

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Высшая технологическая школа
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Учебно-методическое пособие

к выполнению лабораторного практикума по дисциплине
для обучающихся очной и заочной форм обучения направлений

11.03.01 Радиотехника,

11.03.02 - Информационные технологии и системы связи,

11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств,

11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника,

и специальности

11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы

Часть 1

Севастополь
СевГУ
2026

УДК 621.396.44 (076.5)

ББК 32.886.3

П13

Р е ц е н з е н т:

И. Л. Афонин - д-р техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

Ответственный за выпуск:

И. Л. Афонин - д-р техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

Составители: М. О. Ткаченко, А. А. Щекатурин, Е.Е. Васин

П13 Пакеты прикладных математических программ: учебно-методическое пособие к выполнению лабораторного практикума по дисциплине для обучающихся очной и заочной форм обучения направлений 11.03.01 - Радиотехника, 11.03.02 - Информационные технологии и системы связи, 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника и специальности 11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы. – [В 2 ч.]. Часть 1 / Севастопольский государственный университет, Институт радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем, кафедра «Радиоэлектронные системы и технологии»; сост. М. О. Ткаченко, А. А. Щекатурин, Е. Е. Васин. – Севастополь: СевГУ, 2026. – 46 с. – Текст : электронный.

Цель учебно-методического пособия – оказание помощи обучающимся при выполнении лабораторных работ по применению программы пакета математических программ *MATLAB* для инженерных расчётов, построения графиков математических зависимостей, преобразовании математических выражений и решении систем уравнений.

УДК 621.396.44 (076.5)

ББК 32.886.3

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Радиоэлектроники и телекоммуникации», протокол № 11 от 10 апреля 2026 г.

© Ткаченко М.О., Щекатурин А.А.,
Васин Е.Е., сост., 2026
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Лабораторная работа № 1. Вычисление математических выражений в <i>MATLAB</i>	6
1.1. Цель работы	6
1.2. Интерфейс пользователя <i>MATLAB R2023b</i>	6
1.3. Основные объекты <i>MATLAB</i> , используемые для вычисления выражений	9
1.4. Ввод и выполнение операторов <i>MATLAB</i>	11
1.5. Примеры выполнения задания.....	13
1.6. Порядок выполнения работы	13
1.7. Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы.....	17
2. Лабораторная работа № 2. Матричные операции в <i>MATLAB</i>	18
2.1. Цель работы	18
2.2. Матрица как математический объект	18
2.3. Операции с матрицами в <i>MATLAB</i>	18
2.4. Создание выполняемых файлов	25
2.5. Операторы условного перехода.....	27
2.6. Операторы цикла.....	28
2.7. Порядок выполнения работы	30
2.8. Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы.....	39
Библиографический список.....	40
Приложение А. Образец титульного листа отчёта по лабораторной работе (пример).....	41
Приложение Б. Основные операторы и специальные символы <i>MATLAB</i>	42
Приложение В. Основные математические функции <i>MATLAB</i>	43
Приложение Г. Основные виды матриц	44
Приложение Д. Основные команды создания и преобразования матриц...	45

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Пакеты прикладных математических программ» должно способствовать приобретению практических навыков работы с пакетом математических программ *MATLAB* [1—4].

Лабораторные работы выполняются **фронтальным** методом: каждое занятие посвящено определённой лабораторной работе, но должно выполняться по индивидуальному варианту, выданному преподавателем.

Подготовка к выполнению лабораторной работы включает следующие действия:

- изучение методических рекомендаций к предстоящей лабораторной работе с привлечением, при необходимости, сведений из лекционного курса, а также из рекомендованной учебной литературы по дисциплине;
- подготовить ответы на контрольные вопросы к данной работе и решение предложенных задач.
- оформить титульный лист отчёта и составить предварительную часть отчёта (см. ниже).

Содержание лабораторного занятия составляют следующие действия:

- обучающийся представляет преподавателю и защищает отчёт по предыдущей лабораторной работе (кроме первого занятия);
- преподаватель выполняет опрос обучающегося, используя контрольные вопросы и примеры из методических указаний с целью оценить его готовность к выполнению данной работы;
- по результатам защиты отчёта по предыдущей работе (если она проводилась) и опроса о готовности к предстоящей работе решает вопрос о допуске или недопуске к этой работе;
- допущенные к работе обучающиеся выполняют лабораторную работу в соответствии с индивидуальным заданием.

Отчёт по работе оформляется в соответствии с требованиями, принятыми на кафедре «Радиоэлектронные системы и технологии» [5].

Отчёт должен содержать составные части, описанные в таблице 1.

Таблица 1 — Содержание составных частей отчёта по лабораторной работе и требования к их выполнению

Название	Требования
Титульный лист	Составить в соответствии с образцом (приложение А).
Цель и задачи работы	Кратко перечислить, какие именно вопросы требуется изучить в результате данной работы.
Исходные положения	Привести список и описание команд или функций, которые исследуются в лабораторной работе.
Индивидуальное задание	Привести исходные данные и условия выполнения задания.
Результаты выполнения задания	Привести тексты составленных программ и результаты выполнения вычислений с необходимыми пояснениями. Листинги программ оформляются либо как рисунки текстовых фрагментов, либо в виде рисунков, содержащих скриншоты соответствующих участков рабочего поля.
Выводы	Оценить степень соответствия полученных результатов расчетов с ожидавшимися. Дать характеристику полученным в результате работы зависимостям и отдельным результатам.

В процессе **защиты** лабораторной работы преподаватель оценивает:

- соответствие отчета данным требованиям и правилам оформления;
- знание обучающимися операторов *MATLAB*, изученных в работе, и методики организации вычислений с их помощью;
- умение пояснять выполненные расчеты и полученные результаты;
- способность обосновать выводы, сделанные в ходе выполнения лабораторной работы.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ВЫЧИСЛЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ В MATLAB

1.1. Цель работы

Целями работы являются:

- знакомство с интерфейсом пакета программ *MATLAB*;
- получение практических навыков записи, редактирования и вычисления математических выражений.

1.2. Интерфейс пользователя *MATLAB R2023b*

Пакет прикладных математических программ (ППМП) *MATLAB* (сокращение от англ. «*MA*TriX *LAB*oratory» — «Матричная лаборатория») — интерактивная среда реализации алгоритмов вычислительных процессов и анализа данных, которая позволяет выполнять операции с векторами, матрицами и массивами данных, решать алгебраические и дифференциальные уравнения, строить графики и др.

После запуска программы *MATLAB* на экране монитора появляется её стартовое окно (рисунок 1.1).

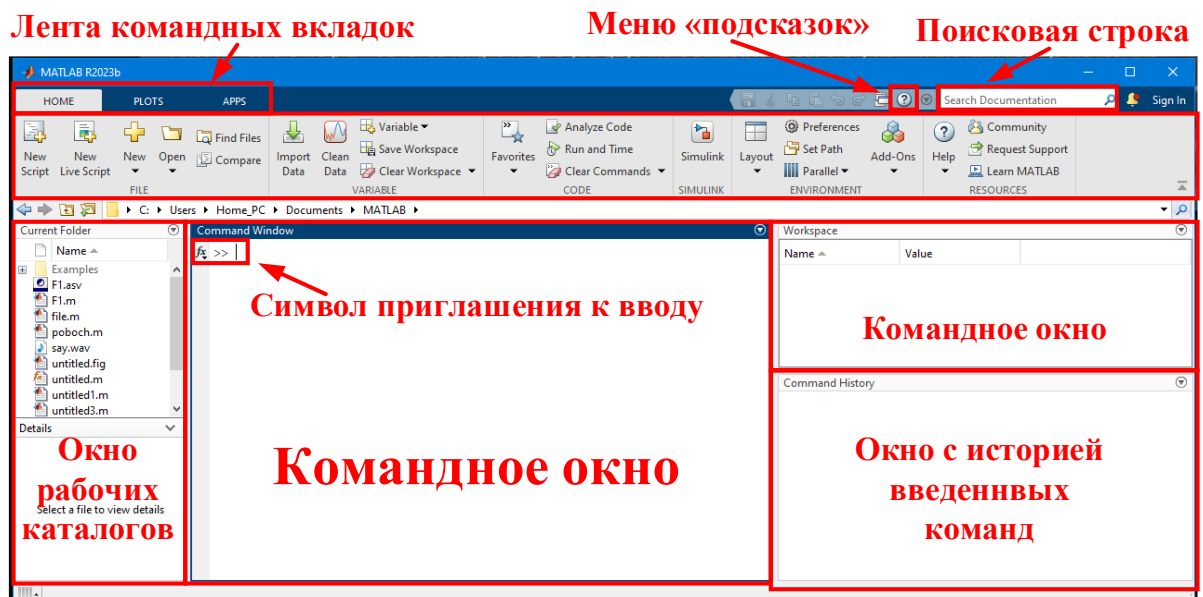


Рисунок 1.1 — Исходный экран (*Home*) ППМП *MATLAB*

В верхней части окна расположена **лента командных вкладок**, позволяющая переключать содержимое экрана:

- *Home* — исходный экран;
- *Plots* — экран управления графикой;
- *Apps* — экран специальных приложений.

Там же, справа, имеется и меню «подсказок» (*Help*) с поисковой строкой (*Search Documentation*).

Основным способом переключения экранов, окон, выбора инструмента, включения режима и т.д. является нажатие («клик») **левой кнопки «мыши»** — ЛКМ, поэтому ниже это не будет специально оговариваться.

Иногда требуется использовать **правую кнопку «мыши»** — ПКМ: все эти случаи будут прямо указаны.

Исходный экран содержит **ленту меню инструментов** и несколько окон:

- окно рабочих каталогов;
- командное окно *Command Window*;
- рабочую область *Workspace*.

Некоторые из нужных окон могут отсутствовать на экране, например, окно редактирования *Editor*. В таких случаях следует на ленте меню инструментов выбрать пункт *Preference* и в появившемся окне выполнить нужный выбор или настройку. В частности, в окне управления окнами *Desktop tools* можно выделить имя окна *Editor* и подтвердить выбор, кликнув *OK* (рисунок 1.2).

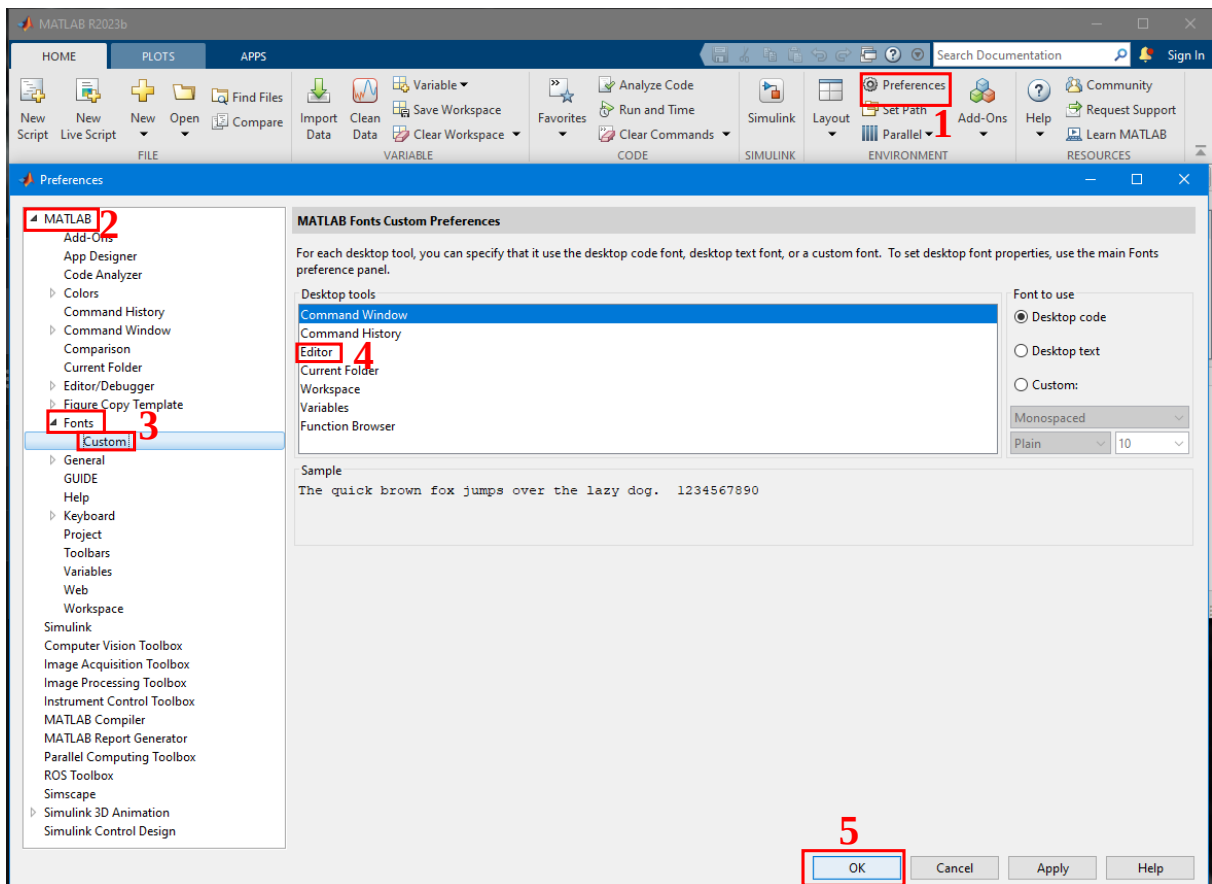


Рисунок 1.2 — Окно настройки элементов интерфейса

В левой части этого окна имеется древообразный список элементов интерфейса системы, а в правой части — поле задания параметров для выбранного типа элементов.

Командное окно (**Command Window**), в котором находится символ приглашения к вводу «>>» и мигающий вертикальный курсор, предназначено для ввода команд.

Ввод команды завершается нажатием клавиши «**Enter**», после чего команда сразу же выполняется, а результат выводится в следующей строке.

При наборе команд клавиши [↑] и [↓] используются для подстановки после символа строки ввода «>>» ранее введенных команд, например для их исправления, дублирования или дополнения.

Лента меню инструментов разбита на группы (панели):

- управления файловой структурой *File*;
- работы с переменными *Variable*;
- работы с командами *Code*;
- перехода к подсистеме *Simulink*;
- работы с внешним окружением *Environment*;
- управления ресурсами *Resources*.

Окно рабочей области (**Workspace**) предназначено для хранения результатов выполнения команд.

Содержимое окна **Workspace** может быть **сохранено** в виде файла с расширением **.mat** с помощью команд меню **Save Workspace**, которое находится на панели *Variable*. При его вызове появляется диалоговое окно, выбрав в котором *Save Workspace Variables*, следует указать каталог сохранения и имя файла. По умолчанию предлагается сохранить файл в подкаталоге *Work*, встроенном в **MATLAB**.

Для восстановления значений переменных следует открыть сохраненный файл с помощи команды **Open** на панели *File*, после чего все переменные, определенные ранее, снова становятся доступными для использования.

При работе в **MATLAB** содержимое окон можно удалить, выбрав на ленте меню инструментов соответствующие команды:

- *clear commands* — очистка командного окна на панели *Code*;
- *clear workspace* — очистка рабочего окна на панели *Variable*;
- *clear all* — очистка рабочего пространства в **MATLAB**.

После выключения компьютера содержимое окна **Command Window** очищается автоматически, а содержимое окна **Workspace** сохраняется.

1.3. Основные объекты *MATLAB*, используемые для вычисления выражений

Центральным понятием всех математических программ является **математическое выражение**. В него входят числа, знаки арифметических операций, поименованные константы, переменные, алгебраические операторы, функций и некоторые специальные знаки.

Число — простейший объект языка *MATLAB*, представляющий количественные данные. Они могут быть целыми, дробными, с фиксированной или плавающей «запятой» (в системе используется символ «точка»), комплексные (таблица 1.1).

Таблица 1.1 — Примеры представления чисел

Вид представления	Общепринятое	В системе <i>MATLAB</i>
Примеры	10	10
	–11,7	–11.7
	–195,665	–195.665 или –1.95665e2
	0,000251	2.51e–4
	1+3,4i	1+3.4i
	0,4+7i	0.4+7i или .4+7i

Константа — предварительно определенное числовое или символьное значение, представленное уникальным именем. В *MATLAB* существуют некоторые встроенные константы, например:

- число «пи» (π);
- мнимая единица (i или j);
- инфинитум «бесконечность» (Inf)
- состояние неопределенности «Not-a-Number» (NaN)
- и т.д.

Значением **символьной** константы является любая последовательность символов, заключенных в **апострофы**, например 'Hello!'.

Переменная — имеющий имя объект, содержащий изменяемые данные определённого вида: числовые, символьные, логические, векторные или матричные.

Имя переменной должно начинаться с **буквы**, может содержать цифры и символ подчеркивания. Присваиваемое пользователем имя **не должно** совпадать с именами других переменных и функций.

Прописные и строчные буквы в *MATLAB* различаются: например, имена переменных со строчной буквой **p** и переменной с прописной буквой **P** считаются различными.

Оператор — специальное обозначение определённых операций (действий) над **операндами** (данными).

В качестве операндов могут использоваться переменные, функции и числовые константы. Обозначения основных операторов, специальных символов и выполняемых ими действий приведены в приложении Б.

Рассмотрим примеры таких выражений:

- в выражении $2+3$ знак «+» является оператором сложения, а числа 2 и 3 — операндами;
- в выражении 4^2 или 4^2 , знак «^» является оператором функции возведения в степень, а числа 4 и 2 — операндами*.

*Примечание. При возведении числа в степень, представляющую собой выражение, необходимо воспользоваться круглыми скобками, например

$$8^{x+3} = 8^{(x+3)}.$$

Функции — имеющие уникальные имена объекты, выполняющие определенные преобразования своих **аргументов** и возвращающие результаты этих преобразований. Список основных функций представлен в приложении В.

Рассмотрим примеры некоторых функций:

- в функции $\cos(x)$ «cos» является уникальным именем функции, а значение x — аргументом функции;
- в функции e^x или $\exp(x)$ «exp» является уникальным именем функции, а значение x — аргументом функции*;
- в функции $\log_2 x$ или $\log2(x)$ «log2» является уникальным именем функции, а значение x — аргументом функции**;

*Примечание. Для ввода в выражение числа Эйлера «e» — основания натурального логарифма — используется экспонента от единицы: «exp(1)».

**Примечание. Из формулы перехода к новому основанию логарифма следует, что логарифм числа M по основанию N можно представить в виде частного от деления любого логарифма числа M на логарифм основания N

$$\log_N M = \frac{\lg M}{\lg N} = \frac{\ln M}{\ln N} = \frac{\lg M}{\lg N}. \quad (1.1)$$

С помощью операторов *MATLAB* логарифм, например, числа 5 по основанию 3 можно записать в любом из трёх видов (рисунок 1.3).

```
>>log(5)/log(3)
>>log10(5)/log10(3)
>>log2(5)/log2(3)
```

Рисунок 1.3 — Примеры записи логарифма числа 5 по основанию 3

Если при вводе отделить уникальное имя функции от её аргумента, например, записав $\sin^2(x)$, то *MATLAB* выдаст ошибку: *Error using sin. Not enough input arguments.*

Имена функций в *MATLAB* набираются **строчными** буквами. Аргумент функции указывается в круглых скобках **без пробела** (рисунок 1.4, а).

Если результату выполнения операции не присвоено имя, то *MATLAB* автоматически присваивает ему стандартное имя **ans** (сокращение от *answer* — ответ) (рисунок 1.4, б).

а)	б)
<pre>>> x=pi/3; >> y=sin(x) y = 0.8660</pre>	<pre>>> x=pi/3; >> sin(x) ans = 0.8660</pre>

Рисунок 1.4 — Пример вычисления значения функции $\sin(x)$, когда результату присвоено собственное имя *y* (а) и собственное имя не присвоено (б)

Переменная **ans** может быть использована в последующих расчётах, пока её значение не изменится другим расчётом, но такое применение этой переменной **не рекомендуется**.

При арифметических вычислениях в *MATLAB* соблюдается следующий **порядок**:

- 1) значения функций в порядке их следования;
- 2) возведение в степень и извлечение корня в порядке их следования;
- 3) умножение и деление в порядке их следования;
- 4) сложение и вычитание в порядке их следования.

Примечание. Приоритет операции можно повысить с помощью круглых скобок.

1.4. Ввод и выполнение операторов MATLAB

В режиме **прямых вычислений** команда вводится после приглашающего символа «>>».

Ввод команды завершается клавишей **Enter** после чего в следующей строке **отобразится результат**, если отсутствуют ошибки ввода. В противном случае выводится сообщение об ошибках.

Примечание. После нажатия клавиши **Enter** редактирование введённой команды становится невозможным.

Простейшим оператором является оператор **присваивания** в виде знака равенства «=».

Пусть, например, требуется присвоить переменной x действительное значение **142500**, а переменной y комплексное значение $2 + j3$ (рисунок 1.5).

а)	>> x=1.425e5 x = 142500
б)	>> y=2+j*3 y = 2.0000 + 3.0000i
в)	>> y=2+3j y = 2.0000 + 3.0000i

Рисунок 1.5 — Варианты присвоения действительного (а) и комплексного (б, в) значения переменной

При **редактировании** команд удобно использовать клавиши клавиатуры «→», «←», «↑», «↓», обеспечивающие посимвольного перемещение курсора, а также клавиши «**Home**» и «**End**» для перемещения в начало или конец строки. Если после перемещения по рабочей области командного окна пропала командная строка с мигающим курсором «>>», то следует нажать **Enter**.

Примечание. Если завершить команду символом в виде точки с запятой «;», то соответствующая **операция выполняется**, но её **результат не будет выводиться на экран**.

Вводимое выражение можно записывать в **нескольких** строках, оканчивая каждую строку **многоточием** «...» (три и более точек) и нажатием клавиши **Enter** (рисунок 1.6).

```
>> x=1+2+3 ...
>> —8*2+7
x =
—3
```

Рисунок 1.6 — Пример записи выражения в нескольких строках

1.5. Примеры выполнения задания

Пример 1. Задано следующее выражение

$$e^{\sin^2 x} + \sqrt{\frac{1 + \log_y[|\cos(x)|]}{x^5 + e^{-x}}}. \quad (1.2)$$

Требуется определить его значение для $x=0,5$; $y=0,3$ (рисунок 1.7).

```
>> %Решение выражения 1.2
>> x=0.5; y=0.3; % Ввод переменных
>> exp(sin(x)^2)+sqrt((1+log(abs(cos(x))))...
/log(y))/(x^5-exp(-x)))
ans =
1.2584 + 1.3881i
```

Рисунок 1.7 — Запись решения для примера 1 (1.2)

Пример 2. Задано выражение

$$[\sin(x) > e^x \text{ И } \sqrt{x^2 + \cos^2(x)} \leq 3] \text{ ИЛИ } [x \neq \sqrt[3]{5 + x^2 + \cos(x)}] \quad (1.3)$$

Требуется установить истинность данного выражения при $x = \pi$.

Так как выражение довольно громоздкое, при решении удобно ввести промежуточные переменные (рисунок 1.8).

```
>> %Решение выражения 1
>> x= pi; % Ввод переменных
>> a=sin(x)>exp(x);
>> b=sqrt(x^2+cos(x)^2);
>> c=x~=(5+x^2+cos(x))^(1/3);
>> a&b|c
ans =
logical
1
```

Рисунок 1.8 — Запись решения для примера 2: логическая единица соответствует значению «истина»

1.6. Порядок выполнения работы

Требуется, согласно указанному варианту, записать в среде *MATLAB* соответствующие выражения и решить их. Номера заданий указаны в таблице 1.2, их содержание — в таблице 1.3.

Таблица 1.2 — Номера вариантов заданий к лабораторной работе № 1

№ вар.	Номера заданий	№ вар.	Номера заданий	№ вар.	Номера заданий
1	1, 5, 10	11	11, 15, 20	21	21, 25, 30
2	2, 6, 11	12	12, 16, 21	22	1, 22, 26
3	3, 7, 12	13	13, 17, 22	23	2, 23, 27
4	4, 8, 13	14	14, 18, 23	24	3, 24, 28
5	5, 9, 14	15	15, 19, 24	25	4, 25, 29
6	6, 10, 15	16	16, 20, 25	26	5, 26, 30
7	7, 11, 16	17	17, 21, 26	27	1, 6, 27
8	8, 12, 17	18	18, 22, 27	28	2, 7, 29
9	9, 13, 18	19	19, 23, 28	29	3, 8, 29
10	10, 14, 19	20	20, 24, 29	30	4, 9, 30

Таблица 1.3 — Задания по вычислению математических выражений

№	Выражение	Значения переменных	Округление результата
1	$\frac{\sqrt[3]{1 + \sqrt{1 + x \cdot \left \frac{x-1}{y-2} \right }}}{x-3}$	$x = \frac{\pi}{8},$ $y = 0,5$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону нуля
2	$\arccos(x^2) - a\sqrt{x} + \frac{\sin^3 \frac{\pi}{2+a}}{\ln(2x)}$	$x = 0,093,$ $a = 0,94$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $-\infty$
3	$\frac{\sin\left(\frac{\pi}{8} - 1\right)^2 + \sqrt[3]{3+x^2}}{\operatorname{arctg} \frac{x}{2} - 5,236 \cdot 10^{-2}} + \ln 3,12 - y $	$x = 0,75,$ $y = 2,14$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $+\infty$
4	$\cos^4\left(\frac{\pi}{4}\right) + \sqrt[5]{a+1,5} + ab^8 - \frac{b}{\ln a ^2}$	$a = -3,45,$ $b = 349,1$	округлить ответ до ближайшего целого

№	Выражение	Значения переменных	Округление результата
5	$\frac{a+b}{c - \frac{a}{c + \frac{b}{c-b}}}$	$a = 2,5,$ $b = 1,25,$ $c = -4,12$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону нуля
6	$e^{-x^2 + \frac{1}{x}} - 3 \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{4} + 7^{(y+1)} + e^{(x-5)}$	$x = \frac{\pi}{4},$ $y = 3,29$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $-\infty$
7	$\frac{\sqrt[8]{\frac{\pi}{8} + \sqrt{5 + x \cdot \left \frac{x-1}{a+5} \right }}}{a-3}$	$x = 0,8,$ $a = 25,45$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $+\infty$
8	$\frac{ x^2 - 1 }{x+1} + 3,6 \cdot \left[x - (1 + \sin(x))^2 + 1 + \cos^2 x \right]$	$x = 0,845$	округлить ответ до ближайшего целого
9	$3\sin(x)^2 + x^4 \cdot \left(1 + \frac{x - \frac{a}{x}}{x + \frac{x}{a}} \right) \cdot \operatorname{tg} \sqrt{x} - 1$	$x = \frac{\pi}{3},$ $a = 5,2$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $-\infty$
10	$\frac{a+b}{2 \cdot a - b} (b^2 - a^2) \cdot \cos(b) * \operatorname{lb}(a)$	$a = 1,11,$ $b = 0,221$	округлить ответ до ближайшего целого
11	$\frac{23,1 \cdot \sqrt[3]{3\pi - \frac{\ln(54-x)}{16 \cdot y}}}{5 - \pi^4}$	$x = \frac{\pi}{4},$ $y = 3,29$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $+\infty$
12	$e^{\sqrt{\frac{22-x}{44,8}}} - e^{\pi \left[\left(\frac{1}{3} \right)^6 - y \right]}$	$x = \frac{e}{4},$ $y = 2,14$	округлить ответ до ближайшего целого
13	$\left(3 \cdot \sin(x) + 4 \cdot \cos^2 \frac{x^2}{\sqrt{x+1}} \right)^2$	$x = \frac{e}{2}$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $-\infty$
14	$\operatorname{tg}(a+b)^2 - \sqrt[3]{a+1,5} + ab^5 - \frac{b}{\ln(a^2)}$	$a = 1,21,$ $b = 0,371$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону нуля
15	$\frac{\sqrt{(a^2 - b^2)^3} + \sqrt{c^3 + \log(d)}}{\left(\frac{c-3d}{a-1} \right)^{-2} + 2^a + (c+d)^b} + \frac{c^{-0,01d}}{a^b}$	$a = 8,77,$ $b = 7,66$ $c = 38,25,$ $d = 101,87$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $+\infty$
16	$\operatorname{arctg}(x^2) - \sqrt{x - 1,43^2} + \frac{\cos^2 \left(\frac{\pi}{2 \cdot a} \right)}{ x - \sqrt[5]{a} }$	$x = 0,24,$ $a = 5,8$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону нуля

№	Выражение	Значения переменных	Округление результата
17	$e^{\pi+1} + \sqrt{\cos^3 x \cdot \log_4(x^{3/2} + \sin(x^2))}$	$x = 0,24$	округлить ответ до ближайшего целого
18	$e^{-3+\frac{1}{x}} - 3 \cdot \cos \frac{\pi \cdot a}{2} + 7^{(a-2)} + e^{(x+1)}$	$a = \frac{\pi}{4},$ $x = -3,29$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону нуля
19	$\frac{\frac{a-b}{2 \cdot a-b} (a+b^2) \cdot \sin(x)}{x - 1,43^2}$	$a = 1,5,$ $b = 0,77,$ $x = \pi/6$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $+\infty$
20	$\frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2} + 1\right) + x^4 \cdot \sqrt[3]{2+x^2} - \operatorname{tg}(x^2 - 1)}{\operatorname{ctg} \frac{x}{2} - \ln(17,56)}$	$x = 1,5$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $-\infty$
21	$\frac{\sin(x+y) \cdot \sqrt{\frac{x}{x^2-3}} + e^{\sqrt{\sin(x)}}$ $\cos(x-y)$	$x = \frac{e}{4},$ $y = 2,14$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону нуля
22	$\frac{1}{\operatorname{tg}^4\left(\frac{\pi}{4} - 1\right)} + \sqrt[3]{a+1,5} + (a-b)^2 - \frac{b}{\arcsin a ^2}$	$x = 0,3,$ $b = -21,17$	округлить ответ до ближайшего целого
23	$\left(4 \cdot \sin(a) + 4 \cdot \sin \frac{a^2}{\sqrt{x+1}}\right)^x$	$x = 0,24,$ $a = 5,8$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $+\infty$
24	$-\sqrt{x \cdot a^3} + \ln \left \frac{a - 1,12x}{4} \right $	$x = 0,9,$ $a = 23,55$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $-\infty$
25	$\frac{x^2 \sin(e^2 - \pi) + \log_5(a-x)}{a \sqrt{\ln x } + \arctg^3(2 \cdot a \cdot x)}$	$x = -3,1,$ $a = 1,45$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону нуля
26	$\frac{\sin\left(\frac{\pi}{8} - f\right)^2 + \sqrt[4]{3+x^2}}{2}$	$x = 0,157 \cdot 10^3,$ $f = 0,873$	округлить ответ до ближайшего целого
27	$\sqrt{\ln \left \left(\frac{a^3 \cdot \sqrt[3]{b}}{2} \right) + b \cdot a \right }$	$a = -28,1,$ $b = 1,51$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $+\infty$
28	$\frac{\sin\left(\frac{\pi}{6} - 1\right)^2 + \sqrt[4]{3+x^2} - \ln^2(x^2 - 1)}{\arcsin \frac{x}{2} - 2,381 \cdot 10^{-1}}$	$x = 4,153$	округлить ответ до ближайшего целого

№	Значения	Выражение переменных	Округление результата
29	$\frac{\sin^2 x-1 }{\operatorname{tg}(x)} \cdot \left(\cos \frac{x}{2} - \frac{x^2 + \sin^4 x}{\sqrt{ x-1 }} + \frac{3 \cdot x^4 - 2}{\pi \cdot y^2} \right)$	$x = 1,14,$ $y = 1,653$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $-\infty$
30	$\frac{\frac{a+b}{3 \cdot b + a} (a - b^2) \cdot \ln(a)}{b - 1,43^2}$	$a = 21,1;$ $b = 1,81$	округлить ответ до ближайшего целого в сторону $+\infty$

1.7. Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы

1. Поясните, как в *MATLAB* вычислить логарифм по произвольному основанию?
2. Что такое «оператор *MATLAB*»?
3. Какие формы представления чисел используются в *MATLAB*?
4. Какими символами обозначается мнимая единица в *MATLAB*?
5. Назовите константы, используемые в *MATLAB*.
6. Перечислите операторы отношения.
7. Какие логические операторы используются в *MATLAB*?
8. Каков приоритет операций в *MATLAB*?
9. Различает ли *MATLAB* заглавные и прописные буквы в написании имен переменных?
10. Как в *MATLAB* записать комплексное число?
11. Как после выполнения операции запретить вывод результата на экран?
12. Как присваиваются значения переменной *ans*?
13. Какие функции округления чисел используются в *MATLAB*?

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 МАТРИЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ В MATLAB

2.1. Цель работы

Целями работы являются:

- изучение операций с матрицами в *MATLAB*;
- изучение символьных операций с функциями, содержащими параметры;
- изучение основ разработки и программирования линейных, разветвляющихся и циклических процессов.

2.2. Матрица как математический объект

Матрица — объект, образованный из элементов некоторого множества, описывающий упорядоченный набор элементов или чисел в виде прямоугольной таблицы.

Каждый элемент в матрице находится в определенной пронумерованной позиции: по горизонтали — номером **строки** (*n*), а по вертикали — номером **столбца** (*m*)

$$\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,1} & \cdots & a_{1,m} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n,1} & a_{n,1} & \cdots & a_{n,m} \end{pmatrix}. \quad (2.1)$$

Выражение (2.1) — таблица, называемая прямоугольной матрицей размера $n \times m$ (читается «*n* на *m*», знак $\times$ не означает умножение), или $(n \times m)$ — матрицей с элементами $a_{i,j}$, элемент $a_{i,j}$ расположен в *i*-й строке и *j*-м столбце, $i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$.

При $n = m$ матрица называется **квадратной**, а число n — её порядком.

В приложении Г описаны основные типы матриц.

2.3. Операции с матрицами в MATLAB

Признаком матрицы в *MATLAB* являются **квадратные скобки**.

Матрица-строка задается путем последовательного ввода элементов строки **через запятую или пробел** (рисунок 2.1 а, б). **Матрица-столбец** — путём ввода элементов столбца **через точку с запятой** (рисунок 2.2). Элементы **прямоугольной матрицы** вводятся построчно, с разделением строк точкой с запятой (рисунок 2.3).

а) <pre>>> x = [2.5 0.2 3] x = 2.5000 0.2000 3.0000</pre>	б) <pre>>> x = [2.5, 0.2, 3] x = 2.5000 0.2000 3.0000</pre>
---	---

Рисунок 2.1 — Пример создания матрицы-строки 2×1 (а, б)

```
>> x = [2.5; 0.2; 1;]
x =
    2.5000
    0.2000
    1.0000
```

Рисунок 2.2 — Пример создания матрицы-столбца 1×3

```
>> x = [2.5, 0.2, 1; 1.4, -20, -5; 1, 2, 4;]
x =
    2.5000    0.2000    1.0000
    1.4000   -20.0000   -5.0000
    1.0000    2.0000    4.0000
```

Рисунок 2.3 — Пример создания прямоугольной матрицы 3×3

Нулевую матрицу можно создать с помощью оператора **zeros** (рисунок 2.4).

```
>> zeros(3)
ans =
     0     0     0
     0     0     0
     0     0     0
>> zeros(2,3)
ans =
     0     0     0
     0     0     0
```

Рисунок 2.4 — Примеры создания нулевых матриц

Команды с оператором **ones** предназначены для создания матриц, все элементы которых равны единице (рисунок 2.5).

```
>> L=ones(2,6)
L =
     1     1     1     1     1     1
     1     1     1     1     1     1
>> ones(2)
ans =
     1     1
     1     1
```

Рисунок 2.5 — Примеры создания матриц с единичными значениями элементов

Для создания **единичной** матрицы (матрица, в которой единице равны элементы главной диагонали, а все остальные элементы равны нулю) используется оператор **eye** (рисунок 2.6).

```
>> eye(3)
ans =
    1    0    0
    0    1    0
    0    0    1
>> eye(2,6)
ans =
    1    0    0    0    0    0
    0    1    0    0    0    0
```

Рисунок 2.6 — Примеры единичных матриц

Для выделения **элемента** матрицы необходимо после её имени последовательно ввести в круглых скобках через запятую индексы:

— **первый** индекс — номер **строки**;

— **второй** индекс — номер **столбца**.

Для примера (рисунок 2.7) задана матрица размерностью (4×3) и выполнено выделение элемента, расположенного в третьей строке четвёртого столбца.

```
>> A=[1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8; -1, -2, -3, -4]
A =
     1     2     3     4
     5     6     7     8
    -1    -2    -3    -4
>> B=A(3,4)
B =
    -4
```

Рисунок 2.7 — Пример ввода элементов матрицы и выделения одного элемента в ней

Для выделения **строки** матрицы следует ввести её **номер**, а номер столбца заменить **двоеточием** (рисунок 2.8).

```
>> A=[1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8; -1, -2, -3, -4]
A =
     1     2     3     4
     5     6     7     8
    -1    -2    -3    -4
>> C= A(2,:)
C =
     5     6     7     8
```

Рисунок 2.8 — Пример задания матрице и выделения в ней строки

Для выделения **столбца** следует номер строки заменить **двоеточием** и указать только **номер столбца** (рисунок 2.9).

```
>> A=[1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8; -1, -2, -3, -4]
A =
     1     2     3     4
     5     6     7     8
    -1    -2    -3    -4
>> D= A(:,3)
D =
     3
     7
    -3
```

Рисунок 2.9 — Пример выделения столбца в матрице

Для выделения **группы элементов** матрицы необходимо сначала ввести **через двоеточие номера строк**, соответствующих расположению элементов, а затем — **номера столбцов** (рисунок 2.10).

```
>> A=[1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8; -1, -2, -3, -4]
A =
     1     2     3     4
     5     6     7     8
    -1    -2    -3    -4
>> F=A(1:3,2:4)
F =
     2     3     4
     6     7     8
    -2    -3    -4
```

Рисунок 2.10 — Пример выделения области в матрице

Главная диагональ квадратной матрицы A размером $(n \times n)$ — массив элементов $a_{11}, a_{22} \dots a_{nn}$, расположенных вдоль линии, проведённой из верхнем левого угла в нижний правый угол, а **побочная диагональ** — массив элементов $a_{1n}, a_{2(n-1)} \dots a_{n1}$, расположенных вдоль линии, проведённой из верхнего правого угла в нижний левый угол.

Для преобразования главной диагонали матрицы в вектор-столбец служит оператор **diag** (рисунок 2.11).

Для преобразования вектора-строки или вектора-столбца в диагональную матрицу также служит оператор **diag** (рисунок 2.12).

Перестановка строк относительно **горизонтальной оси симметрии** выполняется с помощью команды **flipud**.

Примечание. Если матрица A имеет нечётное число столбцов (строк), то положение среднего столбца (строки) не изменяется.

```
>> A=[1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8; -1, -2, -3, -4]
A =
     1     2     3     4
     5     6     7     8
    -1    -2    -3    -4
>> B=diag(A)
B =
     1
     6
    -3
```

Рисунок 2.11 — Преобразование диагонали матрицы в вектор-столбец

```
>> y = [-3, -5, 8];
>> C=diag(y)
C =
     3     0     0
     0    -5     0
     0     0     8
```

Рисунок 2.12 — Преобразование вектор-строки в диагональную матрицу

Перестановка столбцов матрицы A симметрично относительно **вертикальной оси симметрии** выполняется с помощью команды *fliplr*.

Для преобразования **побочной диагонали** матрицы A в вектор-столбец необходимо повернуть матрицу относительно вертикальной оси, а затем преобразовать в вектор столбец с помощью команды *diag(fliplr(A))* или с помощью двух действий (рисунок 2.13).

```
>> A=[1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8; -1, -2, -3, -4]
A =
     1     2     3     4
     5     6     7     8
    -1    -2    -3    -4
>> D=fliplr(A)
D =
     3     2     1
     7     6     5
    -3    -2    -1
>> D=diag(D)
D =
     3
     6
    -1
```

Рисунок 2.13 — Преобразование побочной диагонали в вектор-столбец

В среде *MATLAB* содержится множество возможностей для создания матриц специального вида. Список команд для создания и преобразования матриц, а также основные операции при работе с ними и соответствующие им команды приведены в приложении Д. Операторы *max*, *min*, *sort*, *sum*, *prod* действуют с элементами столбцов матрицы, как показано на рисунке 2.14.

```
>> Y=[1, 2, 6, 2; 8, -4, -3, 10; 5, 7, 3, 0]
Y =
     1     2     6     2
     8    -4    -3    10
     5     7     3     0
>> A=max(Y)
A =
     8     7     6    10
>> B=min(Y)
B =
     1    -4    -3     0
```

Рисунок 2.14 — Примеры использования операторов *max* и *min*.

Сложение и вычитание матриц возможно только в случае, когда эти матрицы имеют одинаковые размеры.

Например, сложив матрицы *A* и *B*, получим матрицу *C*, каждый элемент которой равен сумме соответствующих элементов матриц-слагаемых.

Умножение матриц бывает двух видов: **матричное** и **поэлементное**.

Матричное умножение матриц *A* и *B* задается командой $C = A \times B$ и **возможно** только в случае, если число **столбцов матрицы A** (первого множителя), **равно числу строк матрицы B** (второго множителя).

Используя *N* матриц *A1, A2, ..., AN*, имеющих одинаковое число строк, можно составить матрицу большей размерности в виде строки из матриц с помощью команды $A=[A1, A2, \dots, AN]$. Аналогичным образом можно из *N* матриц, имеющих одинаковое число столбцов, составить матрицу в виде столбца из матриц с помощью команды $A=[A1; A2; \dots; AN]$ (рисунок 2.15).

```
>> A1 = [1 2; 3 4];
>> A2 = [2 4; 3 6];
>> A3 = [1 1; 1 1];
>> A4 = [4 8; 3 7];
>> F=[A1 A2; A3 A4]
F =
     1     2     2     4
     3     4     3     6
     1     1     4     8
     1     1     3     7
```

Рисунок 2.15 — Пример создания матрицы, состоящей из других матриц

Поэлементное умножение задается командой $C = A \times B$. Оно возможно только в случае, когда матрицы имеют одинаковый размер (рисунок 2.16).

```
>> A=[4,6;1,2]
A =
     4     6
     1     2
>> B=[2,1;0.5,4]
B =
    2.0000    1.0000
    0.5000    4.0000
>> C=A.*B.
C =
    8.0000    6.0000
    0.5000    8.0000
```

Рисунок 2.16 — Примеры поэлементного произведения матриц

Аналогичным образом для одномерных матриц задаются **поэлементное деление** с помощью оператора «./» и **поэлементное возведение в степень** с помощью оператора «.^».

Поэлементно можно вычислять выражения, в которых переменные являются матрицами (рисунок 2.17).

```
>> a = [-0.8 1.56]; b = [-0.629 2.9];
c = [-0.65 -1]; % задание матриц
>> a.^ b .* c
ans =
    0.2949 + 0.6874i -3.6313 + 0.0000i
```

Рисунок 2.17 — Примеры поэлементных действий с матрицами

Обращением матрицы A называется вычисление обратной матрицы, произведение которой на исходную матрицу равно **единичной** матрице. Обращение матрицы возможно, если она квадратная и её определитель не равен нулю. Обращение выполняется с помощью команды $Y = \text{inv}(A)$ или $Y = (A^{-1})$.

Обратная матрица используется для решения систем линейных алгебраических уравнений. В матричной форме такая система имеет вид

$$A \times X = B, \quad (2.2)$$

где A — квадратная матрица, составленная из коэффициентов левой части уравнений,

X — вектор-столбец, составленный из переменных,

B — вектор-столбец, составленный из значений правой части уравнения.

Решение системы уравнений сводится к определению вектора-столбца X с помощью одной из команд $X=inv(A)*B$ или $X=A\backslash B$, которые эквивалентны.

Для примера решим систему трёх уравнений с тремя неизвестными

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 2; \\ 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 + x_3 = 2; \\ x_1 + 2 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 = 5. \end{cases} \quad (2.3)$$

В данном случае матрицы A , B и X имеют вид:

— $A = [1, 1, 1; 2, 2, 1; 1, 2, 2]$ — матрица коэффициентов;

— $X = [X1, X2, X3]$ — столбец неизвестных;

— $B = [2, 2, 5]$ — столбец свободных членов.

Решение системы уравнений 2.1 может быть найдено в двух вариантах (рисунок 2.18 а, б).

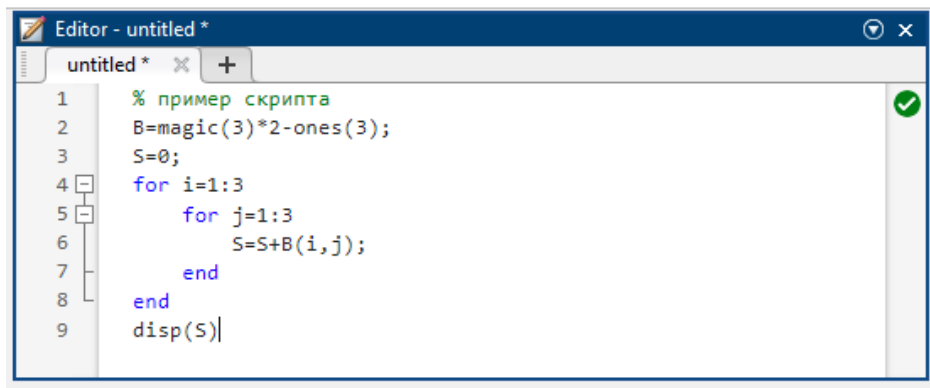
<pre>>> A = [1, 1, 1; ... 2, 2, 1; ... 1, 2, 2]; >> B = [2; 2; 5]; >> X=inv(A)*B X = -1 1 2</pre>	<pre>>> A = [1, 1, 1; ... 2, 2, 1; ... 1, 2, 2]; >> B = [2; 2; 5]; >> X=A\B X = -1 1 2</pre>
а)	б)

Рисунок 2.18 — Варианты решения системы линейных уравнений: с использованием инвертирования матрицы A (а) и обратного матричного деления (б)

2.4. Создание выполняемых файлов

Недостатком программ, вводимых непосредственно в окно *Command Window*, является невозможность изменить команды или исправить ошибки после нажатия клавиши *Enter*. Свободными от указанного недостатка являются программы, создаваемые в виде *m*-файлов, которые представляют собой текстовые файлы, содержащие внешние программы, определения команд и функций системы.

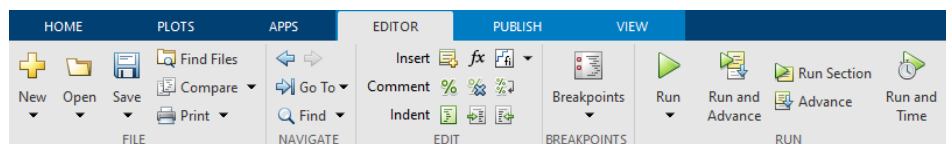
Для создания *m*-файла необходимо в основном окне *MATLAB*, в меню *HOME* выбрать в команду *Script* по пути *HOME — New — Script*, либо комбинацией клавиш *Ctrl + N*. В результате этих действий открывается окно *Editor*, в которое вводится текст программы (рисунок 2.19).

Рисунок 2.19 — Вид окна *Editor* для создания *m*-файлов

Редактор-отладчик *m*-файлов выполняет синтаксическую проверку программного кода по мере ввода текста. При этом используется следующее цветовое выделение:

- ключевые слова языка программирования — **синий цвет**;
- операторы, константы и переменные — **черный цвет**;
- комментарии после знака % — **зеленый цвет**;
- символьные переменные (в апострофах) — **фиолетовый цвет**;
- синтаксические ошибки — **красный цвет**.

Для сохранения *m*-файла необходимо во вкладке *Editor* (рисунок 2.20) в меню *File* выбрать команду *Save* — *Save file as*. По умолчанию *m*-файл с расширением *.m* будет иметь имя *Untitled* (безымянный) и сохранён в каталоге *Work*, встроенном в *MATLAB*. Чтобы присвоить *m*-файлу другое имя и выбрать другой каталог сохранения, необходимо указать их в окне *Save file as*. После сохранения *m*-файл готов для выполнения записанной в нём программы.

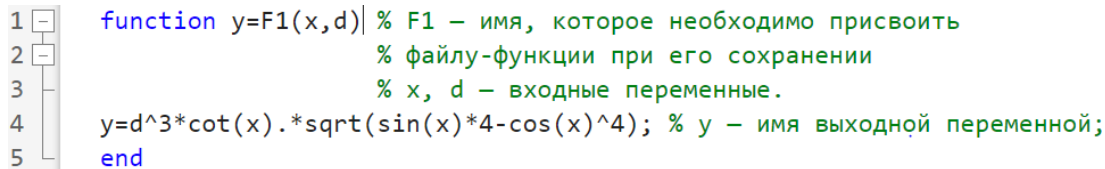
Рисунок 2.20 — Вид вкладки *Editor*

Различают два вида *m*-файлов: **файл-программа** и **файл-функция**.

Файл-программа, называемая также **сценарием** (*script*), запускаемая через меню *Run*, пункт *Run*. Результат вычислений отображаются в окне *Command Window*. При этом переменные, используемые в программе, сохраняются в окне *Workspace*. При обнаружении в программе ошибки *MATLAB* выдаёт в окне *Command Window* сообщение с указанием номера строки, в которой допущена ошибка, и характера ошибки. В этом случае следует в окне *Editor* исправить ошибку, сохранить исправленный *m*-файл и повторить запуск программы. Текст *m*-файла допускает неограниченное число

исправлений. Перед очередным выполнением программы целесообразно очистить окно *Command Window*.

Файл-функция представляет собой программу вычисления функции, которая отсутствует в библиотеке *MATLAB*. Значения переменных такой функции задаются внешними командами. Текст программы вычисления функции начинается с ключевого слова *function* (рисунок 2.21).



```

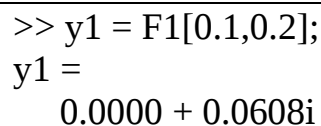
1 function y=F1(x,d) % F1 — имя, которое необходимо присвоить
2 % файлу-функции при его сохранении
3 % x, d — входные переменные.
4 y=d^3*cot(x).*sqrt(sin(x)*4-cos(x)^4); % y — имя выходной переменной;
5 end

```

Рисунок 2.21 — Пример файл-функции

После сохранения *m*-файла-функции в рабочем каталоге, встроенном в *MATLAB*, оператор *F1* можно использовать в вычислениях наравне с другими операторами *MATLAB*.

Для примера вычислим в окне *Command Window* значение нами определённой функции *F1(x,d)* при $x=0,1$ и $d=0,2$ (рисунок 2.22).



```

>> y1 = F1(0.1,0.2);
y1 =
0.0000 + 0.0608i

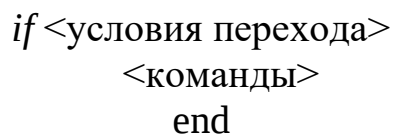
```

Рисунок 2.22 — Пример выполнения файл-функции

2.5. Операторы условного перехода

Операторы **условного перехода** используются для **разветвления** вычислительного процесса.

Наиболее простым является условный переход с использованием оператора ***if ... end*** (рисунок 2.23).



```

if <условия перехода>
    <команды>
end

```

Рисунок 2.23 — Формат оператора *if ... end*

Если условие перехода **верно** (значение «*true*» или логическая единица «**1**»), то выполняются команды, введённые между операторами ***if*** и ***end***.

Если условие перехода **неверно** (значение «*false*» или логический ноль «**0**»), то происходит **переход** к выполнению команд, введённых после оператора ***end***.

Для организации одного разветвления программы используют оператор ***else***. Для организации нескольких разветвлений дополнительно

используется оператор **elseif** столько раз, каково число этих разветвлений. (рисунок 2.24). Пример использования оператора **if ...elseif... else... end** показан на рисунке 2.25.

```

if <условия перехода 1>
    <команды>
elseif <условия перехода 2>
    <команды>
elseif <условия перехода 3>
    <команды>
else <условия перехода 4>
    <команды>
end

```

Рисунок 2.24 — Формат оператора **if ... elseif ... else ... end**

```

1      a=4;
2      if a < 3
3          a=a+1;
4      elseif 3 < a & a < 10
5          a=a+2;
6      else
7          a=a+3;
8      end
9      disp(a);

```

Рисунок 2.25 — Пример использования оператора **if ... elseif ... else ... end**

2.6. Операторы цикла

Операторы цикла используются для выполнения **повторяющихся (циклических)** вычислений. арифметический **for** и условный **while**.

Операторы **for ... end** определяют цикл с **фиксированным числом** повторений (рисунок 2.26).

```

for <счётчик циклов> <операторы>
    <команды>
end

```

Рисунок 2.26 — Формат оператора **for ... end**

Цикл выполняются до тех пор, пока не произойдёт переполнение счётчика циклов.

Для примера составим *m*-файл с именем *robosh* для вычисления суммы элементов побочной диагонали «магической» матрицы размером 5×5. Заметим, что для вывода строковых или числовых переменных или констант в текст программы следует вводить оператор **disp** (рисунок 2.27).

```

1  M=magic(5);
2  s=0;
3  for i=1:5
4      s=s+M(i,6-i);
5  end
6  disp('Результат ')
7  disp(s)

```

Рисунок 2.27 — Текст *m*-файла *roboch*

В выражении ***i*=1:5** для переменной цикла ***i*** определяются начальное (1) и конечное (5) значение. Индексы элементов побочной диагонали при изменении значений ***i*** от 1 до 5 будут принимать следующие значения: 1,5; 2,4; 3,3; 4,2; 5,1.

После обращения в окне *Command Window* к этой программе — достаточно ввести **имя *m*-файла**, — будет выведен результат вычислений (рисунок 2.28).

```

>> roboch
Результат
65

```

Рисунок 2.28 — Результат выполнения *m*-файла *roboch*

При заранее **известном или неизвестном числе** повторений циклов можно применить операторы ***while ... end*** (рисунок 2.29).

```

while <логическое условие> <операторы>
    <команды>
end

```

Рисунок 2.29 — Формат оператора *while ... end*

Цикл с оператором *while* выполняются до тех пор, пока выполняется заданное логическое условие.

В качестве примера ниже приведена программа, которая преобразует главную и побочную диагонали «магической» матрицы «*magic(4)*» в диагональные матрицы «*glav*» и «*pob*» (рисунок 2.30).

```

1  M=magic(4);
2  i=1; %объявление начального значения счётчика цикла
3  while i<=4 %объявление условия, налагаемого на переменную i
4      for j=4:-1:1 % объявление счётчика цикла переменной j
5          glav(i)=M(i,i); %преобразование главной диагонали в вектор
6          pob(i)=M(i,j); %преобразование побочной диагонали в вектор
7          i=i+1;
8      end
9  end
10 disp('Матрица magic размером 4x4')
11 disp(M);
12 disp('Диагональная матрица, полученная из вектора glav')
13 A=diag(glav);
14 disp(A);
15 disp('Диагональная матрица, полученная из вектора pob')
16 B=diag(pob);
17 disp(B);

```

Рисунок 2.30 — Текст *m*-файла — примера цикла *while ... end*

Результаты выполнения программы приведены на рисунке 2.31.

Матрица magic размером 4x4			
16	2	3	13
5	11	10	8
9	7	6	12
4	14	15	1
Диагональная матрица, полученная из вектора glav			
16	0		0
0	11	0	0
0	0	6	0
0	0	0	1
Диагональная матрица, полученная из вектора rob			
13	0		0
0	10	0	0
0	0	7	0
0	0	0	4

Рисунок 2.31 — Результаты вычислений в примере

2.7. Порядок выполнения работы

Выполнить следующие общие задания.

1. Вычислить поэлементное произведение матриц:

$$— A = [-0,8087, 15,662];$$

$$— B = [-0,6239, 9,9682];$$

$$— C = [-0,6567, 1,3533];$$

2. Вычислить матричное произведение матриц

$$\begin{bmatrix} \cos\left(\log_{\pi}(x) + \sin^4\left(x^{\frac{3}{2}}\right)\right) & 1 \\ \log_2(\sin^e(x)) & 31 + \sqrt{1 + \sin^2(x)} \end{bmatrix} \text{ и } \begin{bmatrix} \pi^{x \cdot e} \\ \operatorname{tg}(x + 3) \end{bmatrix}$$

при $x = 1,25$.

Примечание. Дальнейшие задания следует выполнять в соответствии номером варианта, указанным преподавателем, и данными из таблицы 2.1.

3. Составить *m*-файл, выполняющий операцию с диагоналями матриц.
4. Составить файл-функцию, выполняющую операцию с частями матриц;
5. Решить систему линейных уравнений матричным методом.
6. Составить программу в виде *m*-файла, с использованием операторов условного перехода *if*, *else* или *elseif*, либо операторов цикла *for* или *while*, либо совместно и те, и другие операторы. В отчёте представить блок-схему выбранного алгоритма.

Таблица 2.1 — Номера вариантов и заданий к лабораторной работе № 2

Вариант	Операции с диагоналями матриц (таблица 2.2)	Операции с частями матриц (таблица 2.3)	Решение СЛАУ матричным методом (таблица 2.4)	Задача с циклами (таблица 2.5)
1	1	1	15	1, 30
2	15	2	14	2, 30
3	2	3	12	1, 2
4	14	4	14	3, 16
5	3	5	13	3, 4
6	13	11	15	5, 17
7	4	12	13	4, 30
8	12	13	12	18, 29
9	5	14	9	5, 28
10	11	15	11	19, 27
11	6	10	10	6, 26
12	10	9	11	7, 9
13	7	8	10	10, 20
14	9	7	7	8, 21
15	8	6	1	7, 23
16	8	6	8	6, 22
17	9	7	9	9, 21
18	7	8	8	8, 22
19	10	9	5	10, 23
20	6	10	2	24, 13
21	11	11	6	11, 25
22	5	12	7	12, 27

Вариант	Операции с диагоналями матриц (таблица 2.2)	Операции с частями матриц (таблица 2.3)	Решение СЛАУ матричным методом (таблица 2.4)	Задача с циклами (таблица 2.5)
23	12	13	6	12, 28
24	4	14	4	11, 23
25	13	15	3	13, 58
26	3	1	3	15, 25
27	14	2	5	14, 20
28	2	3	4	13, 19
29	15	4	1	15, 28
30	1	5	2	17, 29

Примечание. В таблице 2.2 использованы следующие обозначения:

- M — «магическая» матрица размером (6×6) ;
- P — матрица Паскаля размером (6×6) ;
- I — единичная матрица размером (6×6) ;
- H — матрица Гильберта размером (6×6) .

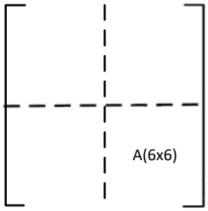
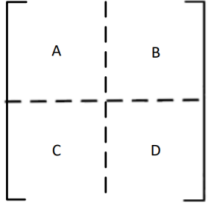
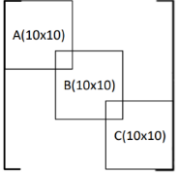
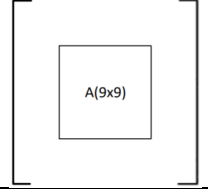
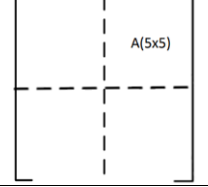
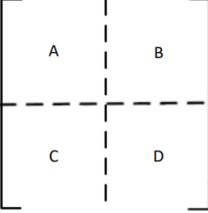
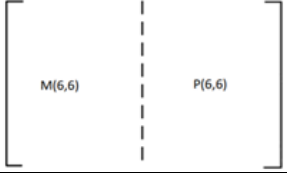
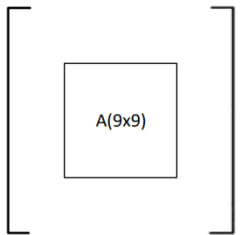
Таблица 2.2 — Задания по выполнению операций с диагоналями квадратных матриц размером (6×6)

№ п/п	Задание
1	В матрице $H + M \cdot P^{-1}$ выполнить сортировку элементов главной и побочной диагоналей. (в результате должна получиться матрица, у которой отсортированы диагонали)
2	В матрице M поменять местами главную и побочную диагонали.
3	Поменять местами главные диагонали матриц M и H .
4	Вычислить сумму элементов главной диагонали матрицы $P^2 - 1$.
5	Вычислить положения максимального и минимального элементов матрицы H и поменять их местами.
6	Найти сумму элементов главной диагонали матрицы I .
7	В матрице M расположить по главной диагонали числа: 6, 8, 4, -3, 0, 4.
8	Поменять местами побочные диагонали матриц P и главную диагональ матрицы H .

№ п/п	Задание
9	Найти сумму элементов главной диагонали матрицы P .
10	Найти сумму элементов побочной диагонали матрицы M .
11	Найти разность максимального и минимального элементов матрицы M .
12	В матрице M расположить по побочной диагонали числа: $-2, 4, 6, -3, 1, 2$.
13	В матрице $M^2 - P + 2 \cdot H$ выполнить сортировку элементов главной и побочной диагоналей.
14	Вычислить положения максимального элемента матрицы P и заменить его на число 5 .
15	Вычислить положения минимального элементов матрицы M и заменить его на число -8 .

Таблица 2.3 — Задания по операциям с частями матриц

№ п/п	Задание	
	Текст задания	Поясняющий рисунок
1	Создать матрицу (8×8) путем объединения 4-х матриц (4×4) : матрицы <i>Magic</i> , нулевой матрицы, матрицы <i>Pascal</i> и матрицы, состоящей из единиц, расположив их в соответствии с рисунком.	
2	В матрице <i>Pascal</i> (10×10) выделить матрицы A и B и найти матрицу, определяемую выражением $B \cdot A^{-1}$.	
3	В матрице <i>Magic</i> (11×11) выделить матрицу A размером (5×5) в центре и матрицу B размером (5×5) в правом нижнем углу исходной матрицы и найти матрицу, определяемую выражением $A \cdot B$.	
4	В левом нижнем углу матрицы <i>Magic</i> (11×11) выделить матрицу A размером (5×5) и найти сумму всех элементов выделенной матрицы.	

№ п/п	Задание	
	Текст задания	Поясняющий рисунок
5	В правом нижнем углу матрицы <i>Magic</i> (13×13) выделить матрицу <i>A</i> размером (6×6) и найти максимальный и минимальный элементы выделенной матрицы.	
6	В матрице <i>Magic</i> (10×10) выделить матрицы <i>A</i> , <i>B</i> , <i>C</i> , <i>D</i> размером (5×5) и найти матрицу, определяемую выражением $A \cdot D + B \cdot C$.	
7	В матрице <i>Magic</i> (18×18) выделить матрицы <i>A</i> (10×10), <i>B</i> (10×10) и <i>C</i> (10×10) и найти матрицу, определяемую выражением $A + B \cdot C$	
8	В центре матрицы <i>Magic</i> (13×13) выделить матрицу <i>A</i> (9×9) и найти максимальный и минимальный элементы выделенной матрицы.	
9	В правом верхнем углу матрицы <i>Pascal</i> (11×11) выделить матрицу <i>A</i> (5×5) и найти сумму всех элементов выделенной матрицы.	
10	В матрице <i>Pascal</i> (12×12) выделить матрицы <i>A</i> (6×6), <i>B</i> (6×6), <i>C</i> (6×6), <i>D</i> (6×6) и найти матрицу, определяемую выражением $A \cdot C + B \cdot D$.	
11	Объединить матрицы <i>Magic</i> (6×6) и <i>Pascal</i> размером (6×6) в одну матрицу размером (6×12).	
12	В центре матрицы <i>Pascal</i> (16×16) выделить матрицу <i>A</i> (9×9) и найти максимальный и минимальный элементы выделенной матрицы.	

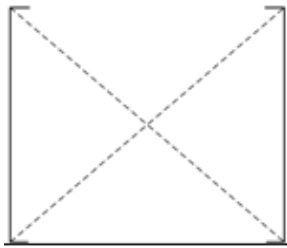
№ п/п	Задание	
	Текст задания	Поясняющий рисунок
13	В матрице <i>Magic</i> (10×10) выделить матрицы A и B и найти матрицу, определяемую выражением $B^{-1} \cdot A^{-1}$.	
14	В матрице <i>Pascal</i> (11×11) выделить матрицу A (5×5) в центре, матрицу B (5×5) в правом нижнем углу и найти, сумму максимальных и минимальных значений матриц A и B .	
15	В правом нижнем углу матрицы <i>Magic</i> (12×12) заменить матрицу A (6×6) на матрицу <i>Pascal</i> (6×6).	

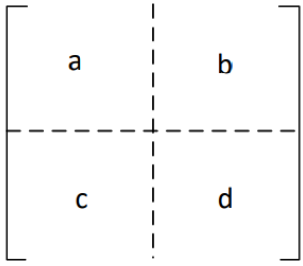
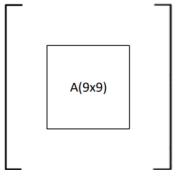
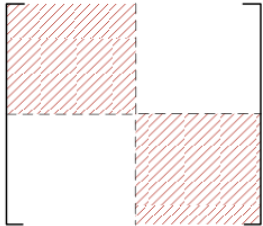
Таблица 2.4 — Задания по решению системы линейных уравнений
матричным методом

№ п/п	Система линейных алгебраических уравнений
1	$\begin{cases} 3 \cdot x_2 + x_1 = 0; \\ 5 \cdot x_1 + 2 \cdot x_3 = 0; \\ x_1 + 2 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 = 9. \end{cases}$
2	$\begin{cases} 110 \cdot x_1 + 21 \cdot x_2 - 13 \cdot x_3 = -3; \\ 61 \cdot x_2 + 3 \cdot x_1 = -6; \\ x_1 + 2 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 = 0. \end{cases}$
3	$\begin{cases} 5 - 9 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 21 = 0; \\ 6 \cdot x_1 + x_3 = 5; \\ 23 + 14 \cdot x_1 + x_2 - x_3 = 9. \end{cases}$
4	$\begin{cases} 17 \cdot x_1 + 9 \cdot x_2 + x_3 = 0; \\ 25 \cdot x_3 + 21 \cdot x_2 = -3; \\ 14 \cdot x_1 + x_2 - x_3 = 9. \end{cases}$
5	$\begin{cases} x_1 + 2 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 = 4; \\ 15 \cdot x_3 + 21 \cdot x_1 = -3; \\ 6 + 9 \cdot x_3 + 8 \cdot x_2 + x_1 = -9. \end{cases}$

№ п/п	Система линейных алгебраических уравнений
6	$\begin{cases} 15 \cdot x_1 + x_2 + x_3 = -7; \\ 55 \cdot x_3 + x_2 - 9 \cdot x_1 = 5; \\ 16 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 = -3. \end{cases}$
7	$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 9; \\ 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 + x_3 = 117; \\ x_1 + 2 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 = 2. \end{cases}$
8	$\begin{cases} 22 \cdot x_2 + x_3 + x_1 + 15 = 0; \\ 14 + 17 \cdot x_1 + 25 \cdot x_3 = 9; \\ 16 \cdot x_1 + 22 \cdot x_3 + 15 \cdot x_2 = 14. \end{cases}$
9	$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 0; \\ 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 + x_3 = x_3; \\ x_1 + 2 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 = 25. \end{cases}$
10	$\begin{cases} 2 \cdot x_1 + 10 \cdot x_2 - 7 \cdot x_3 = 11; \\ x_1 - 5 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 = 0; \\ 9 \cdot x_1 - 6 \cdot x_2 - 3 \cdot x_3 = 7. \end{cases}$
11	$\begin{cases} 3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 + x_3 = 13; \\ x_1 + 2 \cdot x_3 + x_3 = 7; \\ -x_3 + 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 = 12. \end{cases}$
12	$\begin{cases} x_1 - 4 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 = -3; \\ 3 \cdot x_1 + x_2 + x_3 = 5; \\ 3 \cdot x_1 - 5 \cdot x_2 - 6 \cdot x_3 = -9. \end{cases}$
13	$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2 \cdot x_3 = -4; \\ 2 \cdot x_1 - x_2 + 2 \cdot x_3 = 3; \\ 4 \cdot x_1 + x_2 + 2 \cdot x_3 = -3. \end{cases}$
14	$\begin{cases} 3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - x_3 = 4; \\ 2 \cdot x_1 - x_2 + 5 \cdot x_3 = 23; \\ x_1 + 7 \cdot x_2 - x_3 = 5. \end{cases}$
15	$\begin{cases} x_1 - 2 \cdot x_2 + x_3 = 0; \\ 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - x_3 = 3; \\ 4 \cdot x_1 - x_2 + x_3 = 5. \end{cases}$

Таблица 2.5 — Содержание заданий на программирование циклов

№ п/п	Задание	
	Текст задания	Поясняющий рисунок к заданию
1	В матрице <i>Hilbert</i> (21×21) поменять местами верхнюю и правую строки.	—
2	В матрице <i>Pascal</i> (17×17) найти сумму элементов главной и побочной диагоналей.	—
3	В матрице <i>Magic</i> (13×13) заполнить левый треугольник единицами, а правый часть двойками.	
4	В матрице <i>Magic</i> (11×11) заполнить тройками верхний треугольник, а нижний — четверками.	
5	В матрице <i>Pascal</i> (10×10) заполнить двойками верхний треугольник, а левый — восьмёрками.	
6	В матрице <i>Pascal</i> (14×14) заполнить пятерками верхний треугольник, а нижний — единицами.	
7	В матрице <i>Hilbert</i> (15×15) поменять местами левый и правый столбцы.	—
8	В матрице <i>Magic</i> (15×15) поменять местами третий и восьмой столбцы.	—
9	В матрице <i>Hilbert</i> (13×13) поменять местами элементы главной и побочной диагоналей.	—
10	В матрице <i>Pascal</i> (15×15) отобразить все элементы матрицы симметрично относительно главной диагонали.	—
11	В матрице <i>Magic</i> (15×15) отобразить все элементы матрицы симметрично относительно побочной диагонали.	—
12	В матрице <i>Magic</i> (10×10) заполнить единицами левую нижнюю четверть.	—
13	В матрице <i>Pascal</i> (8×8) найти среднее геометрическое значение элементов.	—

№ п/п	Задание	
	Текст задания	Поясняющий рисунок к заданию
14	В матрице <i>Hilbert</i> (5×5) определить среднее квадратичное элементов.	—
15	Создать матрицу (9×9), в которой численное значение каждого элемента $a_{i,j}$ определяется по формуле $i^2 - 2 \cdot j$, где i — номер строки, j — номер столбца, соответствующих расположению элемента.	—
16	В матрице <i>Hilbert</i> (12×12) переместить по часовой стрелке области a , b , c , d .	
17	Для матрицы <i>Magic</i> (7×7) вычислить $a^2 \cdot b + c^{-1} \cdot d$	
18	В матрице <i>Magic</i> (21×21) поменять местами область a на область d и область c на область b .	
19	В матрице <i>Pascal</i> (18×18) заполнить нулями центральную часть A (9×9), и единицами края матрицы.	
20	В матрице <i>Magic</i> (9×9) расположить сначала отрицательные, а затем положительные элементы.	—
21	В матрице <i>Magic</i> (14×14) найти среднее арифметическое значение элементов.	—
22	В матрице <i>Magic</i> (16×16) определить минимальный элемент и его номер.	—
23	В матрице <i>Pascal</i> (16×16) определить максимальный элемент и его номер.	—
24	В матрице <i>Magic</i> (21×21) найти сумму элементов заштрихованных областей.	
25	В матрице <i>Magic</i> (5×5) найти произведение элементов заштрихованной области.	
26	В матрице <i>Pascal</i> (18×18) в выделенных областях найти минимальный элемент.	
27	В матрице <i>Hilbert</i> (16×16) в выделенных областях найти максимальный элемент.	

№ п/п	Задание	
	Текст задания	Поясняющий рисунок к заданию
28	В матрице <i>Hilbert</i> (9×9) расположить сначала положительные, а затем отрицательные элементы.	—
29	В матрице <i>Magic</i> (15×15) определить сумму элементов кратных трем.	—
30	В матрице <i>Pascal</i> (15×15) определить сумму элементов кратных пяти.	—

2.8. Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы

1. Как задать матрицу в *MATLAB* с помощью квадратных скобок?
2. Как выделить элемент матрицы с помощью круглых скобок?
3. Как выделить строку матрицы?
4. Как выделить группу элементов матрицы, образующих прямоугольную область?
5. Как преобразовать элементы главной диагонали матрицы в вектор-столбец с помощью оператора *diag*?
6. Как преобразовать вектор-строку или вектор-столбец в диагональную матрицу?
7. Как выполнить перестановку столбцов матрицы симметрично относительно вертикальной оси?
8. Как выполнить перестановку строк матрицы симметрично относительно горизонтальной оси?
9. Как преобразовать побочную диагональ матрицы в вектор-столбец?
10. С помощью какого оператора можно создать нулевую матрицу?
11. Как создать матрицу, все элементы которой равны единицам?
12. Как создать единичную матрицу?
13. Чем отличаются матричное и поэлементное умножение матриц?
14. Как получить матрицу, обратную заданной?
15. Как найти максимальный и минимальный элементы матрицы?
16. Как вычислить максимальный и минимальный элементы матрицы?
17. Каковы преимущества программ, создаваемых в виде *m*-файла?
18. Как создать *m*-файла в *MATLAB*?
19. Опишите разницу между *m*-файл-программой и *m*-файл-функцией.
20. Какова структура *m*-файл-функции?
21. Как запустить выполнение *m*-файла программы?
22. Каково назначение окна *Command Window*?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Половко, А. М. *MATLAB* для студента / А. М. Половко, П.Н. Бутусов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005 — 320 с.
2. Мироновский, Л. А. Введение в *MATLAB*: учебное пособие. / Л. А. Мироновский, К. Ю. Петрова. — СПб. ГУАП. СПб., 2005. — 122 с.
3. Дьяконов, В. П. *MATLAB 7.*/R2006/R2007*: самоучитель / В. П. Дьяконов. — М. : ДМК-Пресс, 2009. — 768 с. — ISBN 978-5-94074-424-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань». — URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1178 (дата обращения: 04.01.2026). — Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
4. *Matlab* и *Simulink* — сообщество пользователей, материалы, книги, форум : сайт — . — URL: <http://matlab.exponenta.ru> (дата обращения: 04.01.2026). — Режим доступа: свободный. — Текст : электронный.
5. Оформление текстовых работ : учебно-методическое пособие для преподавателей обучающихся всех форм обучения по всем направлениям и специальностям кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» / СевГУ, ИРИТС, кафедра «Радиоэлектронные системы и технологии»; сост. В. Г. Слѣзкин. — Севастополь : СевГУ, 2026. — 29 с. — Текст : непосредственный.

Приложение А
Образец титульного листа отчёта по лабораторной работе
(пример)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
Высшая технологическая школа
«Севастопольский приборостроительный институт»
Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 1
Вычисление математических выражений в *MATLAB*

по дисциплине
«Пакеты прикладных математических программ»

Выполнил: обучающийся группы _____
шифр группы

фамилия и инициалы выполнившего работу

Вариант № _____

Проверил: _____
должность преподавателя

фамилия и инициалы преподавателя

Севастополь
2026

Приложение Б

Основные операторы и специальные символы *MATLAB*

Таблица Б.1 — Операторы арифметических действий

Обозначение	Действие
+	сложение
—	вычитание
*	умножение
/	деление слева направо
\	деление справа налево
^	возведение в степень

Таблица Б.1 — Специальные символы

Символ	Назначение
[]	Квадратные скобки используются при задании матриц и векторов
,	Запятая (или пробел) используются для разделения элементов матриц и операторов в строке ввода
;	Точка с запятой в конце команды отменяет вывод результата на экран
:	Двоеточие используется для указания диапазона изменения величины, а также для обозначения групповой операции над элементами матриц
()	Круглые скобки применяются для задания аргументов функций, индексов матриц и изменения приоритета математической операции
.	Точка используется для отделения дробную часть числа от целой, а также в составе операций, выполняемых поэлементно (.*, .^, ./, .\)
...	В конце строки обозначают продолжение выражения на следующей строке
%	Знак процента обозначает строку комментария
' '	Апострофы ограничивают символьную строку

Таблица Б.3 — Операторы отношения величин

Обозначение	Отношение
<	меньше
<=	меньше или равно
>	больше
>=	больше или равно
==	равно
~=	не равно

Таблица Б.4 — Логические операторы

Имя	Операция
&	логическое И
	логическое ИЛИ
~	логическое НЕ

Приложение В

Основные математические функции *MATLAB*

Имя	Функция
Тригонометрические	
$\sin(x)$ $\text{sind}(x)$	синус числа x в радианах синус числа x в градусах
$\cos(x)$ $\text{cosd}(x)$	косинус числа в радианах косинус числа x в градусах
$\tan(x)$ $\text{tand}(x)$	тангенс числа в радианах тангенс числа x в градусах
$\cot(x)$ $\text{cotd}(x)$	котангенс числа в радианах котангенс числа x в градусах
$\text{asin}(x)$ $\text{asind}(x)$	арксинус числа в радианах арксинус числа x в градусах
$\text{acos}(x)$ $\text{acosd}(x)$	арккосинус числа в радианах арккосинус числа x в градусах
$\text{atan}(x)$ $\text{atand}(x)$	арктангенс числа в радианах арктангенс числа x в градусах
$\text{acot}(x)$ $\text{acotd}(x)$	арккотангенс числа в радианах арккотангенс числа x в градусах
Экспонента и логарифм	
$\exp(x)$	экспонента e^x
$\log(x)$	натуральный логарифм $\ln x$ или $\log_e x$
$\log_2(x)$	двоичный логарифм $\lg x$ или $\log_2 x$
$\log_{10}(x)$	десятичный логарифм $\lg x$
Целочисленные функции	
$\text{fix}(x)$	округление числа x до ближайшего целого в сторону нуля
$\text{floor}(x)$	округление числа x до ближайшего целого в сторону $-\infty$
$\text{ceil}(x)$	округление числа x до ближайшего целого в сторону $+\infty$
$\text{round}(x)$	обычное округление числа x до ближайшего целого
$\text{rem}(x, y)$	вычисление остатка от деления x на y
$\text{sign}(x)$	функция «знак» (сигнум) числа x
Элементарные функции	
$\text{sqrt}(x)$	корень квадратный из числа x
$\text{abs}(x)$	модуль числа x
$\text{factorial}(x)$	факториал от x
$\text{gcd}(x, y)$	наибольший общий делитель чисел x и y
$\text{lcm}(x, y)$	наименьшее общее кратное чисел x и y

Приложение Г

Основные виды матриц

Вид матрицы	Характеристика
прямоугольная	количество строк и количество столбцов различны, например, 3 строки и 5 столбцов
квадратная	количество строк равно количеству столбцов, например, 3 строки и 3 столбца
диагональная	квадратная матрица, у которой все элементы вне главной диагонали , от левого верхнего элемента до правого нижнего, равны нулю ,
единичная	квадратная матрица, у которой все элементы на главной диагонали равны единице , а остальные элементы равны нулю
верхнетреугольная (нижнетреугольная)	квадратная матрица, у которой все элементы ниже (выше) главной диагонали равны нулю
матрица-строка (вектор-строка)	матрица с одной строкой, но с произвольным числом столбцов
матрица-столбец (вектор-столбец):	матрица с одним столбцом, но с произвольным числом строк
нулевая	матрица, все элементы которой равны нулю
транспонированная матрица	матрица, полученная путем замены строк на столбцы и столбцов на строки исходной матрицы
симметрическая матрица	квадратная матрица, которая не изменяется при транспонировании, т.е. её элементы симметричны относительно главной диагонали

Приложение Д

Основные команды создания и преобразования матриц

Таблица Д.1 — Команды создания и преобразования матриц

Команда	Описание
<i>magic(n,m)</i>	формирует «магическую» матрицу размером $n \times m$
<i>pascal(n,m)</i>	формирует матрицу Паскаля размером $n \times m$
<i>hilb(n,m)</i>	формирует матрицу Гильберта $n \times m$
<i>rand(n,m)</i>	формирует матрицу размером $n \times m$, элементами которой являются случайные числа, распределенные по равномерному закону на интервале $[0; 1]$
<i>randn(n,m)</i>	формирует матрицу размером $n \times m$, элементами которой являются случайные числа с нормальным законом распределения
<i>zeros(n)</i>	формирует матрицу размером $n \times m$ с нулевыми элементами.
<i>ones(n,m)</i>	формирует матрицу размером $n \times m$, все элементы которой равны 1
<i>eye(n,m)</i>	формирует единичную матрицу размером $n \times m$: с единицами на главной диагонали и нулевыми остальными элементами
<i>diag(x,k)</i>	формирует квадратную матрицу, в одной из диагоналей которой находятся элементы вектора x . При $k = 0$ элементы вектора находятся на главной диагонали, при $k > 0$ — в k -й верхней диагонали, при $k < 0$ — в k -й нижней диагонали; остальные элементы матрицы являются нулями
<i>tril(A)</i>	создает нижнюю треугольную часть матрицы A , остальные элементы являются нулями
<i>triu(A)</i>	создает верхнюю треугольную часть матрицы A , остальные элементы являются нулями
<i>blkdiag(A,B,...)</i>	позволяет конструировать блочно-диагональные матрицы, при этом блоки, используемые функцией, не обязательно должны быть квадратными одного размера
<i>B=repmat(A,n,m)</i>	создает матрицу B , состоящую из $n \times m$ копий матрицы A ; $B = repmat(A,1,1)$ копирует матрицу A в матрицу B .

Таблица Д.2 — Список основных операций при работе с матрицами

Команда	Описание операции
<i>size(A)</i>	размеры матрицы (A — матрица размера $n \times m$);
<i>inv(A)</i>	обращение матрицы A;
<i>sum(A)</i>	выводит вектор-строку, длина которой равна числу столбцов матрицы, а каждый элемент является суммой соответствующего столбца матрицы A;
<i>sum(A,2)</i>	выводит вектор-столбец, длина которого равна числу строк матрицы, а каждый элемент является суммой соответствующей строки матрицы A;
<i>min(A)</i>	выводит вектор-строку, состоящую из минимальных элементов столбцов матрицы A;
<i>max(A)</i>	выводит вектор-строку, состоящую из максимальных элементов столбцов матрицы A;
<i>min(A, [],2)</i>	выводит вектор-столбец, состоящий из минимальных элементов строк матрицы A
<i>max(A, [],2)</i>	выводит вектор-столбец, состоящий из максимальных элементов строк матрицы A
<i>sort(A)</i>	сортирует элементы каждого столбца матрицы A в порядке возрастания
<i>sort(A,2)</i>	сортирует элементы каждой строки матрицы A в порядке возрастания
<i>[i,j]=find(A)</i>	возвращает номера ненулевых элементов матрицы A, где <i>i</i> — индексы строковых элементов матрицы, <i>j</i> — индексы столбцовых элементов матрицы
<i>[i,j]=find(A<условие>)</i>	определяет индексы элементов матрицы A, которые удовлетворяют заданному логическому условию. К функции <i>find</i> можно обратиться и с одним выходным аргументом <i>k=find(A)</i> . В этом случае вектор <i>k</i> содержит номера требуемых элементов матрицы в соответствии со схемой их хранения в памяти (в памяти компьютера массивы хранятся следующим образом: сначала идут все элементы первого столбца, затем — элементы второго столбца и так далее).

Учебное издание

**ПАКЕТЫ
ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ
ПРОГРАММ**

Учебно-методическое пособие

Часть 1

Составители: **Ткаченко** Михаил Олегович,
Щекатурин Андрей Алексеевич, **Васин** Евгений Евгеньевич

В авторской редакции

Изд. № 68/2026. Объем 3 п. л. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,94.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»