

## 4 Символьные вычисления в среде MATLAB

В последней лабораторной работе мы рассмотрим использование возможностей символьных вычислений математического пакета MATLAB для решения задач вариационного исчисления. Ниже излагаются основные сведения о работе с символьными выражениями. Более детальную и полную информацию можно получить, воспользовавшись встроенной справочной системой MATLAB. Для этого достаточно выполнить команды *help symbolic* или *doc symbolic*.

### 4.1 Символьные выражения

#### 4.1.1 Объявление символьных переменных и констант

В процессе символьных вычислений используются переменные и константы особого типа, так называемые символьные объекты. Хотя обычно в коде MATLAB тип переменных определяется динамически и нет нужды объявлять его явно, для символьных объектов дело обстоит иначе. Для объявления символьных переменных служит команда *syms*, которая в качестве аргументов принимает имена переменных, перечисленные через пробел. Например, так:

```
>> syms x y
>> syms a b real % объявляемые объекты обозначают вещественные переменные
```

Объявление символьных констант осуществляется при помощи функции *sym*. Она может принимать в качестве аргумента строку, содержащую специальные переменные, численное выражение или вызов функции, как в примерах ниже:

```
>> sym_pi = sym('pi')
>> sym_delta = sym('1/10')
>> sym_sqrt2 = sym('sqrt(2)')
```

Использование символьных констант полезно тем, что вычисления с ними производятся точно (т.е. без вычислительных погрешностей) до тех пор, пока не потребуется вычислить некоторое числовое значение. Заметим, что при выводе содержимого рабочего пространства командой *whos* символьные переменные и константы отображаются как представители класса *sym object*.

#### 4.1.2 Символьные выражения и манипуляции над ними

После объявления, с символьными переменными можно обращаться примерно так же, как и с обычными числовыми. В частности, для них определены операторы  $+$   $-$   $*$   $/$   $^$ , с помощью которых можно составлять символьные выражения:

```
>> syms s t A
>> f = s^2 + 4*s + 5
f =
s^2 + 4*s + 5
>> g = s + 2
g =
s + 2
>> h = f*g
h =
(s^2 + 4*s + 5)*(s + 2)
>> z = exp(-s*t)
```

```

z =
exp(-s*t)
>> y = A*exp(-s*t)
y =
A*exp(-s*t)

```

В приведенных командах символьные переменные  $s$ ,  $t$ ,  $A$  используются для составления символьных выражений, создавая новые символьные переменные  $f$ ,  $g$ ,  $h$ ,  $z$ ,  $y$ . При этом последние автоматически объявляются символьными и их значение не вычисляется и никак не преобразуется.

При манипуляциях с символьными объектами часто бывает полезно узнать, какие *независимые* переменные содержатся в выражении, заданном строкой  $S$ . Для этой цели можно использовать функцию *findsym*. Например, продолжая пример выше, можно выполнить команду

```

>> findsym(z)
ans =
A, s, t

```

Заметим, что MATLAB всегда остается прежде всего матричным процессором и потому к символьным переменным можно свободно применять матричную и векторную запись и соответствующие встроенные операторы и функции. Приведем пример:

```

>> n = 3;
>> syms x;
>> B = x.^((0:n)'*(0:n))
B =
[ 1, 1, 1, 1]
[ 1, x, x^2, x^3]
[ 1, x^2, x^4, x^6]
[ 1, x^3, x^6, x^9]

```

- 4.2 Вычисление символьных выражений и отрисовка
  - 4.2.1 Вычисления значения выражения
  - 4.2.2 Рисование при помощи функции *ezplot*
  - 4.2.3 Рисование при помощи функции *plot*
- 4.3 Решение уравнений и систем уравнений
  - 4.3.1 Элементы линейной алгебры
  - 4.3.2 Решение уравнений при помощи функции *solve*
  - 4.3.3 Численное решение уравнений, заданных символьным выражением
- 4.4 Элементы математического анализа
  - 4.4.1 Дифференцирование
  - 4.4.2 Интегрирование
- 4.5 Решение дифференциальных уравнений
  - 4.5.1 Решение ОДУ при помощи функции *dsolve*
  - 4.5.2 Численное решение уравнений, заданных символьным выражением
- 4.6 Дополнительная литература