

Лабораторна Робота 12

Вирішення найпростіших задач з використанням графічного інтерфейсу пакету Fuzzy Logic Toolbox

Завдання.

Побудувати і детально описати нечіткі апроксимуючі системи

Варіант	В и д ф у н к ц і ї
01	$z = 5 \sin x + a$
02	$p = -x + \sin 7x + a$
03	$z = ax + \sin 5x$
04	$z = 0.33ax + \sin x$
05	$z = a(5x + 100 \sin x)$
06	$z = 0.33x^2 + 25a \cos x^2$
07	$p = \cos x + ae^x$
08	$u = ax - 100 \cos x^2$
09	$r = x - a \cos x^2$
10	$p = 0.33ae^x$
11	$z = 0.33x + 0.77a \cos x^2$
12	$z = 3 \sin x + 7a$
13	$p = \cos x + 33ae^x$
14	$z = ax + \cos x^2 - b$
15	$p = 100 \cos x - 0.01ae^x$
16	$z = x^2 - 10a$
17	$z = ax + \sin 10x$
18	$u = ax - 15 \cos x^2$

ПАКЕТ FUZZY LOGIC TOOLBOX

1. Назначение и возможности пакета Fuzzy Logic Toolbox

Пакет Fuzzy Logic Toolbox (пакет нечеткой логики) - это совокупность прикладных программ, относящихся к теории **размытых** или **нечетких множеств** и позволяющих конструировать так называемые нечеткие экспертные и/или управляющие системы. Основные возможности пакета:

- Построение систем нечеткого вывода (экспертных систем, регуляторов, аппроксиматоров зависимостей)
- Построение адаптивных нечетких систем (гибридных нейронных сетей)
- Интерактивное динамическое моделирование в Simulink

Пакет позволяет работу:

- в режиме графического интерфейса,
- в режиме командной строки,
- с использованием блоков и примеров пакета Simulink.

2. Графический интерфейс Fuzzy Logic Toolbox

2.1. Состав графического интерфейса

В состав программных средств Fuzzy Logic Toolbox входят следующие основные программы, позволяющие работать в режиме графического интерфейса:

- редактор нечеткой системы вывода Fuzzy Inference System Editor (FIS Editor или FIS-редактор) вместе со вспомогательными программами - редактором функций принадлежности (Membership Function Editor), редактором правил (Rule Editor), просмотрщиком правил (Rule Viewer) и просмотрщиком поверхности отклика (Surface Viewer);
- редактор гибридных систем (ANFIS Editor, ANFIS-редактор);
- программа нахождения центров кластеров (программа Clustering - кластеризация).

Набор данных программ предоставляет пользователю максимальные удобства для создания, редактирования и использования различных систем нечеткого вывода.

2.2. Построение нечеткой аппроксимирующей системы

Командой (функцией) **Fuzzy** из режима командной строки запускается основная интерфейсная программа пакета Fuzzy Logic - редактор нечеткой системы вывода (Fuzzy Inference System Editor, FIS Editor, FIS-редактор). Вид открывающегося при этом окна приведен на рис. 1.

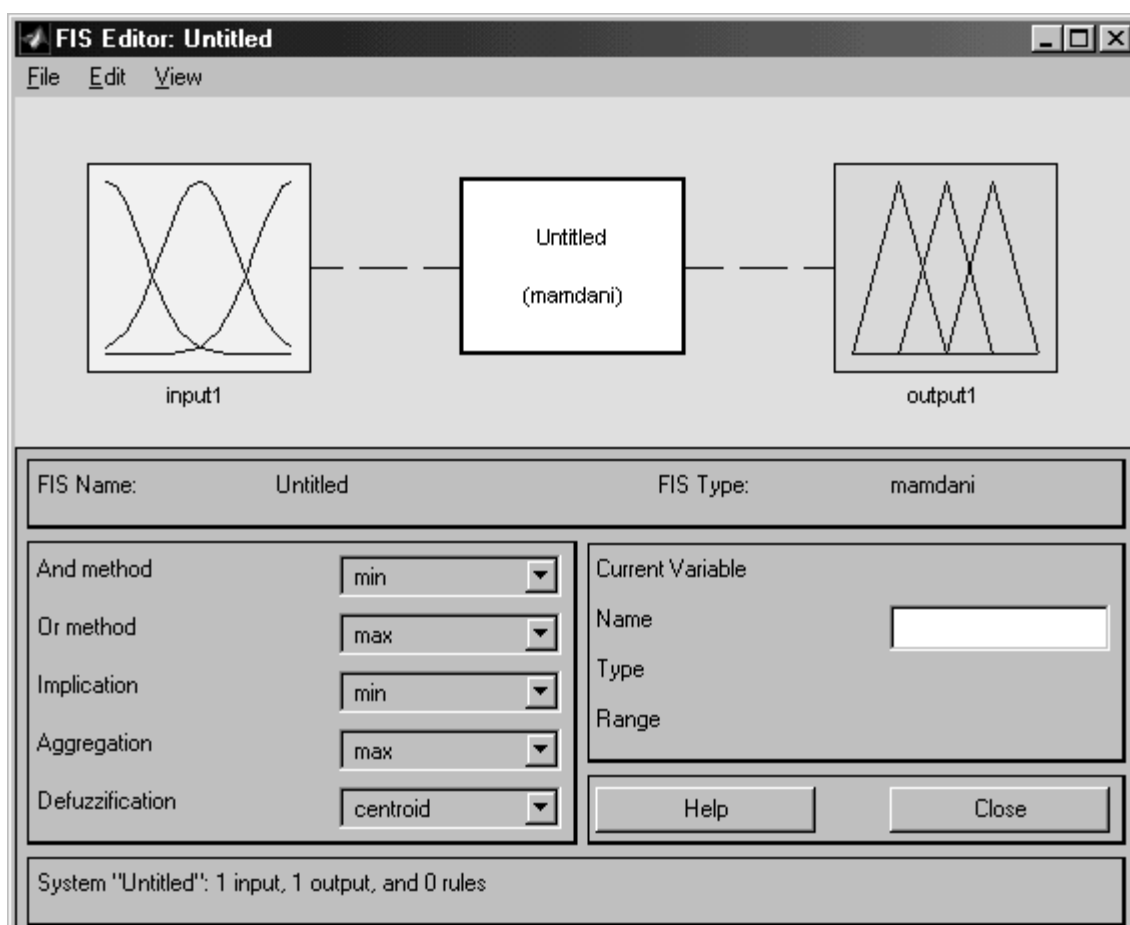


Рис. 1. Вид окна FIS Editor

Главное меню редактора содержит позиции:

File - работа с файлами моделей (их создание, сохранение, считывание и печать).

Edit - операции редактирования (добавление и исключение входных и выходных переменных).

View - переход к дополнительному инструментарию.

Как говорят англичане, чтобы узнать вкус пудинга, надо его съесть, поэтому представляется целесообразным выяснение различных опций и возможностей данного редактора и связанных с ним других программ изучить на каком-либо конкретном примере.

Попробуем сконструировать нечеткую систему, отображающую зависимость между переменными x и y , заданную с помощью табл. А (легко видеть, что представленные в таблице данные отражают зависимость $y = x^2$).

Таблица А
Значения x и y

x	1	0.6	0	0.4	1
y	-1	0.36	0	0.16	1

Требуемые действия отобразим следующими пунктами.

- 1) В позиции меню File выбираем опцию New Sugeno FIS (новая система типа Sugeno), при этом в блоке, отображаемом белым квадратом в верхней части окна редактора появится надпись Untitled2 (sugeno).
- 2) Щелкнем левой кнопкой мыши по блоку, озаглавленному input1 (вход1). Затем в правой части редактора в поле, озаглавленном Name (Имя) вместо input1 введем обозначение нашего аргумента, т.е. x . Обратим внимание, что если теперь сделать где-нибудь (вне блоков редактора) однократный щелчок мыши, то имя отмеченного блока изменится на x ; то же достигается нажатием после ввода клавиши Enter.
- 3) Дважды щелкнем по этому блоку. Перед нами откроется окно редактора функций принадлежности - Membership Function Editor (см. рис. 2). Войдем в позицию меню Edit данного редактора и выберем в нем опцию Add MFs (Add Membership Functions - Добавить функций принадлежности). При этом появится диалоговое окно (рис. 3), позволяющее задать тип (MF type) и количество (Number of MFs) функций принадлежности (в данном случае все относится к входному сигналу, т.е. к переменной x). Выберем гауссовы функции принадлежности (gaussmf), а их количество зададим, равным пяти - по числу значений аргумента в табл. А. Подтвердим ввод информации нажатием кнопки ОК, после чего произойдет возврат к окну редактора функций принадлежности.

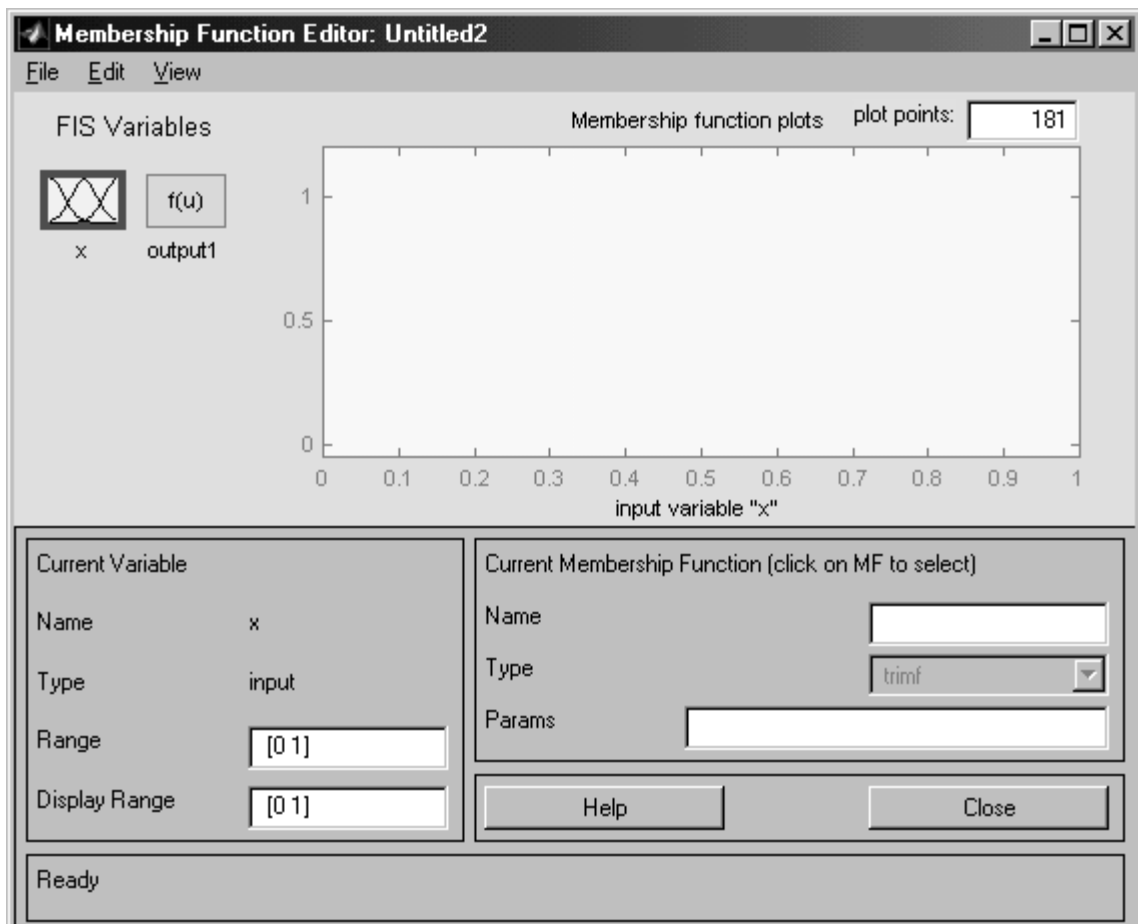


Рис. 2. Окно редактора функций принадлежности

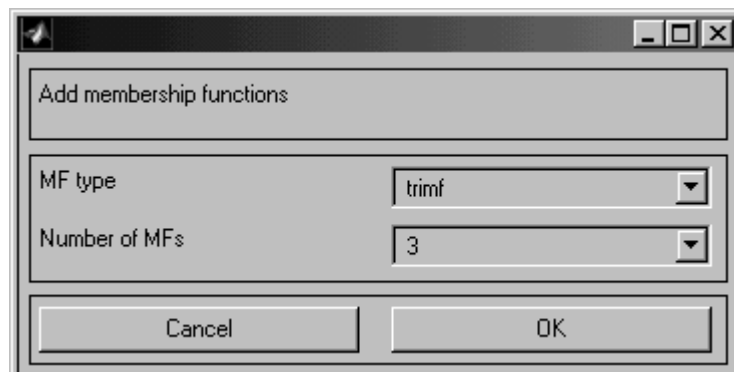


Рис. 3. Диалоговое окно задания типа и количества функций принадлежности

- 4) В поле Range (Диапазон) установим диапазон изменения x от -1 до 1, т.е. диапазон, соответствующий табл. А. Щелкнем затем левой кнопкой мыши где-нибудь в поле редактора (или нажмем клавишу ввода Enter). Обратим внимание, что после этого произойдет соответствующее изменение диапазона в поле Display Range (Диапазон дисплея).
- 5) Обратимся к графикам заданных нами функций принадлежности, изображенным в верхней части окна редактора функций принадлежности. Заметим, что для успешного решения поставленной задачи необходимо, чтобы ординаты максимумов этих функций совпадали с заданными значениями аргумента x . Для левой, центральной и правой функций такое условие выполнено, но две других необходимо "подвинуть" вдоль оси абсцисс. "Передвижка" делается весьма просто: подводим курсор к нужной кривой и

щелкаем левой кнопкой мыши. Кривая выбирается, окрашиваясь в красный цвет, после чего с помощью курсора ее и можно подвинуть в нужную сторону (более точную установку можно провести, изменяя числовые значения в поле Params (Параметры) - в данном случае каждой функции принадлежности соответствуют два параметра, при этом первый определяет размах кривой, а второй - положение ее центра). Для выбранной кривой, кроме этого в поле Name можно изменять имя (завершая ввод каждого имени нажатием клавиши Enter). Прделаем требуемые перемещения кривых и зададим всем пяти кривым новые имена, например:

- самой левой - bp,
- следующей - n,
- центральной - z,
- следующей за ней справа - p,
- самой правой - br.

Нажмем кнопку Close и выйдем из редактора функций принадлежности, возвратившись при этом в окно редактора нечеткой системы (FIS Editor).

- 6) Сделаем однократный щелчок левой кнопкой мыши по голубому квадрату (блоку), озаглавленному output1 (выход1). В окошке Name заменим имя output1 на y (как в пункте 2).
- 7) Дважды щелкнем по отмеченному блоку и перейдем к программе - редактору функций принадлежности. В позиции меню Edit выберем опцию Add MFs. Появляющееся затем диалоговое окно вида рис. 3 позволяет задать теперь в качестве функций принадлежности только линейные (linear) или постоянные (constant) - в зависимости от того какой алгоритм Sugeno (1-го или 0-го порядка) мы выбираем. В рассматриваемой задаче необходимо выбрать постоянные функции принадлежности с общим числом 4 (по числу различных значений y в табл. А). Подтвердим введенные данные нажатием кнопки ОК, после чего произойдет возврат в окно редактора функций принадлежности.
- 8) Обратим внимание, что здесь диапазон (Range) изменения, устанавливаемый по умолчанию - [0,1], менять не нужно. Изменим лишь имена функций принадлежности (их графики при использовании алгоритма Sugeno для выходных переменных не приводятся), например, задав их как соответствующие числовые значения y, т.е. 0, 0.16, 0.36, 1; одновременно эти же числовые значения введем в поле Params (рис. 4). Затем закроем окно нажатием кнопки Close и вернемся в окно FIS-редактора.

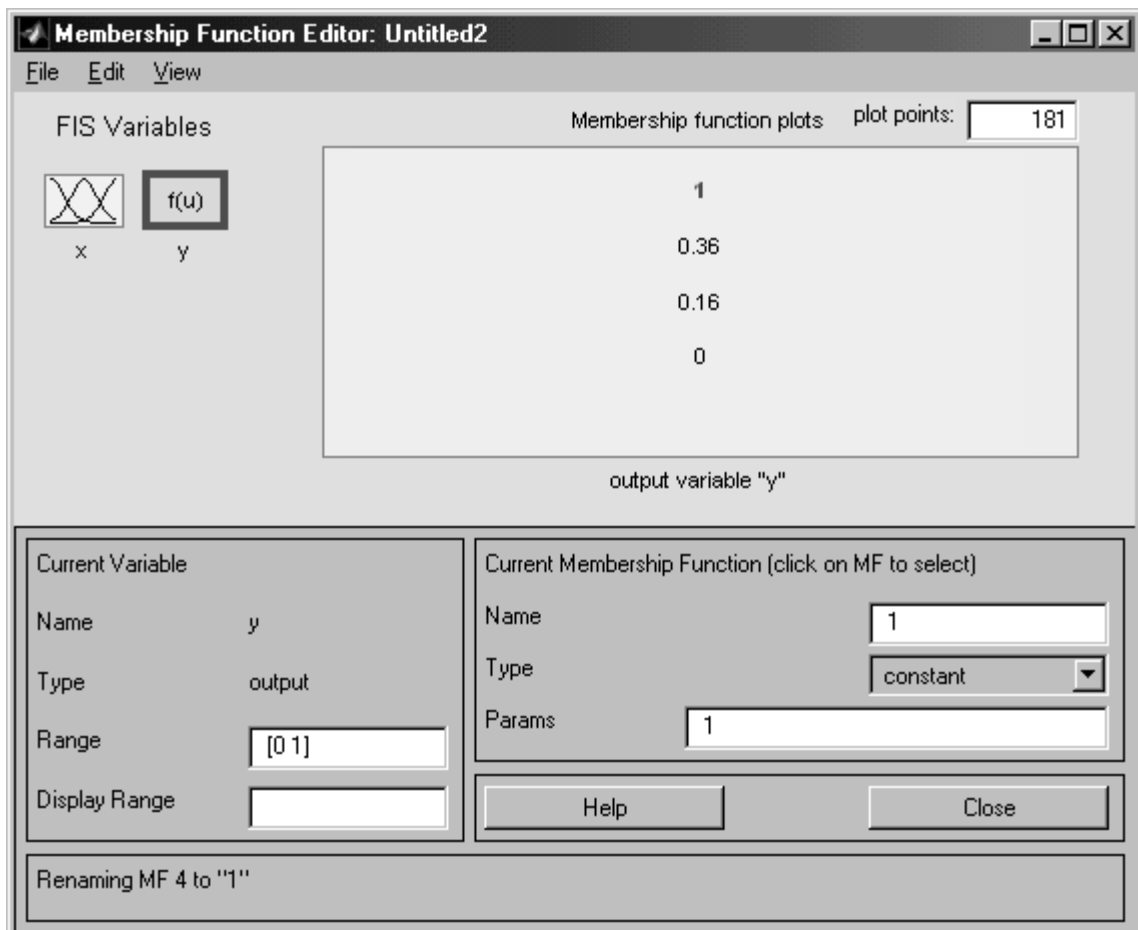


Рис. 4. Параметры функций принадлежности переменной y

- 9) Дважды щелкнем левой кнопкой мыши по среднему (белому) блоку, при этом раскроется окно еще одной программы - редактора правил (Rule Editor). Введем соответствующие правила. При вводе каждого правила необходимо обозначить соответствие между каждой функцией принадлежности аргумента x и числовым значением y . Кривая, обозначенная нами bn соответствует $x=-1$, т.е. $y=1$. Выберем, поэтому в левом поле (с заголовком x is) bn , а в правом 1 и нажмем кнопку Add rule (Добавить правило). Введенное правило появится в окне правил и будет представлять собой запись: 1. If (x is bn) then (y is 1) (1). Аналогично поступим для всех других значений x , в результате чего сформируется набор из 5 правил (см. рис. 5). Закроем окно редактора правил и возвратимся в окно FIS-редактора. Построение системы закончено и можно начать эксперименты по ее исследованию. Заметим, что большинство опций выбиралось нами по умолчанию.

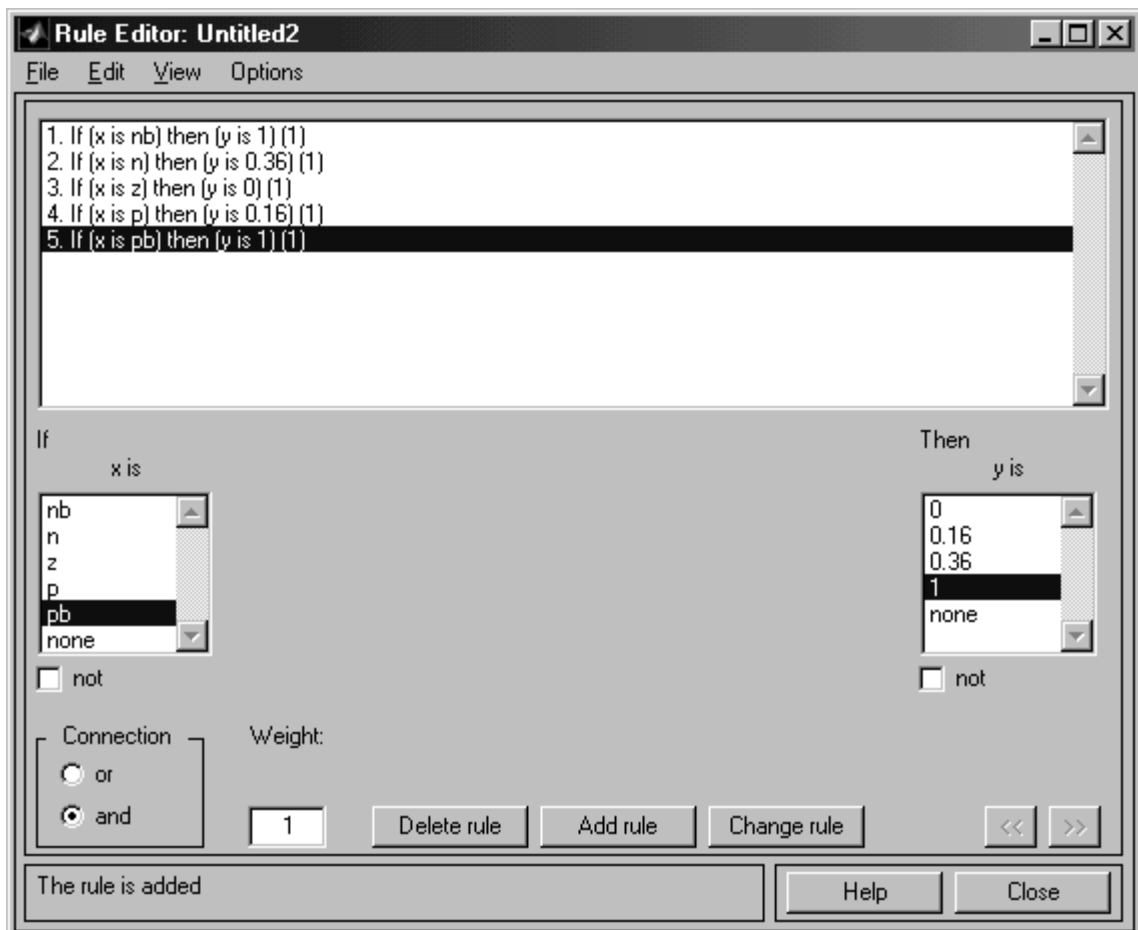


Рис. 5. Окно редактора правил

- 10) Предварительно сохраним на диске (используя пункты меню File/Save to disk as...) созданную систему под каким-либо именем, например, Proba.
- 11) Выберем позицию меню View. Как видно из выпадающего при этом подменю, с помощью пунктов Edit membership functions и Edit rules можно совершить переход к двум выше рассмотренным программам - редакторам функций принадлежности и правил (то же можно сделать и нажатием клавиш Ctrl+2 или Ctrl+3), но сейчас нас будут интересовать два других пункта - View rules (Просмотр правил) и View surface (Просмотр поверхности). Выберем пункт View rules, при этом откроется окно (см. рис.6) еще одной программы - просмотра правил (Rule Viewer).

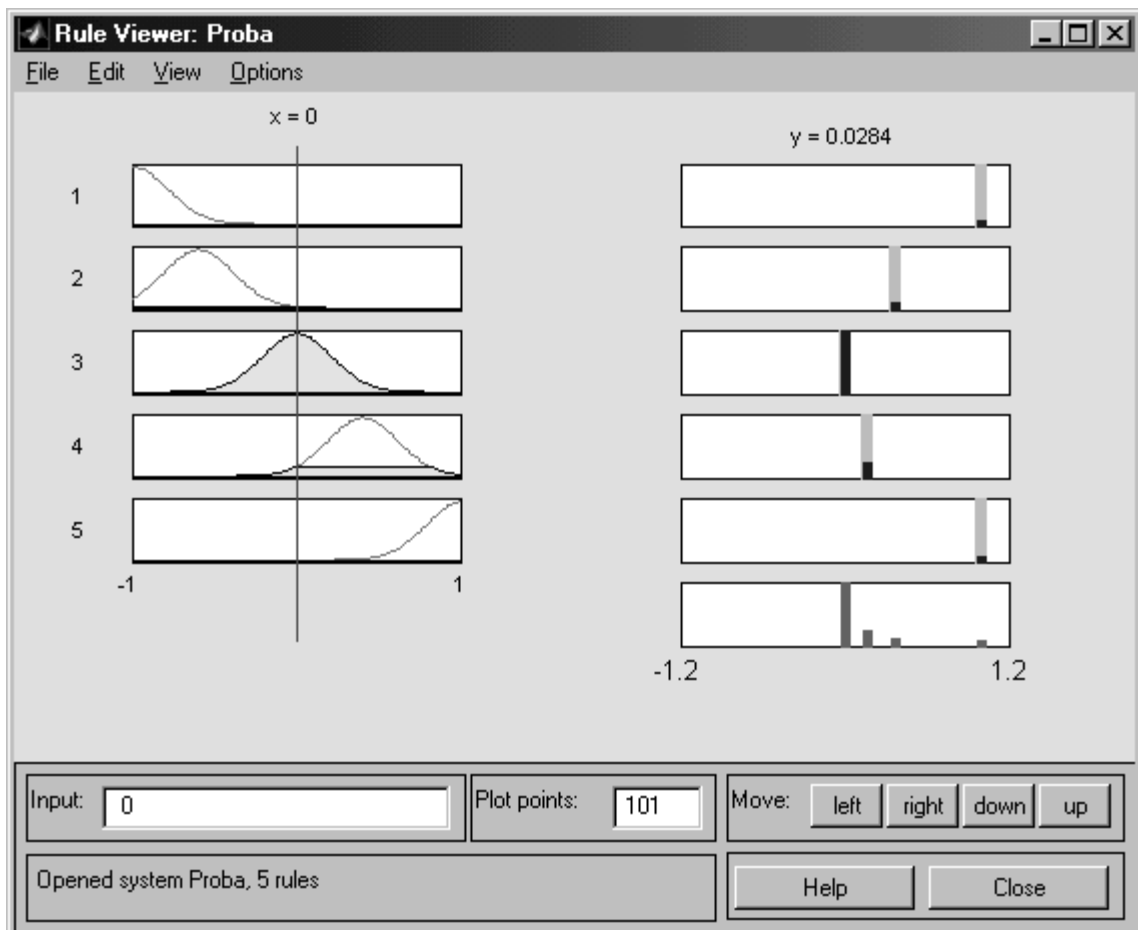


Рис. 6. Окно просмотра правил

- 12) В правой части окна в графической форме представлены функции принадлежности аргумента x , в левой - переменной выхода y с пояснением механизма принятия решения. Красная вертикальная черта, пересекающая графики в правой части окна, которую можно перемещать с помощью курсора, позволяет изменять значения переменной входа (это же можно делать задавая числовые значения в поле Input (Вход)), при этом соответственно изменяются значения y в правой верхней части окна. Зададим, например, $x=0.5$ в поле Input и нажмем затем клавишу ввода (Enter). Значение y сразу изменится и станет равным 0.202. Таким образом, с помощью построенной модели и окна просмотра правил можно решать задачу интерполяции, т.е. задачу, решение которой и требовалось найти. Изменение аргумента путем перемещения красной вертикальной линии очень наглядно демонстрирует, как система определяет значения выхода.
- 13) Закроем окно просмотра правил и выбором пункта меню View/ View surface перейдем к окну просмотра поверхности отклика (выхода), в нашем случае - к просмотру кривой $y(x)$ (см. рис. 7). Видно, что смоделированное системой по таблице данных (табл. А) отображение не очень-то напоминает функцию x^2 . Ну что ж, ничего удивительного в этом нет: число экспериментальных точек невелико, да и параметры функций принадлежности (для x) выбраны, скорее всего, неоптимальным образом.

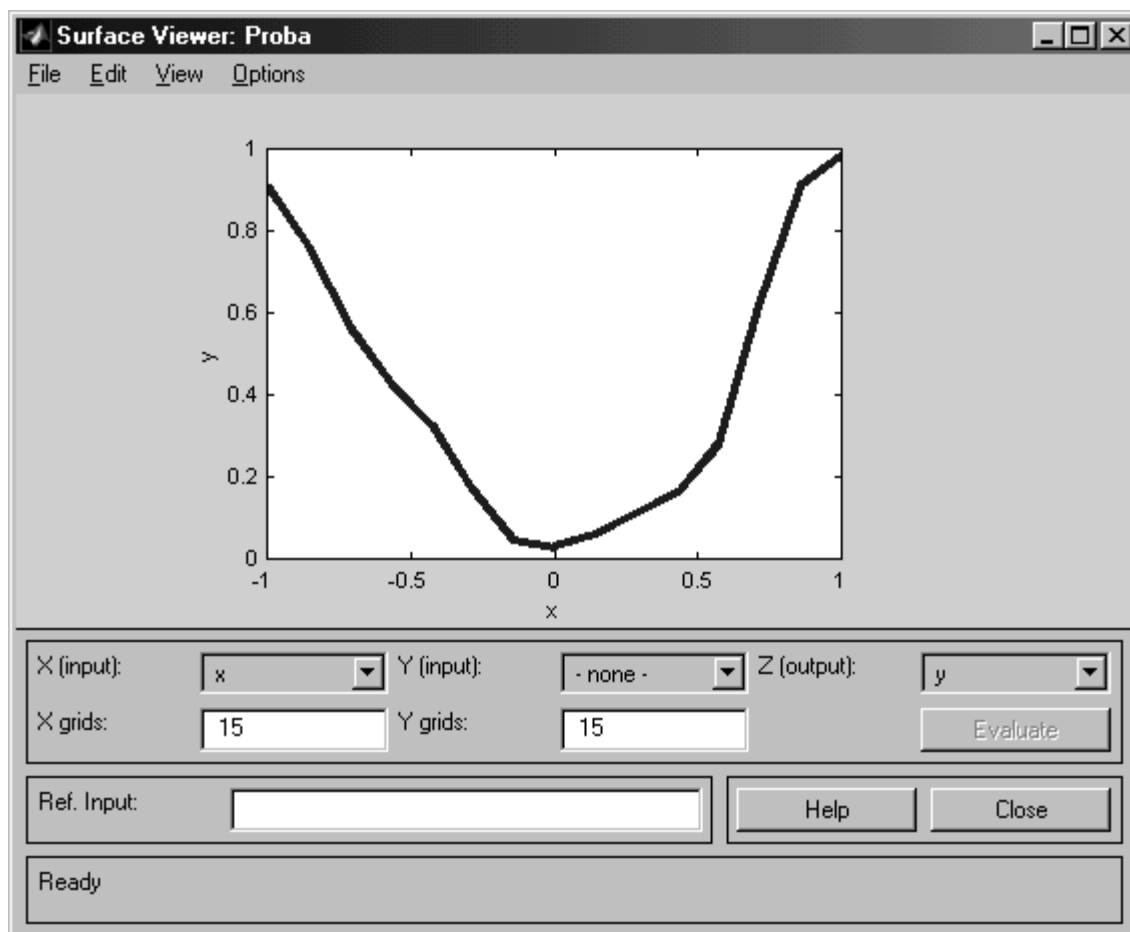


Рис. 7. Окно просмотра поверхности отклика