

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций»

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Методические указания

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2017

Составитель
ст. преподаватель В.С. Кокшаров

УДК 004.422(072.8)
И62

Рецензент
канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры
механики композиционных материалов и конструкций *А.В. Зайцев*
(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)

Инженерные информационные технологии. Общие требования подготовки к аудиторным занятиям : метод. указания / сост. В.С. Кокшаров. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – 13 с.

Приведены темы лекционных занятий, наиболее используемые функции, особенности, на которые стоит обратить внимание при самостоятельной подготовке студентов к аудиторным занятиям.

Предназначены для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов», профиль «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов», очной формы обучения.

ВВЕДЕНИЕ

Эволюция применения компьютеров привела к развитию методов компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента. Активное использование компьютеров для проведения символьных и графических вычислений, освобождающее исследователя от проведения рутинных, но трудоемких и чреватых ошибками преобразований, существенно сократило время реализации научных и технических проектов. Взрывное развитие компьютерных телекоммуникаций позволяет отдельным исследователям получать доступ к таким информационным и вычислительным ресурсам, которыми ранее располагали только крупные научные организации.

Осуществление широкого спектра символьных преобразований, включающий, наряду с другими, операции математического анализа: дифференцирование, интегрирование и интегральные преобразования, разложение в ряды, решение дифференциальных уравнений и т.п. стало возможным с появлением различных систем символьной математики, одной из которых является *Mathematica*.

Теперь пользователю нет необходимости составлять программы на универсальном языке программирования. Они уже составлены и в качестве готовых функций и находятся в памяти компьютера. От исследователя требуется лишь обратиться к ним, а программирование состоит лишь в том, чтобы объединить некоторые из них в единую программу, соответствующую алгоритму решения задачи.

Система *Mathematica* широко применяется в научно-технических, математических расчетах, инженерном деле, а благодаря потрясающим возможностям визуализации вычислений (в том числе графической и динамической) резко расширяют возможности последних версий *Mathematica* в сфере образования.

Тема 1. Интерфейс системы *Mathematica*

Литература: [1, гл. 1, с. 33-96], [2, гл. 1, с. 16-33].

При изучении темы стоит обратить внимание следующие позиции главного меню системы: **File**, предназначенного для работы с файлами, меню **Kernel** для управления ядром системы *Mathematica*, меню **Help** для работы со справкой. Для облегчения ввода математических выражений *Mathematica* имеет выводимые пользователем и перемещаемые по экрану в любое место инструментальные панели с множеством пиктограмм ввода математических символов, функций и команд управления системой. Они выводятся с помощью подменю **Palettes** (Палитры).

Важным моментом в работе с документами является выделение их элементов – ячеек ввода и вывода, их содержимого и т.д., так как при редактировании документа курсор мыши приходится перемещать из одной ячейки в другую и обращаться к командам главного меню для выполнения тех или иных операций.

Особое внимание стоит уделить понятию *Cell* (ячейки), так как они являются основными объектами документов. Знать наиболее основные команды для работы с ячейками, уметь определять их статус и т.п.

Тема 2. Основы работы с системой *Mathematica*. Списки и работа с ними

Литература: [1, гл. 4, 4.1-4.4, с. 203-217; гл. 2, 2.1-2.2, с. 106-113], [2, гл. 2, 2.1-2.3, с. 34-69].

В теме рассматривается синтаксис, используемый в системе, базовые алгебраические операции, типы и структура данных.

Наиболее общим видом сложных данных в системе являются списки (*lists*). Списки представляют совокупность однотипных или разнотипных данных, сгруппированных с помощью фигурных скобок. При изучении темы стоит обратить внимание на команды, позволяющие создавать списки (*Table*, *Range*, *Array* и т.д.). Уметь выделять элементы списков при помощи команд *Part*, *Take*. Знать команды вывода элементов списков в различных формах удобных для восприятия, таких как *MatrixForm*, *TableForm*.

Также стоит знать, как производить манипуляции с элементами списков, такие как включение в список новых элементов (*Append*, *AppendTo*, *Prepend*, *PrependTo*, *Insert*), удаление элементов списка (*Delete*), изменения порядка элементов в списке (*Flatten*, *Sort*, *Reverse*, *RotateLeft*, *RotateRight*), комбинирование списков (*Union*).

Необходимо знать принципы организации простейших алгебраических операций между списками (сложение, вычитание, умножение, деление).

Тема 3. Графика в системе *Mathematica*

Литература: [1, гл. 8, 8.1-8.12, с. 399-494], [2, гл. 3, 3.1-3.2, с. 70-106].

Визуализация вычислений является одним из этапов компьютерных технологий решения задач. Система имеет богатые возможности и позволяет строить практически любые функции.

В данной теме стоит уделить внимание способам построения двумерных графиков функций, например, функция *Plot* – построения графика одной переменной, *PolarPlot* – задание графика функций в полярных координатах и *ParametricPlot*, которая позволяет построить функцию, заданную параметрически.

Для 3D графики (поверхности и фигуры), стоит рассмотреть функцию *Plot3D*, которая позволяет построить пространственный график функции двух переменных $z = f(x, y)$.

Так же стоит уделить внимание отображению данных представленных в виде списков. К ним относятся точечные графики (*ListPlot*, *ListLinePlot*,

ListPlot3D), гистограммы (*Histogram*, *Histogram3D*), контурные графики (*ContourPlot*), графики распределение плотности (*ListDensityPlot*).

Для отображения графических примитивов (правильные многоугольники, многогранники, круг, сфера и т.д.) стоит рассмотреть функцию (*Graphics*) и соответствующие функции задания примитивов: *Polygon*, *Circle*, *Sphere* и т.д.

Полезно рассмотреть функцию *Show*, которая позволяет на одной декартовой оси отображать различные типы графиков и объектов, задаваемых функциями, представленными выше.

Тема 3. Настройка визуализации и графики

Литература: [1, гл. 8, 8.1.2-8.1.4, с. 400-407; 8.7.3-8.7.5, с. 421-429], [2, гл. 3, с. 75-80, с. 86-91].

Для настройки параметров отображения графических объектов необходимо знать функции, используемые системой *Mathematica*. Их можно вывести на экран с использованием функции *Options*. Например, *Options[Plot]* выводит всевозможные опции, которые позволяют настраивать толщину, тип, цвет линий отображаемых графических объектов, размер, цвет и тип шрифтов надписей, задавать вспомогательные обозначения и т.п. Большинство из этих опций применимо к различным типам графических объектов.

Из всего множества опций настройки графики можно выделить наиболее используемые, а именно: для настройки осевых линий *Axes*, *AxesStyle*, *AxesOrigin*; для задания подписей к графику *PlotLabel*, *AxesLabel*, *PlotLegends*; для задания и настройки опций рамки вокруг графика *Frame*, *FrameStyle*, *FrameTicks*, *FrameLabel*, *FrameTicksStyle*; для создание координатной сетки *GridLines*, *GridLinesStyle*; для изменения размера отображаемого графика *ImageSize*; для настройки опций непосредственно линий графика *PlotStyle*; для определения области отображения по координатам осей *PlotRange* и т.д.

Тема 4. Импорт и экспорт данных

Литература: [1, гл. 10, 10.3.7-10.3.9, с. 586-590].

В этой теме рассматриваются вопросы, характеризующие *Mathematica* как компьютерную среду, в которой возможно не только проводить изолированные символьные, графические и численные расчеты, но и осуществлять структурированный обмен данными с другими программами.

Для обмена данных между *Mathematica* и другими приложениями в основном используются две функции: *Import*, *Export*, которые позволяют импортировать и экспортировать сотни форматов данных. Стоит обратить внимание на популярные форматы электронных таблиц, а также опции

команд, которые позволяют структурировать и задавать типы экспортируемых и импортируемых данных. Важно знать синтаксис при обращении к имени файла при его импортировании или экспортировании.

Будет полезно рассмотреть функции **ReadList**, позволяющей считывать данные из файла, и другие низкоуровневые операции с файлами (**Read**, **Write**).

Тема 5. Работа с табличными данными

Литература: [1, гл. 4, 4.1-4.4, с. 203-217].

Обширные возможности *Mathematica* для представления данных, текста, графики и динамических элементов в форматированных таблицах дают пользователю полный контроль над элементами макета и стиля.

Создание таблиц с элементами – вещественными и целыми числами или целыми выражениями, с использованием функции **Table**.

Тема 6. Статистические данные и работа с ними в *Mathematica*

Литература: [1, гл. 4, 6.11.1-6.11.7, с. 350-360].

Mathematica содержит множество мощных функций для обработки широкого спектра статистических задач. Стоит обратить внимание на команды элементарной описательной статистики, позволяющие проводить вычисления над группами данных, таких как арифметическое среднее (**Mean**), медиана (**Median**), дисперсия (**Variance**), среднеквадратическое отклонение (**StandardDeviation**) и др.

Для работы со статистическими распределениями, стоит обратить внимание на встроенные функции для задания стандартных распределений: нормальное распределение (**NormalDistribution**), биномиальное распределение (**BinomialDistribution**), логнормальное распределение (**LogNormalDistribution**) и др. Для графического представления распределений полезно уметь задавать функции плотности вероятности **PDF** и интегральной функции распределения **CDF**.

Для представления данных различных выборок *Mathematica* позволяет создавать гистограммы (**Histogram**) с широкими возможностями по настройке ширины или количеству столбцов и т.п.

Тема 7. Шаблоны в *Mathematica*

Литература: [1, гл. 2, 2.3-2.4, с. 114-122; гл. 3, 3.6, с. 172-173; гл. 7, 7.1, с. 370-375].

Шаблоны (образцы) повсеместно используются в *Mathematica* для обозначения различных категорий (классов) выражений, необходимых для

создания специальных программных конструкций, таких как функции пользователя и процедуры. Это необычайно гибкое и мощное средство обобщенного представления математических выражений, используемое при любом подходе к программированию.

Необходимо знать, что основной объект, который появляется во всех шаблонах Mathematica – «_» (можно встретить название «слот» или «подчеркивание»). Основное правило само по себе очень простое «_» заменяет собой любое выражение. Например $f[_]$, заменяет собой выражение вида $f[\text{что угодно}]$.

У шаблона может быть локальное имя, например, $x_$ означает, что любое выражение, представленное этим шаблоном, будет иметь локальное имя x , и заголовок, например, $Integer_$, означающие любое целочисленный образец. Необходимо знать и уметь применять на практике наиболее часто используемые заголовки, такие как определяющие типы данных (*Real*, *Integer*, *Complex*, *Symbol*), заголовки различных функций (*List*, *Plus*, *D* и др.).

Mathematica предлагает универсальный механизм ввода ограничений для шаблонов, среди которых стоит обратить внимание на операторы: «/;» (условие) в конце шаблона, набор функций для тестирования свойств выражений (*IntegerQ*, *NumberQ*, *MatrixQ* и др.) с использованием выражения «?» в конце шаблона. Для задания шаблона, который может иметь одну или несколько форм, необходимо использовать альтернативы «|».

Тема 8. Правила преобразования

Литература: [1, гл. 3, 3.6, с. 172-173].

Важное значение в числовых и символьных преобразованиях имеют операции подстановки. Их смысл заключается в замене символьного значения заданной переменной или шаблона выражения на другое (числовое или символьное) значение или выражение.

В данной теме необходимо знать операторы «/.» и «->», которые используются в подстановках, например, «*expr*/.*x*->*value*», которое можно интерпретировать следующим образом: в выражении *expr*, заменить *x* на *value*).

В качестве операторов для подстановки могут так же использованы выражения вида «:>» (отложенная замена), «//.» (повторная замена). Необходимо представлять разницу между этими выражениями.

Тема 9. Процедурное программирование

Литература: [1, гл. 2, 2.5-2.7, с. 122-131].

В основе процедурного программирования лежит понятие процедуры как законченного программного модуля и типовых средств управления: циклов, условных и безусловных выражений и т.д. Хотя программирование в

системе *Mathematica* является функциональным, процедурный подход, ввиду своей распространенности, так же представлен в системе.

Для создания полноценных процедур и функций, которые могут располагаться в любом числе строк, может использоваться базовая структура-блок. Для их задания используются команды ***Block***, ***Module***, ***With***. Важно знать и уметь задавать локальные переменные (и их начальные значения) используемые в процедуре.

Важнейшими управляющими структурами языка относят циклы. В *Mathematica* реализованы несколько функций позволяющие создавать циклы (***Do***, ***For***, ***While***). Необходимо знать особенности каждой функции и уметь использовать их на практике при организации цикла. Здесь же будет полезно рассмотреть функции прерывания и продолжение циклов (***Abort***, ***Break***, ***Continue*** и др.)

Для создания полноценных программ помимо организации циклов необходимы и средства для создания разветвляющихся программ произвольной структуры. Как и у большинства языков программирования, условные выражения задаются с помощью оператора или функции ***If***. Также будет полезно рассмотреть функции, позволяющие организовать множественное ветвление ***Which*** и ***Switch***

Тема 10. Задание матриц и векторов

Литература: [1, гл. 4, 4.5, с. 217-223; 2, гл. 5, 5.3, с. 154-161].

Для задания векторов и матриц в *Mathematica* используются списки, которые рассматривались в теме 2. Поэтому методы и команды, используемые для задания списков, также используются для создания матриц и векторов. Для ручного ввода компонент матриц и векторов можно использовать графический интерфейс (Main menu → Palettes → Basic Math Assistant), что позволит задавать матрицы и вектора в удобной для восприятия пользователя форме (в виде вектора столбцов или таблиц). Также стоит знать сочетания клавиш для добавления строки или столбца в уже существующую матрицу (вектор).

Тема 11. Операции над матрицами и векторами

Литература: [2, гл. 5, 5.4, с. 162-165].

Для операций над векторами и матрицами в *Mathematica* используются специальные команды. Стоит помнить, что алгебраические операции (сложение «+», умножение «*»), которые также можно применить к спискам, а, следовательно, к матрицам и векторам, не являются операциями скалярного и векторного произведения. Для этих целей в системе используются команды ***Dot*** и ***Cross*** или их сокращенные формы «.» и «×».

Также будут полезны встроенные функции, которые позволяют находить определитель матрицы (*Det*), задавать единичную матрицу (*IdentityMatrix*), находить транспонированную (*Transpose*) и обратную матрицы (*Inverse*), определять след матрицы (*Tr*) и находить собственные значения (*Eigenvalues*).

Тема 12. Интегрирование и дифференцирование

Литература: [1, гл. 5, 5.2-5.3, с. 236-247].

К числу наиболее часто используемых математических операций принадлежит вычисление производных функций, как в аналитической, так и в символьной форме. Для этого в системе *Mathematica* используется функция *D*. Стоит обратить внимание на синтаксис при записи функции для нахождения частных и смешанных производных различных порядков.

Для интегрирования в системе *Mathematica* используются функции *Integrate* и *NIntegrate*. Необходимо уметь применять эту функцию для нахождения неопределенных, определенных и кратных интегралов функций аналитически и с применением численных методов.

Тема 13. Решение алгебраических и дифференциальных уравнений

Литература: [1, гл. 5, 5.5-5.6, с. 250-268], [2, гл. 8-10, с. 229-303], [3, гл. 1, с. 21-126, гл. 4-5, с. 349-498].

Для решения алгебраических и дифференциальных уравнений и систем уравнений используются функции *Solve*, *NSolve*, *DSolve*, *NDSolve*.

Для решения уравнений в аналитическом виде используют функцию *Solve* и *DSolve*. Аргументами функции являются равенства и переменные относительно которых и ищется решение. Стоит отметить, что в *Mathematica* для задания тождества используется двойной знак равенства «*==*», тогда как одиночный знак «*=*» является операцией присваивания. К сожалению не все решения уравнений можно представить в аналитическом виде.

Многие нелинейные уравнения в принципе не имеют аналитических решений. Однако их решение вполне возможно численными методами. В системе *Mathematica* для этого используются следующие функции: *NSolve*, *NDSolve*, для решения алгебраических и дифференциальных уравнений.

Для определения производных функций при решении дифференциальных уравнений и их систем можно воспользоваться встроенной функцией *D*. Однако для удобства восприятия и записи производных функций одного переменного часто используется сокращенная запись, например, вторую производную функции *f* по переменной *x* можно записать *f''[x]*, тогда как стандартная запись *D[f[x], {x, 2}]*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Дьяконов В.П. Mathematica 5.1/5.2/6. Программирование и математические вычисления. - М.: ДМК Пресс, 2008.
2. Половко А.М. Mathematica для студента. — СПб: БХВ-Петербург, 2007.
3. Эдвардс Ч.Г. Дифференциальные уравнения и краевые задачи: моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple и Matlab.— 3-е изд.— М: Вильямс, 2008.

Дополнительная

4. Шмидский Я.К. Mathematica 5. Самоучитель. — Москва; Санкт-Петербург; Киев: Диалектика, 2004. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=2383> (дата обращения: 02.11.2016)
5. Левин В.А. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии на базе пакета "Mathematica".— М. : Физматлит, 2007.
6. Капустина Т.В. Компьютерная система Mathematica 3.0 для пользователей: справ. пособие. - М.: Солон-Р, 1999.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Тема 1. Интерфейс системы <i>Mathematica</i>	3
Тема 2. Основы работы с системой <i>Mathematica</i> . Списки и работа с ними.....	4
Тема 3. Графика в системе <i>Mathematica</i>	4
Тема 3. Настройка визуализации и графики.....	5
Тема 4. Импорт и экспорт данных	5
Тема 5. Работа с табличными данными	6
Тема 6. Статистические данные и работа с ними в <i>Mathematica</i>	6
Тема 7. Шаблоны в <i>Mathematica</i>	6
Тема 8. Правила преобразования	7
Тема 9. Процедурное программирование	7
Тема 10. Задание матриц и векторов	8
Тема 11. Операции над матрицами и векторами.....	8
Тема 12. Интегрирование и дифференцирование	9
Тема 13. Решение алгебраических и дифференциальных уравнений.....	9
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	10

Учебное издание

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Методические указания

Составитель
Кокшаров В.С.

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 19.09.2017. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 0,9. Тираж 30 экз. Заказ № 120а/2017.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.