
1. Знакомство с MATLAB. Основные объекты языка MATLAB

1.1. Цель работы

Познакомиться с назначением и интерфейсом системы MATLAB и овладеть начальными навыками работы в режиме прямых вычислений.

1.2. Краткая теоретическая справка

Система MATLAB — это интерактивная система, предназначенная для компьютерного моделирования практически в любой области науки и техники.

Интерфейс MATLAB образуют следующие окна:

- **Command Window** (Командное окно) — основное окно интерактивной системы MATLAB с активизированной командной строкой;

Из активизированной командной строки пользователь может возвращаться к ранее введенным командам с помощью стрелок "вверх" и "вниз" на клавиатуре.

Сеанс работы в окне **Command Window** до выхода из MATLAB называют *текущей сессией*.

- **Current Folder** (Текущая папка) — в этом окне выводится содержимое папки, имя которой отображается в раскрывающемся списке **Current Folder** на панели инструментов окна **MATLAB**.

В составе ранних версий MATLAB (до 2009 года) содержалась автоматически создаваемая текущая папка со стандартным именем¹ `work`, предназначенная для хранения файлов и папок, создаваемых пользователем. В последующих версиях такая папка отсутствует. Для тех же целей предусмотрена папка **MATLAB**, автоматически создаваемая в папке **Мои документы** на **Рабочем столе**.

Создание собственной папки в окне **Current Folder** выполняется с помощью контекстного меню по команде **New Folder** (Новая папка), и новой папке присваивается имя.

Сохранение пути к собственной папке в окне **Current Folder** выполняется по команде контекстного меню **Add to Path | Selected Folders** (Добавить к пути | Выделенные папки).

- **Workspace** (Рабочая область памяти) — в этом окне выводится список текущих переменных, сохраняемых в рабочей области памяти **Workspace** до выхода из MATLAB;

¹ Здесь и далее во избежание путаницы для папок и файлов MATLAB используется шрифт Courier New.

- **Command History** (История команд) — в этом окне выводится построчный список объектов языка MATLAB, вводимых в ходе текущей и предшествующих сессий. Двойным щелчком левой кнопки мыши можно дублировать любую строку из окна **Command History** в окно **Command Window**.

Пользователь может произвольно менять состав активных окон с помощью команд пункта меню **Desktop** (Стол).

Система оперативной помощи MATLAB включает в себя:

- справочную систему в формате HTML (Hyper Text Markup Language — язык гипертекстовой маркировки), обращение к которой производится по команде **Product Help** (Помощь по продукту) в пункте меню **Help** окна **MATLAB**;
- команду:
`help <стандартное имя объекта языка MATLAB>`

1.2.1. Режим прямых вычислений

Режим прямых вычислений (называемый также командным режимом) означает, что вычисления выполняются без составления программы. Объекты языка MATLAB в ходе текущей сессии вводятся построчно в командной строке окна **Command Window** с соблюдением следующих правил:

- символ ";" (точка с запятой) в конце строки *блокирует автоматический вывод* результата;
- символ "..." (многоточие) в конце строки является признаком продолжения предыдущей строки;
- символ "%" (процент) в начале строки соответствует *комментарию*.

1.2.2. Базовые объекты языка MATLAB

К базовым объектам языка MATLAB относятся:

- команды;
- операторы;
- константы;
- переменные;
- функции;
- выражения.

Команда — это объект языка MATLAB со стандартным именем, предназначенный для взаимодействия с системой MATLAB и имеющий формат:

<команда> <содержательная часть>

где <команда> — стандартное имя команды; <содержательная часть> — уточняется для каждой конкретной команды и может отсутствовать.

В конце команды символ ";" не ставится.

Список команд общего назначения выводится по команде:

help general

Наиболее распространенные команды приведены в табл. 1.1. Другие будут рассматриваться по мере изложения материала.

Таблица 1.1. Команды

Команда	Назначение
clc	Очистка окна Command Window
clear	Удаление объектов из Workspace (без содержательной части — очистка Workspace)
format	Установка формата вывода данных (см. табл. 1.2)
help	Справка по стандартному объекту MATLAB
load	Загрузка файла с диска в Workspace (см. разд. 1.2.4)
save	Сохранение на диске объекта Workspace (см. разд. 1.2.4)
ver	Вывод информации об установленной версии MATLAB и пакетах расширения
what	Вывод содержимого папки (без содержательной части — текущей папки), например: what work\LAB\lab_01
which	Вывод пути для нахождения встроенной или внешней функции
who	Вывод содержимого Workspace
whos	Вывод содержимого Workspace с дополнительными сведениями

Оператор — это объект языка MATLAB со стандартным именем, предназначенный для разработки программ.

Простейшим оператором является *оператор присваивания* с форматом:

<имя переменной> = <выражение>

или

<выражение>

В последнем случае значение выражения присваивается переменной со стандартным именем **ans**.

Константа — это объект языка MATLAB, имеющий в процессе вычислений неизменное значение.

Различают следующие типы констант:

численные, среди которых выделяют:

1. целые;

- 2. вещественные;
- 3. комплексные;
- логические;
- символьные.

Целые и вещественные константы могут вводиться в обычной форме с разделением *точкой* целой и дробной частей:

```
>> 158;
>> -17.38;
```

или в форме E, которой соответствует представление числа в показательной форме:

$$\mu \cdot 10^p, \quad (1.1)$$

где μ — мантисса — вещественная константа, а p — порядок — целая константа; 10 — основание, обозначаемое буквой e:

```
>> 0.157e-3;
>> 12.23e8;
```

Комплексные константы вводятся в алгебраической форме:

$$\xi + j\eta. \quad (1.2)$$

Мнимая единица вводится как i или j , но выводится всегда как i :

```
>> 5+3.7j
ans =
    5.0000 + 3.7000i
```

Возможен ввод с использованием символа умножения в мнимой части:

```
>> 5+3.7*j
ans =
    5.0000 + 3.7000i
```

Вещественная и/или мнимая части комплексного числа могут вводиться в форме E:

```
>> 5e-3+3.7e5j
ans =
    5.0000e-003 +3.7000e+005i
```

Комплексно сопряженная константа вводится с помощью символа "'" (апостроф):

```
>> (5+3i)'
ans =
    5.0000 - 3.0000i
```

Вывод численных констант может производиться по умолчанию или в заданном формате с помощью команды:

format <вид формата>

где содержательная часть может отсутствовать.

Действие команды `format` сохраняется до ее отмены другой командой `format`.

Разновидности форматов можно вывести по команде:

`help format`

Наиболее распространенные форматы приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Форматы для вывода констант

Команда	Формат вывода
<code>format</code>	Формат, тождественный формату <code>format short</code>
<code>format short</code>	Формат с автоматическим выводом в обычной форме или нормализованной форме E с 4 значащими цифрами в дробной части мантиссы. Этот формат установлен по умолчанию
<code>format short e</code>	Короткий формат E с выводом в нормализованной форме E с 4 значащими цифрами в дробной части мантиссы
<code>format long</code>	Длинный формат с автоматическим выводом в обычной форме или нормализованной форме E с 15 значащими цифрами в дробной части мантиссы
<code>format long e</code>	Длинный формат с выводом в нормализованной форме E с 15 значащими цифрами в дробной части мантиссы.

Форму E называют *нормализованной* (см. табл. 1.2), если целая часть мантиссы μ в (1.1) содержит одну отличную от нуля значащую цифру, а порядок p — три цифры.

Стандартные константы — это константы со стандартными именами. Их полный список может быть выведен по команде:

`help elmat`

Наиболее распространенные стандартные константы приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Стандартные константы

Стандартное имя константы	Назначение
<code>i</code> или <code>j</code>	Мнимая единица, соответствующая $\sqrt{-1}$: <code>>> i=sqrt(-1)</code>
<code>pi</code>	Число π
<code>Inf</code> (или <code>inf</code>)	Машинная бесконечность (число, большее максимально допустимого во внутренних вычислениях в MATLAB)
<code>Nan</code>	Не число (Not-a-number). Присваивается неопределенностям типа <code>0/0</code> , <code>inf/inf</code> , <code>0*inf</code>

Логические константы — это константы, принимающие значения 1 (`true` — истина) или 0 (`false` — ложь).

Символьные константы — это любые последовательности символов, заключенные в апострофы:

```
>> 'Sella'
ans =
Sella
```

Переменная — это объект языка MATLAB, который в процессе вычислений может менять свое значение.

Различают следующие типы переменных:

- простые переменные;
- массивы.

Переменные представляются своими именами (идентификаторами).

Имя переменной составляется из последовательности латинских букв, цифр и символа подчеркивания и начинается с буквы. В MATLAB *прописные и строчные буквы различаются*.

Массивом называют упорядоченную совокупность данных, объединенных одним именем.

Массив характеризуется:

- размерностью;

Размерность массива равна количеству индексов k , которые указывают на упорядоченность данных в k -мерном пространстве.

Если данные упорядочены в строку (столбец), то их порядок следования указывается с помощью одного индекса, и массив называют одномерным или *вектором*.

Если данные упорядочены одновременно по строкам и по столбцам, то их порядок следования указывается с помощью двух индексов, и массив называют двумерным или *матрицей*.

Если данные упорядочены по матрицам, то их порядок следования указывается с помощью третьего индекса, и массив называют *трехмерным* и т. д.

- размером;

В матричной алгебре в качестве размера массива принято указывать произведение числа элементов по каждому индексу, а именно: n — одномерный массив; $m \times n$ — двумерный и т. д.

Матрицу называют *квадратной* порядка n , если число строк равно числу столбцов: $m = n$.

- типом.

Тип массива определяется типом его элементов. Например, элементами числового массива являются численные константы.

Особенностью MATLAB является то, что тип переменной не объявляется, и любая переменная по умолчанию считается матрицей¹.

В MATLAB нижняя граница индексов массива равна единице.

Матрица вводится построчно в квадратных скобках, элементы строки отделяются пробелом или запятой, а строки — точкой с запятой:

```
>> A = [1 2 3;5 6 7;8 9 7]
```

```
A =
```

```
    1     2     3
    5     6     7
    8     9     7
```

Вектор (вектор-строка) размером $1 \times n$ вводится в квадратных скобках, а его элементы — через пробел или запятую:

```
>> A = [1 4 5 7 8]
```

```
A =
```

```
    1     4     5     7     8
```

Вектор-столбец размером $m \times 1$ вводится в квадратных скобках, а его элементы — через точку с запятой:

```
>> A = [1;4;5]
```

```
A =
```

```
    1
    4
    5
```

Скаляр размером 1×1 можно вводить без квадратных скобок:

```
>> b = 1.5e-3;
```

Простой переменной, таким образом, соответствует скаляр.

Функции в MATLAB представлены двумя разновидностями:

- встроенные;
- внешние.

Встроенная функция (по умолчанию функция) — это объект языка MATLAB со стандартным именем, предназначенный для выполнения действий с параметрами (аргументами), перечисленными через запятую и заключенными в круглые скобки.

По умолчанию в этой лабораторной работе речь пойдет о встроенных функциях.

Список основных элементарных математических функций, сгруппированных по назначению, представлен в табл. 1.4. Их полный список выводится по команде:

```
help elfun
```

¹ Отсюда и название MATLAB — MATrix LABoratory (Матричная лаборатория).

Таблица 1.4. Элементарные математические функции

Тип функции	Функция	Назначение
Тригонометрическая	sin (X)	Синус — $\sin(x)$
	cos (X)	Косинус — $\cos(x)$
	tan (X)	Тангенс — $\operatorname{tg}(x)$
	cot (X)	Котангенс — $\operatorname{ctg}(x)$
Обратная тригонометрическая	asin (X)	Арксинус — $\operatorname{arcsin}(x)$
	acos (X)	Арккосинус — $\operatorname{arccos}(x)$
	atan (X)	Арктангенс — $\operatorname{arctg}(x)$
	acot (X)	Арккотангенс — $\operatorname{arccotg}(x)$
Экспоненциальная	exp (X)	Экспонента — e^x
	pow2 (X)	Возведение двойки в степень — 2^x
	nextpow2 (X)	Ближайшая степень двойки в сторону увеличения — $\operatorname{int}[\log_2(x)]$
Логарифмическая	log (X)	Натуральный логарифм — $\ln(x)$
	log10 (X)	Десятичный логарифм — $\lg(x)$
	log2 (X)	Логарифм по основанию 2 — $\log_2 x$
Корень квадратный	sqrt (X)	Корень квадратный \sqrt{x}
Число по модулю m	mod (X, m)	Число x по модулю m — $\operatorname{mod}_m x$
С комплексным аргументом	abs (X)	Модуль числа $ x $
	angle (X)	Аргумент числа x
	complex (X1, X2)	Запись комплексного числа по вещественной x_1 и мнимой x_2 частям
	real (X)	Выделение вещественной части — $\operatorname{Re}(x)$
	imag (X)	Выделение мнимой части — $\operatorname{Im}(x)$
	conj (X)	Комплексно сопряженное число
Округление	fix (X)	Округление в направлении нуля — усечение дробной части
	floor (X)	Округление в направлении $-\infty$ — округление до ближайшего целого в сторону уменьшения
	ceil (X)	Округление в направлении $+\infty$ — округление до ближайшего целого в сторону увеличения

	round (X)	Округление до ближайшего целого — при дробной части, равной 0.5, — в сторону увеличения модуля числа
	nearest (X)	Округление до ближайшего целого — при дробной части, равной 0.5, — в сторону увеличения
	convergent (X)	Округление до ближайшего целого — при дробной части, равной 0.5, — в сторону ближайшего четного числа

Список основных функций преобразования систем счисления представлен в табл. 1.5. Цифра 2 в имени этих функций соответствует английскому предлогу "to", переводимому как "в" или "к".

Таблица 1.5. Функции преобразования систем счисления

Функция	Назначение
dec2hex (X)	Преобразование десятичного целого в шестнадцатеричное. Десятичное число указывается в качестве аргумента, а шестнадцатеричное выводится без апострофов с использованием заглавных букв
dec2bin (X)	Преобразование десятичного целого в двоичное. Десятичное число указывается в качестве аргумента, а двоичное выводится без апострофов
bin2dec (X)	Преобразование двоичного целого в десятичное. Двоичное число указывается в качестве аргумента в апострофах, а десятичное выводится без апострофов
hex2dec (X)	Преобразование шестнадцатеричного целого в десятичное. Шестнадцатеричное число указывается в качестве аргумента в апострофах с использованием заглавных или строчных букв, а десятичное выводится без апострофов

Выражение — это объект языка MATLAB, представляющий собой имеющую смысл совокупность констант, переменных и функций, объединенных символами операций.

К основным типам выражений относятся арифметические и логические выражения.

Арифметическим выражением называют имеющую математический смысл совокупность констант, переменных и функций, объединенных символами (или функциями) арифметических операций:

```
>> x+sin(a)-sqrt(c+b);
```

Приоритет операций в арифметических выражениях устанавливается с помощью круглых скобок и старшинства операций внутри них, а именно: сначала вычисляются

функции, затем возведение в степень, затем умножение и деление и в заключение — сложение и вычитание. Операции одного ранга выполняются слева направо.

Логическим выражением называют имеющую математический смысл совокупность арифметических выражений, объединенных символами (или функциями) операций отношения и логических операций:

```
>> (i==j) & ((a+b)>sqrt(c));
```

Простейшим логическим выражением является *отношение*. Результатом вычисления логического выражения будет логическая константа 1 (true) или 0 (false):

```
>> sin(3)<0.5
ans =
     1
```

Приоритет операций в логических выражениях устанавливается с помощью круглых скобок и старшинства операций внутри них, а именно: сначала вычисляются арифметические выражения, затем выполняются операции отношения и в заключение — логические операции. Операции одного ранга выполняются слева направо.

Символ операции — это символическое обозначение операции с операндами или операндом (объектами, с которыми выполняется операция).

Функция операции — это эквивалентное обозначение символа операции в виде функции MATLAB.

Большинство символов операций дублируется эквивалентными функциями, однако некоторые операции обозначаются только символом, другие — только функцией.

Основные символы и дублирующие их функции операции, сгруппированные по назначению, представлены в табл. 1.6—1.8, где переменные X и Y — числовые матрицы, a c — скаляр.

Полный список символов и функций операций выводится по команде:

```
help ops
```

Таблица 1.6. Символы и функции арифметических операций

Символ	Функция	Операция
+	<code>plus(X,Y)</code>	Сложение матричное и поэлементное
-	<code>minus(X,Y)</code>	Вычитание матричное и поэлементное
*	<code>mtimes(X,Y)</code>	Матричное умножение
.*	<code>times(X,Y)</code>	Поэлементное умножение
^	<code>mpower(X,c)</code>	Матричное возведение в целую степень
.^	<code>power(X,c)</code>	Поэлементное возведение в степень
\	<code>mldivide(X,Y)</code>	Левое матричное деление
/	<code>mrdivide(X,Y)</code>	Правое матричное деление

.\	<code>ldivide(X,Y)</code>	Левое поэлементное деление
./	<code>rdivide(X,Y)</code>	Правое поэлементное деление

Таблица 1.7. Символы и функции операций отношения

Символ	Функция	Операция
<code>==</code>	<code>eq(X,Y)</code>	Равно
<code>~=</code>	<code>ne(X,Y)</code>	Не равно
<code><</code>	<code>lt(X,Y)</code>	Меньше
<code>></code>	<code>gt(X,Y)</code>	Больше
<code><=</code>	<code>le(X,Y)</code>	Меньше либо равно
<code>>=</code>	<code>ge(X,Y)</code>	Больше либо равно

Таблица 1.8. Символы и функции логических операций

Символ	Функция	Операция
<code>&</code>	<code>and(X,Y)</code>	И (AND) — истина (<code>true</code> — логическая константа 1), если <i>оба</i> аргумента — истина
<code> </code>	<code>or(X,Y)</code>	ИЛИ (OR) — истина, если <i>хотя бы один</i> аргумент — истина
<code>~</code>	<code>not(X)</code>	НЕ (NOT) — ложь (<code>false</code> — логическая константа 0), если аргумент — истина, и наоборот

1.2.3. Рабочая область памяти **Workspace**

В MATLAB переменные текущей сессии хранятся в рабочей области памяти, называемой **Workspace**. Окно **Workspace**, открываемое по одноименной команде в пункте меню **Desktop**, содержит построчный список имен переменных (**Name**), каждую с ее символическим изображением и значением (**Value**) или размером и типом.

Двойной щелчок левой кнопки мыши на переменной в столбце **Name** или **Value** открывает окно **Variable Editor** (Редактор переменной), в котором наглядно отображается переменная и допускается ее редактирование.

1.2.4. Сохранение данных на диске

Для того чтобы в следующих сессиях воспользоваться данными текущей сессии, их можно сохранить на диске в файле с расширением `mat` по команде:

save <имя файла> <список переменных>

где:

<имя файла> — имя mat-файла; если оно не указано, то по умолчанию mat-файлу присваивается имя *первой* переменной из *<списка переменных>*, а сама первая переменная при этом не сохраняется;

<список переменных> — список сохраняемых переменных, указываемых через пробел.

Данные — mat-файлы — по умолчанию сохраняются на диске в текущей папке. Например:

```
>> n = 1:100; x = sin(0.5*pi.*n); y = cos(0.5*pi.*n);
>> save sigx n x y
```

Значения переменных *n*, *x*, *y* будут сохранены в файле *sigx.mat* в текущей папке.

По команде:

```
load <имя файла>
```

выполняется обратная процедура — загрузка данных (mat-файла) с диска в рабочее пространство памяти Workspace, например:

```
>> load sigx
```

Для систематизации сохраняемых файлов с различным назначением и расширением удобно создавать собственные папки.

1.3. Литература

1. Солонина А. И., Арбузов С. М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008, *гл. 1—2*.
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. 3-е издание — СПб.: БХВ-Петербург, 2010, *Приложения 1—2*.

1.4. Содержание лабораторной работы

Содержание работы связано с изучением режима прямых вычислений и базовых объектов языка MATLAB.

1.5. Задание на лабораторную работу

Задание на лабораторную работу включает в себя следующие пункты:

1. Запуск системы MATLAB и знакомство с ее интерфейсом.
Пояснить, какие окна образуют интерфейс MATLAB.
2. Знакомство со справочной системой MATLAB в формате HTML.
Пояснить, как обратиться к справочной системе.
3. Ввод комментария в окне **Command Window**.
Ввести наименование лабораторной работы.
Пояснить, какой символ используется для ввода комментария.

4. Знакомство с командами языка MATLAB.

Выполнить команду:

```
>> help general
```

Пояснить назначение и формат команды `help`.

О каких объектах языка MATLAB будет выдана справка?

5. Очистка окна **Command Window**.

Пояснить, какая команда используется.

6. Ввод вещественных констант.

Ввести следующие константы в обычной форме и форме E без символа ";" в конце строки:

```
0
0,000
0,814
-0,814
8,14·10-7
0,814578942
0,9999999999
0,0000814765178
8145,7
-8145,577777777
0,814557·105
```

Пояснить:

- смысл символа "; " в конце строки;
- какой переменной присваиваются значения вводимых констант;
- в каком случае при вводе констант целесообразно использовать форму E;
- в каком формате выводятся константы по умолчанию;
- как вывести указанные константы с максимальным количеством значащих цифр в дробной части;
- какое количество значащих цифр в дробной части будет максимальным;
- какие форматы предусмотрены для вывода вещественных констант;
- какую форму E называют нормализованной.

7. Ввод комплексных констант.

Ввести следующие константы без символа ";" в конце строки:

```
0,057+0,5j
0,057+0,5i
1200000,5+56i
1200000,57857+56i
12,5+56i
12,5+0,000056i
-0,9999999i
0i
17+10-5i
15·10-5i
```

Пояснить:

- в какой форме вводятся комплексные константы;
 - в какой форме вводятся их вещественные и мнимые части;
 - в каком формате выводятся комплексные константы по умолчанию;
 - какой формат целесообразно выбрать для вывода указанных констант;
 - какая из констант списка будет воспринята как вещественная.
8. Ввод логических констант.
Ввести константы `true` и `false` без символа ";" в конце строки.
Пояснить, какие значения будут выведены и какой переменной присвоены.
9. Ввод символьных констант.
Ввести константы:
- ФИО;
 - наименование лабораторной работы.
- Пояснить, как вводятся и выводятся символьные константы.
10. Ввод векторов.
Ввести векторы — строки и столбцы — со следующими элементами:
– 0,9; 125; 0; 5+3i; 12i;
– 0,9; 125; 0; 5; 12;
1; 2; 4; 5; 12.
Пояснить:
- какие символы используются при вводе векторов;
 - как в MATLAB воспринимаются скаляры и векторы.
11. Ввод матрицы.
Ввести матрицы 3×3 и 3×2 с произвольными элементами.
Пояснить, что называют размером и порядком матрицы.
12. Ввод переменных.
Присвоить произвольные значения простой переменной, вектору и матрице.
Пояснить, как выбираются имена переменных и как переменные воспринимаются в MATLAB.
13. Знакомство с особенностями ввода комплексных переменных.
Присвоить переменной `i` значение 5.
Присвоить переменной `F` значение комплексной константы $5+3i$, которую ввести двумя способами: без символа умножения в мнимой части; с символом умножения.
Пояснить:
- в каком из этих случаев и почему возникает ошибка;
 - как предотвратить возникновение ошибок в подобных случаях.
14. Знакомство со стандартными функциями с комплексным аргументом.
Присвоить переменной произвольное комплексное значение.
Вычислить модуль, аргумент, вещественную и мнимую части переменной.
Присвоить другой переменной значение комплексно сопряженной константы.
Пояснить, какие стандартные функции для этого используются.
15. Ввод арифметических выражений.
Присвоить переменным `a`, `b` и `c` значения произвольных вещественных констант, не равных нулю.
Вычислить следующие значения:

$$d = a + b \sin(\pi/a + b/c - \cos a\pi);$$

$$e = a^2 - \sqrt{|b|} + \sqrt[3]{c} + \frac{d + ac}{b}.$$

Представить запись соответствующих арифметических выражений в MATLAB.
Пояснить приоритет выполнения операций.

16. Ввод логических выражений.

Используя переменные предыдущего пункта, записать логическое выражение с использованием операций отношения и вычислить его значение.

Добавить в данное выражение логические операции и вычислить значение нового логического выражения.

Представить записи соответствующих логических выражений в MATLAB.

Пояснить:

- приоритет выполнения операций;
- какие значения может принимать логическое выражение.

17. Знакомство со стандартными переменными.

Ввести арифметические выражения, которым по умолчанию будут присвоены константы Nan и Inf.

Пояснить назначение данных констант.

18. Знакомство со стандартными функциями округления.

Выполнить следующие вычисления:

```
floor([8.2 8.5 8.7 -8.2 -8.5 -8.7])
ceil([8.2 8.5 8.7 -8.2 -8.5 -8.7])
convergent([8.2 8.5 8.7 -8.2 -8.5 -8.7])
nearest([8.2 8.5 8.7 -8.2 -8.5 -8.7])
round([8.2 8.5 8.7 -8.2 -8.5 -8.7])
fix([8.2 8.5 8.7 -8.2 -8.5 -8.7])
```

Привести и пояснить полученные результаты.

19. Знакомство со стандартными функциями преобразования систем счисления.

Записать произвольное целое десятичное число и преобразовать его в шестнадцатеричное и двоичное.

Выполнить обратные преобразования.

Пояснить, какие стандартные функции использовались для преобразования.

20. Сохранение переменных на диске.

Присвоить переменным А, В и С произвольные значения и сохранить их в текущей папке в файле с произвольным именем.

Пояснить:

- какая команда используется для сохранения данных;
- как выбирается имя файла данных;
- какое расширение имеют файлы данных.

21. Знакомство с рабочим пространством памяти Workspace.

Выполнить следующие действия:

- очистить и проверить содержимое Workspace;
- загрузить сохраненный файл данных (см. п. 20) и вывести значение переменных А, В, С в окне **Command Window**;
- проверить содержимое Workspace;
- удалить из Workspace переменную А и проверить содержимое Workspace;

- очистить и проверить содержимое Workspace.
Пояснить назначение Workspace и выполняемые команды.
22. Завершение работы MATLAB.

1.6. Задание на самостоятельную работу

Самостоятельное задание рекомендуется для закрепления полученных знаний и включает в себя следующие пункты:

1С. Ввод вещественных констант.

Привести примеры ввода вещественных констант, для которых удобен обычный формат и формат E, а также тех, для которых, независимо от формы ввода, количество значащих цифр после запятой будет ограничено.

2С. Операции с комплексными константами.

Ввести вещественные константы:

`i = 7; j = 5;`

и определить, в каком из следующих случаев будут выведены комплексные константы:

`(5+7i) * (5+7*j)`

`(5+7*i) * (5+7*j)`

`(5+7i) * (5+7j)`

`i = sqrt(-1); (5+7*i) * (5+7j)`

`j = sqrt(-1); (5+7*i) * (5+7*j)`

3С. Вычисление арифметических выражений.

Присвоить простым переменным a , b и c произвольные значения и записать арифметические выражения для вычислений по следующим формулам:

$$c^{2+b} \frac{a+b}{a-b} + \sqrt{\frac{a-b}{a+b}} e^{\frac{a-b}{a+b}};$$

$$c^2 + b \frac{a+b}{a-b} \cdot \frac{\sqrt{a} - \sqrt[3]{b}}{a^2 + b^3};$$

$$\frac{a+b}{a-b} + c^{1/3} \sin \frac{a-b}{a+b}.$$

4С. Для четырех комбинаций логических констант x и y (00, 01, 10 и 11) вычислить значения логического выражения (составить таблицу истинности):

$$f = \overline{xy} \vee (\overline{x} \vee y \vee xy),$$

где символу " \vee " соответствует логическая операция ИЛИ.

5С. Операции со стандартными функциями.

Привести пример арифметического выражения с использованием стандартных функций, включая функции округления.

1.7. Отчет и контрольные вопросы

Отчет составляется в редакторе Word и содержит результаты выполнения каждого пункта задания, копируемые из окна **Command Window** (шрифт Courier New), и ответы на поставленные вопросы (шрифт Times New Roman).

Защита лабораторной работы проводится на основании представленного отчета и контрольных вопросов из следующего списка:

1. Для чего предназначена система MATLAB?
2. Назовите окна интерфейса MATLAB и поясните их назначение.
3. Дайте определение следующим понятиям: текущая сессия, режим прямых вычислений.
4. Назовите базовые объекты языка MATLAB.
5. Дайте определение команды.
6. Дайте определение константы.
7. Какие типы констант используются в MATLAB?
8. Как вводятся комплексные константы?
9. Какие форматы вывода констант используются в MATLAB?
10. Дайте определение формы E и нормализованной формы E.
11. Какие константы называют стандартными?
12. Дайте определение переменной и поясните, с помощью какого оператора ей присваивается значение.
13. Дайте определение массива.
14. Чем характеризуется массив?
15. Дайте расшифровку названия "MATLAB" и поясните его смысл.
16. Как вектор и скаляр воспринимаются в MATLAB?
17. Чему равна нижняя граница индексов матрицы в MATLAB?
18. Как вводятся матрица, вектор и скаляр?
19. Чему соответствует простая переменная в MATLAB?
20. Дайте определение выражения в MATLAB.
21. Какие типы выражений используются в MATLAB?
22. Дайте определение арифметического и логического выражений.

Вектор, 7
ввод, 7
Выражение

арифметическое, 10
логическое, 11
Команда, 2

-
- clc, 3
 - clear, 3
 - format, 3, 5
 - help, 3
 - load, 3, 13
 - save, 3, 12
 - ver, 3
 - what, 3
 - which, 3
 - who, 3
 - whos, 3
 - Константы, 4
 - логические, 6
 - символьные, 6
 - стандартные, 5
 - численные, 4
 - Массив, 6
 - двумерный, 7
 - одномерный, 7
 - размер, 7
 - размерность, 6
 - тип, 7
 - трехмерный, 7
 - Матрица, 7
 - ввод, 7
 - Оператор, 4
 - Переменные, 6
 - Режим
 - командный, 2
 - прямых вычислений, 2
 - Скаляр, 8
 - Сохранение
 - данных на диске, 12
 - пути к папке, 1
 - Функции
 - встроенные, 8
 - преобразования систем счисления, 10
 - элементарные математические, 8
 - Функция
 - abs, 9
 - acos, 8
 - acot, 8
 - angle, 9
 - asin, 8
 - atan, 8
 - bin2dec, 10
 - ceil, 9
 - complex, 9
 - convergent, 10
 - cos, 8
 - cot, 8
 - dec2bin, 10
 - dec2hex, 10
 - exp, 8
 - fix, 9
 - floor, 9
 - hex2dec, 10
 - imag, 9
 - log, 9
 - log10, 9
 - log2, 9
 - mod, 9
 - real, 9
 - round, 9
 - sin, 8
 - sqrt, 9
 - tan, 8