейсом.....	433
5.4.1. Построение компонента .....	433
Подготовка файлов .....	433
Создание компонента .....	435
5.4.2. Разработка пользовательского интерфейса дополнения .....	435
Регистрация библиотеки Fourier_1_0.dll компонента .....	435
Выбор библиотек, необходимых для разработки дополнения.....	436
Создание кода VBA главного модуля приложения .....	436
Создание формы Visual Basic .....	439
Добавление пункта меню Spectral Analysis в Excel.....	442
Сохранение дополнения .....	443
5.4.3. Тестирование дополнения .....	443
5.4.4. Упаковка и распространение дополнения .....	445
5.4.5. Инсталляция приложения и его интегрирование в Excel.....	446
5.4.6. Обсуждение программы VBA .....	447
5.4.7. Использование флагов .....	450
5.5. Библиотека утилит Excel Builder .....	452
5.5.1. Функции MATLAB Builder для Excel .....	453
5.5.2. Библиотека утилит Excel Builder .....	454
Класс MWUtil .....	455
Класс MWFlags .....	456
Class MWStruct .....	458
Класс MWField .....	458
Класс MWComplex .....	459
Class MWSparse .....	460
Класс MWArg .....	460
Перечисления .....	460
5.6. Справка по VBA.....	461

## Глава 6.

### **MATLAB Production Server.....469**

6.1. Общие сведения о MATLAB Production Server .....	469
6.1.1. Назначение MATLAB Production Server .....	470
6.1.2. Инсталляция и конфигурирование сервера.....	471
Установка MATLAB Production Server .....	471
Конфигурирование.....	472
Создание локального экземпляра MATLAB Production Server .....	473
Запуск сервера .....	474
Проверка состояния сервера .....	475
Остановка сервера.....	475
Заключительные замечания .....	476
6.1.3. Подготовка программ MATLAB для MATLAB Production Server .....	477
Содержание readme-файла.....	479
6.2. Работа с MATLAB Production Server .....	480
6.2.1. Клиентское программирование на Java .....	481
Общие требования к Java-коду.....	481
Листинг Java-кода .....	483
Компиляция и запуск приложения .....	485
Распространение клиентского приложения.....	485

6.2.2. Клиентское программирование на C# .NET .....	486
Создание проекта Microsoft Visual Studio .....	486
Создание ссылки на клиентскую библиотеку .....	486
Разработка .NET интерфейса в C# .....	487
Написание построение и запуск .NET приложения .....	487
<b>Список литературы .....</b>	<b>490</b>
<b>Перечень примеров программ .....</b>	<b>492</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>495</b>