

# Основные команды среды MATLAB для работы с нечеткими множествами.

## FUZZY LOGIC TOOLBOX

### NEWFIS - Создание новой системы нечеткого логического вывода

*Синтаксис:*

```
fis = newfis(fis_name, fis_type, andMethod, orMethod, impMethod, aggMethod, defuzzMethod)
```

*Описание:*

Создает в рабочей области новую систему нечеткого логического вывода. Функция newfis может иметь до семи входных аргументов:

**fis\_name** - наименование системы нечеткого логического вывода;  
**fis\_type** - тип системы нечеткого логического вывода. Допустимые значения: 'mamdani' - система типа Мамдани (значение по умолчанию); 'Sugeno' - система типа Сугэно;  
**andMethod** - реализация логической операции И. Значения по умолчанию: минимум ('min') - для системы типа Мамдани; произведение ('prod') - для системы типа Сугэно;  
**orMethod** - реализация логической операции ИЛИ. Значения по умолчанию: максимум ('max') - для системы типа Мамдани; вероятностное ИЛИ ('probor') - для системы типа Сугэно;  
**impMethod** - реализация импликации. Значение по умолчанию - 'min' - минимум;  
**aggMethod** - реализация операции объединения функций принадлежности выходной переменной. Значение по умолчанию - 'max' - максимум;  
**defuzzMethod** - метод дефаззификации. Значения по умолчанию: центр тяжести ('centroid') - для системы типа Мамдани; взвешенное среднее ('wtaver') - для системы типа Сугэно.

*Пример:*

```
a=newfis('new_fuzzy_system')
```

В рабочей области создается структура a, содержащая систему нечеткого логического вывода с именем 'new\_fuzzy\_system'. Значения всех параметров системы устанавливаются по умолчанию.

### ADDVAR - Добавляет переменную в систему нечеткого логического вывода

*Синтаксис:*

```
FIS_name= addvar (FIS_name, varType, varName, varBound)
```

*Описание:*

Переменную можно добавить только к существующей в рабочей области MatLab системе нечеткого логического вывода. Функция addvar имеет четыре входных аргумента:

**FIS\_name** – идентификатор системы нечеткого логического вывода в рабочей области MatLab;  
**varType** – тип добавляемой переменной. Допустимые значения - 'input' - входная переменная и 'output' – выходная переменная;  
**varName** – наименование добавляемой переменной. Задается в виде строки символов;  
**varBound** – вектор, задающий диапазон изменения добавляемой переменной.

Порядковый номер переменной в системе нечеткого логического вывода соответствует порядку добавления с помощью функции `addvar`, т.е. первая добавленная переменная будет иметь порядковый номер 1. Входные и выходные переменные нумеруются независимо.

Пример.

```
FIS_name=addrule(FIS_name, 'input', 'Рост', [155 205])
```

Строка добавляет в систему нечеткого логического вывода `FIS_name` входную переменную 'Рост', заданную на интервале [155 205].

### **ADDMF - Добавляет функцию принадлежности к системе нечеткого логического вывода**

*Синтаксис:*

```
FIS_name=addmf(FIS_name, varType, varIndex, mfName, mfType, mfParams)
```

*Описание:*

Функцию принадлежности можно добавить только к существующей в рабочей области MatLab системе нечеткого логического вывода. Другими словами система нечеткого логического вывода должна быть каким-то образом загружена в рабочую область или создана с помощью функции `newfis`. Функция `addmf` имеет шесть входных аргументов:

**FIS\_name** – идентификатор системы нечеткого логического вывода в рабочей области MatLab;

**varType** – тип переменной, к которой добавляется функция принадлежности. Допустимые значения - 'input' - входная переменная и 'output' – выходная переменная;

**varIndex** – порядковый номер переменной, к которой добавляется функция принадлежности;

**mfName** – наименование добавляемой функции принадлежности (терм). Задается в виде строки символов;

**mfType** – тип (модель) добавляемой функции принадлежности. Задается в виде строки символов;

**mfParams** – вектор параметров добавляемой функции принадлежности.

Порядковый номер функции принадлежности в системе нечеткого логического вывода соответствует порядку добавления с помощью функции `addmf`, т.е. первая добавленная функция принадлежности всегда будет иметь порядковый номер 1. С помощью функции `addmf` невозможно добавить функцию принадлежности к несуществующей переменной. В этом случае необходимо вначале добавить переменную к системе нечеткого логического вывода с помощью функции `addvar`.

*Пример:*

```
FIS_name=addmf(FIS_name, 'input', 1, 'низкий', 'trapmf', [150, 155, 165, 170])
```

Строка добавляет в терм-множество первой входной переменной нечеткой системы FIS\_name терм 'низкий' с трапецевидной функцией принадлежности с параметрами [150, 155, 165, 170].

*Пример: добавление переменной 'возраст' с термами (функциями принадлежности) 'молодой', 'средний' и 'старый'.*

```
r=newfis('MY_FIS_name');  
r=addvar(r, 'input', 'возраст', [0 90]);  
r=addmf(r, 'input', 1, 'молодой', 'trapmf', [0 0 20 30]);  
r=addmf(r, 'input', 1, 'средний', 'trapmf', [20 30 50 60]);  
r=addmf(r, 'input', 1, 'старый', 'trapmf', [50 60 90 90]);
```

### **RMMF - Удаление терма из системы нечеткого логического вывода**

*Синтаксис:*

```
fis = rmmf (fis, varType, varIndex, 'mf', mfIndex)
```

*Описание:*

Удаление терма из системы нечеткого логического вывода. Функция rmmf имеет 5 входных аргументов:

**fis** – система нечеткого логического вывода;  
**varType** – тип переменной. Допустимые значения: 'input' – входная переменная; 'output' – выходная переменная;  
**varIndex** – порядковый номер переменной. Порядковые номера входных и выходных переменных независимы;  
**'mf'** – константа;  
**mfIndex** – порядковый номер удаляемого терма, используемого для лингвистической оценки переменной с порядковым номером varIndex.

При попытке удаления терма, используемого в базе знаний, появится окно с запросом на подтверждение удаления.

*Пример:*

```
a=readfis('tipper');  
b=rmmf(a, 'input', 1, 'mf', 3)
```

Удаление терма "excellent" из терм-множества, используемого для лингвистической оценки входной переменной "service" в демонстрационной системе нечеткого логического вывода "Tipper".

### **ADDRULE - Добавляет правила в базу знаний системы нечеткого логического вывода**

*Синтаксис:*

FIS\_name= addrule (FIS\_name, ruleList)

*Описание:*

Правила можно добавить только к существующей в рабочей области MatLab системе нечеткого логического вывода. Функция addrule имеет два входных аргумента:

**FIS\_name** – идентификатор системы нечеткого логического вывода в рабочей области MatLab;

**ruleList** – матрица добавляемых правил.

Матрица правил должна быть задана в формате indexed. Количество строк матрицы ruleList равно количеству добавляемых правил, т.е. каждая строка матрицы соответствует одному правилу. Количество столбцов матрицы равно  $m+n+2$ , где  $m$  ( $n$ ) – количество входных (выходных) переменных системы нечеткого логического вывода.

Первые  $m$  столбцов соответствуют входным переменным, т.е. задают ЕСЛИ-часть правил. Элементы этих столбцов содержат порядковые номера термов, используемых для лингвистической оценки соответствующих входных переменных. Значение 0 указывает, что соответствующая переменная в правиле не задана, т.е. ее значение равно none.

Следующие  $n$  столбцов соответствуют выходным переменным, т.е. задают ТО-часть правил. Элементы этих столбцов содержат порядковые номера термов, используемых для лингвистической оценки соответствующих выходных переменных.

Предпоследний столбец матрицы содержит весовые коэффициенты правил. Значения весовых коэффициентов должны быть в диапазоне  $[0, 1]$ .

Последний столбец матрицы задает логические связки между переменными внутри правил. Значение 1 соответствует логической операции И, а значение 2 – логической операции ИЛИ.

Пример.

FIS\_name=addrule(FIS\_name, [1 1 1 1 1; 1 2 2 0.5 1])

Строка добавляет в базу знаний системы FIS\_name два правила, которые интерпретируются следующим образом:

Если вход1=MF1 и вход2=MF1, то выход1=MF1 с весом 1,

Если вход1=MF1 и вход2=MF2, то выход1=MF2 с весом 0.5,

где MF1 (MF2) – терм с порядковым номером 1 (2).

**PLOTMF - Вывод графиков функций принадлежности термов одной переменной**

*Синтаксис:*

```
plotmf (fis, varType, varIndex, numPts)
[x, y] = plotmf (fis, varType, varIndex, numPts)
```

*Описание:*

Функция plotmf рисует графики функций принадлежности термов одной переменной системы нечеткого логического вывода. Функция plotmf может иметь 3 или 4 входных аргумента:

**fis** – система нечеткого логического вывода;

**varType** – тип переменной. Допустимые значения: 'input' – входная переменная; 'output' – выходная переменная;

**varIndex** – порядковый номер переменной. Порядковые номера входных и выходных переменных независимы.

**numPts** – количество дискрет, по которым строятся графики функций принадлежности. Значение по умолчанию – 181.

Функция plotmf может иметь два выходных аргумента:

x - матрица значений дискрет по оси абсцисс для всех графиков функций принадлежности;  
y - матрица значений функций принадлежности, соответствующих вектору x.

При вызове функции plotmf в формате с выходными аргументами графики функций принадлежности не выводятся.

*Пример:*

```
a=readfis('tipper');
plotmf(a, 'input', 1)
```

### **EVALMF - Вычисление значений произвольной функции принадлежности**

*Синтаксис:*

```
y = evalmf (x, params, type)
```

*Описание:*

Позволяет вычислить значения произвольной функции принадлежности. Функция evalmf имеет три входных аргумента:

**x** – вектор, для координат которого необходимо рассчитать степени принадлежности;  
**params** – вектор параметров функции принадлежности, порядок задания которых определяется ее типом;

**type** – тип функции принадлежности. Значение типа функции принадлежности может быть задано в виде строки символов или числом:

1 - 'trimf';

2 - 'trapmf';

3 - 'gaussmf';

4 - 'gauss2mf';

5 - 'sigmf';

6 - 'dsigmf';  
7 - 'psigmf';  
8 - 'gbellmf';  
9 - 'smf';  
10 - 'zmf';  
11 - 'pimf'.

При задании другого типа функции принадлежности предполагается, что она определена пользователем и задана соответствующим m-файлом.

Функция `evalmf` возвращает выходной аргумент `y`, содержащий степени принадлежности координат вектора `x`.

*Пример:*

```
x = 0: 0.1: 10; y = evalmf (x, [0 3 9], 1); plot (x, y) title ('Triangular membership function with  
parameters [0 3 9]')
```

Построение графика треугольной функции принадлежности с параметрами [0 3 9] на интервале [0, 10].

### **EVALFIS - Выполнение нечеткого логического вывода**

*Синтаксис:*

```
output = evalfis(input, fis)
```

```
output = evalfis(input, fis, numPts)
```

```
[output, IRR, ORR, ARR] = evalfis(input, fis)
```

```
[output, IRR, ORR, ARR] = evalfis(input, fis, , numPts)
```

*Описание:*

Выполняет нечеткий логический вывод. Функция `evalfis` может иметь три входных аргумента, первые два из которых обязательные:

**input** – матрица значений входных переменных, для которых необходимо выполнить нечеткий логический вывод. Матрица должна иметь размер  $M \times N$ , где  $N$  – количество входных переменных;  $M$  – количество входных данных. Каждая строка матрицы представляет один вектор значений входных переменных;

**fis** – идентификатор системы нечеткого логического вывода;

**numPts** – необязательный входной аргумент, задающий количество точек дискретизации функций принадлежности. Значение по умолчанию равно 101. Это означает, что все нечеткие множества представляются в виде 101 пары чисел “элемент универсального множества – степень принадлежности”. При уменьшении точек дискретизации возрастает скорость выполнения логического вывода и уменьшается точность вычислений, и наоборот.

Функция `evalfis` может иметь четыре выходных аргумента:

**output** – матрица значений выходных переменных, получаемая в результате нечеткого логического вывода для вектора входных значений `input`. Матрица имеет

размер  $M \times L$ , где  $M$  – количество входных данных;  $L$  – количество выходных переменных в `fis`;

**IRR** – матрица размером  $NR \times N$ , где  $NR$  – количество правил в `fis`;  $N$  – количество входных переменных. Матрица содержит степени принадлежности входных значений термам, входящих в базу знаний;

**ORR** – матрица размером  $numPts \times (NR \times L)$ , где  $numPts$  – количество точек дискретизации;  $NR$  – количество правил в `fis`;  $L$  – количество выходных переменных в `fis`. Каждый столбец матрицы содержит функцию принадлежности выходной переменной, получаемую в результате вывода по одному правилу. Функция принадлежности дискретизируется на  $numPts$  точках и представляется в виде множества степеней принадлежности;

**ARR** – матрица размером  $numPts \times L$ , где  $numPts$  – количество точек дискретизации;  $L$  – количество выходных переменных в `fis`. Матрица содержит функции принадлежности выходных переменных, получаемые в результате нечеткого логического вывода по всей базе знаний. Функции принадлежности дискретизируются на  $numPts$  точках и представляются в виде множества степеней принадлежности.

Аргументы `IRR`, `ORR` и `ARR` являются необязательными, они содержат промежуточные результаты нечеткого логического вывода. В случае задания нескольких входных данных значения аргументов `IRR`, `ORR` и `ARR` будут рассчитаны только для последнего вектора входных данных. Эти аргументы используются когда необходимо отследить процесс логического вывода или когда необходимо реализовать нестандартную процедуру нечеткого вывода.

Пример.

Первая строка загружает демо-систему нечеткого логического вывода `tipper`, предназначенную для определения процента чаевых в ресторане. Вторая строка рассчитывает размер чаевых, в случае если `service=3` и `food=8`.

```
fis = readfis('tipper');  
tip = evalfis([3 8], fis)
```