

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Курганский государственный университет»
Кафедра автоматизации производственных процессов

**Применение программного пакета MATLAB
при моделировании технических систем
Часть I**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Введение в моделирование технических систем»
для студентов очной и заочной форм обучения направления
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,
27.03.04 «Управление в технических системах»

Курган 2017

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов».

Дисциплина: «Введение в моделирование технических систем».

Составитель: ст. преподаватель Е.М. Кузнецова

Утверждены на заседании кафедры «20» октября 2016 г.

Рекомендованы методическим советом университета «17» декабря 2015 г.

Методические указания представляют собой руководство к выполнению лабораторных работ по курсу «Введение в моделирование технических систем». Содержат краткое описание методов вычислений, примеры, порядок выполнения лабораторной работы, задания, контрольные вопросы.

Содержание

Основы работы с MATLAB	4
Операторы и функции MATLAB	5
Действительные и комплексные числа.....	6
Формирование числовых массивов	6
Операции с матрицами.....	8
Построение графиков функций	9
Построение поверхностей.....	12
Сценарии и m-файлы.....	13
Порядок выполнения лабораторной работы.....	14
Контрольные вопросы.....	17
Приложение 1	18
Список литературы.....	19

Основы работы с MATLAB

MATLAB – одна из старейших систем автоматизации математических и научно-технических расчетов, построенная на расширенном представлении и применении матричных операций. MATLAB (MATrix LABoratory) – матричная лаборатория [1]. Язык программирования MATLAB относится к классу интерпретаторов и реализован на языке С.

Сеанс работы с MATLAB принято называть сессией. Это текущий документ, в котором организуется вся работа пользователя с системой MATLAB.

Вычисления в системе MATLAB можно выполнять в режиме прямых вычислений, т.е. без подготовки программы пользователем. Работа в этом случае реализуется через командное окно (*Command Window*), данные в процессе работы хранятся в памяти (*Workspace*). *Строка ввода* помечена знаком `>>` (рисунок 1). Для изображения кривых, поверхностей и других графиков система создает дополнительные графические окна (*Figure*).

В командном окне показываются вводимые с клавиатуры числа, переменные, а также результаты вычислений. Имена переменных должны начинаться с буквы. Знак `=` соответствует операции присваивания.

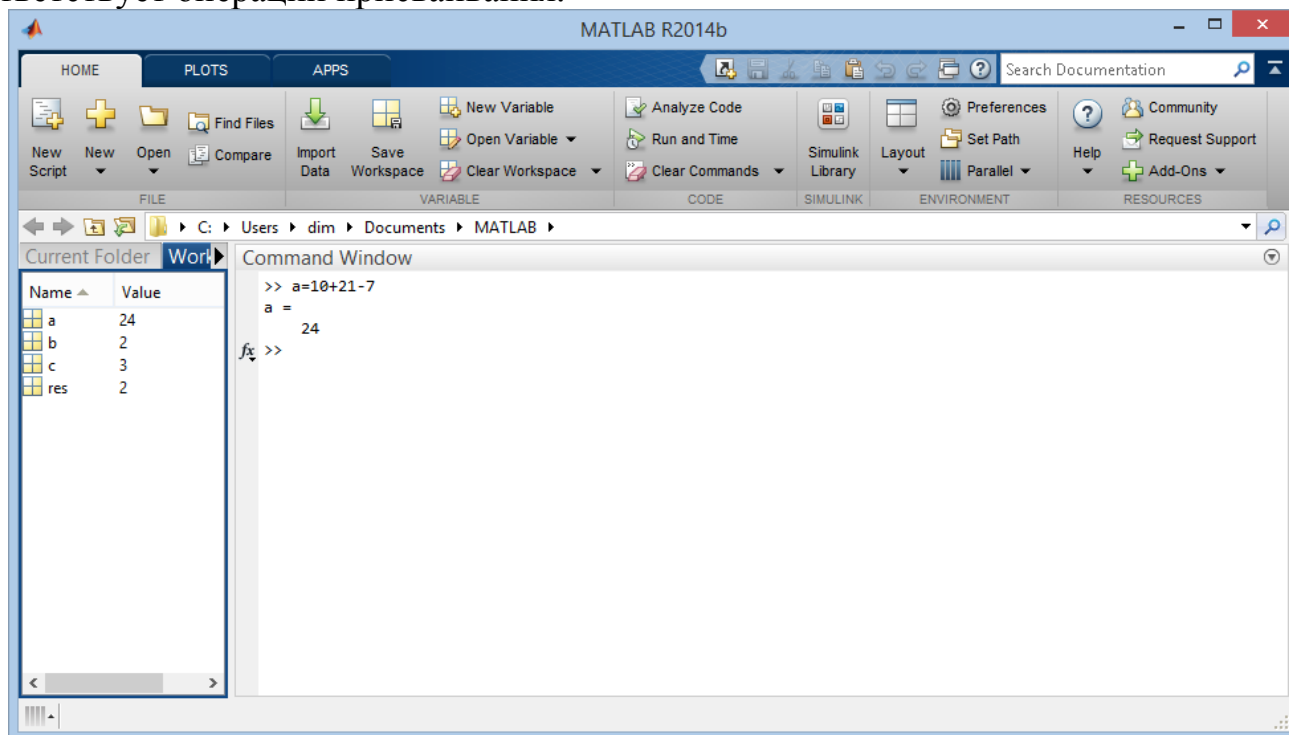


Рисунок 1 – Интерфейс системы MATLAB R2014b

Все значения переменных, вычисленные в течение сессии, сохраняются в специально зарезервированной области памяти компьютера (*Workspace*). Командой `clc` можно стереть содержимое командного окна, но содержимое рабочего пространства останется в памяти. Если хранение переменных в текущем сеансе более не требуется, их стирают из памяти компьютера командой `clear` – все переменные, или `clear(имя1, имя2, ...)` – переменные с именами `имя1` и `имя2`. Командой `who` можно вывести список всех переменных, входящих в данный момент в рабочее пространство системы.

После окончания сеанса работы с системой MATLAB все ранее вычисленные переменные теряются. Чтобы сохранить в файле на диске компьютера содержимое рабочего пространства системы MATLAB, нужно выполнить команду меню *File / Save Workspace As ...*. Данный файл будет иметь расширение *mat*, и содержит только значения переменных, в отличие от М-файлов, содержащих внешние программы, определения команд и функций системы. Для загрузки в память компьютера ранее сохраненного на диске рабочего пространства нужно выполнить команду меню:

File / Load Workspace ...

Операторы и функции MATLAB

Оператор – это специальное обозначение для определенной операции над данными – операндами. Простейшие арифметические операторы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Арифметические операторы

Обозначение операции	+	-	*	/	^
Операция	сложение	вычитание	умножение	деление	возведение в степень

Для поэлементного выполнения операции перед оператором необходимо поставить знак «.»». Например, на рисунке 2 показано различие в выполнении операции деления и поэлементного деления.

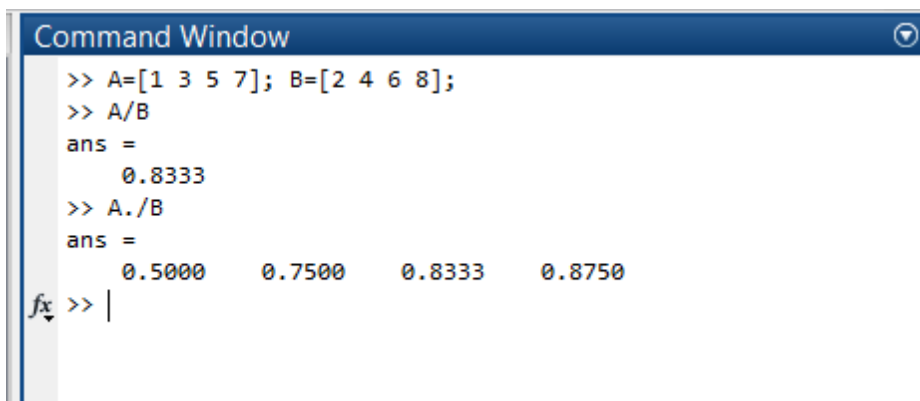


Рисунок 2 – Операция деления

Приоритет в выполнении арифметических операций обычный. Операции одинакового приоритета выполняются в порядке слева направо. При необходимости этот порядок можно изменить с помощью скобок.

Для блокировки вывода результата вычислений некоторого выражения после него надо установить знак «;».

В системе MATLAB присутствуют все основные элементарные функции для вычислений с вещественными числами. Список всех имеющихся в системе элементарных математических функций может быть получен по команде *help elfun*, список специальных функций – *help specfun* соответственно.

В Приложении 1 перечислены стандартные функции вещественного аргумента. В Приложении 2 перечислены стандартные функции комплексного

аргумента. Кроме того в MATLAB присутствуют логические операции (И, ИЛИ, НЕ) и операции отношения (больше, меньше, не равно и т.д.) (Приложение 3).

Действительные и комплексные числа

Число – простейший объект языка MATLAB. Числа могут быть целыми, дробными, с фиксированной и плавающей точкой, в виде мантиссы и порядка числа.

Пример представления действительных чисел:

0; -5; 3.051; 451.789e-15; -123.456e78

Числа могут быть комплексными: $z=Re(x)+Im(x)*i$. Комплексные переменные, как и вещественные автоматически имеют тип *double*. Для записи мнимой единицы зарезервированы буквы *i* или *j*. В случае, когда коэффициентом перед мнимой единицей является не число, а переменная, между ними следует обязательно использовать знак умножения.

Пример представления комплексных чисел:

2i; 3+4i; 5j; -6.789+0.834e-2*i; x+y*i;

Формирование числовых массивов

Т.к. MATLAB – система, предназначенная для проведения операций с векторами, матрицами и массивами, предполагается, что каждая заданная переменная – это вектор, матрица и массив. Операция конкатенации:

» a1=[1 2 3]

a1 = 1 2 3

задает вектор *a1* или матрицу размером 3x1. Элементы массива могут отделяться друг от друга пробелом или запятой:

a2=[1+2i, 2+3i, 3-4i];

Для вектора столбца элементы массива следует разделять точкой с запятой.

a3=[1;2;3]

a3 = 1

2

3

Для задания матрицы необходимо указание нескольких строк и нескольких столбцов. Аналогично векторам разделение элементов строки выполняется пробелом или запятой, а строк – точкой с запятой:

M=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]

M = 1 2 3

4 5 6

7 8 9

Элементами матрицы могут быть числа и математические выражения с числами, известные системе MATLAB.

Для доступа к индивидуальному элементу массива применяется операция индексации, т.е. после имени элемента указывается в круглых скобках индекс элемента, например $M(2, 2)=5$. Можно изменять элементы уже сформированного массива путем применения операций индексации и присваивания. Запись

несуществующего элемента вполне допустима – она означает добавление нового элемента к уже существующему массиву.

Конкатенация применима и к существующим матрицам, увеличивая таким образом их размер.

Еще один способ создания одномерного массива – операция формирования диапазона числовых значений. Через двоеточие указываются начальное число диапазона, шаг (приращение) и конечное число диапазона. Например:

» `d=0:0.1:5;`

Можно создать массив с помощью операции индексации, прописывая по отдельности его элементы. Номер строки и столбца, на пересечении которых находится задаваемый элемент массива, указываются через запятую в круглых скобках. Например:

» `b(1,1)=9; b(1,2)=8; b(2,1)=7;`

» `b(2,2)=6; b(3,1)=3; b(3,2)=2;`

Поменять местами строки матрицы с ее столбцам можно операцией транспонирования, которая обозначается знаком «`'`». Например,

» `A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9];`

» `B=A.'`

`B =`

`1 4 7`

`2 5 8`

`3 6 9`

Операция «`'`» выполняет транспонирование для вещественных матриц и транспонирование с одновременным комплексным сопряжением для комплексных матриц.

Основные функции создания матриц и определения их размеров приведены в таблице 2.

Таблица 2

Задание матриц

Функция	Описание
<code>ones (n)</code> <code>ones (m,n)</code>	Создание массива размера $m \times n$ (m – число строк, n – число столбцов), заполненного единицами
<code>zeros(n)</code> <code>zeros(m,n),</code>	Создание массива размера $m \times n$ (m – число строк, n – число столбцов), заполненного нулями
<code>eye (n)</code> <code>eye (m,n)</code>	Создание единичной матрицы размера n или $m \times n$
<code>rand (n)</code> <code>rand (m,n)</code>	массив со случайными элементами, равномерно распределенными на интервале от 0 до 1.
<code>length (имя массива)</code>	Возвращает количество элементов в массиве
<code>whos (имя массива)</code>	Определяет структуру созданных массивов
<code>ndims (имя массива)</code>	Определяет размерность массива
<code>size (имя массива)</code>	Определяет размер массива
<code>reshape (X, M, N)</code>	Изменение размеров массива, M и N – новые размеры массива X

Операции с матрицами

Операции сложения и вычитания матриц обозначаются стандартными знаками + и -.

» A+B

Для поэлементного перемножения и поэлементного деления массивов одинаковых размеров, а также поэлементного возведения в степень массивов, применяются операции, обозначаемые комбинациями двух символов: .* , ./, и .^.

Кроме операции ./, называемой операцией правого поэлементного деления, есть еще операция левого поэлементного деления \. Выражение A ./ B приводит к матрице с элементами $A(k, m) / B(k, m)$, а выражение A \ B приводит к матрице с элементами $B(k, m) / A(k, m)$.

Знак * закреплен за перемножением матриц и векторов в смысле линейной алгебры.

Знак \ закреплен в системе MATLAB за решением задачи нахождения корней системы линейных уравнений.

Например, если требуется решить систему линейных уравнений

$$Ay = b,$$

где A – заданная квадратная матрица размера $N \times N$, b – заданный вектор-столбец длины N, то для нахождения неизвестного вектор-столбца y достаточно вычислить выражение A \ b (это равносильно операции: $A^{-1} \cdot B$).

Векторное произведение векторов вычисляется с помощью функции cross:

» a=[1 2 3]; b=[4 5 6];

» cross(a,b)

ans =

-3 6 -3

Скалярное произведение векторов можно вычислить с помощью функции sum, вычисляющей сумму всех элементов векторов (для матриц эта функция вычисляет суммы для всех столбцов).

» sum(a.*b)

Скалярное произведение можно также вычислить как: $u \cdot v'$.

Длина вектора вычисляется с помощью скалярного произведения и функции извлечения квадратного корня:

» sqrt(sum(a.*a))

Определитель квадратной матрицы вычисляется с помощью функции det.

Произведение элементов матрицы определяется с помощью функции prod.

Функции max и min ищут соответственно максимальный и минимальный элементы массивов.

Функция sort сортирует в возрастающем порядке элементы одномерных массивов, а для матриц она производит такую сортировку для каждого столбца отдельно.

Построение графиков функций

Машинная графика широко используется для визуализации вычислений в системе MATLAB. Существует два типа графики в MATLAB: обычная двумерная и трехмерная растровая графика, специальная дескрипторная графика.

MATLAB строит графические объекты в отдельных графических окнах, имеющих в заголовке слово *Figure*.

Для построения, например, ветки параболы сформируйте два вектора x и y :

```
» x=0:0.001:1; y=x.^2;
```

Вызов функции:

```
» plot(x,y)
```

сформирует в окне *Figure1* график функции (рисунок 3).

Каждый вызов функции `plot` формирует новый график в том же самом графическом окне, при этом старые оси координат и график пропадают.

Для того, чтобы вывести несколько графиков в одном окне перед следующим вызовом графической функции `plot` нужно выполнить команду *hold on*, которая предназначена для удержания текущего графического окна:

```
» x=0:0.001:1; y= x.^2;
```

```
» plot(x,y)
```

```
» z=sqrt(x);
```

```
» hold on
```

```
» plot(x,z)
```

Либо использовать команду `plot` с указанием нескольких координат (рисунок 4):

```
» x=0:0.001:1; y=x.^2; z=sqrt(x);
```

```
» plot(x,y,x,z)
```

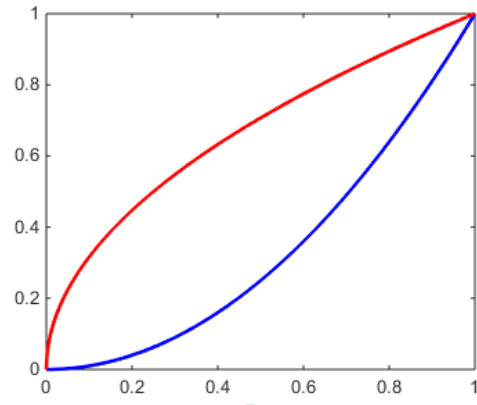
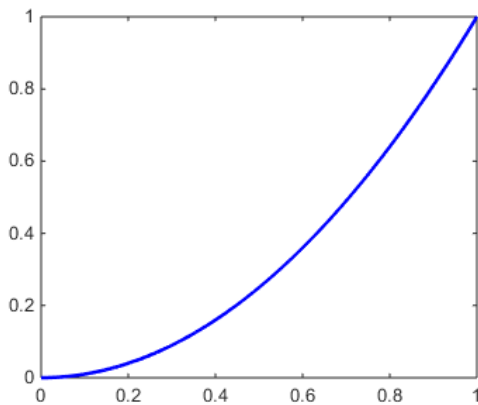


Рисунок 3 – График функции $y=x^2$ Рисунок 4 – Графики функций $y=x^2$, $z=\sqrt{x}$, построенные в одном графическом окне

Часто возникает потребность одновременной визуализации нескольких графиков. Это можно сделать двумя способами:

1) построение их в разных графических окнах. Для этого используется команда *figure*, которая создает новое графическое окно. А затем уже в новом окне с помощью функции `plot` будет построен новый график.

2) размещение графиков в разных областях одного окна с помощью функции *subplot*.

Например, для построения графиков ранее вычисленных функций x^2 и \sqrt{x} в первой подобласти, а графика функции $\sin(10*x)$ – во второй подобласти одного и того же графического окна (рисунок 5) надо набрать следующие команды:

```
» w= sin(10*x);
» subplot(1,2,1); plot(x,y,x,z)
» subplot(1,2,2); plot(x,w)
```

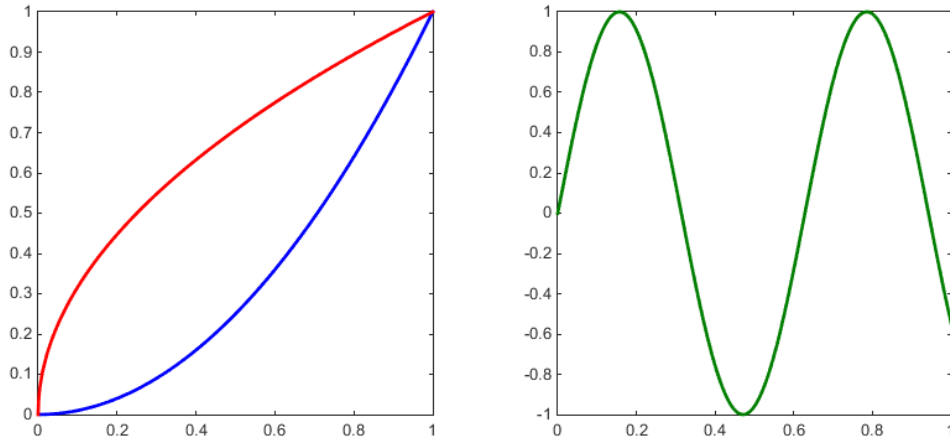


Рисунок 5 – Графики функций $y=x^2$, $z=\sqrt{x}$ и $w= \sin(10x)$, построенные в двух подобластях одного графического окна

Снять действие функции *subplot* можно командой:

```
» subplot(1,1,1)
```

Для построения графиков в логарифмических масштабах используются функции *semilogx*, *semilogy* и *loglog*.

Построить график функции в полярных координатах (рисунок 6) можно с помощью графической функции *polar*.

```
» phi=0:0.01:2*pi; r=3*sin(4*phi);
» polar(phi,r)
```

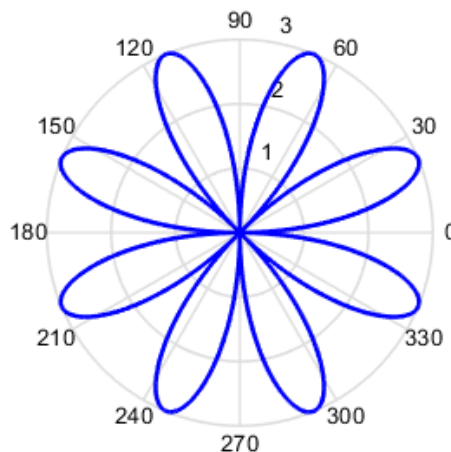


Рисунок 6 – График функции $r=3\sin(4\pi)$ в полярных координатах

Настройка изображения графиков функций может быть выполнена несколькими способами. Можно изменить свойства построенных линий непосредственно в графическом окне (*Edit/Figure Properties*) либо с помощью команды *plot* при вычислении. Дополнительные параметры этой команды позволяют задать цвет и стиль линий, вид маркеров точек, размещение надписей в пределах графического окна.

Команда `plot(x, y, s)` позволяет выделить график функции, указав способ отображения линии, способ отображения точек, цвет линий и точек с помощью строковой переменной `s`, которая может включать до трех символов из следующей таблицы:

Таблица 3.

Маркеры, задающие стиль линии

Тип линии		Тип точки		Цвет линии	
Непрерывная	-	Точка	.	Голубой	<i>c</i>
Штриховая	--	Плюс	+	Фиолетовый	<i>m</i>
Пунктирная	:	Звездочка	*	Желтый	<i>y</i>
Штрихпунктирная	-.	Кружок	o	Красный	<i>r</i>
		Крестик	x	Зеленый	<i>g</i>
				Синий	<i>b</i>
				Белый	<i>w</i>
				Черный	<i>k</i>

Стили `s` задаются в виде набора трех символьных маркеров, заключенных в одиночные кавычки (апострофы). Можно указывать не все три маркера. Тогда используются маркеры, установленные по умолчанию. Порядок, в котором указывают маркеры, не является существенным, то есть `'r+-'` и `'-+r'` приводит к одинаковому результату.

Если в строке стиля поставить маркер на тип точки, но не проставить маркер на тип линии, то тогда отображаются только вычисляемые точки, а непрерывной линией они не соединяются.

Например, команды

```
» x=0:0.01:1; y= x.^2;
```

```
» plot(x, y, 'b-x')
```

позволяют придать графику вид синей сплошной линии (рисунок 5) с крестиками в дискретных вычисляемых точках. Если необходимо отобразить маркеры отличного цвета от цвета линии, то используют команду вида `plot(x, y, s1, x, y, s2)`. При этом один набор формирует линию $y(x)$ с заданным цветом и типом линии, а второй – с заданным цветом маркера.

Оформление осей координат и надписей производится функциями, указанными в таблице 4.

Таблица 4

Оформление надписей

<code>axis([xmin, xmax, ymin, ymax])</code>	задание пределов осей координат
<code>xlabel</code>	подпись у горизонтальной оси
<code>ylabel</code>	подпись у вертикальной оси
<code>text</code>	надпись в произвольном месте рисунка
<code>title</code>	заголовок для графика
<code>grid on</code>	сетка

На рисунке 7 изображен график функции $y=\sin(x^2)$, построенный в двух стилях отображения, с надписями на координатных осях, на рисунке и с заголовком.

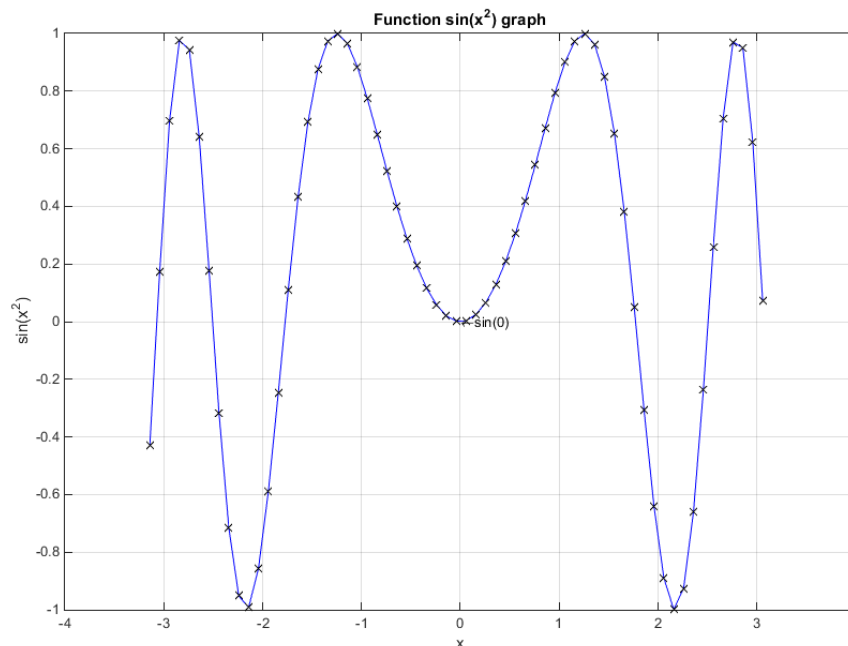


Рисунок 7 – График функции $y=\sin(x^2)$

» `x=-pi:0.1:pi; y=sin(x.^2); % задаем диапазон изменения значений x и функцию y.`

» `plot(x,y,'b-',x,y,'kx') % отрисовываем два графика функции y(x) в виде синей сплошной линии и черных крестиков.`

» `title('Function sin(x^2) graph'); % оформляем заголовок графика.`

» `xlabel('x'); ylabel('sin(x^2)'); % оформляем горизонтальные и вертикальные оси.`

» `text(0, 0, '\leftarrow sin(0)');` % указываем точку $y(0)$. Первые два аргумента функции задают начало надписи, управляющий символ `leftarrow` добавляет стрелку влево от надписи

» `grid on % наносим сетку`

Построение поверхностей

Система MATLAB обладает огромными возможностями отображения трехмерных поверхностей. Каждая точка в пространстве характеризуется тремя координатами (x,y,z) . Построить поверхность можно несколькими способами: в виде множества линий (*plot3*), в виде сетчатой поверхности (*mesh*), в виде сплошной поверхности (*surf*).

Рассмотрим каждый из вариантов. Построим трехмерную поверхность функции $z = x*\sin(x^2 - y^2)$

» `[X,Y] = meshgrid([-2:0.1:2]);`

» `Z = sin(X.^2-Y.^2).*X;`

» `plot3(X,Y,Z)`

```

» figure
» mesh(X, Y, Z)
» figure
» surf(X, Y, Z)
» shading interp
» colorbar

```

получим трехмерное изображение криволинейной поверхности в трех отдельных графических окнах (рисунок 7).

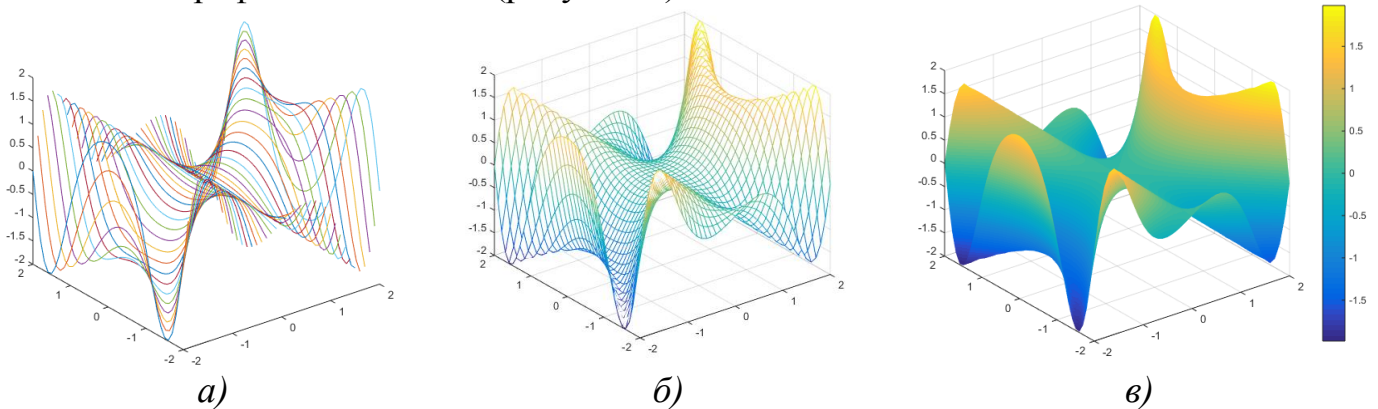


Рисунок 7. График поверхности в пространстве: команды *plot3*(а), *mesh* (б), *surf* (в)

Сценарии и *m*-файлы

Для использования системы MATLAB в качестве калькулятора удобен интерактивный режим, но его возможности гораздо шире. При реализации сложных алгоритмов удобнее использовать *m*-файлы или скрипт-файлы. Эти файлы создаются в специальном редакторе *m*-файлов. Он вызывается из командного окна системы MATLAB командой меню *File/New/M-file*. Записанные в *script*-файлы команды будут выполнены, если в командной строке ввести имя *script*-файла (без расширения). Переменные, определяемые в командном окне и переменные, определяемые в сценариях, составляют единое рабочее пространство системы MATLAB, причем переменные, определяемые в сценариях, являются глобальными, их значения заместят значения таких же переменных, которые были использованы до вызова данного *script*-файла.

Считается правилом хорошего тона вводить в *m*-файлы подробные текстовые комментарии. Они вводятся с помощью символа %.

После создания текста сценария его надо сохранить на диске в удобном для вас каталоге. Путь к этому каталогу обязательно должен быть известен системе MATLAB. Система MATLAB автоматически предлагает добавить путь доступа к файлу, если он неизвестен, при первом сохранении файла. После путь можно изменить командой *File/Set Path*. Для добавления нового каталога в список путей доступа необходимо выполнить далее команду меню *Path/Add to path*.

Порядок выполнения лабораторной работы

Необходимо создать m-файл в указанном преподавателем месте. Все вычисления выполнять в редакторе m-файлов. Результат сохранять. При построении графиков предусмотреть отдельные графические окна для каждого задания.

Задание 1. Даны координаты вершин пирамиды $A_1A_2A_3A_4$. Средствами векторной алгебры и аналитической геометрии найти:

- 1) длину ребра A_1A_2 (необходимо найти модуль вектора $\overline{A_1A_2}$);
- 2) угол между ребрами A_1A_2 и A_1A_4 (скалярное произведение векторов $\overline{A_1A_2}$ и $\overline{A_1A_4}$);
- 3) площадь грани $A_1A_2A_3$ (равна половине векторного произведения векторов $\overline{A_1A_2}$ и $\overline{A_1A_3}$);
- 4) объем пирамиды (вычисляется через модуль смешанного произведения векторов, выходящих из одной вершины – скалярное произведение площади грани $A_1A_2A_3$ и ребра A_1A_4)

№ варианта	Координаты вершин
1	$A_1(4;6;5), A_2(6;9;4), A_3(2;10;10), A_4(7;5;9)$.
2	$A_1(4; 4; 10), A_2(4;10;2), A_3(2;8;4), A_4(9;6;4)$.
3	$A_1(7;2;2), A_2(5;7;7), A_3(5;3;1), A_4(2;3;7)$.
4	$A_1(7;7;3), A_2(6;5;8), A_3(3;5;8), A_4(8;4;1)$.
5	$A_1(10;6;6), A_2(-2;8;2), A_3(6;8;9), A_4(7;10;3)$.
6	$A_1(1;8;2), A_2(5;2;6), A_3(5;7;4), A_4(4;10;9)$.
7	$A_1(8;6;4), A_2(10;5;5), A_3(5;6;8), A_4(8;10;7)$.
8	$A_1(4;2;5), A_2(0;7;2), A_3(0;2;7), A_4(1;5;0)$.
9	$A_1(3;5;4), A_2(8;7;4), A_3(5;10;4), A_4(4;7;8)$.
10	$A_1(6;6;5), A_2(4;9;5), A_3(4;6;11), A_4(6;9;3)$.

Задание 2. Даны две матрицы A и B.

№	Матрицы	№	Матрицы
1	$A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -3 \\ 8 & -7 & -6 \\ -3 & 4 & 2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -2 \\ 3 & -5 & 4 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$	6	$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 2 \\ 1 & 3 & -1 \\ 4 & 1 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & -1 \\ 3 & 1 & 2 \\ 5 & 3 & 0 \end{pmatrix}$
2	$A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -6 \\ 2 & 4 & 3 \\ -3 & 1 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 2 & 8 & -5 \\ -3 & -1 & 0 \\ 4 & 5 & -3 \end{pmatrix}$	7	$A = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 3 \\ 3 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 5 \\ 4 & -1 & -2 \\ 4 & 3 & 7 \end{pmatrix}$
3	$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 2 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 0 \\ 2 & 4 & -6 \\ 1 & 2 & -3 \end{pmatrix}$	8	$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ -4 & -1 & -6 \\ 4 & 6 & -2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 5 & 2 & -2 \\ 0 & -5 & 0 \\ 1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$
4	$A = \begin{pmatrix} -6 & 1 & 11 \\ 9 & 2 & 5 \\ 0 & 3 & 7 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 7 \\ 1 & -3 & 2 \end{pmatrix}$	9	$A = \begin{pmatrix} 5 & -7 & 0 \\ -3 & 1 & -2 \\ 12 & 6 & -3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 & -1 & -2 \\ 6 & -7 & 1 \\ 8 & 2 & 6 \end{pmatrix}$
5	$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 \\ 3 & 7 & 1 \end{pmatrix}$	10	$A = \begin{pmatrix} 7 & -1 & 2 \\ 6 & -7 & -6 \\ -3 & 4 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -5 & 4 & -1 \\ -4 & 2 & 4 \\ 2 & 8 & 6 \end{pmatrix}$

Выполните действия:

$(2A^T - 3B) \cdot (A + 2B^T)$, $A \cdot B$, B^T , почленно умножить A на B, расположить элементы матрицы A по возрастанию (по столбцам), определить максимальный и минимальный элементы матрицы B, вычислить определитель матрицы B.

Задание 3. Задать массив C, используя операцию индексации и одну из функций: ones или zeros:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$\begin{pmatrix} 0 \\ 5.8 \\ 7.6 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2.3 \\ 0 \\ -3.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.5 \\ 4.4 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 2.4 \\ 6.9 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 4.8 \\ 9.1 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.7 \\ 0 \\ 5.2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 5.6 \\ 2.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 7.3 \\ 0 \\ 8.1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 2 \end{pmatrix}$

Решить систему алгебраических линейных уравнений:

$$A \cdot X = C$$

Задание 4. Определить массив D:

$$D = |\cos(A) + B^{2/3}|.$$

Задание 5. Дано комплексное число z. Требуется: 1) записать число z в алгебраической и тригонометрической формах; 2) найти все корни уравнения $w^3 + z = 0$.

№	z	№	z	№	z	№	z
1	$\frac{2\sqrt{2}}{1+i}$	4	$-\frac{4\sqrt{3}}{\sqrt{3}+i}$	7	$-\frac{1}{1-i\sqrt{2}}$	9	$\frac{3}{1-i\sqrt{2}}$
2	$-\frac{4}{1-i\sqrt{3}}$	5	$\frac{2\sqrt{3}}{1-i\sqrt{3}}$	8	$\frac{3}{\sqrt{2}+i}$	10	$-\frac{3}{1+i\sqrt{2}}$
3	$\frac{1}{\sqrt{3}+i}$	6	$-\frac{4\sqrt{3}}{1+i\sqrt{3}}$				

Задание 6. Даны векторы $\vec{a} = \{a_1; a_2; a_3\}$; $\vec{b} = \{b_1; b_2; b_3\}$; $\vec{c} = \{c_1; c_2; c_3\}$; $\vec{d} = \{d_1; d_2; d_3\}$ в некотором базисе. Показать, что векторы \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} образуют базис (найти определитель матрицы, составленной из координат этих векторов), и найти координаты вектора \vec{d} в этом базисе (решить систему уравнений $\vec{d} = \alpha \cdot \vec{a} + \beta \cdot \vec{b} + \gamma \cdot \vec{c}$).

№	Векторы	№	Векторы	№	Векторы
1	$\vec{a} = \{1; 2; 3\};$ $\vec{b} = \{-1; 3; 2\};$ $\vec{c} = \{7; -3; 5\};$ $\vec{d} = \{6; 10; 17\}.$	4	$\vec{a} = \{10; 3; 1\};$ $\vec{b} = \{1; 4; 2\};$ $\vec{c} = \{3; 9; 2\};$ $\vec{d} = \{19; 30; 7\}.$	7	$\vec{a} = \{1; -2; 3\};$ $\vec{b} = \{4; 7; 2\};$ $\vec{c} = \{6; 4; 2\};$ $\vec{d} = \{14; 18; 6\}.$
2	$\vec{a} = \{4; 7; 8\};$ $\vec{b} = \{9; 1; 3\};$ $\vec{c} = \{2; -4; 1\};$ $\vec{d} = \{1; -13; -13\}.$	5	$\vec{a} = \{2; 4; 1\};$ $\vec{b} = \{1; 3; 6\};$ $\vec{c} = \{5; 3; 1\};$ $\vec{d} = \{24; 20; 6\}.$	8	$\vec{a} = \{1; 4; 3\};$ $\vec{b} = \{6; 8; 5\};$ $\vec{c} = \{3; 1; 4\};$ $\vec{d} = \{21; 18; 33\}.$
3	$\vec{a} = \{8; 2; 3\};$ $\vec{b} = \{4; 6; 10\};$ $\vec{c} = \{3; -2; 1\};$ $\vec{d} = \{4; 7; 11\}.$	6	$\vec{a} = \{1; 7; 3\};$ $\vec{b} = \{3; 4; 2\};$ $\vec{c} = \{4; 8; 5\};$ $\vec{d} = \{7; 32; 14\}.$	9	$\vec{a} = \{2; 7; 3\};$ $\vec{b} = \{3; 1; 8\};$ $\vec{c} = \{2; -7; 4\};$ $\vec{d} = \{16; 14; 27\}.$
10	$\vec{a} = \{7; 2; 1\}; \vec{b} = \{4; 3; 5\}; \vec{c} = \{3; 4; -2\}; \vec{d} = \{2; -5; -13\}.$				

Задание 7. Постройте два графика в рамках одних осей координат:

№ варианта	1	2	3
Уравнение	$y = \ln \sin(x^2 + 5)$ $z = \frac{\sin^2 x}{2 + e^{3x}}$	$y = \operatorname{arctg} \sqrt{(e^{x^2} + x)}$ $z = \frac{x \ln x}{x^2 - 1}$	$y = x^3 \ln(x^2 + 1)$ $z = \frac{\cos x}{x^2 + 1}$
Цвет маркера	голубой	синий	красный
Тип маркера	.	+	*
№ варианта	4	5	6
Уравнение	$y = \arcsin e^{2x+1}$ $z = 2^x e^{-x^2}$	$y = x^{\cos x}$ $z = \operatorname{arctg} \frac{x}{1 + \sqrt{x}}$	$y = \ln \cos x^{1/2}$ $z = \frac{4 \sin x}{\cos^2 x}$
Цвет маркера	черный	зеленый	фиолетовый
Тип маркера	o	x	*
№ варианта	7	8	9
Уравнение	$y = (e^{\cos x} + 3)^5$ $z = \frac{\arcsin x}{\sqrt{1 + x^2}}$	$y = 3 \operatorname{arctg}(x^2 + 1)$ $z = (\sin 2x + 1)^{ \ln x }$	$y = (\arcsin x)^x$ $z = \sin x ^{x^2}$
Цвет маркера	желтый	черный	синий
Тип маркера	o	x	.
№ варианта	10		
Уравнение	$y = \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 x + \ln \cos x$ $z = \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 x - \operatorname{tg} x + x$		$x \in [0, 4\pi]$
Цвет маркера	красный		
Тип маркера	+		

Сделайте надписи на осях, заголовок для графика, пояснительную надпись на рисунке. Задайте самостоятельно тип линий и цвет. Построить графики функций в разных подобластях одного графического окна.

Задание 8. Построить графики функций $r(\varphi)$, φ задана от 0 до 2π .

Найти уравнение этой линии в декартовой прямоугольной системе координат, у которой начало совпадает с полюсом, а положительная полуось абсцисс с полярной осью.

№ варианта	1	2	3	4	5
Уравнение	$r = 2(1 + \cos \varphi)$	$r = 3(1 - \cos \varphi)$	$r = 4 \sin 3\varphi$	$r = 2 \cos 3\varphi$	$r = 8 \sin 4\varphi$
№ варианта	6	7	8	9	10
Уравнение	$r = 2(1 - \sin \varphi)$	$r = 3(1 + \sin \varphi)$	$r = 4 \cos 5\varphi$	$r = 2 \sin 2\varphi$	$r = \cos 2\varphi$

Задание 9. Постройте поверхность:

№	Уравнение	№	Уравнение
1	$f(x, y) = \sin(x^2 + y^2)^{1/2}$	6	$f(x, y) = \sin^2(x^2 - y^2)$
2	$f(x, y) = \ln(x^2 + y^2 - xy)$	7	$f(x, y) = \ln(x^2 - y^2 + xy)$
3	$f(x, y) = 9x^2 + 16y^2 - 1$	8	$f(x, y) = 9x^2 + 16y^2 + 1$
4	$f(x, y) = 13x^2 + 51y^2$	9	$f(x, y) = 13x^2 - 51y^2$
5	$f(x, y) = \cos^2(x^2 + y^2)$	10	$f(x, y) = \cos(x^2 - y^2)^{1/2}$

Контрольные вопросы

1. Как можно посмотреть в MATLAB список всех элементарных математических функций? Специальных функций?
2. Какие виды функций в MATLAB Вам известны?
3. Опишите способы создания массивов в MATLAB.
4. Перечислите и объясните действие операторов, используемых при вычислениях с массивами.
5. Опишите действие операций отношения.
6. Опишите действие логических операций.
7. Как построить декартовый и полярный графики функции одной переменной?
8. Как построить несколько графиков в одной системе координат?
9. Как построить графики в разных подобластях одного графического окна?
10. Как изменить цвет и стиль линий на графиках?
11. Как сделать надписи на осях, на полученном рисунке? Как сделать заголовок для графика?
12. Как построить график функции двух переменных? Как построить график поверхности?

Приложение 1

Стандартные функции вещественного аргумента

Экспоненциальные функции		Тригонометрические функции	
a^x	Степенная функция	$\sin(x)$	Синус
x^a	Показательная функция	$\sinh(x)$	Синус гиперболический
\sqrt{x}	Квадратный корень	$\arcsin(x)$	Арксинус
$\exp(x)$	Экспонента	$\operatorname{arsinh}(x)$	Арксинус гиперболический
$\log(x)$	Натуральный логарифм	$\cos(x)$	Косинус
$\log_{10}(x)$	Десятичный логарифм	$\cosh(x)$	Косинус гиперболический
$\operatorname{abs}(x)$	Модуль	$\operatorname{acos}(x)$	Арккосинус
$\operatorname{fix}(x)$	Отбрасывание дробной части числа	$\operatorname{acosh}(x)$	Арккосинус гиперболический
$\operatorname{floor}(x)$	Округление до меньшего целого	$\tan(x)$	Тангенс
$\operatorname{ceil}(x)$	Округление до большего целого	$\tanh(x)$	Тангенс гиперболический
$\operatorname{round}(x)$	Обычное округление	$\operatorname{atan}(x)$	Арктангенс
$\operatorname{rem}(x,y)$	Остаток от деления x на y без учёта знака	$\operatorname{atanh}(x)$	Арктангенс гиперболический
$\operatorname{mod}(x,y)$	Остаток от деления x на y с учётом знака	$\cot(x)$	Котангенс
$\operatorname{sign}(x)$	Знак числа	$\operatorname{coth}(x)$	Котангенс гиперболический
$\operatorname{factor}(x)$	Разложение числа x на простые множители	$\operatorname{acot}(x)$	Арккотангенс
lcm	наименьшее общее кратное,	$\operatorname{acoth}(x)$	Арккотангенс гиперболический
perms	вычисление числа перестановок		
$\operatorname{nchoosek}$	вычисление числа сочетаний		

Системные переменные MATLAB		Функции комплексных переменных	
i, j	Мнимая единица	abs	Абсолютное значение комплексного числа
π	Число π	conj	Комплексно-сопряжённое число
eps	Погрешность для операций над числами с плавающей точкой (по умолчанию 2^{-52})	imag	Мнимая часть комплексного числа
$\operatorname{realmin}$	Минимальное значение вещественного числа	real	Действительная часть комплексного числа
$\operatorname{realmax}$	Максимальное значение вещественного числа	angle	Аргумент комплексного числа
inf	Бесконечность	isreal	“Истина”, если число действительное
NaN	Неопределённость		
ans	Переменная, хранящая результат последней операции		

Символьные обозначения операций отношения						Символьные обозначения логических операций		
<	<=	>	>=	~=	==	&		~
Меньше	Меньше или равно	Больше	Больше или равно	Не равно	Равно	И	ИЛИ	НЕ

Список литературы

1. Дьяконов В.П. MATLAB 7.*/R2006/R2007: Самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.
2. Мартынов Н.Н., Иванов А.П. MATLAB 5.X. Вычисления, визуализация, программирование. – М.:КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. – 336 с.
3. Мещеряков В.В. Задачи по математике с MatLab&Simulink. – М.: Диалог-МИФИ, 2007. – 528 с.
4. Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MatLab: – М.: Горячая линия – Телеком, 2003 – 592 с.

Кузнецова Елена Михайловна

**Применение программного пакета MATLAB
при моделировании технических систем
Часть I**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Введение в моделирование технических систем»
для студентов очной и заочной форм обучения направления
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,
27.03.04 «Управление в технических системах»

Авторская редакция

Подписано в печать 226.04.17	Формат 60x84 1/16	Бумага 65г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л.1,25	Уч. изд. л. 1,25
Заказ №89	Тираж 25	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.