

Направление подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»  
Профиль «Прикладная информатика в топливно-энергетическом комплексе»  
Методическое обеспечение РПД Б1.О.07 «Программные средства для экономико-математических расчетов»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

---

Направление подготовки: **09.03.03 «Прикладная информатика»**

Профиль: **«Прикладная информатика в топливно-энергетическом комплексе»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**


Форма обучения: **очная**

Год набора: **2023**

Смоленск


*Направление подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»  
Профиль «Прикладная информатика в топливно-энергетическом комплексе»  
Методическое обеспечение РПД Б1.О..07 «Программные средства для экономико-математических расчетов»*

**Методические материалы составил:**

канд. техн. наук, доцент кафедры  
информационных технологий в экономике и управлении  А.Ю. Пучков

«20» января 2023 г.

**Заведующий кафедрой информационных технологий в экономике и управлении:**

  
\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ д-р техн. наук, профессор М.И. Дли  
Ф.И.О

«08» февраля 2023 г.

## МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСА MATHCAD И ПРОСТЕЙШИЕ РАСЧЕТЫ

**Цель занятия:** получить навыки для выполнения расчётов в среде MathCAD на базовом уровне.

#### **Общие сведения о среде MathCAD**

MathCAD является математическим редактором, позволяющий проводить разнообразные математические и научные расчеты, начиная от элементарной арифметики и заканчивая сложными арифметическими вычислениями. Пользователь получает возможность просто и наглядно в привычной для математика форме вводить с помощью редактора формул математические выражения и тут же получать результат.

В число выполняемых действий входит:

- ввод математических выражений,
- проведение различных расчетов,
- подготовка графиков различных результатов вычислений,
- ввод данных из внешнего файла,
- ввод данных во внешний файл,
- оформления веб-страниц,
- предоставление доступа к справочному материалу по математике.

Краткое описание элементов интерфейса

MathCAD имеет стандартный интерфейс Windows.

- Строка меню.
- Строка инструментов.
- Строка форматирования.
- Рабочая область.
- Строка состояния.
- Всплывающее или контекстное меню (нажимается правая кнопка мыши), содержание зависит от места вызова.
- Панель инструментов Математика и доступные из нее инструменты.

Среди особых элементов интерфейса следует отметить панель инструментов Математика (рисунок 1.1). Эта панель служит для доступа к панелям инструментов, обеспечивающих вставку математических вычислений или символов. При необходимости панели инструментов можно установить: View – Toolbars – v Resources.

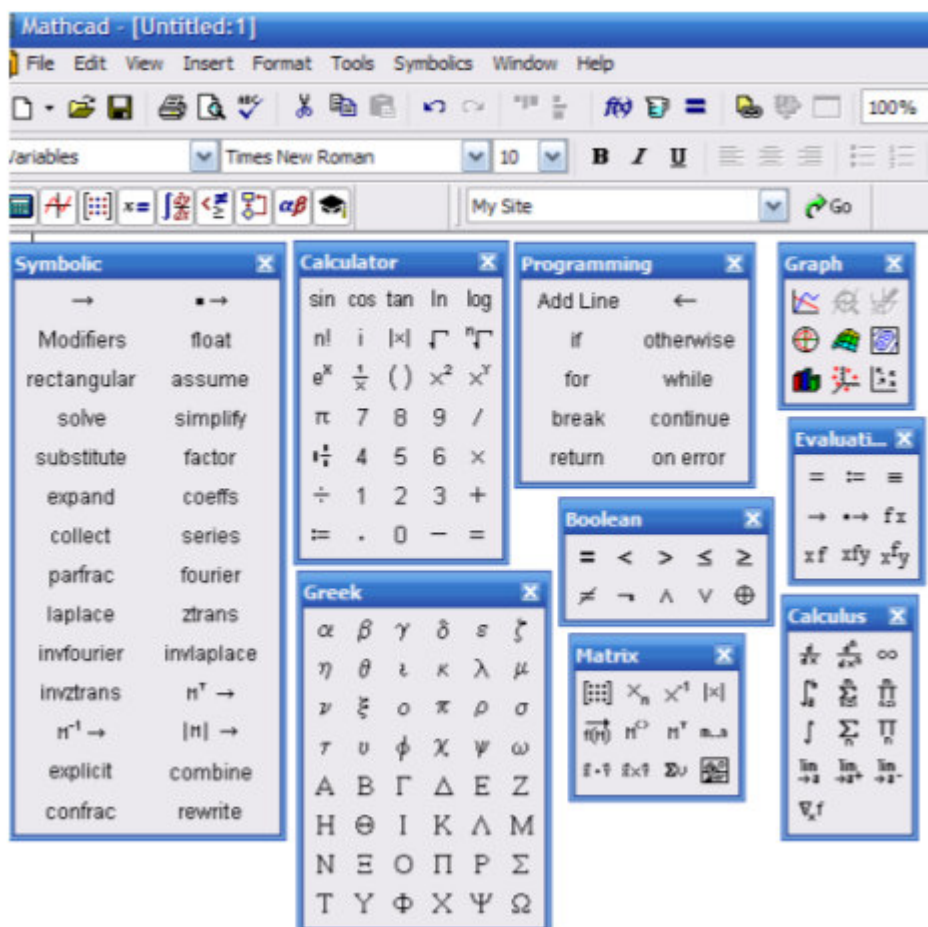
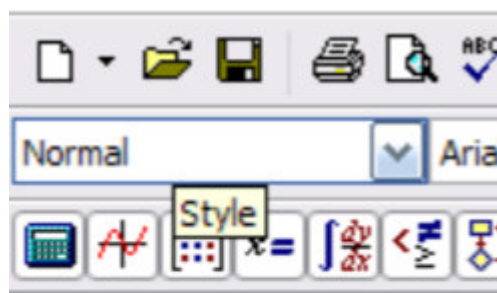


Рисунок 1.1 – Панель инструментов Математика и доступные из нее инструменты

В MathCad формально функции можно разделить на 2 группы: встроенные и заданные пользователем. Имена функций можно вводить с клавиатуры или вызывать с панели инструментов ( $f(x)$ ), некоторые можно ввести с панели Calculator. Функции записываются в обычной для математика форме.

Имеется возможность символьного или аналитического вычисления выражения. Для символьных выражений имеется ряд специальных средств. Одно из них – это оператор символьного вывода (стрелка) (рисунок 1.1).



$$2 + 3 \rightarrow 5$$

$$y := x^2 + 2 \cdot x + 3 \cdot x$$

$$y \rightarrow x^2 + 5 \cdot x$$

Рисунок 1.1 – Пример обработки выражений в MathCAD

Результат получается после аналитического преобразования. Используя символ  $\rightarrow$  можно упрощать результаты.

**Задание к лабораторной работе:**

Выполнение заданий 1-2 предполагает оформление отчета в текстовом редакторе Word (TimesNewRoman, 12 п., одинарный), в котором отражаются этапы выполнения заданий и результаты.

**Задание:**

вычислить в Mathcad:

$$\cos 2,567; \lg 6.2+5\ln 7.453 - \log_7 10.$$

$$170!; 171!;$$

$$\sqrt[3]{-8}; -8^{1/3}; (-8)^{1/3}.$$

найти модуль, вещественную (функция  $\text{re}(z)$ ) и мнимую (функция  $\text{im}(z)$ ) части комплексного числа:  $z = \cos(-3.1415) + i \sin 3$ , где  $i = \sqrt{-1}$ .

найти интегралы символично (символьные вычисления проводятся если вместо знака равенства использовать комбинацию  $\text{ctrl}+\text{точка}$  в английской раскладке, что дает символ  $\rightarrow$ ):

$$\int (1+\tan x)dx;$$

$$\int_0^1 \int_0^x ((x^2 + y^2)^{0.5}) dy dx$$

найти значения произведения и суммы:

$$\prod_{i=1}^7 (i + 345i) / (0.1i);$$

$$\prod_{i=3}^{11} (-3)^{i+1} (2i + \sin(i)).$$

**Контрольные вопросы**

1. Что такое MathCAD. Каково его основное назначение?
2. Назовите современные программные средства для экономико-математических расчетов и дайте им характеристику.
3. Выполнение каких расчётов возможно в среде MathCAD?
4. Как задается точность вычислений?
5. Как задать количество цифр, выводимых после запятой?

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ В СРЕДЕ MATHCAD

**Цель занятия:** с помощью средств MathCAD научиться решать прикладные задачи для экономических приложений.

#### Теоретические сведения

В MathCAD к классу задач линейного программирования относятся задачи, в которых требуется оптимизировать (определить максимум или минимум) целевую функцию вида:

$$z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_1 * c_1 + x_2 * c_2 + \dots + x_n * c_n$$

при следующих ограничениях

$$a_{i1} * x_1 + a_{i2} * x_2 + \dots + a_{in} * x_n - b_i \geq 0, (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$x_k \geq 0, (k = 1, 2, \dots, n)$$

Задача и листинг ее решения в Mathcad приведены на рисунке 3.1

Решение задачи линейного программирования.

```

ORIGIN := 1      Задание целевой функции
F(x) := 2000 * x1 + 3000 * x2
Задание начальных приближений      x := ( 1 )
                                          ( 1 )
Given
Ввод ограничений
x2 + 2 * x1 ≤ 6
2 * x2 + x1 ≤ 8
x1 - x2 ≤ 1
x1 ≤ 2
x1 ≥ 0
x2 ≥ 0
Решение
x := Maximize (F, x)      x = ( 1.333 )
                          ( 3.333 )
Значение функции цели      F(x) = 1.267 × 104
    
```

Рисунок 3.1 – Примерное решение задачи линейного программирования

Одним из способов решение подобных задач в Mathcad является использование блока given с функциями minimize и maximize. В качестве примера рассмотрим задачу планирования производства красок. Суть задачи в следующем. Фабрика выпускает два типа красок - I и E. Для производства красок используются два компонента - A и B. Максимальные суточные запасы этих компонентов: компонент A - 6 тонн; компонент B - 8 тонн. Расходы компонентов A и B на производство 1 тонны краски следующие: для краски I - A/B= 2/1; для краски E - A/B = 1/2. Суточный спрос на краску I никогда не превышает спрос на краску E более, чем на 1 тонну. Спрос на краску I никогда не превышает 2 тонн в сутки. Оптовые цены на краску I - 2000 рублей за тонну, а на краску E - 3000 рублей за тонну. Определить максимальный доход фабрики от продажи краски. Обозначив суточный объем выпуска краски I

за  $x_1$ , а суточный объем выпуска краски  $E$  за  $x_2$ , получаем экономико-математическую модель задачи.

### **Задание к лабораторной работе:**

Выполнение заданий 1-2 предполагает оформление отчета в текстовом редакторе Word (TimesNewRoman, 12 п., одинарный), в котором отражаются этапы выполнения заданий и результаты.

#### ***Решение задачи по линейному программированию на основе геометрической интерпретации.***

На экране построить графики прямых, которые ограничивают многоугольник решений;

На том же графике построить прямую, совпадающую по направлению с градиентом целевой функции;

На том же графике построить три линии уровня целевой функции в направлении ее градиента. Одна из линий уровня должна соответствовать максимальной прибыли;

Найти точное решение как точку пересечения соответствующих прямых (для этого надо решить систему из двух уравнений, описывающих эти прямые);

Решить задачу используя встроенные функции Maximize или Minimize. Порядок их применения найдите в Help. Сравните полученные результаты.

Построить трехмерный график целевой функции.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова цель балансового анализа?
2. Приведите упрощенную модель межотраслевого баланса экономики, состоящей из трех секторов.
3. Что показывают числа, расположенные в строках и столбцах таблицы межотраслевого баланса?
4. Какова последовательность геометрического способа решения задачи линейного программирования?
5. Что представляет собой функция Maximize?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. ИНСТАЛЛЯЦИЯ И ОСНОВЫ РАБОТЫ В СРЕДЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ MATLAB**

**Цель занятия:** научиться проводить установку программных средств и математические расчёты в среде MatLAB.

### **Теоретические сведения**

По умолчанию после запуска MATLAB на экране появится комбинированное окно (рис. 1), включающее четыре панели:

- CommandWindow (окно команд) – вводятся команды (после знака  $\gg$ ) подлежащие немедленному исполнению (Enter для исполнения).
- Workspace (рабочее пространство) – отображает текущий набор переменных, определенных пользователем в командном окне.
- CommandHistory (история команд) – хранит команды которые исполнялись в командном окне.

– CurrentDirectory (текущий каталог) – определяет каталог с которым работает система (т.е. если при выполнении некоторой программы пользователь ссылается на файл с именем «любое», то по умолчанию система будет искать его в текущем каталоге), а так же используется как проводник для создания новых и выполнения уже существующих проектов. Наличие того или иного окна может быть установлено с помощью вкладки View меню главного окна системы. Помимо вкладки View главное меню содержит пункты:

- File – выполняет обычные функции характерные данному пункту в любых других системах, а именно создания нового (New) и открытия (Open) уже созданного проекта, (Save) сохранения проекта, (Print) распечатки командного окна и др.
- Edit – выполняет вырезание (Cut), копирование (Copy), вставку (Paste), и удалению (Delete) выделенных фрагментов текстов или графических объектов.
- Web – подключение к сайту фирмы – производителя. Вычисления выполняются в командном окне (CommandWindow). После знака “>>” символизирующего начало строки вводится любое выражение, удовлетворяющее синтаксису MATLAB, далее для выполнения команды нажать “Enter”.

#### **Задание к лабораторной работе:**

Выполнение заданий 1-2 предполагает оформление отчета в текстовом редакторе Word (TimesNewRoman, 12 п., одинарный), в котором отражаются этапы выполнения заданий и результаты.

#### ***Демонстрация возможностей MatLAB***

Выполнить команду demo и наблюдать демонстрацию возможностей системы (при паузе в работе – нажимать любую клавишу для продолжения). Получить характеристику мощности данного компьютера по сравнению с другими моделями ПК с помощью команды bench

#### ***Выполнение простейших расчётов в MatLAB***

Вычислить в MatLAB:

$\sin(4.5)$ ,  $\text{tg}(1.4)$ ,  $\text{arctg}(2.3)$ ,  $\ln(3.2)$ ,

реальную и мнимую части комплексного числа  $z=23+i4$ ,

Задать с помощью функции вектор-столбец из единиц (функция ones), вектор-столбец из нулей (zeros), единичную матрицу размером 4 на 4 (eye);

используя операцию « : » задать вектор x, содержащий элементы, изменяющиеся от -12.5 до 12.5 с шагом 2.5 и вывести значения функции  $f(x)=(1+x)^{0.5}$  в этих точках; построить график этой функции на данном интервале.

#### **Контрольные вопросы**

6. Назовите основные задачи, которые выполняет MatLAB.
7. Какие основные элементы управления содержит в себе MatLAB?
8. Как найти определитель матрицы?
9. Какие существуют способы описания массива?
10. Как очистить командную консоль приложения?

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ В СРЕДЕ MATLAB**

**Цель занятия:** научиться разрабатывать программы для экономико-математических приложений в среде MatLAB.

#### **Теоретические сведения**

Практически невозможно предусмотреть в одной, даже самой большой и мощной, математической системе возможность решения всех задач, которые могут интересовать пользователя. Программирование в системе MATLAB является эффективным средством ее расширения и адаптации к решению специфических проблем. Оно реализуется с помощью языка программирования системы. Большинство объектов этого языка, в частности все команды, операторы и функции, одновременно являются объектами входного языка общения с системой в командном режиме работы. Программы на языке программирования MATLAB сохраняются в виде текстовых m-файлов.

Более удобной разновидностью m – файлов являются функции, первой строкой которых является заголовок, использующий оператор `function`. Использование функций является удобным средством разделения программы на отдельные блоки алгоритмов, обратиться к которым можно из любой точки программы.

Функции получают исходные данные в виде списка входных параметров и возвращают результаты своей работы также в виде списка выходных параметров. Одной из самых важных особенностей функций является аппарат локальных переменных. Все переменные, появляющиеся в теле функции, за исключением глобальных переменных, входных и выходных параметров, считаются локальными. Они образуют локальное рабочее пространство и доступны только в теле породившей их функции, и никакие скрипты или другие функции воспользоваться ими не могут. При написании программ – функций требуется, чтобы имя m – файла, в котором запоминается программа обязательно совпадало с именем функции. Пример универсальной программы вычисления  $n!$  Может быть написан следующим образом и должен быть сохранен под именем `fact.m` :

```
function y=fact(n)
```

```
k=1
```

```
for i=1:n
```

```
    k=k*i ;
```

```
end
```

```
y=k ;
```

Для вычисления  $5!$  Достаточно набрать в текущей строке:

```
>> p=fact(5)
```

```
p=
```

```
120
```

Отметим, что при обращении к функции должны выполняться соответствие между числом входных и выходных параметров. Так, например, обращения типа:

```
>> [k1,k2]=fact(5)
```

```
>>k1=fact(5,6)
```

```
>> [k1,k2]=fact(5,6)
```

вызовут ошибку, и работа программы будет прекращена. В любом m-файле можно описать несколько функций (в скриптах не допускается описание функций). Самая первая из них обладает тем преимуществом, что может быть вызвана извне. Все остальные функции считаются внутренними и доступны только в рамках данного m – файла. Функция может не содержать входных и выходных параметров. Если такая функция является внешней, то она выполняет роль скрипта.

Однако в отличие от скрипта в ней могут присутствовать другие подфункции, отпадает необходимость в использовании функций как отдельных m – файлов, и текст программы можно целиком поместить в одном файле, а внешние подключать как дополнительные библиотеки (например файлы данных). Поэтому рекомендуем для написания программы отка-

заться от скриптов и оформлять программу сразу в виде функции без входных и выходных параметров.

**Задание к лабораторной работе:**

Выполнение заданий 1-2 предполагает оформление отчета в текстовом редакторе Word (TimesNewRoman, 12 п., одинарный), в котором отражаются этапы выполнения заданий и результаты.

*Разработать программу для решения следующей задачи. Среди шести банков нужно выбрать банк для наиболее удобного вложения личных сбережений клиента. Наименования банков и их характеристики приведены в таблице 4.1.*

Таблица 4.1 – Исходные данные для анализа

	Сбербанк	Банк Аскольд	МДМ-банк	МОСТ-банк	Кредо-банк	Инком-банк
Процентная ставка по вкладам	5	15	12	11	18	14
Уставной капитал, млн. руб	15000	1000	5000	2500	1250	10100
Количество филиалов	754	120	58	69	45	87
Удаленность от дома, км	0,5	2	1,5	6,4	0,1	5,6
Наличие заграничных филиалов	Есть	Нет	Нет	Есть	Нет	Есть
Часы работы	8.00-20.00	10.00-19.00	9.00-19.00	9.00-20.00	9.00-20.00	9.00-20.00
Среднее количество окон обслуживания клиентов	8	6	7	3	5	5

Просчитать значения нормализованной функции принадлежности по каждому критерию для каждой альтернативы и записать их в виде матриц-строк, содержащих эти значения, например  $c1 = [0.1 \ 0.4 \ 0.9 \ 0.2 \ 0.3 \ 0.7]$ . всего таких матриц-строк должно быть равно числу критериев.

Задать эти матрицы-строки в системе matlab;

Написать программу для дальнейшего расчета используя метод многокритериального выбора альтернатив на основе пересечения нечетких множеств;

Убедиться, что в результате работы программа должна дать символьный ответ с названием предпочтительного банка.

**Контрольные вопросы**

11. Какой формат файла сохраняет за собой проект MatLAB?
12. Сколько служебных слов применяется в MatLAB?
13. Должно ли выполняться соответствие между входными и выходными аргументами при вызове программы?
14. Как вызвать документацию написанной программы?
15. Как выполнить отладку программы?

**Рекомендуемая литература**

1 Затонский А.В., Тугашова Л.Г. Моделирование объектов управления в MatLab: учебное пособие (уровень образования – бакалавриат) // А.В. Затонский, Л.Г. Тугашова. СПб : "Лань", 2019. – 144 с. [электронный ресурс]: <https://e.lanbook.com/book/111915>

3 Стефанова, И. А. Обработка данных и компьютерное моделирование : учебное пособие / И. А. Стефанова. СПб : Лань, 2020. - 112 с. [электронный ресурс]: <https://e.lanbook.com/book/126939>

3 Мурашкин В. Г. Инженерные и научные расчеты в программном комплексе MathCAD: учебное пособие. - Самара: СГАСУ, 2020. - 84 с. [электронный ресурс]: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=143487](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=143487)

4 Гасумова, С.Е. Информационные технологии в социальной сфере : учебное пособие / С.Е. Гасумова. – 6-е изд., стер. М : Дашков и К°, 2020. - 311 с. [электронный ресурс]: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573204>

5 Щетинин Ю. И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB: учебное пособие. - Новосибирск: НГТУ, 2020. - 115 с. [электронный ресурс]: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=229142](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=229142)