

Практикум 1. Пошаговые вычисления в пакете MATLAB.

Цель работы – знакомство с интерфейсом, представлением различных типов числовых данных и действиями над ними.

Продолжительность работы - 2 часа.

Оборудование, приборы, инструментарий – работа выполняется в компьютерном классе с использованием пакета MatLab.

Порядок выполнения

1. Упражнения выполняются параллельно с изучением теоретического материала.
2. После выполнения каждого упражнения результаты заносятся в отчёт.
3. При выполнении упражнений в случае появления сообщения об ошибке рекомендуется сначала самостоятельно выяснить, чем оно вызвано, и исправить команду; если многократные попытки устранить ошибку не привели к успеху, то проконсультироваться с преподавателем.
4. Дома доделать упражнения из раздела «Краткие теоретические сведения и практические упражнения», которые Вы не успели выполнить во время аудиторного занятия.
5. После выполнения упражнений выполнить дополнительные упражнения для самостоятельной работы и ответить на контрольные вопросы и (см. ниже).
6. Подготовить **отчёт**, в который включить упражнения из раздела «Краткие теоретические сведения и практические упражнения» и упражнения для самостоятельной работы. Отчёт представить в виде документа Microsoft Word, имя файла (пример): **mp_10_Ivanov_P_01_s1** (факультет_группа_Фамилия студента_Инициал_номер лабораторной_семестр). Отчет должен содержать по каждому выполненному упражнению: № упражнения, текст упражнения; команды, скопированные из командного окна, с комментариями к ним и результаты их выполнения, включая построенные графики; тексты М-сценариев и М-функций; выводы.

Краткие теоретические сведения и практические упражнения

1. Основные окна рабочего стола MATLAB.

После запуска пакета появляется рабочий стол (**Desktop**), состоящий из строки заголовка, строки главного меню, панели инструментов и комбинированного окна.

Комбинированное окно включает четыре панели:

Command Window (Окно команд)

Command History (История команд)

Workspace (Рабочее пространство)

Current Folder (Текущая папка)

В **Command Window** набираются команды, подлежащие немедленному исполнению, и выдаются результаты выполненных команд

Окно **Workspace** отображает текущий набор переменных, введенных пользователем в командном окне.

Окно **Command History** хранит все команды, набираемые пользователем в командном окне Command Window, однако в отличие от Command Window в Command History не попадают результаты вычислений и сообщения системы.

Переключение между окнами реализуется с помощью щелчка левой кнопки мыши в области соответствующего окна или на одной из вкладок, если нужное окно полностью закрыто другим окном. Конфигурацию окон на экране можно менять, используя вертикальные и горизонтальные разделители. Можно изменять размер окон в пределах рабочего стола, перемещать окна по экрану с помощью перетаскивания строки заголовка соответствующего окна, закрывать их (крестик) и отделять(отстыковывать) от рабочего стола (стрелочка). Чтобы в точности восстановить исходную конфигурацию нужно пройти путь: **Desktop** (команда Рабочий стол в строке главного меню) → **Desktop Layout** (разметка рабочего стола) → **Default** (по умолчанию).

Упражнение 1.

1) Последовательно переключиться между окнами Command Window, Workspace, Command History, Current Folder, Command Window.

2) С помощью вертикального разделителя уменьшить примерно на половину ширину Command Window, увеличив при этом ширину окон Workspace и Command History.

3) С помощью горизонтального разделителя увеличить примерно на треть высоту Workspace.

4) Перенести в левый верхний угол рабочего стола Command History.

5) Отстыковать окно Current Folder и перенести его в правый нижний угол рабочего стола, после чего свернуть его.

6) Развернуть во весь экран Command History, затем вернуть его в предыдущее положение.

6) Удалить с рабочего стола Command History. Вернуть его, с помощью последовательности команд: **Desktop** (команда Рабочий стол в строке главного меню) → **Command History** (поставить галочку).

7) Минимизировать окно Workspace (нажать на панели инструментов этого окна на стрелку Minimize Workspace).

В результате выполнения пунктов 1 – 6 на рабочем столе должны остаться два окна Current Folder и Command Window.

8) Вернуть окно Workspace в предыдущее положение (нажать на закладку Workspace и после выдвижения окна Workspace нажать на его панели инструментов прямоугольник Restore Workspace - восстановить рабочее пространство).

9) Пристыковать к рабочему столу Current Folder.

10) Восстановить исходную конфигурацию рабочего стола.

Знак >> в Command Window символизирует начало текущей строки. В этой строке можно набирать формулы или команды, удовлетворяющие синтаксису языка MATLAB. Если все составляющие (операнды) формулы известны, то после нажатия клавиши <Enter> MATLAB вычисляет значение выражения. Если в выражении указан операнд, значение которого неизвестно, MATLAB выдает сообщение об ошибке.

Упражнение 2. Выполнить команды

1) >> 2*3

2) >> k=3+4

3) `>> (k+1)*(k-1)`

4) `>> (x+1)*(x-1)`

5) Точка с запятой подавляет автоматический вывод результатов вычислений

`>> a=5; b=3; c=6; h=(a+b)*c;`

Обратите внимание: значение всех промежуточных переменных, использованных в многошаговых вычислениях, MATLAB запоминает в рабочем пространстве (см. окно Workspace).

6) Если формула для вычисления очень длинная, то ее можно перенести на следующую строку. Признаком завершения строки, у которой имеется продолжение на следующей строке, являются три подряд идущих точки.

`h=(a+2)*3+...`

`3+(b+7)`

Обратите внимание: информация, касающаяся переменной h, в окне Workspace обновлена.

Меню **Edit** (Правка) в строке главного меню содержит группу команд, которые позволяют очистить соответствующие окна (**Clear Command Window** - очистить окно команд, **Clear Command History** – очистить окно истории команд, **Clear Workspace** – очистить переменные рабочего пространства).

2. Переменные рабочего пространства.

В именах переменных можно использовать латинские буквы, цифры и символ подчеркивания; большие и малые буквы в именах различаются; имя должно начинаться с буквы; длина имени не должна превышать 63 символа.

Информацию о переменных рабочего пространства можно получить, набрав в Command Window команду `whos`

`>> whos a b h`

Name	Size	Bytes	Class
a	1x1	8	double
b	1x1	8	double
h	1x1	8	double

Name – имя переменной, Size – размерность, Bytes – количество занятых байтов, Class - класс объектов, представляющих соответствующий тип данных. Детали этой информации рассмотрим позже.

Команда `whos` без параметров выдает информацию обо всех переменных.

Если в дальнейших вычислениях переменная `a`, к примеру, не понадобится, ее можно убрать из рабочего пространства, набрав в командном окне `>> clear a`

Команда `clear` без параметров удаляет все переменные.

Упражнение 3.

- 1) Убрать из рабочего пространства все переменные.
- 2) Ввести новые переменные `x`, `y`, `z`, `t`, задав им значения соответственно 1, 2, 3, 4.
- 3) Вывести в командное окно информацию обо всех переменных.
- 4) Удалить из рабочего пространства переменную `x`.
- 5) Вывести в командное окно информацию об оставшихся переменных.
- 6) Удалить из рабочего пространства одновременно переменные `y` и `z`.
- 7) Вывести в командное окно информацию об оставшихся переменных.

3. Представление данных матрицами

Матрицей размерности $n \times m$ называется прямоугольная таблица, состоящая из n строк и m столбцов. Традиционно в математике эту таблицу заключают в круглые скобки. Например, $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ - матрица размерности 2×4 ;

Если матрица имеет размер $1 \times m$, т.е. состоит только из одной строки, то ее называют вектором-строкой. Например, $B = (1 \ 3 \ -1)$ - матрица размерности 1×3 , т.е. вектор-строка.

Если матрица имеет размер $n \times 1$, т.е. состоит только из одного столбца, то ее называют вектором-столбцом. Например, $C = \begin{pmatrix} -1 \\ 2,1 \end{pmatrix}$ - матрица размерности 2×1 , т.е. вектор-столбец.

Если матрица имеет размер 1×1 , т.е. состоит из одного столбца и одной строки, то ее называют скаляром. Например, $D = (9)$ - матрица размерности 1×1 , т.е. скаляр.

В MATLAB все числовые данные представляются в виде матриц. Поэтому любое число рассматривается как матрица размера 1×1 .

Рассмотрим самый простой способ задания матриц в MATLAB.

Для задания вектора-строки (т.е. матрицы размера $1 \times m$) используются квадратные скобки, в которых числовые данные отделяются друг от друга пробелами или запятыми:

```
>> B=[1 3 -1]
B =
     1     3    -1
>> B=[1, 3, -1]
B =
     1     3    -1
```

Для задания вектора-столбца (т.е. матрицы размера $n \times 1$) используются квадратные скобки, в которых числовые данные отделяются друг от друга точкой с запятой:

```
>> C=[-1;2.1]
C =
-1.0000
 2.1000
```

Комбинируя оба варианта разделителя, можно задать матрицу, число строк и столбцов которой больше одного (двумерный массив):

```
>> A=[1 2 3 4;0 1 3 2]
A =
     1     2     3     4
     0     1     3     2
```

Любое число рассматривается в MATLAB как матрица размера 1×1 .

```
>> n=3
n =
     3
>> m=[3]
m =
     3
>> whos A B C n m
Name      Size      Bytes Class  Attributes
A         2x4         64 double
```

B	1x3	24 double
C	2x1	16 double
m	1x1	8 double
n	1x1	8 double

Для доступа к отдельным элементам матриц указываются их индексы. Например, $A(1,3)$ – элемент матрицы A, стоящий в 1-й строке и 3-м столбце; $B(2)$ ($B(1,2)$) – второй элемент вектора-строки B.

Далее мы будем часто использовать векторы-строки, элементы которых образуют арифметическую прогрессию. Они задаются следующим образом:

$a_1 : d : a_n$:

```
>> v=1:2:7
```

```
v =
```

```
1    3    5    7
```

Элементами матриц могут быть любые выражения, допустимые в MATLAB.

```
>> S=[-1+2*3 sqrt(2) abs(-3)]
```

```
S =
```

```
5.0000    1.4142    3.0000
```

Упражнение 4.

- 1) Задать какую-нибудь матрицу R размерностью 3×4 .
- 2) Заменить значения элемента $R(2,3)$ на противоположный ($R(2,3) = -R(2,3)$), вывести обновленную матрицу R в командное окно. Уменьшить на 4 элемент, стоящий в первой строке и третьем столбце, вывести обновленную матрицу R в командное окно. Удвоить все элементы второго столбца ($R(:,2) = 2 * R(:,2)$). Утроить все элементы первой строки.
- 3) Задать векторы-строки размерности 1×5 и 1×7 , задать 3 вектора-столбца разной размерности.

4. Формат отображения числовых данных

Числовые данные, с которыми оперирует MATLAB, в памяти компьютера представлены вещественными или комплексными (их обсудим позже) переменными в формате double. Это означает, что каждое вещественное число занимает 8 байтов в оперативной памяти и принимает по модулю значения из

диапазона $[10^{-308}, 10^{308}]$. Количество значащих цифр при этом достигает 16-17. Именно с такой точностью MATLAB выполняет все вычисления. Однако при отображении всех результатов на экране часть значащих цифр отбрасывается в соответствии с установленным форматом вывода. Отображаемые значения округляются по общепринятым в математике правилам.

В таблице 1 представлены основные форматы вывода числовых данных с фиксированной (левый столбец) и плавающей (правый столбец) запятой. Формат `rational` позволяет отображать числовые значения в виде подходящих рациональных дробей с минимально возможными числителями и знаменателями. При этом значение переменной `x`, хранящееся в памяти компьютера, не зависит от установленного формата вывода.

Таблица 1. Форматы вывода чисел		
Пример отображения числа	Пример отображения числа	Пример отображения числа
<pre>>> format short >> x=sqrt(2) x = 1.4142</pre>	<pre>>> format short e >> x x = 1.4142e+000</pre>	<pre>>> format rational >> x x = 1393/985</pre>
<pre>>> format long >> x x = 1.414213562373095</pre>	<pre>>> format long e >> x x = 1.414213562373095e+000</pre>	

По умолчанию система использует формат `short` (укороченный).

Есть целый ряд системных числовых констант, которые не надо портить:

`pi` – число π ;

`realmax` – наибольшее положительное число с плавающей запятой;

`realmin` – наименьшее положительное число с плавающей запятой;

`eps` – относительная погрешность при вычислениях с плавающей запятой.

Упражнение 5.

Вывести в формате `long e`: `realmax`, `realmin`, `eps`.

5. Основные математические функции

Напомним, что все данные в системе MATLAB – массивы. Все операции над массивами реализуются посредством функций. С каждой из традиционных операций (с умножением, делением и возведением в степень) связаны по две функции. Список этих функций приведен в табл. 2 (см. также Л.1 стр. 27). Серым цветом выделены функции, которыми будем пользоваться после изучения соответствующих понятий в курсе линейной алгебры.

Таблица 2. Арифметические функции	
Символ	Выполняемое действие
+	Покомпонентное сложение числовых массивов одинаковой размерности. Добавление скалярной величины к каждому элементу массива.
-	Покомпонентное вычитание числовых массивов одинаковой размерности. Вычитание скалярной величины от каждого элемента массива.
*	Умножение матриц в соответствии с правилами линейной алгебры (условие выполнения: число столбцов первого сомножителя должно быть равно числу строк второго сомножителя)
.*	Покомпонентное умножение массивов одинаковой размерности
/	Деление скаляра на скаляр. Покомпонентное деление всех элементов массива на скаляр. $A/B = A * B^{-1}$ (A и B – квадратные матрицы одного порядка).
./	Покомпонентное деление элементов массивов одинаковой размерности.
^	Возведение скаляра в любую степень.
.^	Поэлементное возведение элементов матрицы в степень.
'	Вычисление сопряженной матрицы
.'	Транспонирование матрицы

Упражнение 6.

1) Ввести матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 3 & 4 \end{pmatrix}, c = 2, D = \text{ones}(2,3), E = \text{eye}(3,3).$$

2) Выполнить операции (или убедиться, что их выполнить нельзя): $A+B$, $A.+B$, $A+c$, $A+E$, $A-B$, $A-c$, $c*A$, $c.*A$, $A+c*D$, $A-c*D$, $A*B$, $A.*B$, c^3 , $A.^3$, A' , $(A)'$.

В таблице 3 приведен список основных элементарных функций (см. также Л.1 стр. 27, 28).

Таблица 3. Элементарные математические функции	
Категория функций	Наименование функций
Тригонометрические, аргумент в радианах	$\cos(x), \sin(x), \tan(x), \cot(x)$
Тригонометрические, аргумент в градусах	$\cosd(x), \sind(x), \tand(x), \cotd(x)$
Обратные тригонометрические, аргумент в радианах	$\text{acos}(x), \text{asin}(x), \text{atan}(x), \text{acot}(x)$
Обратные тригонометрические, аргумент в градусах	$\text{acosd}(x), \text{asind}(x), \text{atand}(x), \text{acotd}(x)$
Гиперболические $\text{ch}(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}, \text{sh}(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2},$ $\text{th}(x) = \frac{\text{sh}(x)}{\text{ch}(x)}, \text{cth}(x) = \frac{\text{ch}(x)}{\text{sh}(x)}$	$\cosh(x), \sinh(x), \tanh(x), \coth(x)$
Степени, логарифмы, корни	$\exp(x), \log(x), \log_{10}(x), \log_2(x), \text{sqrt}(x)$
Модуль числа	$\text{abs}(x)$
Знак числа	$\text{sign}(x)$
Округление по обычным математическим правилам	$\text{round}(x)$

Подробную информацию о каждой функции можно получить с помощью команды

help <имя функции>. Например,

```
>> help cos
```

COS Cosine of argument in radians.

COS(X) is the cosine of the elements of X.

Очень важная особенность функций в MATLAB - обработка аргументов, заданных матрицами.

Например,

```
>> A=[1 3 4;6 1 0]
```

A =

1 3 4

6 1 0

```
>> B=sin(A)
```

B =

0.84147 0.14112 -0.7568

-0.27942 0.84147 0

Упражнение 7.

1) Вычислить $\sqrt{1}, \sqrt{3}, \sqrt{5}$ с помощью задания данных в виде вектора.

Задания для самостоятельной работы

1. Выполнить упражнения из раздела «Краткие теоретические сведения и практические упражнения», которые не успели сделать в аудитории.

2. Самостоятельно выполнить упражнения:

Упражнение С1.

1) Задать вектор-строку с элементами от -2 до 10 с шагом 2, утроить все ее элементы.

2) Задать вектор-строку с элементами от 45 до 5 с шагом -5, определить ее размерность.

Упражнение С2.

Вывести во всех основных форматах π .

Упражнение С3.

1) Вычислить значения $\cos(x)$ одновременно при $0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \dots, 2\pi$. То же для остальных тригонометрических функций.

2) Вычислить значение выражения $y = \operatorname{ch}^2(x) - \operatorname{sh}^2(x)$ одновременно при $x = -2, -1.5, -1, \dots, 2$.

3. Повторить теоретический материал, ответить на контрольные вопросы:

1) Перечислите основные окна рабочего стола MATLAB.

2) Какие имена переменных являются допустимыми?

3) Каким образом можно получить информацию о переменных рабочего пространства?

4) Перечислите основные форматы вывода числовых данных с фиксированной и плавающей запятой.

5) Каким образом можно получить подробную информацию о функции или команде?

6) Как задать матрицу произвольной размерности?

7) Каким образом осуществляются поэлементные арифметические действия с матрицами одинаковой размерности?

Список рекомендуемой литературы

1. А. Кривелёв. Основы компьютерной математики с использованием системы MatLab. М, 2005. – 2.1, 3.1, 4.1.
2. В.Г.Потемкин "Введение в Matlab" (v 5.3),
<http://matlab.exponenta.ru/ml/book1/index.php> - 1.1, 1.7, 8.6