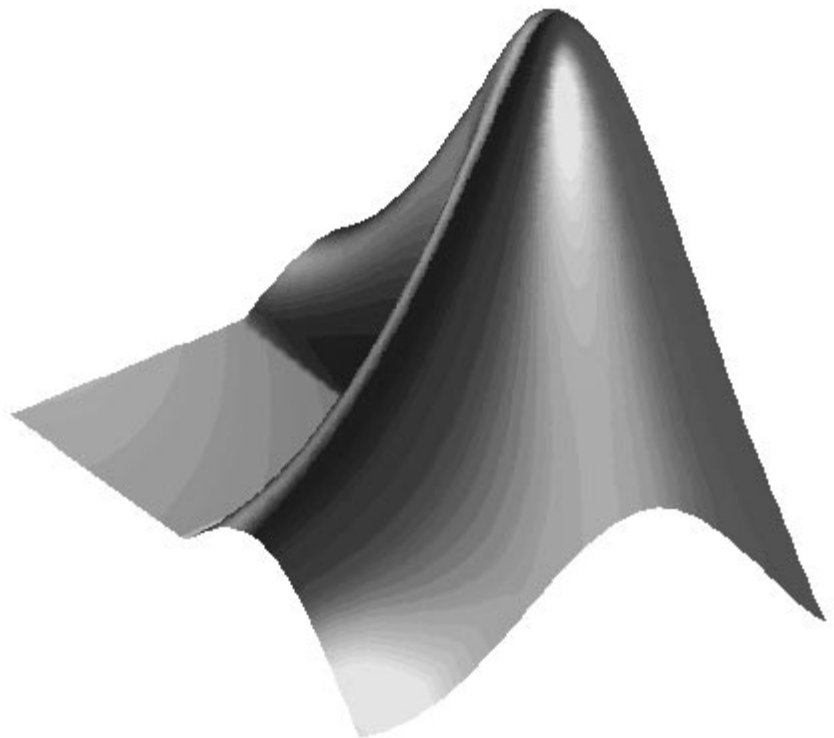
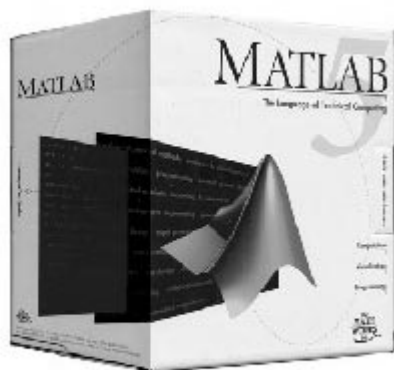


# MATLAB

---

## Simulink & Toolboxes





## ***MATLAB 5***

MATLAB® - язык высокого уровня для научно-технических вычислений. Он объединяет в себе численные расчеты, визуализацию и программирование. Решение прикладных задач в среде MATLAB легко и просто. Среди областей применения:

- Математические расчеты
- Разработка алгоритмов
- Моделирование
- Анализ данных и визуализация
- Научная и инженерная графика
- Разработка приложений, включая графический интерфейс пользователя

В книге описаны основные дополнения к системе MATLAB: [Toolboxes](#), [Simulink](#), [Matlab Compiler](#)

---

### **Где приобрести MATLAB?**

Фирма [SoftLine Corp.](#) - единственный авторизованный партнер фирмы The Mathworks, Inc. (USA) в России.

Наши координаты: 117036, Москва, ул. Шверника, д. 4

Тел. (095)232-0023 (3 линии), Факс (095)232-0023;

e-mail: [info@softline.ru](mailto:info@softline.ru) ; <http://www.softline.ru>



## СОДЕРЖАНИЕ

TOOLBOXES - ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПАКЕТЫ MATLAB.....	4
COMMUNICATIONS TOOLBOX .....	5
CONTROL SYSTEM TOOLBOX .....	8
EXCEL LINK .....	11
FREQUENCY DOMAIN SYSTEM IDENTIFICATION TOOLBOX .....	12
FINANCIAL TOOLBOX .....	14
FUZZY LOGIC TOOLBOX .....	16
HIGHER-ORDER SPECTRAL ANALYSIS TOOLBOX.....	18
IMAGE PROCESSING TOOLBOX 2 .....	20
LMI CONTROL TOOLBOX.....	22
MAPPING TOOLBOX.....	24
$\mu$ -ANALYSIS AND SYNTHESIS TOOLBOX .....	28
NAG® FOUNDATION TOOLBOX.....	30
NEURAL NETWORK TOOLBOX.....	32
OPTIMIZATION TOOLBOX .....	34
PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION TOOLBOX .....	36
QFT CONTROL DESIGN TOOLBOX .....	38
ROBUST CONTROL TOOLBOX .....	40
SIGNAL PROCESSING TOOLBOX 4.....	42
SPLINE TOOLBOX .....	45
STATISTICS TOOLBOX .....	46
SYMBOLIC MATH TOOLBOXES 2.....	48
SYSTEM IDENTIFICATION TOOLBOX.....	50
WAVELET TOOLBOX .....	52
SIMULINK .....	54
MATLAB COMPILER.....	56
MATLAB C MATH LIBRARY .....	58
MATLAB C++ MATH LIBRARY .....	60

# Toolboxes - дополнительные специализированные пакеты Matlab

Toolboxes - это не просто дополнительные наборы функций для решения различных классов задач. Они представляют собой плод усилий множества известнейших ученых, работающих в таких областях как: системы управления, обработка сигналов, идентификация систем и др.

[Communications](#)

[Control System](#)

[Financial Toolbox](#)

[Frequency Domain System Identification](#)

[Fuzzy Logic](#)

[Higher-Order Spectral Analysis](#)

[Image Processing](#)

[LMI Control](#)

[Mapping](#)

[Model Predictive Control](#)

[\$\mu\$ -Analysis and Synthesis](#)

[NAG](#)

[Neural Network](#)

[Optimization](#)

[Partial Differential Equation](#)

[QFT Control Design](#)

[Robust Control](#)

[Signal Processing](#)

[Splines](#)

[Statistics](#)

[Symbolic/Extended Symbolic Math](#)

[System Identification](#)

[Wavelet](#)



## Communications Toolbox

Коллекция функций MATLAB и блоков SIMULINK для проектирования, моделирования и анализа систем связи и передачи информации.

Пакет Communications предоставляет полный набор возможностей для разработки, анализа и тестирования моделей цифровых и аналоговых систем и устройств связи и передачи информации. Пакет содержит более 100 функций MATLAB и примерно 150 блоков SIMULINK для разработки и моделирования таких систем, как устройства радиосвязи, модемы и устройства хранения информации. Пакет является прекрасным средством для научных разработок, а также для обучения студентов по специальностям, связанным с информационными технологиями.

### Основные свойства

- Кодирование и оцифровка
- Контроль ошибок при кодировании
- Модуляция и демодуляция
- Фильтрация при передаче и приеме
- Синхронизация, в том числе аналоговые и цифровые системы фазовой автоподстройки частоты
- Коллективный доступ
- Вычисление полей Галуа
- Генераторы сигналов
- Функции анализа и построения графиков

*"Пакет Communications позволяет работать со всеми основными компонентами коммуникационных систем, необходимыми нам для моделирования высокоскоростной абонентской линии. Синтаксис MATLAB очень близок традиционной математической записи, а SIMULINK позволяет легко строить модели сложных иерархических систем"*

Walter Chen, Texas Instruments  
Project Leader at the DSP Research & Design Center

### NB!

**Быстрота разработки.** Пакет Communications помогает Вам быстро создавать и тестировать модели сложных систем, предоставляя интегрированные средства для разработки алгоритмов и проектирования систем.

Обладая эффективным набором функций MATLAB и блоков SIMULINK, пакет предоставляет возможность собирать из них любые коммуникационные системы. Вы можете разрабатывать алгоритмы, используя язык матричных вычислений, моделировать системы с помощью блок-диаграмм SIMULINK, или комбинировать оба способа работы.

**Ускорение разработки технических коммуникационных систем.** Пакет Communications обеспечивает полный набор средств, ускоряющих проектирование, анализ и моделирование коммуникационных систем. Пользуясь пакетом Communications, инженеры могут разрабатывать и тестировать алгоритмы для

модуляции, кодирования, фильтрации при приеме и передаче и синхронизации. Пакет также удобен для анализа характеристик систем и каналов связи.

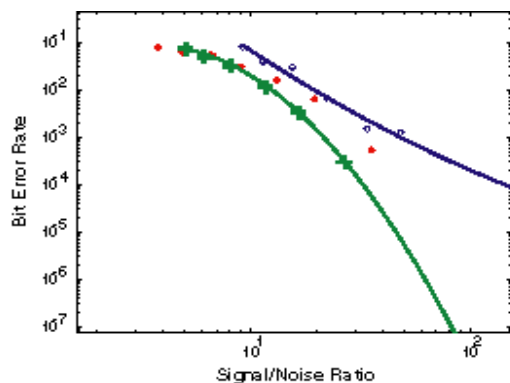
**Обширный набор функций MATLAB и блоков SIMULINK.** В пакет включены более 100 функций MATLAB и блоков SIMULINK в исходных кодах. Это обеспечивает открытость вычислительной среды, позволяющей модифицировать код для пользовательских приложений.

**Связь между разработкой алгоритмов и созданием прототипов систем.** Используя пакет, инженеры по коммуникациям могут быстрее создавать законченные приложения.

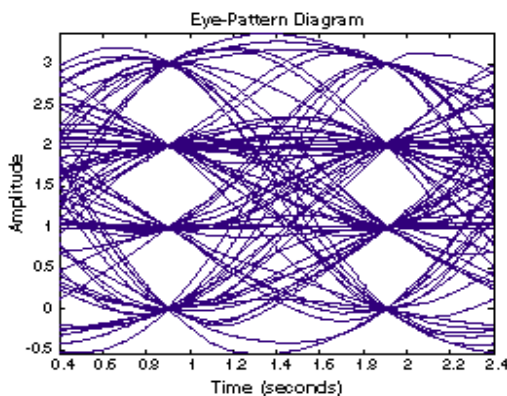
**Демонстрации и примеры.** Полное Руководство Пользователя включает описание как функций MATLAB, так и блоков SIMULINK. В пакет также включены несколько примеров приложений, включая проверку частоты однобитовых ошибок, синхронизацию с опережающим и запаздывающим стробированием, цифровую высокоскоростную передачу данных, модуляцию решетчатого кода.

**Модель модема.** Работаящая модель модема v.34 включена в пакет и полностью документирована. Эта модель может быть использована в готовом виде или изменена по желанию пользователя.

**Контроль ошибок и модуляция.** Пакет Communications является современным средством для моделирования коммуникационных систем. Среди них функции контроля ошибок, функции поддержки самых распространенных аналоговых и цифровых методов модуляции и демодуляции. Пакет предоставляет выбор различных подходов к моделированию и встроенные средства анализа.



*Пакет Communications предоставляет пользователю удобства при выполнении задач анализа и визуализации характеристик и параметров разрабатываемой системы, например, показанные на рисунке слева.*



**Интегрированное решение.** Пакет Communications неразрывно связан с MATLAB, SIMULINK и пакетом Signal Processing. Этот набор средств позволяет создавать, моделировать и макетировать проекты

коммуникационных систем с необыкновенной скоростью, гибкостью и легкостью. Вы можете легко проверять свои идеи на ранней стадии разработки проекта. Для быстрого создания прототипов плат цифровой обработки сигналов Вы можете использовать Real-Time Workshop и генерировать переносимый С код.

***Встроенные примеры.*** Все функции и блоки в пакете полностью документированы и снабжены примерами их использования. Пакет также предоставляет примеры практических приложений.



## Control System Toolbox

*Богатейшая коллекция алгоритмов для классического и современного анализа, моделирования и проектирования систем управления*

Пакет Control System - коллекция алгоритмов MATLAB для моделирования, анализа и проектирования систем автоматического управления. Функции пакета включают наиболее традиционные методы передаточных функций и современные методы пространства состояний. С помощью пакета Control System Вы можете моделировать и анализировать как непрерывные, так и дискретные системы. Частотный и временной отклик, диаграммы расположения нулей/полюсов могут быть быстро вычислены и отображены на экране.

### Основные свойства

#### Моделирование

- Непрерывные и дискретные системы
- Форматы моделей: передаточные функции, пространство состояний, нули-полюса
- Построение линейных моделей систем
- Преобразование моделей в различные форматы

#### Анализ

- Полный набор средств для анализа МИМО систем
- Временные характеристики: передаточная и переходная функции, реакция на произвольное воздействие
- Частотные характеристики: диаграммы Боде, Николса, Найквиста и др.

#### Проектирование

- Разработка обратных связей
- Проектирование LQR/LQE регуляторов
- Характеристики моделей: управляемость, наблюдаемость, понижение порядка моделей
- Поддержка систем с запаздыванием

### ВВ!

**Полнофункциональная среда для моделирования.** Пакет Control System позволяет анализировать и проектировать непрерывные и дискретные системы. Дополнительные функции построения моделей позволяют конструировать более сложные модели.

**Объекты.** Пользуясь объектно-ориентированными возможностями MATLAB 5, пакет позволяет обрабатывать SISO или МИМО линейные системы одной командой, также как производятся операции с матрицами.



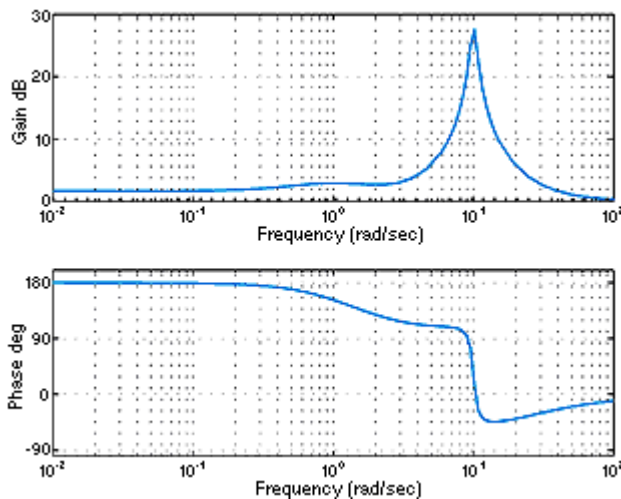
**Анализ временного и частотного отклика.** Временной отклик может быть рассчитан для импульсного входа, единичного скачка или произвольного входного сигнала. Среди множества функций - диаграммы Боде, Найквиста и Николса для частотного анализа. Имеются также функции для анализа сингулярных чисел.

**Предварительный просмотр.** Интерактивная среда для сравнения временного и частотного отклика систем предоставляет пользователю графические управляющие элементы для одновременного отображения откликов и переключения между ними. Вы можете вычислять различные характеристики откликов, такие как время разгона и время регулирования.

**Настройка обратной связи.** Пакет Control System содержит средства для выбора параметров обратной связи. Среди традиционных методов: анализ особых точек, определение коэффициента усиления и затухания. Среди современных методов: линейно-квадратичное регулирование и др.

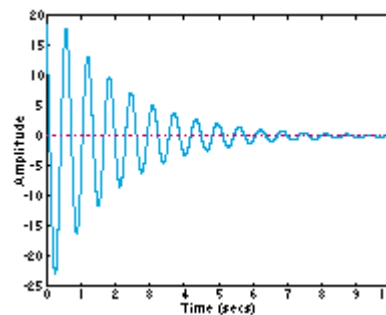
**Возможность настройки на пользователя.** Пакет Control System включает большое количество алгоритмов для проектирования и анализа систем управления. Кроме того, он обладает настраиваемым окружением, в котором Вы имеете возможность программировать собственные М-файлы.

**Базис для проектирования систем управления.** Пакет Control System часто используется в комбинации с другими пакетами для проектирования систем управления. Это позволяет совершенствовать создаваемые системы.

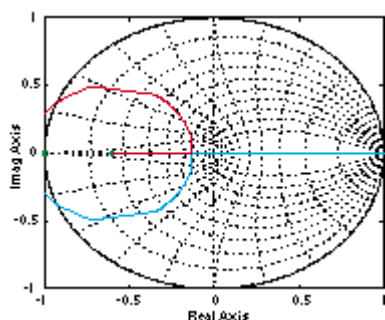


С помощью пакета Control System легко вычислять такие частотные характеристики, как диаграмма Боде, представленная на рисунке.

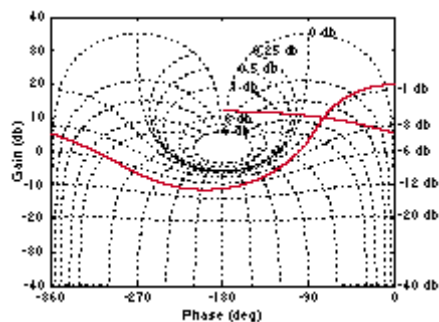
Пакет Control System использует графические возможности MATLAB для построения необходимых диаграмм.



Временная характеристика



*Расположение нулей и полюсов передаточной функции*



*Диаграмма Николса*



## Excel Link

*Связывает MATLAB с Microsoft Excel for Windows*

Excel Link объединяет вычислительные и графические возможности MATLAB с возможностями электронной таблицы Microsoft® Excel, самой распространенной электронной таблицей для Windows. Excel Link позволяет обмениваться данными между MATLAB и Excel, обеспечивая беспрецедентные возможности для анализа, обработки и представления данных.

### Основные свойства

- "Живая" связь MATLAB - Excel
- Двусторонний обмен данными между MATLAB и Excel
- Просмотр, редактирование и обработка данных MATLAB в Excel
- Анализ данных Excel в MATLAB
- Выполнение функций MATLAB прямо из Excel
- Подготовка Excel-приложений

### NB!

**Удобный редактор массивов.** Excel Link особенно полезен в качестве редактора для интерактивного просмотра и изменения данных. Любые данные, импортируемые из Excel могут быть переданы в MATLAB для анализа и визуализации. Связь между Excel и MATLAB "живая" и не требует создания промежуточных файлов или низкоуровневого программирования.

**Использование возможностей Excel в MATLAB.** Excel Link связывает Excel с рабочей областью MATLAB, предоставляя Excel прямой доступ ко всему семейству продуктов MATLAB, включая дополнительные пакеты. Этот инструмент позволяет Вам извлекать преимущества от вычислительной мощи MATLAB, пользуясь дружественной средой Excel.



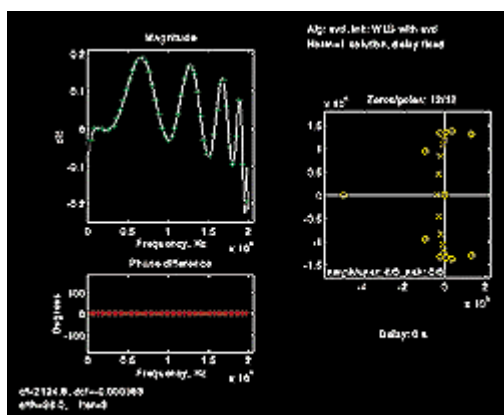
## Frequency Domain System Identification Toolbox

Набор алгоритмов для расчета частотных характеристик и диагностики систем

Пакет Frequency Domain System Identification предоставляет специализированные средства для идентификации линейных динамических систем по их временному или частотному отклику. Частотные методы направлены на идентификацию непрерывных систем, что является мощным дополнением к более традиционной дискретной методике. Методы пакета могут быть применены к таким задачам, как моделирование электрических, механических и акустических систем.

### Основные свойства

- Периодические возмущения, пик-фактор, оптимальный спектр, псевдослучайные и дискретные двоичные последовательности
- Расчет доверительных интервалов амплитуды/фазы и нулей/полюсов
- Идентификация непрерывных и дискретных систем с неизвестным запаздыванием
- Диагностика модели, включая моделирование и вычисление невязок
- Преобразование моделей в формат System Identification Toolbox и обратно



*Пакет Frequency Domain System Identification использует оценки четырех нулей и четырех полюсов для идентификации поведения манипулятора робота.*

### NB!

**Проверка моделей.** Используя частотный подход, Вы можете: добиться наилучшей модели в частотной области; избежать ошибок дискретизации; легко выделять постоянную составляющую сигнала; существенно улучшить соотношение сигнал/шум.

**Моделирование сигналов.** Для получения возмущающих сигналов пакет предоставляет функции генерации двоичных последовательностей, минимизации величины пика и улучшения спектральных характеристик.

**Идентификация линейных статических систем.** Обеспечивается идентификация непрерывных и дискретных линейных статических систем, автоматическая генерация входных сигналов, а также графическое изображение нулей/полюсов передаточной функции результирующей системы.

**Тестирование.** Функции для тестирования модели включают вычисление невязок, передаточных функций и нулей/полюсов, прогонку модели с использованием тестовых данных.



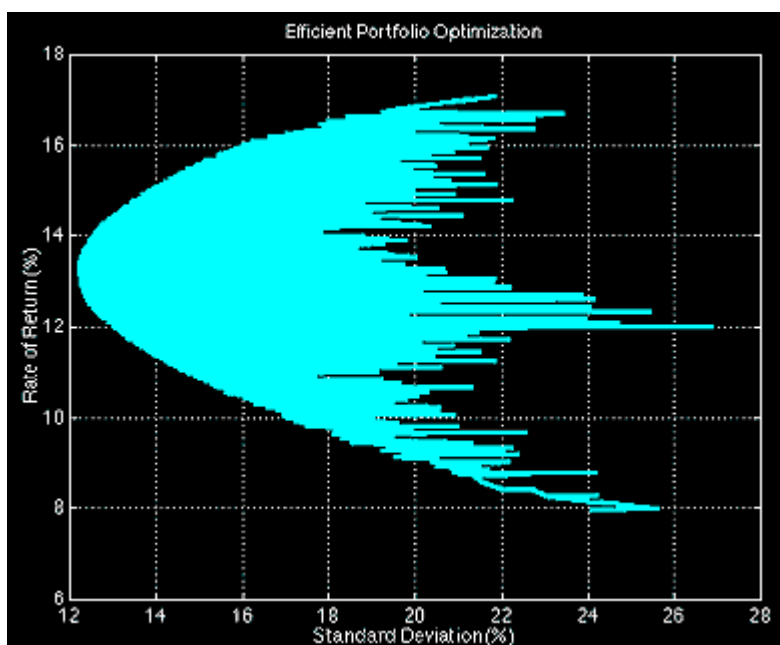
## Financial Toolbox

*Набор необходимых функций для финансового анализа*

Пакет Financial является основой для решения в MATLAB множества финансовых задач, от простых вычислений до полномасштабных распределенных приложений. Пакет Financial может быть использован для расчета процентных ставок и прибыли, анализа производных доходов и депозитов, оптимизации портфеля инвестиций.

### Основные свойства

- Обработка данных
- Дисперсионный анализ эффективности портфеля инвестиций
- Анализ временных рядов
- Расчет доходности ценных бумаг и оценка курсов
- Статистический анализ
- Анализ чувствительности рынка
- Калькуляция ежегодного дохода и расчет денежных потоков
- Методы начисления износа и амортизационных отчислений



*На рисунке показана взаимосвязь риска и рентабельности для портфеля инвестиций. Оптимизация позволяет распределить инвестиции так, чтобы обеспечить планируемый доход с минимальным риском.*

## **NB!**

**Обработка данных.** Учитывая важность даты той или иной финансовой операции, в пакет Financial включены несколько функций для манипулирования датой и временем в различных форматах.

**Анализ эффективности инвестиций в ценные бумаги.** Пакет Financial позволяет рассчитывать цены и доходы при инвестициях в облигации. Пользователь имеет возможность задавать нестандартные, в том числе нерегулярные и несовпадающие друг с другом графики дебитных и кредитных операций и окончательного расчета при погашении векселей. Экономические функции чувствительности могут быть вычислены с учетом разновременных сроков погашения.

**Обычные расчеты по счетам.** Алгоритмы пакета Financial для расчета показателей движения денежных средств и других данных, отражаемых в финансовых счетах, позволяют вычислять, в частности, процентные ставки по займам и кредитам, коэффициенты рентабельности, кредитные поступления и итоговые начисления, оценивать и прогнозировать стоимость инвестиционного портфеля, вычислять показатели износа и тому подобное. Функции пакета Financial могут быть использованы с учетом положительного и отрицательного кэш-флоу (превышения наличных поступлений над платежами или наличных выплат над поступлениями, соответственно).

**Современные методы анализа финансовой и экономической деятельности.** Пакет Financial содержит алгоритмы, которые позволяют анализировать портфель инвестиций, динамику и экономические коэффициенты чувствительности. В частности, при определении эффективности инвестиций Financial позволяет сформировать портфель, удовлетворяющий классической задаче Г. Марковица. Пользователь может комбинировать алгоритмы пакета для вычисления коэффициентов Шарпе и ставок дохода. Анализ динамики и экономических коэффициентов чувствительности позволяет пользователю определить позиции для стреддл-сделок, хеджирования и сделок с фиксированными ставками.

**Дополнительные возможности пакета.** Пакет Financial обеспечивает также обширные возможности для представления и презентации данных и результатов в виде традиционных для экономической и финансовой сфер деятельности графиков и диаграмм. Денежные средства могут по желанию пользователя отображаться в десятичном, банковском и процентном форматах.



## Fuzzy Logic Toolbox

*Интуитивная графическая среда для разработки интеллектуальных систем*

Пакет Fuzzy Logic обладает простым и хорошо продуманным интерфейсом, позволяющим легко проектировать и диагностировать нечеткие модели. Обеспечивается поддержка современных методов нечеткой кластеризации и адаптивные нечеткие нейронные сети. Графические средства пакета позволяют интерактивно отслеживать особенности поведения системы.

### Основные свойства

- Определение переменных, нечетких правил и функций принадлежности
- Интерактивный просмотр нечеткого логического вывода
- Современные методы: адаптивный нечеткий вывод с использованием нейронных сетей, нечеткая кластеризация
- Интерактивное динамическое моделирование в SIMULINK
- Генерация переносимого C кода с помощью Real-Time Workshop®

*"Пакет Fuzzy Logic хорош во всех отношениях. Он делает нечеткую логику эффективным средством для создания интеллектуальных систем"*

Заде, создатель нечеткой логики,  
University of California at Berkeley

### NB!

**Простота в использовании.** Пакет Fuzzy Logic создан для того, чтобы Вы быстро овладели нечеткой логикой и применяли ее для решения практических задач. Тем, кто уже хорошо знаком с нечеткой логикой, пакет предлагает современные методы и возможность создавать собственные методы.

**Графическое проектирование.** Пакет Fuzzy Logic содержит пять графических редакторов для представления необходимой информации в процессе проектирования, создания и тестирования нечетких моделей.

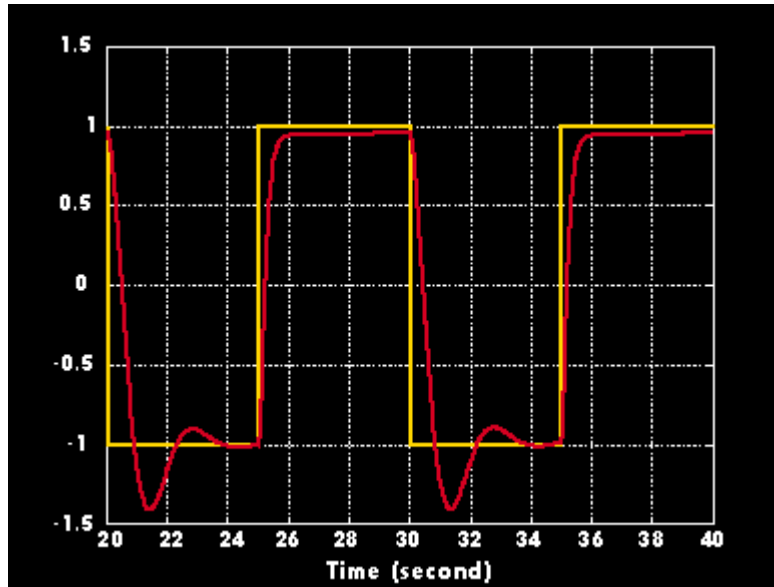
**Современные методы.** Пакет Fuzzy Logic включает современные методы нечеткого моделирования, включая:

- Адаптивный нечеткий вывод с использованием нейронных сетей для автоматического формирования функций принадлежности в процессе обучения их на входных данных
- Нечеткая логика и кластеризация для задачи распознавания образов
- Возможность выбора широко известного метода Мамдани или мощного метода Сугено для создания гибридных нечетких систем

**Интеграция моделирования и генерации кода.** Пакет предназначен для совместной работы с Simulink. С помощью Real-Time Workshop можно генерировать ANSI C код для работы в реальном времени.



*Создание моделей, работающих во внешних приложениях.* Ваша нечеткая модель может быть сохранена в формате ASCII для последующего использования вне среды MATLAB. Пакет предоставляет эффективный инструмент нечеткого вывода, способный запускать нечеткую модель как автономное приложение или как часть другого приложения.



*На рисунке показан отклик нечеткого регулятора.*



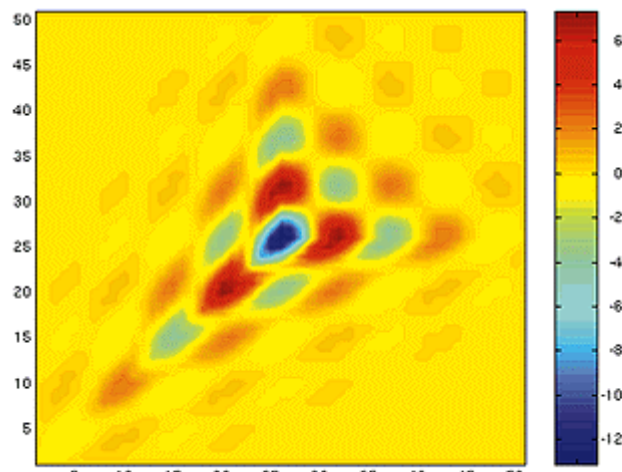
# Higher-Order Spectral Analysis Toolbox

*Коллекция алгоритмов для анализа негауссовых сигналов*

Пакет Higher-Order Spectral Analysis содержит специальные алгоритмы для анализа сигналов с использованием моментов высшего порядка. Пакет предоставляет широкие возможности для анализа негауссовых сигналов, так как содержит алгоритмы, пожалуй, самых передовых методов для анализа и обработки сигналов.

## Основные свойства

- Оценка спектров высокого порядка
- Традиционный или параметрический подход
- Восстановление амплитуды и фазы
- Адаптивное линейное прогнозирование
- Восстановление гармоник
- Оценка запаздывания
- Блочная обработка сигналов



*На рисунке приведено представление момента третьего порядка в модели авторегрессии - скользящего среднего, полученного по алгоритмам пакета Higher-Order Spectral Analysis.*

**NB!**

**Преимущества спектров высокого порядка.** Пакет Higher-Order Spectral Analysis позволяет анализировать сигналы, поврежденные негауссовым шумом и процессы, происходящие в нелинейных

системах. Спектры высокого порядка, определяемые в терминах моментов высокого порядка сигнала, содержат дополнительную информацию, которую невозможно получить, пользуясь только анализом автокорреляции сигнала или мощности спектра. Спектры высокого порядка позволяют:

- Подавить аддитивный цветной гауссов шум
- Идентифицировать неминимально-фазовые сигналы
- Выделить информацию, обусловленную негаусовым характером шума
- Обнаружить и проанализировать нелинейные свойства сигналов

Возможные приложения спектрального анализа высокого порядка включают акустику, биомедицину, эконометрию, сейсмологию, океанографию, физику плазмы, радары и локаторы.

**Современные методы обработки сигналов.** Основные функции пакета поддерживают спектры высокого порядка, взаимную спектральную оценку, линейные модели прогноза и оценку запаздывания. Исчерпывающее 130-страничное руководство содержит 30 примеров и более 50 иллюстраций.



## Image Processing Toolbox 2

*Полный набор алгоритмов для цифровой обработки и анализа изображений в MATLAB.*

Пакет Image Processing предоставляет ученым и инженерам широкий спектр средств для цифровой обработки и анализа изображений. Будучи тесно связанным со средой разработки приложений MATLAB, пакет Image Processing Toolbox освобождает Вас от выполнения длительных операций кодирования и отладки алгоритмов, позволяя сосредоточить усилия на решении основной научной или практической задачи.

### Основные свойства

- Восстановление и выделение деталей изображений
- Работа с выделенным участком изображения
- Анализ изображения
- Линейная фильтрация
- Преобразование изображений
- Геометрические преобразования
- Увеличение контрастности важных деталей
- Бинарные преобразования
- Обработка изображений и статистика
- Цветовые преобразования
- Изменение палитры
- Преобразование типов изображений

*"MATLAB и пакет Image Processing Toolbox позволили нам применять высококачественные алгоритмы, сохранившие достаточно много наших сил и средств"*

– Michael Paluszek  
Princeton Satellite Systems

### NB!

**Унифицированная оболочка для представления графики.** Пакет Image Processing предоставляет широкие возможности для создания и анализа графических изображений, полностью совместимых со средой MATLAB. Этот пакет обеспечивает чрезвычайно гибкий интерфейс, позволяющий манипулировать изображениями, интерактивно разрабатывать графические картины, визуализировать наборы данных и аннотировать результаты для технических описаний, докладов и публикаций. Гибкость, соединение алгоритмов пакета с такой особенностью MATLAB, как матрично-векторное описание, делает пакет очень удачно приспособленным для решения практически любых задач по разработке и представлению графики.

**Специальный подход к разработке.** В MATLAB входят специально разработанные процедуры, позволяющие повысить эффективность графической оболочки. Можно отметить, в частности, такие особенности:

- Интерактивная отладка при разработке графики

- Профилировщик для оптимизации времени выполнения алгоритма
- Средство построения интерактивного графического интерфейса пользователя (GUI Builder) для ускорения разработки GUI-шаблонов, позволяющий настраивать его под задачи пользователя

Этот пакет позволяет пользователю тратить значительно меньше времени на создание стандартных графических изображений и, таким образом, позволяет сконцентрировать усилия на важных пользователю деталях и особенностях этого изображения.

**Открытость и возможности развития.** MATLAB и пакет Image Processing максимально приспособлен для развития, внедрения новых идей и методов пользователя. Для этого имеется набор сопрягаемых пакетов, направленных на решение всевозможных специфических задач и задач в нетрадиционной постановке.

Язык MATLAB обладает открытой архитектурой, что позволяет пользователю выбирать и сопрягать модули на C, FORTRAN, MATLAB, которые были созданы ранее. Базы данных, алгоритмы, и программные коды поддерживаются в различных операционных средах, включая PC, UNIX, и Macintosh. Тестирование, проведенное MathWorks, показало, что все компоненты среды MATLAB, включая дополнительные пакеты, полностью работоспособны в этих операционных средах.

**Приложения пакета Image Processing.** Пакет Image Processing в настоящее время интенсивно используется в более чем 4000 компаниях и университетах по всему миру. При этом наблюдается невероятно широкий на первый взгляд круг задач, которые пользователи решают с помощью данного пакета, например: космические исследования, военные разработки, астрономия, медицина, биология, роботостроение, материаловедение, генетика и прочее.

*"MATLAB и пакет Image Processing позволили нашей группе быстро разработать и создать описание трехмерной формы объекта. Возможности пакета по визуализации существенно сократили наше время на разработку модели объекта"*

— Rick Tutwiler  
Applied Research Laboratory



## LMI Control Toolbox

*Решение задач выпуклой оптимизации при проектировании устойчивых систем управления*

Пакет LMI Control обеспечивает интегрированную среду для постановки и решения задач линейного программирования. Предназначенный первоначально для проектирования систем управления, пакет позволяет решать любые задачи линейного программирования практически в любой сфере деятельности, где такие задачи возникают.

### Основные свойства

- Решение задач линейного программирования: задачи совместности ограничений, минимизация линейных целей при наличии линейных ограничений, минимизация собственных значений
- Исследование задач линейного программирования
- Графический редактор задач линейного программирования
- Задание ограничений в символьном виде
- Многокритериальное проектирование регуляторов
- Проверка устойчивости: квадратичная устойчивость линейных систем, устойчивость по Ляпунову, проверка критерия Попова для нелинейных систем

### NB!

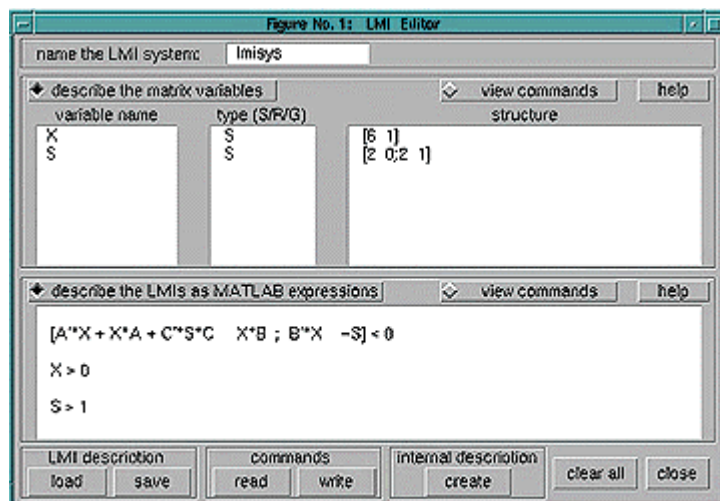
**Симплексные алгоритмы.** Пакет LMI Control содержит современные алгоритмы для решения задач линейного программирования. Пакет использует структурное представление линейных ограничений, что повышает эффективность и минимизирует требования к памяти.

**Современные средства проектирования систем управления.** Пакет включает специализированные средства для анализа и проектирования систем управления на основе линейного программирования .

**Анализ устойчивости.** С помощью решателей задачи линейного программирования Вы легко можете выполнять проверку устойчивости динамических систем и систем с нелинейными компонентами. Ранее этот вид анализа считался слишком сложным для реализации.

**Многокритериальный синтез регуляторов.** Пакет позволяет даже такое комбинирование критериев, которое ранее считалось слишком сложным и разрешимым лишь с помощью эвристик.

**Приложения.** Пакет является мощным средством для решения выпуклых задач оптимизации, возникающих в таких областях как управление, идентификация, фильтрация, структурное проектирование, теория графов, интерполяция и линейная алгебра.



Пакет *LMI Control* включает два вида графического интерфейса пользователя: редактор задачи линейного программирования (*LMI Editor*) и интерфейс *Magshare*. *LMI Editor* (на рисунке) позволяет задавать ограничения в символьном виде.



## Mapping Toolbox

*Широкий спектр средств для анализа и отображения географической информации из MATLAB.*

Пакет Mapping предоставляет графический и командный интерфейс для анализа географических данных, отображения карт и доступа к внешним источникам данных по географии. Кроме того, пакет пригоден для работы с множеством широко известных Атласов. Все эти средства в комбинации с MATLAB, предоставляют пользователям все условия для продуктивной работы с научными географическими данными.

### Основные свойства

- Визуализация, обработка и анализ графических и научных данных.
- Более 60 проекций карт (прямые и инверсные)
- Проектирование и отображение векторных, матричных и составных карт
- Графический интерфейс для построения и обработки карт и данных
- Глобальные и региональные Атласы данных и сопряжение с правительственными данными высокого разрешения
- Функции геостатистики и навигации
- Трехмерное представление карт со встроенными средствами подсветки и затенения
- Конвертеры для популярных форматов географических данных: DCW, TIGER, ETOPO5

### NB!

**Полнота средств.** Пакет Mapping включает множество инструментов для отображения географических данных. Пакет расширяет язык MATLAB, обеспечивая пользователей возможностью отображать географическую информацию столь же просто, как и любой другой тип данных. MATLAB и пакет Mapping предоставляют пользователю полный набор средств для интеграции географических и научных данных, анализа и моделирования, визуализации и разработки приложений.

**Полный набор проекций карт.** Пакет Mapping включает более 60 наиболее широко известных проекций, включая: цилиндрическую, псевдоцилиндрическую, коническую, поликоническую и псевдоконическую, азимутальную и псевдоазимутальную. Возможны прямые и обратные проекции, а также собственные виды проекции пользователя.

**Гибкость отображения и управления картой.** В пакете Mapping картой называется любая переменная или множество переменных, отражающих или назначающих численное значение географической точке или области. Пакет позволяет работать с векторными, матричными и смешанными картами данных. Мощный графический интерфейс обеспечивает интерактивную работу с картами, например возможность подвести указатель к объекту и щелкнув получить информацию. Графический интерфейс MAPTOOL - полная среда разработки приложений для работы с картами.

**Атласы и географические данные.** Наиболее широко известные атласы мира, Соединенных Штатов, астрономические атласы входят в пакет. Географическая структура данных упрощает извлечение и обработку данных из атласов и карт. Географическая структура данных и функции взаимодействия с внешними географическими данными форматов Digital Chart of the World (DCW), TIGER, TBASE, и



ЕТОРО5 объединены воедино, чтобы обеспечить мощный и гибкий инструмент для доступа к уже существующим и будущим географическим базам данных.

*Анализ географических данных и функции навигации.* Тщательный анализ географических данных часто требует математических методов, работающих в сферической (не декартовой) системе координат. Пакет Mapping снабжен подмножеством геостатистических и навигационных функций для анализа географических данных. Функции навигации дают широкие возможности для выполнения задач перемещения, таких как позиционирование и планирование маршрутов.



*Выпуклая топографическая карта мира, выполненная в виде проекции земного шара, с подсветкой и эффектами затенения.*



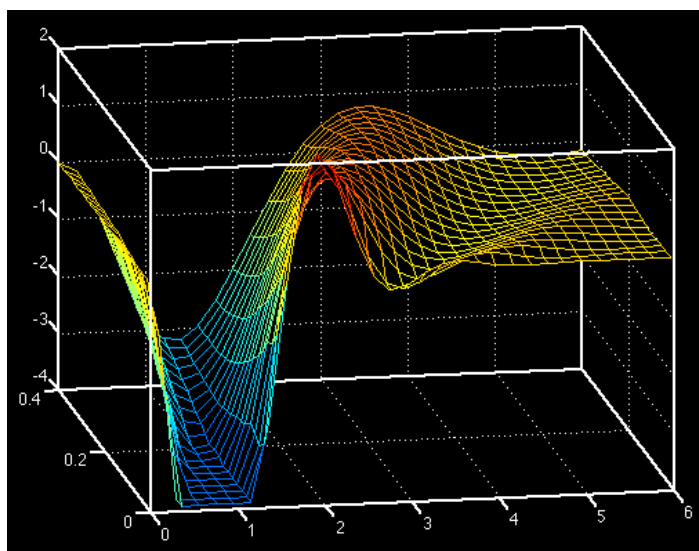
# Model Predictive Control Toolbox

*Набор функций для управления сложными многоканальными процессами при наличии ограничений*

Пакет Model Predictive Control - полный набор средств для реализации стратегии предиктивного управления. Эта стратегия была разработана для решения практических задач управления сложными многоканальными процессами при наличии ограничений на переменные состояния и управление. Методы предиктивного управления используются в химической промышленности и для управления другими непрерывными процессами.

## Основные свойства

- Моделирование, идентификация и диагностика
- Поддержка MISO, MIMO, переходных характеристик, моделей пространства состояний
- Системный анализ
- Конвертирование моделей в различные формы представления (пространство состояний, передаточные функции)
- Учебники и демонстрационные примеры



*Поверхность представляет собой оптимальный отклик модели, полученный с помощью Model Predictive Control Toolbox.*

**NB!**

**Оптимизационный подход.** Предиктивный подход к задачам управления использует явную линейную динамическую модель объекта для прогнозирования влияния будущих изменений управляющих переменных на поведение объекта. Задача оптимизации формулируется в виде задачи квадратичного программирования с ограничениями, которая решается на каждом такте работы заново. Пакет Model Predictive Control позволяет создавать и тестировать регуляторы как для простых, так и для сложных

объектов.

**Базис пакета.** Пакет включает более 50 специализированных функций для проектирования, анализа и моделирования динамических систем с использованием предиктивного управления.

**Представление моделей.** Пакет поддерживает следующие форматы систем: импульсные, непрерывные и дискретные по времени, пространство состояний.

**Многоканальное оптимальное управление.** Пакет обрабатывает различные виды возмущений. Кроме того, в модель могут быть явно включены ограничения на входные и выходные переменные.

**Моделирование и анализ.** Средства моделирования позволяют осуществлять слежение и стабилизацию. Средства анализа включают вычисление полюсов замкнутого контура, частотного отклика, другие характеристики системы управления.

**Идентификация модели.** Для идентификации модели в пакете имеются функции взаимодействия с пакетом System Identification. Пакет также включает две функции SIMULINK, позволяющие тестировать нелинейные модели.



## $\mu$ -Analysis and Synthesis Toolbox

Средства для проектирования устойчивых оптимальных систем управления

Пакет  $\mu$ -Analysis and Synthesis содержит функции для проектирования устойчивых систем управления. Пакет использует оптимизацию в равномерной норме и сингулярный параметр  $\mu$ . В версию 3 включен графический интерфейс для упрощения операций с блоками при проектировании оптимальных регуляторов.

### Основные свойства

- Проектирование оптимальных в равномерной и интегральной норме регуляторов
- Оценка действительного и комплексного сингулярного параметра  $\mu$
- D-K итерации для приближенного  $\mu$ -синтеза
- Графический интерфейс для анализа отклика замкнутого контура
- Средства понижения порядка модели
- Непосредственное связывание отдельных блоков больших систем

### NB!

**Построение модели.** Модель пространства состояний может быть создана и проанализирована на основе системных матриц. Пакет поддерживает работу с дискретными, непрерывными и дискретизованными моделями.

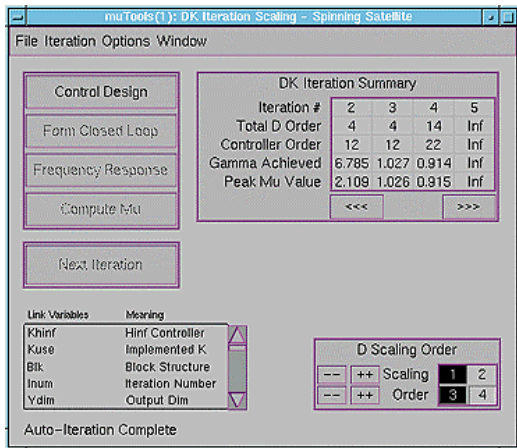
**D-K итерации.** Пакет обладает полноценным графическим интерфейсом, включающим:

- возможность устанавливать диапазон вводимых данных
- специальное окно для редактирования свойств D-K итераций
- графическое представление частотных характеристик

**Системные функции для работы с матрицами.** Пакет включает функции для матричного сложения, умножения, различных преобразований и других операций над матрицами.

**$\mu$ -анализ и синтез.** Пакет поддерживает синтез дискретных, непрерывных и дискретизованных моделей.

**Понижение порядка модели.** Для понижения порядка модели можно воспользоваться такими средствами как Hankel norm model reduction и др.



*Новый графический интерфейс помогает выбрать параметры D-K итераций.*



## NAG® Foundation Toolbox

*Специализированные средства для оптимизации, статистических, решения дифференциальных уравнений и решения других вычислительных задач*

Пакет NAG Foundation - новый продукт серии "Партнеры MathWorks", созданный в сотрудничестве с Numerical Algorithms Group, Ltd. (NAG). Пакет содержит более 240 функций, охватывающих множество отраслей науки и техники, включая оптимизацию, ОДУ и уравнения в частных производных, квадратуры и статистику.

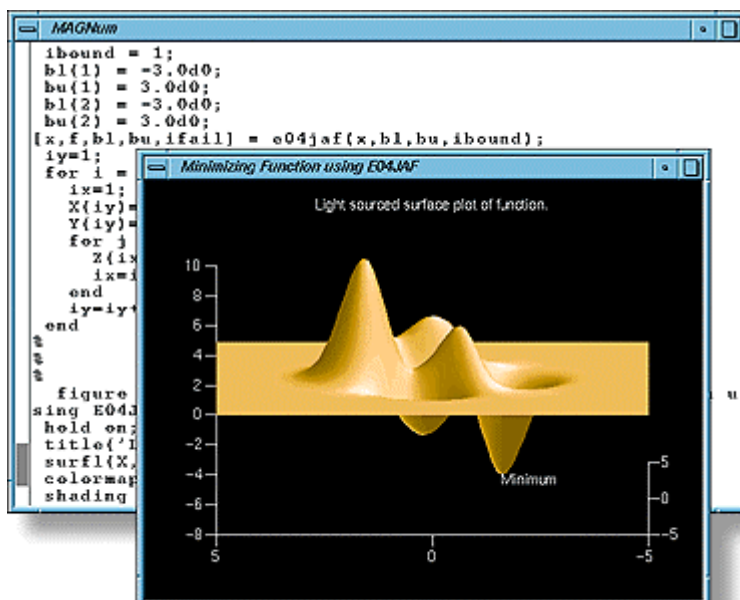
Названия функций и синтаксис их вызова заимствованы из известной библиотеки NAG Foundation Library. Вследствие этого опытные пользователи NAG Fortran могут без затруднений работать с пакетом NAG в MATLAB. Библиотека NAG Foundation предоставляет свои функции в виде объектных кодов и соответствующих М-файлов для их вызова. Пользователь может легко модифицировать эти МEX-файлы на уровне исходного кода с помощью NAGWare Gateway Generator, поставляемого Numerical Algorithms Group, Ltd. Пакет NAG Foundation обеспечивает программисту доступ к стандартным средствам программирования на языке Fortran из среды MATLAB.

### Основные свойства

- Корни многочленов и модифицированный метод Лагерра
- Вычисление суммы ряда: дискретное и эрмитово дискретное преобразование Фурье
- ОДУ: методы Адамса и Рунге-Кутты
- Уравнения в частных производных
- Интерполяция
- Вычисление собственных значений и векторов, сингулярных чисел, поддержка комплексных и действительных матриц
- Аппроксимация кривых и поверхностей: полиномы, кубические сплайны, полиномы Чебышева
- Минимизация и максимизация функций: линейное и квадратичное программирование, экстремумы функций многих переменных
- Матричная факторизация
- Решение систем линейных уравнений
- Линейные уравнения (LAPACK)
- Статистические расчеты, включая дескриптивную статистику, распределения вероятностей
- Корреляционный и регрессионный анализ: линейные, многомерные и обобщенные линейные модели
- Многомерные методы: главных компонент, ортогональные вращения
- Генерация случайных чисел: нормальное распределение, распределения Пуассона, Вейбула, и Коши
- Непараметрические статистики: Фридмана, Крускала-Уоллиса, Манна-Уитни
- Временные ряды: одномерные и многомерные
- Аппроксимации специальных функций: интегральная экспонента, гамма-функция, функции Бесселя и Ганкеля

**NB!**

*Динамическая линковка.* NAG Gateway Generator (NAG) позволяет пользователю создавать программы на Fortran, которые динамически линкуются с MATLAB.



*Поверхность функции, локальный минимум которой ищется с помощью программы 'E04JAF'. Изображение поверхности помогает выбирать начальные точки для нахождения различных локальных минимумов, в частности и глобального минимума, отмеченного на рисунке*



## Neural Network Toolbox

Пакет для работы с нейронными сетями представляет собой полноценную среду MATLAB для решения прикладных задач. Пакет обеспечивает всестороннюю поддержку проектирования, обучения и моделирования множества известных сетевых парадигм, от базовых моделей персептрона до самых современных ассоциативных и самоорганизующихся сетей. Пакет может быть использован для исследования и применения нейронных сетей к таким задачам, как обработка сигналов, нелинейное управление и финансовое моделирование.

### Основные свойства

- Управляемые сетевые парадигмы: персептрон, линейные, обратного распространения, Левенберга, радиальный базис, Элмана, Хопфилда и самообучаемое квантование векторов
- Неуправляемые сети: Хэбб, Кохан, конкурентные, карты признаков и самоорганизующиеся карты
- Конкурентные, предельные, линейные и сигмоидальные передаточные функции
- Неограниченное число элементов и взаимосвязей
- Настраиваемые на пользователя архитектуры и передаточные функции
- Динамическое моделирование с помощью SIMULINK
- Генерация переносимого C кода с помощью Workshop

### NB!

**Модульная организация.** Пакет использует согласованную, модульную реализацию, которая облегчает исследования и упрощает настройку на пользователя. Пакет не накладывает искусственные ограничения на размер сети или связность – т.е. не ограничено число нейронов в слое или в типе передаточной функции.

**Архитектуры и обучающие правила.** В пакет включены более 15 известных типов сетей и обучающих правил, позволяющих пользователю выбирать наиболее подходящую для конкретного приложения или исследовательской задачи парадигму. Для каждого типа архитектуры и обучающих правил имеются функции инициализации, обучения, адаптации, создания и моделирования, демонстрации и пример приложения сети.

**Управляемые и неуправляемые сети.** Для управляемых сетей Вы можете выбрать прямую или рекуррентную архитектуру, используя множество обучающих правил и методов проектирования, таких как персептрон, обратное распространение, обратное распространение Левенберга, сети с радиальным базисом и рекуррентные сети.

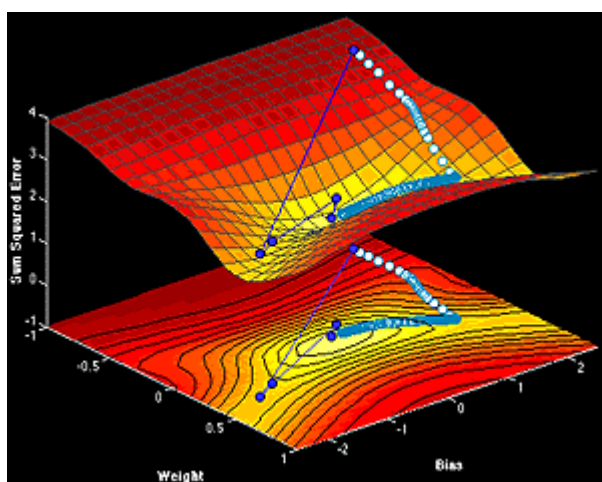
**Для неуправляемых сетей** Вы можете выбрать ассоциативные или самоорганизующиеся сети, такие как конкурентные, карты свойств и самоорганизующиеся карты. Ассоциативные сети можно использовать как составляющие блоки для более сложных сетей с использованием обучающих правил Хебба, Кохана, внутренних или внешних (instar, or outstar) ассоциативных обучающих правил.



**Neural Network как инженерная среда.** Пакет Neural Network предоставляет Вам доступ к полному набору средств для исследования, проектирования и моделирования нейронных сетей. Средства анализа и моделирования MATLAB и SIMULINK позволяют Вам быстро оценивать поведение сети и ее качество в смысле окончательного результата проектирования. С помощью Real-Time Workshop Вы можете генерировать С код для автономных приложений и встроенных систем. Гибкий импорт данных и функции преобразования упрощают первичную подготовку входных данных.

**Настройка на пользователя.** Вы можете легко изменять любые архитектуры, обучаемые правила или переходные функции, добавлять новые – без написания единой строчки на С или Fortran.

**Демонстрации и консультации.** Руководство пользователя знакомит пользователя с принципами нейронных сетей и подкрепляет первое знакомство численными примерами и полным разделом указателей функций.



Пакет Neural Network позволяет Вас исследовать различные конфигурации сетей. На рисунке показано сравнение скоростей обучения для методов обратного распространения (белая линия, 108 шагов) и быстрого метода Левенберга (синяя, 5 шагов).



## Optimization Toolbox

*Средства для оптимизации линейных и нелинейных функций*

Пакет Optimization включает программы широко известных методов минимизации и максимизации линейных и нелинейных функций. Эти программы могут быть использованы для решения сложных задач оптимизации стоимости, надежности и качества для различных приложений.

Графически можно представить задачу оптимизации как поиск высочайшей (или глубочайшей) точки поверхности сложного вида. Образно говоря, алгоритм оптимизации путешествует по горам и оврагам в поиске топографического экстремума.

### Основные свойства

- Безусловная оптимизация нелинейных функций
- Метод наименьших квадратов и нелинейная интерполяция
- Решение нелинейных уравнений
- Линейное программирование
- Квадратичное программирование
- Условная минимизация нелинейных функций
- Метод минимакса
- Многокритериальная оптимизация

*"Мы не хотим писать свои собственные оптимизационные программы, и MATLAB позволяет нам этого не делать"*

- Peter Knez

University of Wisconsin-Madison School of Business

### NB!

**Гибкая оптимизационная среда.** Обладая обширными вычислительными возможностями и открытостью, MATLAB является идеальной системой для постановки и решения задач оптимизации. Интерактивная природа MATLAB позволяет легко переопределять и адаптировать задачи оптимизации, давая пользователю все возможности для нахождения действительно "наилучшего" решения. Целевые функции и ограничения задаются просто, и столь же просто решается поставленная задача.

**Методы нелинейного программирования.** Пакет включает множество методов для решения задач оптимизации нелинейных функций. Оптимизируемая функция может быть записана в виде М-файла или выражения MATLAB. Параметры методов, установленные по умолчанию, позволяют работать очень эффективно, однако могут быть изменены по желанию пользователя. Параметры могут быть переданы непосредственно функциям, без использования глобальных переменных.

В том случае если явно не задана функция для вычисления градиента, он вычисляется автоматически, с использованием конечных разностей.

**Самые современные алгоритмы.** В пакет включены самые совершенные версии традиционных и новейших алгоритмов оптимизации:

- безусловная оптимизация: метод симплексного поиска Нелдера-Мида и квази-ньютоновский метод БФШ
- условная, многокритериальная оптимизация и метод минимакса: различные варианты метода последовательного квадратичного программирования
- методы линейного и квадратичного программирования: метод проекций
- возможность выбора метода оптимизации и стратегии линейного поиска.

**Примеры.** Разнообразные примеры демонстрируют эффективное применение функций пакета. С их помощью также можно сравнить, как одна и та же задача решается разными методами.



## Partial Differential Equation Toolbox

*Мощное и гибкое средство для решения дифференциальных уравнений в частных производных*

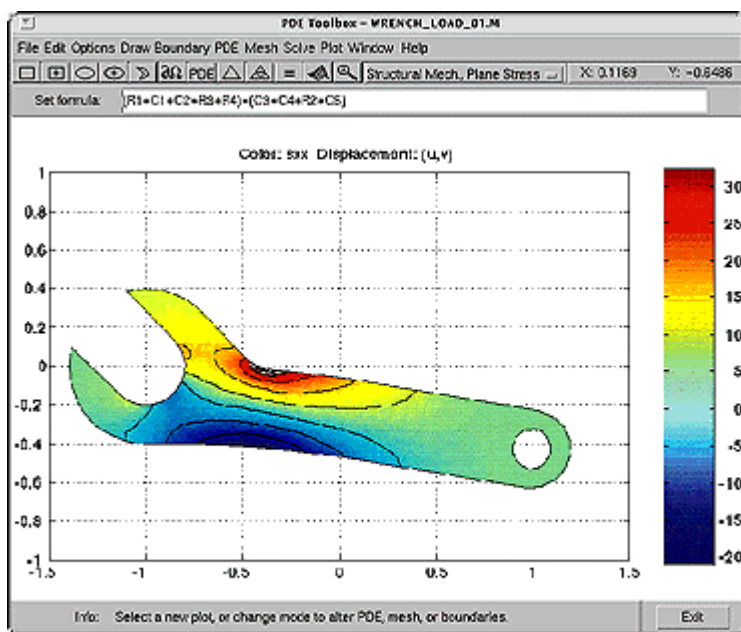
Пакет Partial Differential Equation (PDE) содержит средства для исследования и решения нестационарных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. В пакете используется метод конечных элементов. Команды и графический интерфейс пакета могут быть использованы для математического моделирования PDE применительно к широкому классу инженерных и научных приложений, включая задачи сопротивления материалов, расчеты электромагнитных устройств, задачи тепломассопереноса и диффузии.

### Основные свойства

- Полный графический интерфейс для обработки PDE второго порядка
- Автоматический и адаптивный выбор сетки
- Задание граничных условий: Дирихле, Неймана и смешанные
- Гибкая постановка задачи с использованием синтаксиса MATLAB
- Полностью автоматическое сеточное разбиение и выбор величины конечных элементов
- Нелинейные и адаптивные расчетные схемы
- Возможность визуализации полей различных параметров и функций решения, демонстрация принятого разбиения и анимационные эффекты

### NB!

**Процесс решения PDE.** Пакет интуитивно следует шести шагам решения PDE с помощью метода конечных элементов. Эти шаги и соответствующие режимы пакета таковы: определение геометрии (режим рисования), задание граничных условий (режим граничных условий), выбор коэффициентов, определяющих задачу (режим PDE), дискретизация конечных элементов (режим сетки), задание начальных условий и решение PDE (режим решения), последующая обработка решения (режим графика).



*Анализ нагрузки на гаечный ключ. Поле напряжений показано в цвете.*



## QFT Control Design Toolbox

*Набор функций для практического проектирования робастных регуляторов с обратной связью*

Пакет QFT (quantitative feedback theory) содержит функции для создания робастных систем с обратной связью. QFT (теория обратных связей) - инженерный метод, использующий частотное представление моделей для удовлетворения различных требований к качеству при наличии неопределенных характеристик у объекта. В основе метода лежит наблюдение, что обратная связь необходима в тех случаях, когда некоторые характеристики объекта неопределенны и/или на его вход подаются неизвестные возмущения.

### Основные свойства

- Оценка частотных границ неопределенности, присущей обратной связи
- Графический интерфейс пользователя, позволяющий оптимизировать процесс нахождения требуемых параметров обратной связи
- Функции для определения влияния введения различных блоков в модель (мультиплекторов, сумматоров, петель обратной связи) при наличии неопределенностей
- Поддержка моделирования аналоговых и цифровых контуров обратной связи, каскадов и многоконтурных схем
- Разрешение неопределенности в параметрах объекта с использованием параметрических и непараметрических моделей или комбинации этих типов моделей

### NB!

**Проектирование управления с обратной связью.** Теория обратных связей является естественным продолжением классического частотного подхода к проектированию. Ее основная цель - проектирование простых регуляторов небольшого порядка с минимальной шириной полосы пропускания, удовлетворяющих качественным характеристикам при наличии неопределенностей.

Пакет QFT Control Design позволяет вычислять различные параметры обратных связей, фильтров, проводить тестирование регуляторов как в непрерывном, так и в дискретном пространстве. Пакет имеет удобный графический интерфейс, позволяющий создавать простые регуляторы, удовлетворяющие требованиям пользователя.

**Неопределенность объекта.** QFT позволяет проектировать регуляторы, удовлетворяющие различным требованиям, несмотря на изменения параметров модели.

**Использование экспериментальной информации.** Измеряемые данные могут быть непосредственно использованы для проектирования регуляторов, без необходимости идентификации сложного отклика системы.

**Линейные объекты для описания нелинейной динамики.** Множество линейных объектов, описывающих ряд условий работы, могут быть непосредственно использованы для проектирования QFT.

### **Philips пользуется QFT для проектирования CD-плеера**

Задачей Philips Research Laboratories является достижение хорошего считывания треков при наличии возмущений и неопределенностей параметров модели механизма CD-плеера. Эта задача проектирования была решена в рамках QFT с использованием измеряемого частотного отклика. Модель регулятора головки была успешно реализована в среде DSP.



## Robust Control Toolbox

*Специализированные современные средства для робастного многопараметрического управления*

Пакет Robust Control включает средства для проектирования и анализа многопараметрических систем управления, устойчивость которых имеет большое значение. Среди таких систем могут быть системы с модельными ошибками, динамика которых известна не полностью, или параметры которых могут изменяться в ходе моделирования. Мощные алгоритмы пакета позволяют Вам выполнять сложные вычисления, принимая во внимание изменения множества параметров.

### Основные свойства

- Синтез LQG регуляторов на основе минимизации равномерной и интегральной нормы
- Многопараметрический частотный отклик
- Построение модели пространства состояний
- Преобразование моделей на основе сингулярных чисел
- Понижение порядка модели
- Спектральная факторизация

### NB!

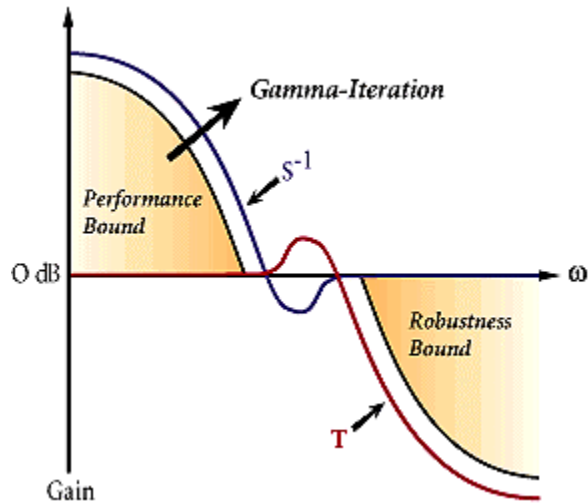
**Проектирование робастного многопараметрического управления.** Пакет Robust Control базируется на функциях пакета Control System, в тоже время, предоставляя усовершенствованный набор алгоритмов для проектирования систем управления. Пакет обеспечивает мостик между современной теорией управления и практическими приложениями. Пакет включает множество функций, реализующих современные методы проектирования и анализа многопараметрических робастных регуляторов.

**Анализ устойчивости.** Проявления неопределенностей многообразны - шумы и возмущения в сигналах, неточность модели передаточной функции, немоделируемая нелинейная динамика. Пакет Robust Control позволяет оценить многопараметрическую границу устойчивости при различных неопределенностях. Среди используемых методов: алгоритм Перрона, анализ особенностей передаточных функций и др.

**Синтез устойчивых регуляторов.** Создатели робастных систем управления часто пользуются обратной связью, чтобы удовлетворить определенным требованиям к качеству проектируемой системы. Пакет Robust Control обеспечивает различные методы проектирования обратных связей, среди которых: LQR, LQG, LQG/LTR, и др.

**Понижение порядка модели.** Необходимость понижения порядка модели возникает в нескольких случаях: понижение порядка объекта, понижение порядка регулятора, моделирование больших систем. Качественная процедура понижения порядка модели должна быть численно устойчива. Процедуры, включенные в пакет Robust Control, успешно справляются с этой проблемой.





*Пакет Robust Control способствует удовлетворению требований к устойчивости и качеству проектируемой системы*



## Signal Processing Toolbox 4

*Набор современных алгоритмов для обработки сигналов, разработки линейных систем и анализа временных рядов*

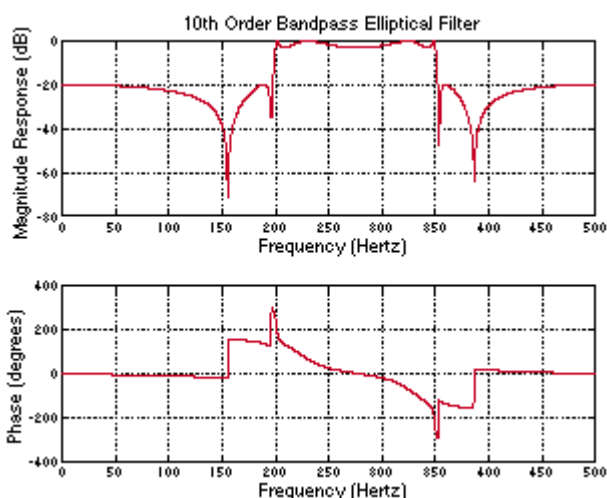
Пакет Signal Processing обеспечивает необычайно широкие возможности по созданию программ обработки сигналов для современных научных и технических приложений. В пакете используется разнообразная техника фильтрации и новейшие алгоритмы спектрального анализа. Пакет содержит модули для разработки новых алгоритмов обработки сигналов, разработки линейных систем и анализа временных рядов. Пакет будет полезен, в частности, в таких областях, как обработка аудио- и видеоинформации, телекоммуникации, геофизика, задачи управления в реальном режиме времени, экономика, финансы и медицина.

*"Я изумлен производительностью MATLAB. Он позволяет решать практически любые задачи, возникающие в современной науке и технике, от простейшего анализа до разработки сложных моделей"*

– Грегори Чамитофф,  
НАСА

### Основные свойства

- Моделирование сигналов и линейных систем
- Проектирование, анализ и реализация цифровых и аналоговых фильтров
- Быстрое преобразование Фурье, дискретное косинусное и другие преобразования
- Оценка спектров и статистическая обработка сигналов
- Параметрическая обработка временных рядов
- Генерация сигналов различной формы
- Оконное отображение



*Амплитудная и фазовая характеристики полосового эллиптического фильтра десятого порядка.*

## **NB!**

**Разработка алгоритмов.** Пакет Signal Processing - идеальная оболочка для анализа и обработки сигналов. В нем используются проверенные практикой алгоритмы, выбранные по критериям максимальной эффективности и надежности.

**Моделирование сигналов и линейных систем.** Пакет Signal Processing содержит широкий спектр алгоритмов для представления сигналов и линейных моделей. Этот набор позволяет пользователю достаточно гибко подходить к созданию сценария обработки сигналов. Пакет включает алгоритмы для преобразования модели из одного представления в другое.

**Создание фильтров.** Пакет Signal Processing включает полный набор методов для создания цифровых фильтров с разнообразными характеристиками. Пакет позволяет быстро разрабатывать фильтры высоких и низких частот, полоснопропускающие и полоснозадерживающие фильтры, многополосные фильтры, в том числе фильтры Чебышева, Юла-Уолкера, эллиптические и другие фильтры.

Графический интерфейс позволяет проектировать фильтры, задавая требования к ним в режиме "point and click". В пакет включены следующие новые методы проектирования фильтров:

- Обобщенный метод Чебышева для создания фильтров с нелинейной фазовой характеристикой, комплексными коэффициентами или произвольным откликом. Алгоритм разработан Макленаном и Карамом в 1995 году.
- Метод наименьших квадратов с ограничениями позволяет пользователю явно контролировать максимальную ошибку (сглаживание).
- Метод расчета минимального порядка фильтра с окном Кайзера.
- Обобщенный метод Баттерворта для проектирования низкочастотных фильтров с максимально однородными полосами пропускания и затухания.

**Спектральный анализ.** Основанный на оптимальном алгоритме быстрого преобразования Фурье, пакет Signal Processing обладает непревзойденными характеристиками для частотного анализа и спектральных оценок. Пакет включает функции для вычисления дискретного преобразования Фурье, дискретного косинусного преобразования, преобразования Гильберта и других преобразований, часто применяемых для анализа, кодирования и фильтрации. В пакете имеются такие методы спектрального анализа, как метод Вельха, метод максимальной энтропии и другие.

**Визуализация.** Новый графический интерфейс позволяет Вам просматривать и визуально оценивать характеристики сигналов, проектировать и применять фильтры, применять спектральный анализ, исследуя влияние различных методов и их параметров на получаемый результат. Графический интерфейс особенно полезен для визуализации временных рядов, спектров, временных и частотных характеристик, расположения нулей и полюсов передаточных функции системы.

**Дополнительные возможности.** Пакет Signal Processing является основой для решения многих других задач. Например, комбинируя его с пакетом Image Processing, можно обрабатывать и анализировать двумерные сигналы и изображения. В паре с пакетом System Identification пакет Signal Processing позволяет выполнять параметрическое моделирование во временной области. В сочетании с пакетами Neural Network и Fuzzy Logic может быть создано множество средств для обработки данных или выделения классификационных характеристик. Средство генерации сигналов позволяет создавать импульсные сигналы различной формы.

Применение пакета Signal Processing расширяет Ваши возможности анализа результатов, выработки новых идей и создания практических приложений во многих областях.



## Spline Toolbox

*Подпрограммы для создания и использования кусочных полиномиальных функций*

Пакет Spline является идеальной средой для изучения сплайнов и работы ними. Сплайны -гладкие (несколько раз дифференцируемые) кусочно-полиномиальные функции, используемые для представления функций на больших интервалах, где аппроксимация единым полиномом невозможна. В связи с тем, что сплайны гибки, экономичны и легки в использовании, они используются для представления произвольных функций в задачах:

- описания массивов экспериментальных данных
- аппроксимации функциями
- решения функциональных уравнений

### Основные свойства

- Представление в В-форме и кусочной форме
- Интерполяция, аппроксимация и преобразование сплайнов в В-форме в кусочное представление
- Интерполяция кубическими сплайнами и сглаживание
- Операции над сплайнами: вычисление производной, интеграла и отображение
- Утилиты: обработка узлов, их оптимальное расположение, решатели линейных систем уравнений

### NB!

**Обзор сплайнов.** Пакет Spline оснащен программами работы с В-сплайнами, описанными в A Practical Guide to Splines Карлом Дебуром, изобретателем сплайнов и автором пакета Spline. Функции пакета, в сочетании с языком MATLAB и подробным руководством пользователя, облегчают понимание сплайнов и их применение к решению разнообразных задач.

**В-форма и кусочные полиномы.** В пакет включены программы для работы с двумя наиболее употребительными формами представления сплайнов: В-формой и кусочными полиномами. В-форма удобна на этапе построения сплайнов, в то время как кусочно-полиномиальная форма более эффективна во время постоянной работы со сплайном. Пакет включает функции для создания, отображения, интерполяции, аппроксимации и обработки сплайнов в В-форме и в виде кусочных полиномов.



## Statistics Toolbox

*Объединяет устойчивые статистические алгоритмы и интерактивный графический интерфейс*

Пакет Statistics предлагает широкий спектр инструментов для статистических вычислений. Он представляет собой уникальное сочетание графической простоты в использовании и программируемости. Интерактивные изображения позволяют Вам с легкостью применять методы статистики, в то время как язык MATLAB дает Вам возможность создавать свои собственные методы статистики и анализа. Такое объединение дает Вам свободу доступа к низкоуровневым функциям, таким как функции вероятности и ANOVA прямо из командной строки, или использования графического интерфейса, чтобы учиться и экспериментировать со встроенными в пакет средствами анализа и визуализации.

### Основные свойства

- Дескриптивная статистика
- Распределения вероятностей
- Оценка параметров и аппроксимация
- Проверка гипотез
- Множественная регрессия
- Интерактивная пошаговая регрессия
- Моделирование Монте-Карло
- Аппроксимация на интервалах
- Статистическое управление процессами
- Планирование эксперимента
- Моделирование поверхности отклика
- Аппроксимация нелинейной модели
- Анализ главных компонент
- Статистические графики
- Графический интерфейс пользователя

*"Простота использования привлекает меня в MATLAB. Графические возможности великолепны и ими легко пользоваться"*

Michael B. Miller,  
Washington University School of Medicine

### NB!

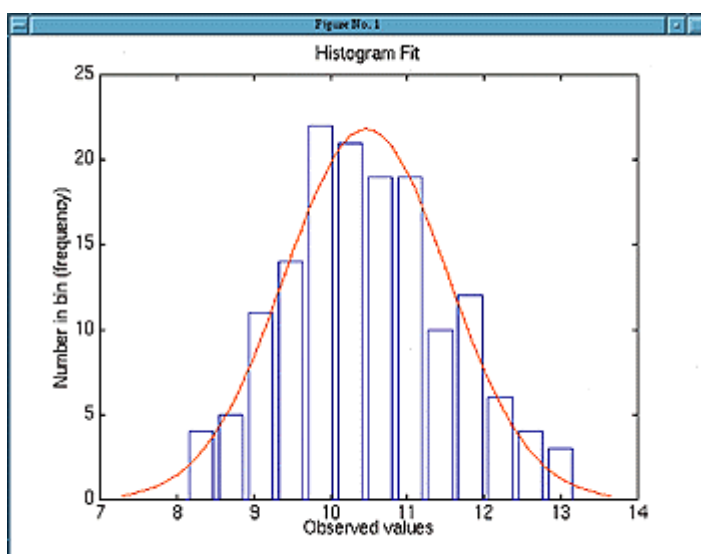
**Среда для аппроксимации** Пакет идеален для непрограммной аппроксимации. Основные возможности включают: регрессионный анализ и диагностика с выбором переменной, нелинейное моделирование, моделирование вероятностей и оценка параметров, анализ чувствительности с использованием генератора случайных чисел, управление статистическими процессами и планирование эксперимента.

**Распределения вероятностей.** Пакет включает 20 различных распределений вероятностей, включая T, F и Хи-квадрат. Подбор параметров, графическое отображение распределений и способ вычисления лучших аппроксимаций предоставляются для всех типов распределений.

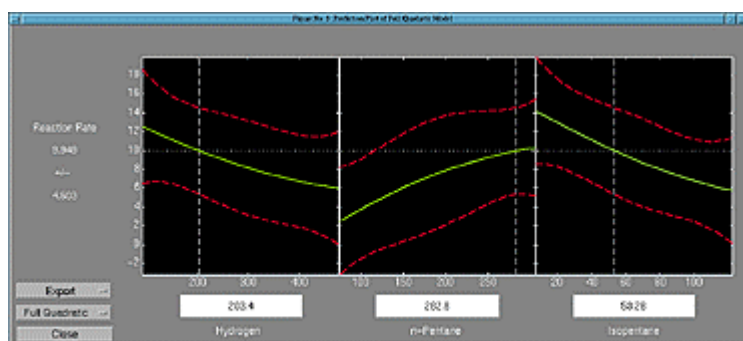
**Средства графического интерфейса пользователя.** Предусмотрено множество интерактивных инструментов для динамической визуализации и анализа данных. Имеются специализированные интерфейсы для моделирования поверхности отклика, визуализации распределений, генерации случайных чисел и линий уровня.

**Статистические графики.** Команды статистической графики, такие как `weibplot` и `randplot` позволяют Вам выполнить анализ надежности и аппроксимацию распределения.

**Разработка алгоритмов.** В соединении с вычислительным языком MATLAB, пакет Statistics - это все, что Вам нужно, чтобы разрабатывать новые алгоритмы статистического анализа. Вы можете использовать графические функции пакета Statistics или создавать собственный интерфейс, используя свойства `Handle Graphics` MATLAB.



На рисунке команда `histfit` накладывает кривую нормального распределения на гистограмму. Число столбиков по умолчанию устанавливается равным квадратному корню из числа элементов данных.



Пакет *Statistics* обладает свойством интерактивного отображения данных, что позволяет Вам экспериментировать и изучать имеющиеся в пакете средства визуализации и анализа. Интерактивный инструмент, показанный на рисунке, получен с помощью функции `rsmdemo` и обучает планированию эксперимента и регрессионному моделированию.



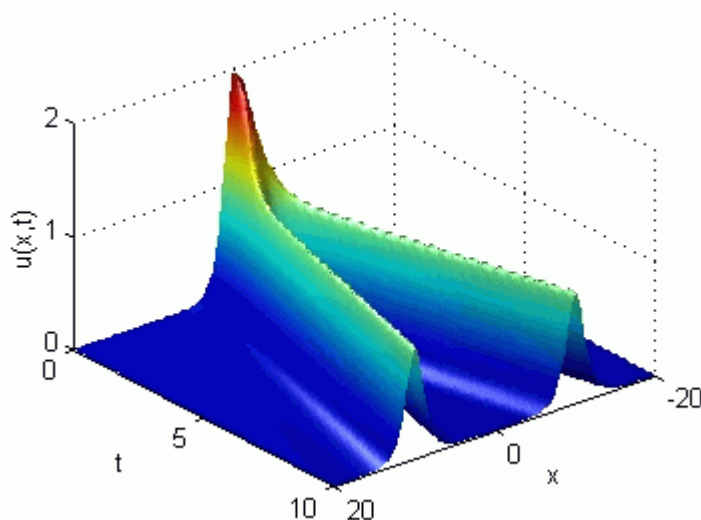
## Symbolic Math Toolboxes 2

*Основанная на Maple V интегрированная среда для символьных вычислений*

Пакет Symbolic Math позволяет пользоваться символьной математикой и вычислениями с плавающей точкой в MATLAB. Пакет включает вычислительное ядро пакета Maple V Release 4, разработанного фирмой Waterloo Maple Software. Пакет Extended Symbolic Math предоставляет пользователю дополнительную возможность программирования на Maple и обеспечивает доступ к специализированным библиотекам Maple. Пакеты Symbolic Math и Extended Symbolic Math позволяют пользователю легко комбинировать численные и символьные вычисления воедино без потери скорости и точности вычислений.

### Основные свойства

- Вычисления
- Преобразования
- Линейная алгебра



*Пакет MATLAB Symbolic Math упрощает решение уравнений, представленных в символьной форме. Например, он может быть использован для решения волнового уравнения методом Даламбера и представления результатов.*

### NB!

**Символьные вычисления.** Пакет Symbolic Math Toolbox снабжен более чем 100 М-файлами MATLAB для применения символьной алгебры и вычислительных процедур Maple V. Пакет полностью интегрирован в среду и язык MATLAB. Таким образом, результаты символьных вычислений могут быть переданы для дальнейшей обработки в среду MATLAB.



**Вычисления с переменной точностью.** Пакет снабжен алгоритмами для вычислений с переменной точностью. Численные расчеты могут проводиться с точностью, которая ограничена только возможностями компьютера.

**Использование Maple V.** Пакет Symbolic Math обеспечивает доступ к ядру Maple V, а также к пакетам Maple по линейной алгебре и интегральным преобразованиям. Основная библиотека включает более 200 функций, например:

- Пакет линейной алгебры
- Пакет интегральных преобразований

**Пакет Extended Symbolic Math.** Пакет Extended Symbolic Math, поставляемый отдельно, обеспечивает доступ к ресурсам программирования на Maple V. Если какая-либо программа создана на языке Maple V, то она может работать совместно с пакетом Extended Symbolic Math. Этот пакет включает процедуры Maple для работы более чем в 20 областях математики. В их числе: конечные элементы, теория графов, планиметрия, анализ временных рядов, Булева алгебра, тензорный анализ и теория чисел.

Maple V разработан Waterloo Maple Software, Inc.



## System Identification Toolbox

*Интерактивная среда для построения простых точных моделей сложных систем с учетом зашумленных данных*

Пакет System Identification содержит инструменты для создания математических моделей динамических систем на основе наблюдаемых входных/выходных данных. Пакет снабжен гибким графическим интерфейсом, помогающим организовать данные и создавать модели. Методы идентификации, входящие в пакет, применимы для широкого класса задач, от проектирования систем управления и обработки сигналов, до анализа временных рядов и вибрации.

### Основные свойства

- Простой и гибкий интерфейс
- Предварительная обработка данных, включая предварительную фильтрацию, удаление трендов и смещений
- Выбор диапазона данных для анализа
- Методы авторегрессии
- Анализ отклика во временной и частотной области
- Отображение нулей и полюсов передаточной функции системы
- Анализ невязок при тестировании модели

*"Адекватность математических моделей самолета и пилота имеет очень большое значение при разработке новых конструкций самолетов. MATLAB существенно упрощает их создание"*

Карл-Эрик Хирвиниеми,  
Saab Military Aircraft

### ВВ!

**Удобство графического интерфейса.** Графический интерфейс упрощает предварительную обработку данных, а также диалоговый процесс идентификации модели. Операции загрузки и сохранения данных, выбора диапазона, удаления смещений и трендов выполняются с минимальными усилиями и находятся в главном меню.

**Возможности графики.** Представление данных и идентифицированных моделей организовано графически таким образом, что в процессе интерактивной идентификации пользователь легко может вернуться к предыдущему шагу работы. Для новичков существует возможность просматривать следующие возможные шаги. Специалисту графические средства позволяют отыскать любую из ранее полученных моделей и оценить ее качество в сравнении с другими моделями.

**Параметрические модели.** Начав с измерения выхода и входа, можно создать параметрическую модель системы, описывающую ее поведение в динамике. Пакет System Identification поддерживает все традиционные структуры моделей, включая авторегрессию, структуру Бокса-Дженкинса, другие. Пакет поддерживает линейные модели пространства состояний, которые могут быть определены как в

дискретном, так и в непрерывном пространствах. Эти модели могут включать произвольное число входов и выходов.

**Моделирование и тестирование.** В пакет включены функции, которые можно использовать как тестовые данные для идентифицированных моделей.

**Широкая область применения.** Идентификация линейных моделей широко используется при проектировании систем управления, когда требуется модель объекта. В задачах обработки сигналов модели могут быть использованы для адаптивной обработки сигналов. Методы идентификации успешно применяются для финансовых приложений.

**Powerful New GUI Simplifies the Process of Identifying Models from Test Data**

The image shows a screenshot of the Model IDENTIFIER software interface. The main window has a menu bar (File, Options, Window, Help) and a toolbar. Below the toolbar are several panels: 'Data' with a pull-down menu, 'Operations' with icons for 'Preprocess', 'Identify', and 'Estimate', and 'Models' with a grid of model icons. At the bottom, there are 'Data Views' (Time plot, Data spectra) and 'Model Views' (Model output, Transient resp, Frequency resp, Zero and poles, Noise spectrum). A 'Track' button is also visible. Three callout boxes with red lines point to specific features: one to the 'Data' menu, one to the 'Operations' icons, and one to the 'Model Views' checkboxes. Three smaller inset windows are shown below: 'Time plot of Iy1' showing raw data, 'Data Spectra of Iy1' showing frequency spectra, and 'Multi Output of I1' showing a multi-output plot.

You can easily control the importing and pre-processing of data using pull-down menus.

Icons show you a history of model estimates. You can easily add, compare, and review models before choosing the one that works best.

The data display window shows you which data set is currently active.

The analysis operations you choose are performed automatically—on all models, or only on those that you specify.

You can perform analyses such as frequency response, model output, zeros and poles, and others by simply selecting the appropriate check boxes.

Convenient plots show input/output raw data, and the same data with the biases removed.



## Wavelet Toolbox

*Пакет программ для обработки и анализа сигналов, изображений, сжатия и фильтрации*

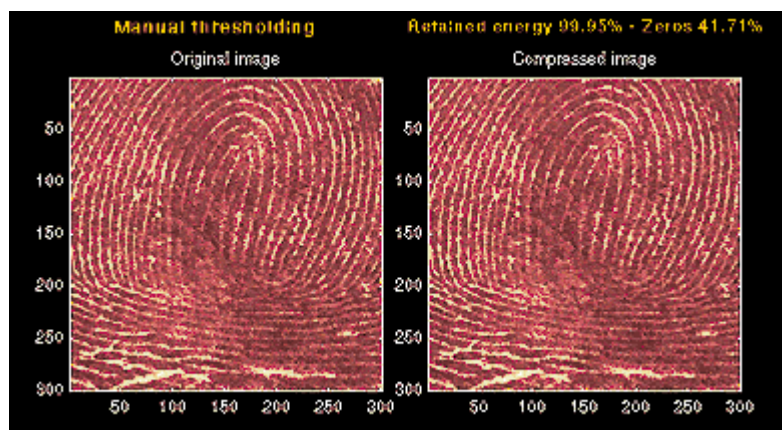
Пакет Wavelet предоставляет пользователю полный набор программ для исследования многомерных нестационарных явлений. Методы пакета Wavelet расширяют возможности пользователя в тех областях, где обычно применяется техника Фурье-разложения. Пакет может быть полезен для таких приложений, как обработка речи и аудиосигналов, телекоммуникации, геофизика, финансы и медицина.

### Основные свойства

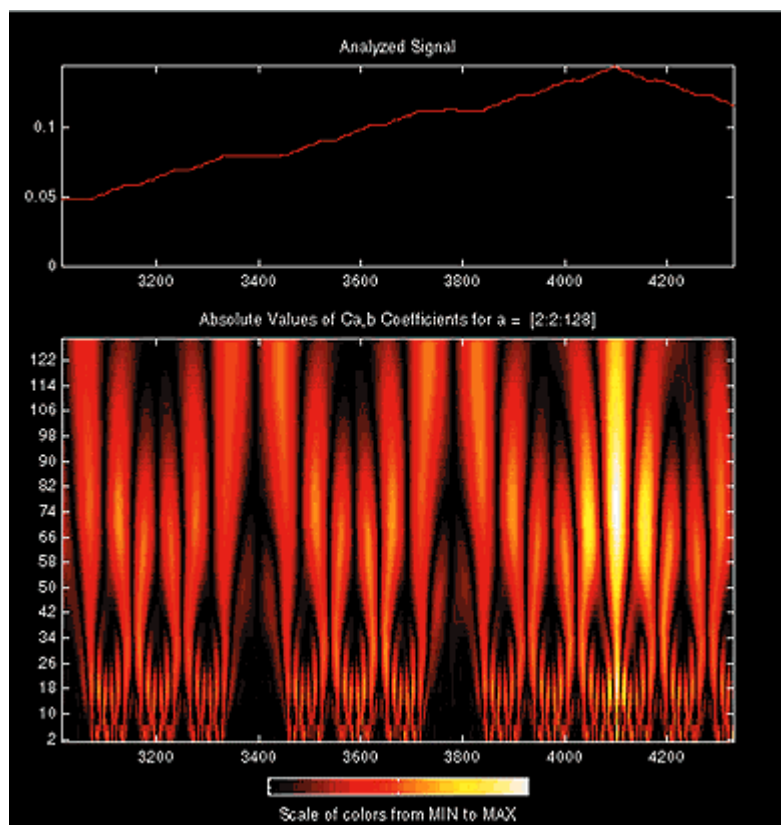
- Усовершенствованный графический пользовательский интерфейс и набор команд для анализа, синтеза, фильтрации сигналов и изображений
- Преобразование многомерных непрерывных сигналов
- Дискретное преобразование сигналов
- Декомпозиция и анализ сигналов и изображений
- Широкий выбор базисных функций, включая коррекцию граничных эффектов
- Пакетная обработка сигналов и изображений
- Анализ пакетов сигналов, основанный на энтропии
- Фильтрация с возможностью установления жестких и нежестких порогов
- Оптимальное сжатие сигналов

*"Это лучший интерфейс, с которым мне приходилось работать. Он позволяет справиться с любыми трудностями. Графический интерфейс пакета Wavelet помещает нужные инструменты под рукой и автоматически отображает результат каждой операции"*

– Ланц Мартин, Martin Consulting,  
Мартин Консалтинг,  
Подрядчик ВВС



*ФБР использует методы пакета Wavelet для сжатия и повышения эффективности хранения отпечатков пальцев. Сжатое изображение почти неотлично от оригинального.*



На верхнем рисунке представлен сигнал, который разлагается с использованием алгоритмов пакета. На нижней диаграмме представлены характеристики когерентности.

## NB!

**Современные методы.** Пользуясь пакетом, можно анализировать такие особенности, которые упускают другие методы анализа сигналов, т.е. тренды, выбросы, разрывы в производных высоких порядков. Поэтому пакет позволяет сжимать и фильтровать сигналы без явных потерь, даже в тех случаях, когда нужно сохранить и высоко- и низкочастотные компоненты сигнала.

**Фильтрация и сжатие.** Имеются алгоритмы сжатия и фильтрации и для пакетной обработки сигналов. Программы сжатия выделяют минимальное число коэффициентов, представляющих исходную информацию наиболее точно, что очень важно для последующих стадий работы системы сжатия.

**Базисные наборы.** В пакет включены следующие базисные наборы: биортогональный, Хаара, "Мексиканская шляпа", Майера и другие. Вы также можете добавить в пакет свои собственные базисы.

**Руководства и демонстрации.** Обширное Руководство пользователя объясняет принципы работы с методами пакета, сопровождая их многочисленными примерами и полноценным разделом ссылок.

Пакет Wavelet написали Michael Misiti, Yves Misiti, Georges Oppenheim и Jean-Michel Poggi, работающие в лаборатории "Laboratoire de Mathématiques", Orsay-Paris 11 University France.



## SIMULINK

*Самое совершенное средство для графической разработки моделей*

Simulink - это интерактивная среда для моделирования и анализа широкого класса динамических систем. Simulink предоставляет пользователю графический интерфейс для конструирования моделей из стандартных блоков при помощи технологии "drag-and-drop". Обширная библиотека блоков позволяет Вам моделировать системы очень быстро - без написания единой строчки кода.

### Основные средства для моделирования и анализа

- Обширная библиотека блоков для создания линейных и нелинейных, дискретных и непрерывных, гибридных, SISO и MIMO моделей
- Иерархическая структура моделей с неограниченной вложенностью
- Скалярные и векторные связи
- Средство для создания пользовательских блоков и библиотек
- Интерактивное моделирование с "живым" отображением на экране
- Семь методов интегрирования с фиксированным и переменным шагом
- Линеаризация
- Моделирование Монте-Карло
- Определение точек равновесия
- Различные способы вывода на экран и библиотека входных сигналов

*"Пользуясь MATLAB и Simulink, мы глубже проникаем в суть работы системы. Это означает, что мы разрабатываем модели более высокого качества"*

Eric Gassenfeit  
General Motors

### NB!

**Интерактивное создание моделей.** В Simulink входит большая библиотека блоков, позволяющая легко создавать модели. Вы просто переносите компоненты из библиотеки в новую модель и соединяете их с помощью мыши. Группируя блоки в подсистемы, Вы можете создавать иерархические модели. Число блоков и связей в модели не ограничено.

**"Живое" моделирование.** Блок-диаграммы Simulink обеспечивают интерактивную среду для нелинейного моделирования. Вы можете выполнять моделирование с помощью меню или из командной строки. Результаты моделирования отображаются в процессе работы. С помощью Simulink Вы можете изменять параметры модели даже в тот момент, когда выполняется моделирование.

**Настройка на пользователя.** Simulink обладает открытой архитектурой и позволяет обогащать среду моделирования:

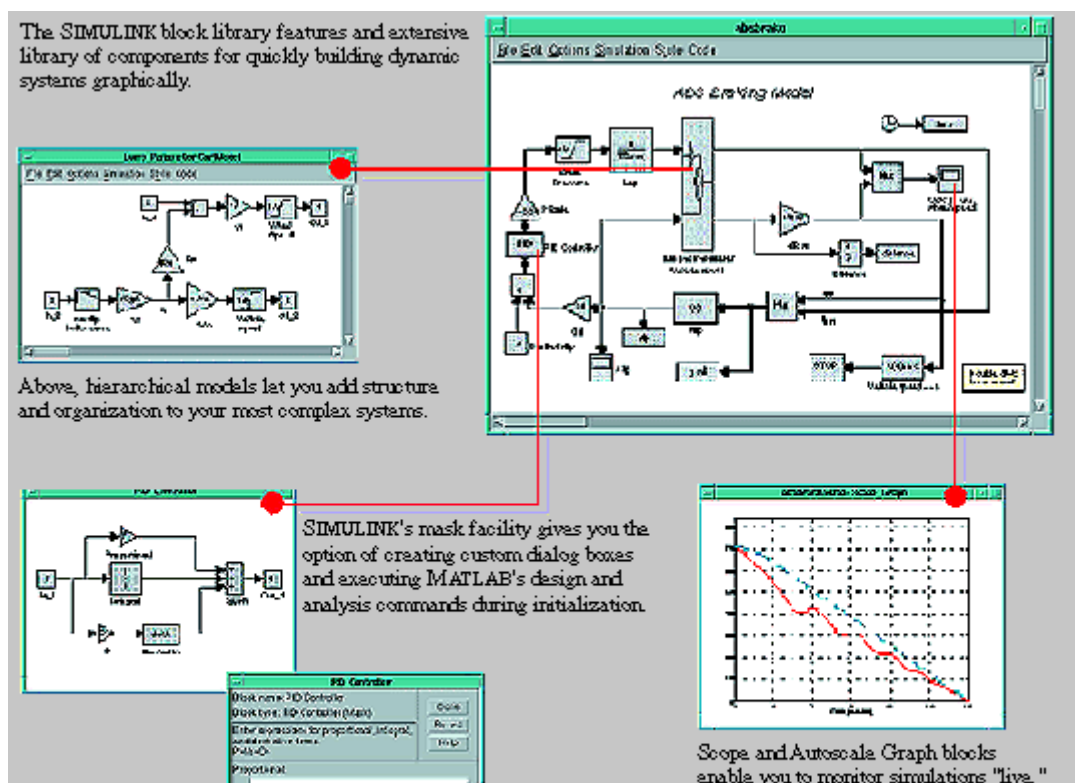
- Создавать собственные блоки и библиотеки блоков с доступом из программ на MATLAB, Fortran или C

- Связывать блоки с разработанными ранее программами на Fortran и C, содержащими уже проверенные модели.

**Интеграция с MATLAB и дополнительными пакетами программ.** Поскольку Simulink обеспечивает непосредственный доступ к математическим, графическим и программным средствам MATLAB, Вы можете анализировать данные и оптимизировать параметры моделей прямо из Simulink. Возможности дополнительных пакетов также могут быть использованы в ходе моделирования.

**Специализированные библиотеки блоков.** Библиотека блоков Simulink может быть дополнена специализированными библиотеками. Например, библиотека DSP Blockset используется для разработки алгоритмов цифровой обработки сигналов, библиотека Fixed-Point Blockset расширяет возможности Simulink для моделирования систем управления и цифровой фильтрации.

**Генерация кода.** С помощью Real-Time Workshop Вы можете генерировать C код моделей Simulink.



Дополнительные пакеты для SIMULINK:

- Real-Time Workshop
- Stateflow
- Stateflow Coder
- DSP Blockset
- Fixed-Point Blockset
- Nonlinear Control Design Blockset



## MATLAB Compiler

MATLAB Compiler транслирует MATLAB код в C код стандарта ANSI C

С помощью MATLAB Compiler Вы можете автоматически генерировать оптимизированный C и C++ код для M-файлов. Транслируя код MATLAB на C и C++, компилятор существенно ускоряет работу приложения.

### Основные свойства

- Автоматическое конвертирование M-файлов в высококачественный C и C++ код
- Существенное повышение скорости выполнения программ
- Возможность встраивать код MATLAB в другие приложения, с использованием библиотек MATLAB C и C++ Math
- Генерация хорошо аннотированного и переносимого C и C++ кода
- Возможность скрытия кода для обеспечения защиты запатентованных алгоритмов

### NB!

**Ускорение вычислений.** Ориентированный на работу с матрицами язык MATLAB оптимизирован для выполнения операций с массивами. Однако выполнение других типов операций, таких как операции со скалярами, может быть существенно ускорено при преобразовании на язык C или C++. Compiler производит это преобразование легко и быстро.

**Уменьшение времени разработки.** Компилятор сэкономит Вам время, обеспечив автоматический переход от интерактивной среды MATLAB к эффективным математическим приложениям.

**Исполняемые модули в MATLAB автономные модули.** Компилятор генерирует C код для двух типов исполняемых модулей: MEX-файлы и автономные исполняемые модули. MEX-файлы - это исполняемые модули MATLAB, которые вызываются из MATLAB и динамически линкуются во время выполнения. Автономные модули, генерируемые компилятором, могут быть встроены в приложения, написанные на C и C++ , которые выполняются вне среды MATLAB.

**Использование компилятора и библиотек C и C++ Math.** Линкуя автономные модули с подключением библиотек MATLAB C Math Library и MATLAB C++ Math Library, Вы можете сделать математические возможности MATLAB основой Ваших вычислительных приложений.

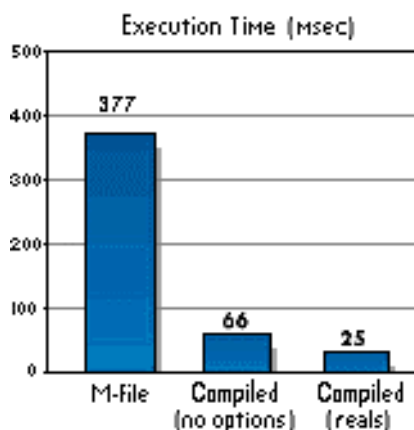


## Сравнение скорости вычислений

```
function g = sqrtfib(n)
% Sqrt of Fibonacci numbers
f = zeros(1,n);
f(1) = 1;
if n < 2, return, end
f(2) = 1;
if n < 3, return, end
for i = 3:n
    f(i) = f(i-1)+f(i-2);
end
g = sqrt(f);
```

Компилируя М-файл *sqrtfib* (слева) без каких-либо опций, увеличивает скорость исполнения в 5 раз. Использование опции *-ri* (*real, arrays in-bounds*) увеличивает скорость в 15 раз.

Гистограмма демонстрирует сравнение скорости исполнения исходного М-файла и МEX-файла, сгенерированного MATLAB Compiler для программы *sqrtfib* при  $n=5000$ .





## MATLAB C Math Library

*Библиотека объектных модулей, содержащая около 300 алгоритмов MATLAB для выполнения численных расчетов и анализа данных*

Библиотека MATLAB C Math предоставляет пользователю набор объектных модулей MATLAB для выполнения наиболее употребительных математических алгоритмов для численных расчетов и процедур для анализа данных. Пользователь может применять эту библиотеку совместно с MATLAB Compiler для создания процедур MATLAB, работающих в каких-либо внешних приложениях, а также может использовать алгоритмы библиотеки MATLAB C Math в программных продуктах, работающих в других средах.

### Основные свойства

- Матричная арифметика
- Сравнения матриц
- Решение линейных уравнений
- LU- и QR- разложения матриц, сингулярные числа и собственные значения
- Нахождение обратной матрицы, детерминанта и возведение матрицы в степень
- Элементарная математика
- Бета-, гамма- функции, функция ошибки и эллиптические функции
- Статистика и анализ данных
- Нахождение корней многочленов
- Фильтры, свертки, быстрое преобразование Фурье
- Интерполяция
- Операции над строками
- Ввод/вывод в файл

### NB!

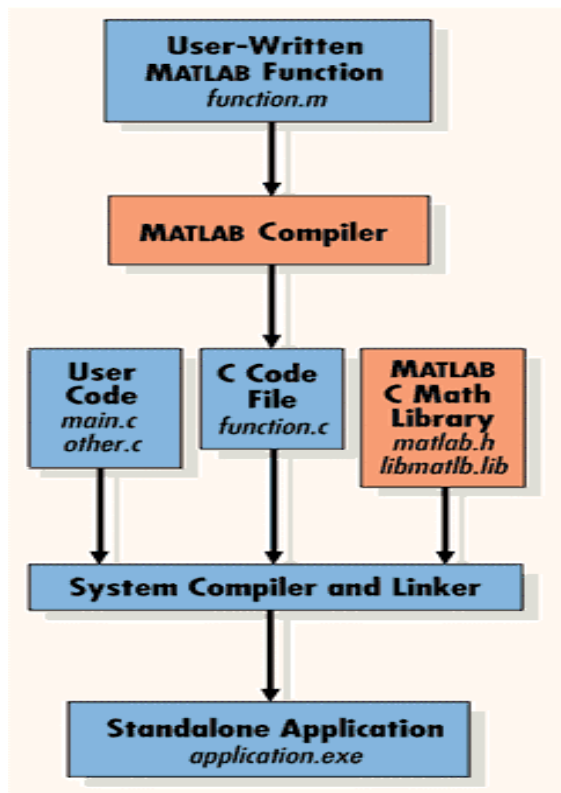
**Основы MATLAB.** Библиотека MATLAB C Math содержит набор откомпилированных подпрограмм на C для наиболее часто используемых функции MATLAB для численных расчетов, анализа данных, доступа к файлам.

**Взаимосвязь результатов.** Функции, содержащиеся в библиотеке C Math Library, идентичны функциям, встроенным в MATLAB, таким образом, результаты работы ваших автономных приложений не будут отличаться от результатов работы MATLAB.

**Три стадии процесса компиляции.** Встраивание кода MATLAB в автономное приложение включает три простых шага:

1. Преобразование Вашего М-файла в C код с помощью MATLAB Compiler.
2. Компиляция исходного C кода в объектный код с помощью компилятора ANSI C.
3. Линковка полученного кода с использованием MATLAB C++ Math Library и других необходимых библиотек

Замечание: Библиотека MATLAB C Math не обеспечивает поддержку операций с разреженными матрицами, блок-диаграммами SIMULINK и графикой MATLAB.



На диаграмме слева показано как с помощью MATLAB Compiler и MATLAB C Math Library можно преобразовать М-файл, с тем чтобы встроить его во внешнее приложение



## MATLAB C++ Math Library

*Основные математические функции и функции анализа данных MATLAB для приложений C++*

С помощью библиотеки MATLAB C++ Math вы можете вставлять мощные подпрограммы численных расчетов MATLAB в приложения, написанные на C++. Библиотека предназначена для создания автономных приложений, которые требуют использования мощных математических функций MATLAB.

### **Библиотека математических функций:**

- Матричная арифметика
- Сравнение и оценка матриц
- Решение линейных уравнений
- LU- и QR- разложения, собственные значения и сингулярные числа
- Обращение матриц и вычисление определителей
- Элементарная математика
- Бета-, гамма- функции, функция ошибок и эллиптические функции
- Статистика и анализ данных
- Корни многочленов
- Фильтры, свертки и быстрое преобразование Фурье
- Интерполяция
- Неравенства
- Ввод и вывод данных

### **NB!**

**Программирование на C++.** Для создания программ на C++, которые используют математические процедуры MATLAB, пользователь может конвертировать свои М-файлы в C++ при помощи MATLAB Compiler или написать программу непосредственно на C++, вызывая функции из C++ Math Library.

**Сходный с MATLAB синтаксис.** C++ Math Library использует несложный синтаксис, который во многом сходен с языком MATLAB. Поэтому пользователь может довольно легко, с минимальной тренировкой создавать и усовершенствовать программы на C++ путем использования MATLAB C++ Math Library.

**Увеличение скорости работы кода.** Компилируя М-файл в C++ код, можно достигнуть увеличения скорости работы программы. Иногда возможно достигнуть 20-ти кратного выигрыша в скорости.

**Преимущества от соединения MATLAB и C++.** Используя C++ Math Library, пользователь может получить преимущества от соединения скорости приложений на C++ и гибкости вычислительных модулей MATLAB, которые поддерживает описываемая библиотека.

## Синтаксис М-файла и синтаксис С++

Пример, приведенный ниже, показывает М-файл функции hilb.m и соответствующий модуль, написанный на С++, автоматически полученный с помощью MATLAB Compiler с использованием библиотеки С++ Math Library.

MATLAB hilb.m М-файл:	Соответствующий С++ код:
<pre>J = 1:n; J = J(ones(n,1),:); I = J'; E = ones(n,n); H = E./(I+J-1);</pre>	<pre>MwMatrix J,I,E,H; J = ramp(1,n); J = J(ones(n,1),colon()); I = ctranspose(J); E = ones(n,n); H = rdivide(E,I+J-1);</pre>

Ограничения: MATLAB С++ Math Library пока не поддерживает операции с разреженными матрицами, блочные диаграммы SIMULINK и графику MATLAB.