

# Справочная информация

## Анонимные функции

Анонимные функции — это функции как правило без имени, определяемые прямо в выражении. Они удобны для простых операций и передаются как аргументы в другие функции.

Синтаксис: `@(arguments)expression`

Листинг 1. Примеры задания и использования анонимных функций

```
1 % Примеры использования анонимной функции без имени
2 % Построение графика  $y=x^2$ 
3 fplot(@(x) x.^2, [-5, 5], 'LineWidth', 2);
4
5 % Анонимная функция как аргумент для численного интегрирования
6 integral(@(x) sin(x)./x, 0, pi) % Интеграл от  $\sin(x)/x$  от 0 до  $\pi$ 
7
8 % Анонимная функция для поиска корня уравнения
9 fzero(@(x) cos(x) - x, 1) % Решение уравнения  $\cos(x) = x$ 
10
11 % Анонимная функция одной переменной
12 f1 = @(x) x.^3;
13 f1(3); % 27
14
15 % Анонимная функция двух переменных
16 f2 = @(x,y) x.^2+y.^2;
17 f2(1,2); % 5
18
19 % Анонимная функция трех переменных
20 f3 = @(x,y,z) x+y*z;
21 f3(1,2,3); % 7
22
23 % Анонимные функции могут захватывать переменные
24 % из рабочего пространства на момент создания:
25 c = 10;
26 f4 = @(x) x + c;
27 f4(5) % 15
```

## Функции

Синтаксис функции представлен в листинге 2. Имя функции `FunctionName` должно совпадать с именем файла, иначе MATLAB не найдет её. Выходные аргументы: `outputArg1, outputArg2` — перечисляются в квадратных скобках; входные параметры: `inputArg1, inputArg2` — перечисляются в круглых скобках. После заголовка функции рекомендуется разместить справочную информацию о функции, тогда при вызове команды `help FunctionName`, эта информация будет выводиться в командное окно.

Листинг 2. Синтаксис функции

```
1 function [outputArg1,outputArg2] = FunctionName(inputArg1,inputArg2)
2 %UNTITLED Summary of this function goes here
3 % Detailed explanation goes here
4 outputArg1 = inputArg1;
5 outputArg2 = inputArg2;
6 end
```

Листинг 3. Пример простой функции

```
1 % Функция, вычисляющая сумму квадратов двух чисел
2 % Файл sumsq.m
3 function s = sumsq(a, b)
4     % SUMSQ Возвращает сумму квадратов двух чисел.
5     s = a^2 + b^2;
6 end
```

Листинг 4. Пример справочной информации о функции

```
1 function y = myfunc(x)
2 % MYFUNC Краткое описание.
3 % Более подробное описание.
4 % Вход: x – вектор.
5 % Выход: y – результат.
6     y = x.^2;
7 end
```

## Локальные функции

В одном файле может быть несколько функций. Основная функция — первая доступна извне, остальные называются локальными и видны только внутри файла (листинг 5). Это удобно для вспомогательных вычислений.

Листинг 5. Пример с основной функцией и локальными

```
1 % Файл stats.m
2 function [m, v] = stats(x)
3     % STATS Вычисляет среднее и дисперсию вектора x
4     n = length(x);
5     m = mymean(x, n);
6     v = myvar(x, m, n);
7 end
8 function m = mymean(x, n)
9     m = sum(x) / n;
10 end
11 function v = myvar(x, m, n)
12     v = sum((x - m).^2) / (n-1);
13 end
```

## Переменное число аргументов

В MATLAB функции могут быть определены для работы с переменным числом входных и выходных аргументов. Для этого используются специальные переменные `varargin` и `varargout`, а также функции `nargin` и `nargout`, которые возвращают фактическое количество переданных аргументов при вызове.

- `varargin` — позволяет функции принимать произвольное число входных аргументов, объединяя их в ячейковый массив.
- `varargout` — позволяет функции возвращать произвольное число выходных аргументов; внутри функции соответствующие значения должны быть упакованы в ячейковый массив с именем `varargout`.
- `nargin` — внутри функции возвращает количество входных аргументов, фактически переданных при вызове.

- `nargout` — внутри функции возвращает количество запрошенных выходных аргументов при вызове.

Листинг 6. Пример использования `varargin`

```
1 % Функция вычисляет сумму произвольного количества входных параметров
2 function total = sumall(varargin)
3     total = 0;
4     for k = 1:nargin
5         total = total + varargin{k};
6     end
7 end
8 % Вызовы функции
9 sumall(1,2) % 3
10 sumall(1,2,3,4) % 10
```

Листинг 7. Пример использования `varargout`

```
1 function varargout = returnMany(a, b)
2     % Функция возвращает различные комбинации a и b
3     % в зависимости от количества запрошенных результатов
4
5     results{1} = a + b; % сумма
6     results{2} = a - b; % разность
7     results{3} = a .* b; % произведение
8
9     if nargout == 0 % возвращаем хотя бы один результат
10         varargout{1} = results{1};
11     else
12         for k = 1:nargout % возвращаем запрошенное количество
13             varargout{k} = results{k};
14         end
15     end
16 end
17 % Вызовы функции
18 s = returnMany(10, 3) % один результат: 13
19 [s, d] = returnMany(10, 3) % два результата: 13, 7
20 [s, d, p] = returnMany(10, 3) % три результата: 13, 7, 30
```

## Проверка ошибок в функции

Функция `warning` в MATLAB используется для вывода предупреждающих сообщений в командное окно. Предупреждения информируют пользователя о проблемах, но не прерывают выполнение программы (листинг 8).

Листинг 8. Пример использования функции `warning`

```
1 function result = divideSafe(a, b)
2     if b == 0
3         warning('Деление на ноль! Результат = Inf');
4         result = Inf;
5     else
6         result = a / b;
7     end
8 end
```

Функция `error` используется для генерации исключения. При вызове `error` выполнение текущей функции или программы немедленно прекращается, управление передаётся в ближайший блок `catch`, если ошибка возникла внутри конструкции `try/catch` (листинг 9), либо, при отсутствии обработчика, ошибка выводится в командное окно, и выполнение скрипта останавливается.

Листинг 9. Пример использования функции `error`

```
1 function result = safeSqrt(x)
2     % safeSqrt – безопасное извлечение квадратного корня
3     % Генерирует ошибку при вводе некорректных данных
4
5     if ~isnumeric(x) || ~isscalar(x)
6         error('Входной аргумент должен быть числовым скаляром.');
```

```
7     end
8     if x < 0
9         error('MATLAB:negativeInput', 'Отрицательное число:...
10             %f. Корень не определён.', x);
11     end
12     result = sqrt(x);
13 end
```

В листинге 10 представлена функция `safeSum`, которая иллюстрирует ряд следующих приёмов:

- использование `varargin` для организации произвольного числа входных аргументов;
- анализ фактического числа переданных аргументов с помощью `nargin` и обработка особого случая — отсутствие аргументов;
- условное вычисление дополнительного выходного параметра `numProcessed` в зависимости от значения `nargout`;
- проверка корректности каждого аргумента (числовой скаляр) с генерацией ошибки через `error`;
- перехват и обработка ошибок конструкцией `try/catch` — при возникновении исключения функция выдаёт предупреждение (`warning`) и возвращает `NaN` как сигнал о сбое, не прерывая выполнение всей программы.

Листинг 10. Функция с проверкой входных аргументов

```
1 function [sumResult, numProcessed] = safeSum(varargin)
2 % safeSum – безопасное суммирование с проверкой аргументов
3 % [sumResult, numProcessed] = safeSum(x1, x2, ...)
4 % Входные аргументы: произвольное число скалярных чисел.
5 % Выходные параметры:
6 % sumResult – сумма всех корректных аргументов
7 % numProcessed – количество успешно обработанных аргументов
8 % Примеры:
9 % safeSum(1, 2, 3) -> 6, 3
10 % safeSum(1, 'a', 3) -> NaN, 1, предупреждение
11 % safeSum() -> 0, 0
12
13 % Проверка количества входных аргументов
14 if nargin == 0
15     sumResult = 0;
16     if nargout > 1
17         numProcessed = 0;
18     end
19     return;
20 end
21
```

```

22 % Инициализация
23 sumResult = 0;
24 if nargin > 1
25     numProcessed = 0; % счётчик обработанных аргументов
26 end
27
28 % Цикл по всем переданным аргументам
29 for i = 1:nargin
30     try
31         % Проверка типа и размера аргумента
32         if ~isscalar(varargin{i}) || ~isnumeric(varargin{i})
33             error('Аргумент %d не является числовым скаляром.', i);
34         end
35
36         % Накопление суммы
37         sumResult = sumResult + varargin{i};
38
39         % Обновление счётчика, если запрошено два результата
40         if nargin > 1
41             numProcessed = i;
42         end
43
44     catch exception
45         % Обработка ошибки с помощью try/catch
46         warning('Ошибка при обработке аргумента %d: %s', ...
47                 i, exception.message);
48         sumResult = NaN; % сигнал об ошибке
49         if nargin > 1
50             % numProcessed остаётся равным числу успешных до ошибки
51         end
52         return; % прерываем выполнение функции
53     end
54 end
55 end

```

## Примеры построения 2D графиков

Листинг 11. Пример построения графика с помощью `fplot`

```
1 fplot(@(x) x.^2 - 4, [-5, 5], 'LineWidth', 2);
```

Листинг 12. Пример построения графика с помощью `fimplicit`

```
1 fimplicit(@(x,y) x.^2 - y.^2 - 1)
2 title('Гипербола: x^2 - y^2 = 1')
```

## Примеры построения поверхностей

Листинг 13. Пример построения поверхности с помощью `fsurf`

```
1 f = @(x,y) 1./(1 + x.^2 + y.^2);
2 fsurf(f, [-3 3])
3 colorbar
```

Листинг 14. Пример построения поверхности с помощью `fimplicit3`

```
1 f = @(x,y,z) x.^2 + y.^2 - z.^2;
2 interval = [-5 5 -5 5 0 5]; % [xmin xmax ymin ymax zmin zmax]
3 fimplicit3(f, interval)
4 axis equal
```

Листинг 15. Пример построения поверхности с помощью `isosurface`

```
1 f = @(x,y,z) x.^2 + y.^2 + z.^2 - 4;
2 [x,y,z] = meshgrid(-3:0.1:3);
3 V = f(x,y,z);
4 isosurface(x,y,z,V,0);
5 axis equal;
```

# Задания. Функции в MATLAB

## Задание 1. Анонимные функции

В скрипте MATLAB создайте анонимные функции одной ( $x$ ), двух ( $x, y$ ) и трех ( $x, y, z$ ) переменных для заданных выражений, следуя описанию в таблице 1.

Отобразите графически заданные функции.

1. Для функции одной переменной на интервале  $x \in [-5, 5]$  постройте её график с помощью команды `fplot`. Добавьте заголовок, подписи осей и сетку.

2. Для функции двух переменных на области  $x \in [-3, 3], y \in [-3, 3]$  постройте поверхность с помощью `fsurf`. Обеспечьте наглядное представление: используйте цветовую карту, подписи осей и заголовок.

3. Для функции трёх переменных визуализируйте её с помощью `fimplicit3` и `isosurface`.

Таблица 1. Варианты для задания 1

№	$x$	$x, y$	$x, y, z$
1	$x^2$	$x^2 + y^2$	$x^2 + y^2 + z^2$
2	$x^3$	$x^3 + y^3$	$x^3 + y^3 + z^3$
3	$\sin(x)$	$\sin(x + y)$	$\sin(x + y + z)$
4	$\cos(x)$	$\cos(x + y)$	$\cos(x + y + z)$
5	$\exp(x)$	$\exp(x + y)$	$\exp(x + y + z)$
6	$\log(x + 1)$	$\log(x + y + 1)$	$\log(x + y + z + 1)$
7	$\sqrt{x}$	$\sqrt{x^2 + y^2}$	$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
8	$\tan(x)$	$\tan(x + y)$	$\tan(x + y + z)$
9	$\sinh(x)$	$\sinh(x + y)$	$\sinh(x + y + z)$
10	$\cosh(x)$	$\cosh(x + y)$	$\cosh(x + y + z)$
11	$\exp(-x^2)$	$\exp(-x^2 - y^2)$	$\exp(-x^2 - y^2 - z^2)$
12	$1/(x + 1)$	$1/(x + y + 1)$	$1/(x + y + z + 1)$
13	$ x $	$ x  +  y $	$ x  +  y  +  z $
14	$\sin(x) \cos(x)$	$\sin(x) \cos(y)$	$\sin(x) \cos(y) \tan(z)$
15	$x^4$	$x^4 + y^4$	$x^4 + y^4 + z^4$
16	$\sqrt[3]{x}$	$\sqrt[3]{x + y}$	$\sqrt[3]{x + y + z}$
17	$\ln(1 + x^2)$	$\ln(1 + x^2 + y^2)$	$\ln(1 + x^2 + y^2 + z^2)$
18	$\arctan(x)$	$\arctan(x + y)$	$\arctan(x + y + z)$
19	$\arcsin(x)$	$\arcsin(x + y)$	$\arcsin(x + y + z)$
20	$\arccos(x)$	$\arccos(x + y)$	$\arccos(x + y + z)$
21	$\tanh(x)$	$\tanh(x + y)$	$\tanh(x + y + z)$

№	$x$	$x, y$	$x, y, z$
22	$\operatorname{asinh}(x)$	$\operatorname{asinh}(x + y)$	$\operatorname{asinh}(x + y + z)$
23	$\operatorname{acosh}(x + 1)$	$\operatorname{acosh}(x + y + 1)$	$\operatorname{acosh}(x + y + z + 1)$
24	$\operatorname{atanh}(x)$	$\operatorname{atanh}(x + y)$	$\operatorname{atanh}(x + y + z)$
25	$x \sin(x)$	$x \sin(x + y)$	$x \sin(x + y + z)$
26	$xe^{-x}$	$xe^{-x-y}$	$xe^{-x-y-z}$
27	$\sin x/x$	$\sin(x + y)/(x + y)$	$\sin(x + y + z)/(x + y + z)$
28	$x/(x^2 + 1)$	$(x + y)/(x^2 + y^2 + 1)$	$(x + y + z)/(x^2 + y^2 + z^2 + 1)$
29	$x \cosh x$	$(x + y) \cosh(x + y)$	$(x + y + z) \cosh(x + y + z)$
30	$x/(e^x + 1)$	$x + y/(e^{x+y} + 1)$	$x + y + z/(e^{x+y+z} + 1)$
31	$\sqrt[5]{x}$	$\sqrt[5]{x + y}$	$\sqrt[5]{x + y + z}$
32	$\arcsin\left(\frac{x}{x+1}\right)$	$\arcsin\left(\frac{x+y}{x+y+1}\right)$	$\arcsin\left(\frac{x+y+z}{x+y+z+1}\right)$
33	$x^2 + 2x + 1$	$x^2 + y^2 + 2x + 2y + 1$	$x^2 + y^2 + z^2 + 2(x + y + z) + 1$
34	$(x - 1)^2$	$(x - 1)^2 + (y - 2)^2$	$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 + (z - 3)^2$
35	$x^5$	$x^5 + y^5$	$x^5 + y^5 + z^5$
36	$\sqrt{ x }$	$\sqrt{ x  +  y }$	$\sqrt{ x  +  y  +  z }$
37	$e^{- x }$	$e^{- x - y }$	$e^{- x - y - z }$
38	$\ln( x  + 1)$	$\ln( x  +  y  + 1)$	$\ln( x  +  y  +  z  + 1)$
39	$\sin(2x)$	$\sin(2x + 2y)$	$\sin(2x + 2y + 2z)$
40	$\cos(3x)$	$\cos(3x + 3y)$	$\cos(3x + 3y + 3z)$
41	$\tan(0.5x)$	$\tan(0.5x + 0.5y)$	$\tan(0.5x + 0.5y + 0.5z)$
42	$\sin^2(x)$	$\sin^2(x) + \cos^2(y)$	$\sin^2(x) + \cos^2(y) + \tan^2(z)$
43	$\cosh^2(x)$	$\cosh^2(x) + \sinh^2(y)$	$\cosh^2(x) + \sinh^2(y) + \tanh^2(z)$
44	$x^2 e^{-x}$	$x^2 e^{-x-y}$	$x^2 e^{-x-y-z}$
45	$\cos x/(x + 1)$	$\cos(x + y)/(x + y + 1)$	$\cos(x + y + z)/(x + y + z + 1)$
46	$x^2/(x^3 + 1)$	$(x^2 + y^2)/(x^3 + y^3 + 1)$	$(x^2 + y^2 + z^2)/(x^3 + y^3 + z^3 + 1)$
47	$\sqrt{x + 1}$	$\sqrt{x + y + 1}$	$\sqrt{x + y + z + 1}$
48	$\sqrt[4]{x}$	$\sqrt[4]{x + y}$	$\sqrt[4]{x + y + z}$
49	$x^{2/3}$	$(x + y)^{2/3}$	$(x + y + z)^{2/3}$
50	$x^{1/3}$	$(x + y)^{1/3}$	$(x + y + z)^{1/3}$
51	$x^\pi$	$(x + y)^\pi$	$(x + y + z)^\pi$
52	$\sin(\sqrt{x})$	$\sin(\sqrt{x^2 + y^2})$	$\sin(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$
53	$\cos(\sqrt{x})$	$\cos(\sqrt{x^2 + y^2})$	$\cos(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$
54	$\exp(\sqrt{x})$	$\exp(\sqrt{x^2 + y^2})$	$\exp(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$
55	$\ln(\sqrt{x} + 1)$	$\ln(\sqrt{x^2 + y^2} + 1)$	$\ln(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} + 1)$
56	$\sinh(x) \cosh(x)$	$\sinh(x) \cosh(y)$	$\sinh(x) \cosh(y) \tanh(z)$
57	$x \sinh(x)$	$x \sinh(x + y)$	$x \sinh(x + y + z)$
58	$(\sinh x)/x$	$(\sinh(x + y))/(x + y)$	$(\sinh(x + y + z))/(x + y + z)$
59	$e^x/(x + 1)$	$e^{x+y}/(x + y + 1)$	$e^{x+y+z}/(x + y + z + 1)$
60	$\log_{10}(x + 1)$	$\log_{10}(x + y + 1)$	$\log_{10}(x + y + z + 1)$

## Задание 2. Функция с несколькими аргументами

Реализуйте пользовательскую функцию, следуя описанию в таблице 2.

- Исходный код должен быть реализован в файле-функции с расширением `.m`.
- Имя файла должно совпадать с именем функции.
- Каждая функция должна содержать подробные комментарии (блок `help`), описывающие синтаксис вызова, назначение всех входных и выходных аргументов.
- Программа должна контролировать количество и допустимость входных аргументов.
- При нарушении условий работа функции должна быть остановлена с выводом диагностического сообщения.

Таблица 2. Варианты для задания 2

№	Задание	Имя функции
1	Вычислить площадь и периметр прямоугольника.	rectStats
2	Вычислить площадь поверхности и объем конуса.	coneStats
3	Вычислить площадь боковой поверхности и объем цилиндра.	cylinderStats
4	Конвертировать температуру: из заданной шкалы в две другие.	convertTmpr
5	Конвертировать длину: из заданной единицы в две другие.	convertLength
6	Конвертировать вес: из заданной единицы в две другие.	convertWeight
7	Конвертировать угол: из заданной единицы в две другие.	convertAngle
8	Вычислить среднее арифметическое и среднее геометрическое двух чисел.	meanArGeom2
9	Вычислить среднее арифметическое и среднее гармоническое трёх чисел.	meanArHarm3
10	Вычислить сумму и произведение элементов массива по заданной размерности.	sumProdDim
11	Вычислить сумму и произведение всех элементов массива.	sumProdAll
12	Вычислить число сочетаний и число размещений из $n$ по $k$ .	combPerm
13	Преобразовать декартовы координаты $(x,y)$ в полярные $(r,\theta)$ .	cartesianToPolar
14	Преобразовать полярные координаты $(r,\theta)$ в декартовы $(x,y)$ .	polarToCartesian
15	Преобразовать декартовы координаты $(x,y,z)$ в цилиндрические $(\rho,\varphi,z)$ .	cartesianToCylindr
16	Преобразовать цилиндрические координаты $(\rho,\varphi,z)$ в декартовы $(x,y,z)$ .	cylindricalToCartes
17	Преобразовать декартовы координаты $(x,y,z)$ в сферические $(r,\theta,\varphi)$ .	cartesianToSpher
18	Преобразовать сферические координаты $(r,\theta,\varphi)$ в декартовы $(x,y,z)$ .	sphericalToCartes
19	Вычислить расстояние между двумя точками на плоскости и угол наклона отрезка.	distAngle2D
20	Вычислить расстояние между точками в пространстве и координаты середины отрезка.	distMidpoint3D
21	Вычислить площадь и периметр треугольника по координатам вершин.	triAreaPerimeter
22	Вычислить объем тетраэдра и площадь одной его грани по координатам вершин.	tetrahedronStats
23	Найти сумму цифр числа и их количество.	digitSumCount

№	Задание	Имя функции
24	Получить число с обратным порядком цифр и проверить, является ли оно палиндромом.	reverseAndPalindr
25	Сгенерировать последовательность Фибоначчи до n-го члена с заданными начальными значениями и вычислить её сумму.	fibonacciSeqSum
26	Вычислить n-е и (n-1)-е числа Фибоначчи с заданными начальными значениями.	fibonacciLastTwo
27	Вычислить среднее, стандартное отклонение и медиану по заданной размерности.	meanStdMedian
28	Сгенерировать случайную квадратную матрицу заданного размера и диапазона, вычислить её след и определитель.	randMatrTraceDet
29	Вычислить ранг и число обусловленности матрицы с заданным допуском.	rankCond
30	Найти сумму элементов в заданной строке и столбце матрицы.	sumRowCol
31	Вычислить транспонированную матрицу и обратную.	transposePinv
32	Вычислить матричное произведение и поэлементное произведение двух матриц.	matProdElemProd
33	Вычислить сумму и разность двух матриц.	sumDiffMat
34	Вычислить нормы строк и столбцов матрицы для заданного типа нормы.	rowColNorms
35	Создать арифметическую прогрессию и вычислить её сумму.	arithProgSum
36	Создать геометрическую прогрессию и вычислить её сумму.	geomProgSum
37	Вычислить объем и площадь поверхности шара.	sphereStats
38	Вычислить объем и площадь поверхности куба.	cubeStats
39	Вычислить объем и площадь поверхности прямоугольного параллелепипеда.	boxStats
40	Вычислить объем и площадь поверхности правильной четырехугольной пирамиды.	pyramidStats
41	Вычислить объем и площадь поверхности правильной треугольной призмы.	prismStats
42	Вычислить объем и площадь поверхности усеченного конуса.	frustumConeStats
43	Вычислить объем и площадь поверхности усеченной пирамиды.	frustumPyramidVS
44	Вычислить объем и площадь поверхности тора.	torusStats
45	Вычислить объем и площадь поверхности эллипсоида.	ellipsoidStats
46	Вычислить объем и площадь поверхности правильного тетраэдра.	regTetrahedronStats
47	Вычислить объем и площадь поверхности правильного октаэдра.	octahedronStats
48	Вычислить объем и площадь поверхности правильного додекаэдра.	dodecahedronStats
49	Вычислить объем и площадь поверхности правильного икосаэдра.	icosahedronStats
50	Вычислить объем шарового сегмента и площадь его сферической поверхности.	spherSegmentVS
51	Вычислить объем шарового слоя и площадь его сферической поверхности.	sphericalLayerStats

Ниже приведены справочные формулы для заданий из таблицы.

## Геометрические фигуры

### №1. Площадь и периметр прямоугольника

$$S = a \cdot b, \quad P = 2(a + b),$$

где  $a$  и  $b$  — стороны прямоугольника.

№2. Площадь поверхности и объем конуса

$$S_{\text{полн}} = \pi r(l + r), \quad V = \frac{1}{3}\pi r^2 h,$$

где  $r$  — радиус основания,  $h$  — высота,  $l$  — образующая конуса.

№3. Площадь боковой поверхности и объем цилиндра

$$S_{\text{бок}} = 2\pi r h, \quad V = \pi r^2 h,$$

где  $r$  — радиус основания,  $h$  — высота цилиндра.

№37. Объем и площадь поверхности шара (сферы)

$$S = 4\pi r^2, \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3,$$

где  $r$  — радиус шара.

№38. Объем и площадь поверхности куба

$$S = 6a^2, \quad V = a^3,$$

где  $a$  — длина ребра куба.

№39. Объем и площадь поверхности прямоугольного параллелепипеда

$$S = 2(ab + bc + ac), \quad V = abc,$$

где  $a, b, c$  — длины ребер.

№40. Объем и площадь поверхности правильной четырехугольной пирамиды

$$S = a^2 + 2al, \quad V = \frac{1}{3}a^2 h,$$

где  $a$  — сторона основания,  $h$  — высота,  $l$  — апофема.

№41. Объем и площадь поверхности правильной треугольной призмы

$$S = 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} a^2 + 3ah = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 + 3ah, \quad V = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2 h,$$

где  $a$  — сторона основания,  $h$  — высота призмы.

№42. Объем и площадь поверхности усеченного конуса

$$S_{\text{бок}} = \pi l(R + r), \quad V = \frac{1}{3}\pi h(R^2 + Rr + r^2),$$

где  $R, r$  — радиусы оснований,  $h$  — высота,  $l$  — образующая.

№43. Объем и площадь поверхности усеченной пирамиды (для правильной)

$$S_{\text{бок}} = \frac{1}{2}(P_1 + P_2)l, \quad V = \frac{1}{3}h(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1S_2}),$$

где  $P_1, P_2$  — периметры оснований,  $S_1, S_2$  — их площади,  $h$  — высота,  $l$  — апофема.

№44. Объем и площадь поверхности тора

$$S = 4\pi^2 Rr, \quad V = 2\pi^2 Rr^2,$$

где  $R$  — расстояние от центра тора до центра трубки,  $r$  — радиус трубки.

№45. Объем и площадь поверхности эллипсоида

$$V = \frac{4}{3}\pi abc,$$

(площадь поверхности вычисляется приближённо, например, по формуле  $S \approx 4\pi \left(\frac{a^p b^p + a^p c^p + b^p c^p}{3}\right)^{1/p}$  с  $p \approx 1.6$ ).

№46. Объем и площадь поверхности правильного тетраэдра

$$S = \sqrt{3} a^2, \quad V = \frac{\sqrt{2}}{12} a^3,$$

где  $a$  — ребро.

№47. Объем и площадь поверхности правильного октаэдра

$$S = 2\sqrt{3} a^2, \quad V = \frac{\sqrt{2}}{3} a^3,$$

где  $a$  — ребро.

№48. Объем и площадь поверхности правильного додекаэдра

$$S = 3\sqrt{25 + 10\sqrt{5}} a^2, \quad V = \frac{15 + 7\sqrt{5}}{4} a^3,$$

где  $a$  — ребро.

№49. Объем и площадь поверхности правильного икосаэдра

$$S = 5\sqrt{3} a^2, \quad V = \frac{5(3 + \sqrt{5})}{12} a^3,$$

где  $a$  — ребро.

№50. Объем шарового сегмента и площадь его сферической поверхности

$$S_{\text{сфер}} = 2\pi R h, \quad V = \pi h^2 \left( R - \frac{h}{3} \right) = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + h^2),$$

где  $R$  — радиус шара,  $h$  — высота сегмента,  $a$  — радиус основания сегмента.

№51. Объем шарового слоя и площадь его сферической поверхности

$$S_{\text{сфер}} = 2\pi R h, \quad V = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + 3b^2 + h^2),$$

где  $R$  — радиус шара,  $h$  — высота слоя,  $a, b$  — радиусы оснований.

### Конвертация величин

№4. Конвертация температуры

Цельсий в Фаренгейт:  $F = \frac{9}{5}C + 32,$

Цельсий в Кельвин:  $K = C + 273,15,$

Фаренгейт в Цельсий:  $C = \frac{5}{9}(F - 32),$

Фаренгейт в Кельвин:  $K = \frac{5}{9}(F - 32) + 273,15,$

Кельвин в Цельсий:  $C = K - 273,15,$

Кельвин в Фаренгейт:  $F = \frac{9}{5}(K - 273,15) + 32.$

## №5. Конвертация длины

$$L_{\text{ед.2}} = L_{\text{ед.1}} \times k,$$

где  $k$  — коэффициент перевода (например, 1 м = 3.28084 фута).

## №6. Конвертация веса (массы)

$$m_{\text{ед.2}} = m_{\text{ед.1}} \times k,$$

с соответствующим коэффициентом.

## №7. Конвертация угла

$$\theta^{\text{рад}} = \theta^{\circ} \cdot \frac{\pi}{180}, \quad \theta^{\circ} = \theta^{\text{рад}} \cdot \frac{180}{\pi}.$$

## Статистика и средние величины

### №8. Среднее арифметическое и среднее геометрическое двух чисел

$$A = \frac{a + b}{2}, \quad G = \sqrt{ab} \quad (a, b \geq 0).$$

### №9. Среднее арифметическое и среднее гармоническое трёх чисел

$$A = \frac{a + b + c}{3}, \quad H = \frac{3}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c}} \quad (a, b, c > 0).$$

### №27. Среднее, стандартное отклонение и медиана по заданной размерности

Для выборки  $\{x_1, \dots, x_n\}$ :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

$$\tilde{x} = \begin{cases} x_{(k+1)}, & n = 2k + 1 \text{ (нечётное)}, \\ \frac{x_{(k)} + x_{(k+1)}}{2}, & n = 2k \text{ (чётное)}. \end{cases}$$

№36. Арифметическая прогрессия и её сумма

$$a_n = a_1 + (n - 1)d, \quad S_n = \frac{n(a_1 + a_n)}{2}.$$

№33. Геометрическая прогрессия и её сумма

$$b_n = b_1 q^{n-1}, \quad S_n = \frac{b_1(q^n - 1)}{q - 1} \quad (q \neq 1).$$

### Операции с массивами

№10. Сумма и произведение элементов массива по заданной размерности (вектор)

$$\sum_{i=1}^n x_i, \quad \prod_{i=1}^n x_i.$$

№11. Сумма и произведение всех элементов матрицы

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n a_{ij}.$$

№55. Сумма элементов в заданной строке и столбце матрицы

$$S_{\text{строка } i} = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad S_{\text{столбец } j} = \sum_{i=1}^m a_{ij}.$$

№58. Сумма и разность двух матриц

$$(A + B)_{ij} = a_{ij} + b_{ij}, \quad (A - B)_{ij} = a_{ij} - b_{ij}.$$

№59. Нормы строк и столбцов матрицы (норма L2)

$$\|A_{i,\cdot}\|_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^n a_{ij}^2}, \quad \|A_{\cdot,j}\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}.$$

## Комбинаторика

№12. Число сочетаний и число размещений из  $n$  по  $k$

$$C_n^k = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}, \quad A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!}.$$

## Системы координат

№13. Декартовы  $(x, y)$  в полярные  $(r, \theta)$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \theta = \operatorname{atan2}(y, x).$$

№14. Полярные  $(r, \theta)$  в декартовы  $(x, y)$

$$x = r \cos \theta, \quad y = r \sin \theta.$$

№15. Декартовы  $(x, y, z)$  в цилиндрические  $(\rho, \varphi, z)$

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \varphi = \operatorname{atan2}(y, x), \quad z = z.$$

№16. Цилиндрические  $(\rho, \varphi, z)$  в декартовы  $(x, y, z)$

$$x = \rho \cos \varphi, \quad y = \rho \sin \varphi, \quad z = z.$$

№17. Декартовы  $(x, y, z)$  в сферические  $(r, \theta, \varphi)$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \theta = \arccos \frac{z}{r}, \quad \varphi = \operatorname{atan2}(y, x).$$

№18. Сферические  $(r, \theta, \varphi)$  в декартовы  $(x, y, z)$

$$x = r \sin \theta \cos \varphi, \quad y = r \sin \theta \sin \varphi, \quad z = r \cos \theta.$$

№19. Расстояние между двумя точками на плоскости и угол наклона отрезка

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \quad \alpha = \operatorname{atan2}(y_2 - y_1, x_2 - x_1).$$

№20. Расстояние между точками в пространстве и координаты середины отрезка

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2},$$

$$x_{\text{сеп}} = \frac{x_1 + x_2}{2}, \quad y_{\text{сеп}} = \frac{y_1 + y_2}{2}, \quad z_{\text{сеп}} = \frac{z_1 + z_2}{2}.$$

№21. Площадь и периметр треугольника по координатам вершин

$$P = \sum_{\text{цикл}} \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2},$$

$$S = \frac{1}{2} |x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)|.$$

№22. Объём тетраэдра и площадь одной его грани по координатам вершин

$$V = \frac{1}{6} \left| \det \begin{pmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \\ x_4 - x_1 & y_4 - y_1 & z_4 - z_1 \end{pmatrix} \right|,$$

$$S_{\text{грани } ABC} = \frac{1}{2} |\vec{AB} \times \vec{AC}|.$$

$$\vec{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1),$$

$$\vec{AC} = (x_3 - x_1, y_3 - y_1, z_3 - z_1),$$

$$\vec{AB} \times \vec{AC} = \begin{pmatrix} (y_2 - y_1)(z_3 - z_1) - (z_2 - z_1)(y_3 - y_1), \\ (z_2 - z_1)(x_3 - x_1) - (x_2 - x_1)(z_3 - z_1), \\ (x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (y_2 - y_1)(x_3 - x_1) \end{pmatrix}.$$

### Работа с числами и последовательностями

№23. Сумма цифр числа и их количество Для числа  $n = \overline{d_k d_{k-1} \dots d_0}$ :

$$\text{количество цифр} = \lfloor \log_{10} n \rfloor + 1, \quad \text{сумма цифр} = \sum_{i=0}^k d_i.$$

№24. Число с обратным порядком цифр и проверка на палиндром

$$\text{reverse}(n) = \overline{d_0 d_1 \dots d_{k-1} d_k}, \quad n \text{ — палиндром} \iff n = \text{reverse}(n).$$

№25. Последовательность Фибоначчи до  $n$ -го члена с заданными начальными значениями и её сумма

$$F_0 = a, F_1 = b, F_k = F_{k-1} + F_{k-2} (k \geq 2), \quad S_n = \sum_{k=0}^{n-1} F_k.$$

№26.  $n$ -е и  $(n-1)$ -е числа Фибоначчи с заданными начальными значениями  
Те же рекуррентные соотношения; результат —  $F_n$  и  $F_{n-1}$ .

№28. След и определитель квадратной матрицы

$$\operatorname{tr}(A) = \sum_{i=1}^n a_{ii}, \quad \det(A) = \sum_{\sigma \in S_n} \operatorname{sgn}(\sigma) \prod_{i=1}^n a_{i,\sigma(i)}.$$

№29. Ранг и число обусловленности матрицы

$$\operatorname{rank}(A) = \text{количество ненулевых сингулярных чисел}, \quad \operatorname{cond}(A) = \frac{\sigma_{\max}(A)}{\sigma_{\min}(A)}.$$

№31. Транспонированная и обратная (псевдообратная) матрица

$$(A^\top)_{ij} = a_{ji}, \quad A^{-1} : AA^{-1} = A^{-1}A = I,$$

$$A^+ = (A^\top A)^{-1} A^\top \text{ (псевдообратная для матрицы полного ранга).}$$

№32. Матричное произведение и поэлементное произведение двух матриц

$$(AB)_{ij} = \sum_k a_{ik} b_{kj}, \quad (A \odot B)_{ij} = a_{ij} b_{ij}.$$

### Задание 3. Функция с переменным количеством аргументов

Реализуйте пользовательскую функцию с переменным количеством входных и выходных аргументов для предыдущего задания.

# Контрольные вопросы по теме

## «Функции в MATLAB»

1. Каково основное назначение функций в MATLAB? Чем функция отличается от скрипта?
2. Опишите общий синтаксис объявления функции. Что должно совпадать с именем файла?
3. Как в функции задаются входные и выходные параметры? Приведите пример функции с одним выходным и несколькими входными аргументами.
4. Что такое анонимные функции? Приведите синтаксис и примеры использования.
5. Для чего используются специальные переменные `varargin` и `varargout`? Как к ним обращаться внутри функции?
6. Что возвращают встроенные функции `nargin` и `nargout` внутри функции? Приведите пример, где их значение влияет на логику работы.
7. Объясните разницу между функциями `error` и `warning`. В каких ситуациях следует применять каждую из них?
8. Как конструкция **try-catch** помогает обрабатывать ошибки? Приведите шаблон её использования внутри функции.
9. Что такое локальные функции и функции, вложенные в другую функцию? Каковы правила видимости переменных для вложенных функций?
10. Каким образом можно задокументировать функцию, чтобы информация выводилась командой `help`? Что должно содержаться в блоке комментариев?
11. Объясните понятие «переменное число аргументов». Как с помощью `varargin` реализовать функцию, суммирующую произвольное количество чисел?
12. Что произойдёт, если внутри функции вызвать `return`? Чем `return` отличается от `error`?