

Инструкция по работе с блоком «Моделирование нечётких систем» программы Fuzzy Logic

Интерфейс приложения

Главное меню

Моделирование нечётких систем

Открыть Сохранить Сохранить как..

Входные ЛП

Техника игры
Рост баскетболиста
Требования к з/п

Выходные ЛП

Уверенность принятия в команду

Создать Удалить Создать Удалить

Отобразить ФП для выбранной ЛП

Редактор правил вывода

Первая входная ЛП: Техника игры

Вторая входная ЛП: Рост баскетболиста

Выходная ЛП: Уверенность принятия в команду

Отобразить поверхность нечёткого вывода

Браузер входных и выходных лингвистических переменных

Окно отображения функций принадлежности для термов
выбранной лингвистической переменной

Окно редактора правил нечёткой логики

Окно отображения поверхности нечёткого вывода

Окно создания/редактирования лингвистической переменной

Создание лингвистической переменной

Название: Техника игры

Диапазон значений: От: 0 До: 100 Ед. измерения: %

Задание терм-множества

Название терма: Тип ФП: trimf Параметры: a: 0,00 b: 0,01 c: 0,02

Добавить Изменить Удалить

Таблица терм-множества

	Название	Тип ФП	Параметры
1	Плохая	zmf	0.0 30.0
2	Средняя	pimf	20.0 30.0 40.0 60.0
3	Хорошая	pimf	50.0 60.0 70.0 80.0
4	Отличная	smf	70.0 100.0

OK Закрыть

(открывается при нажатии кнопки «Создать» под браузером входных и выходных переменных в главном меню для создания новой лингвистической переменной или при двойном нажатии на элемент того же браузера для редактирования существующей)

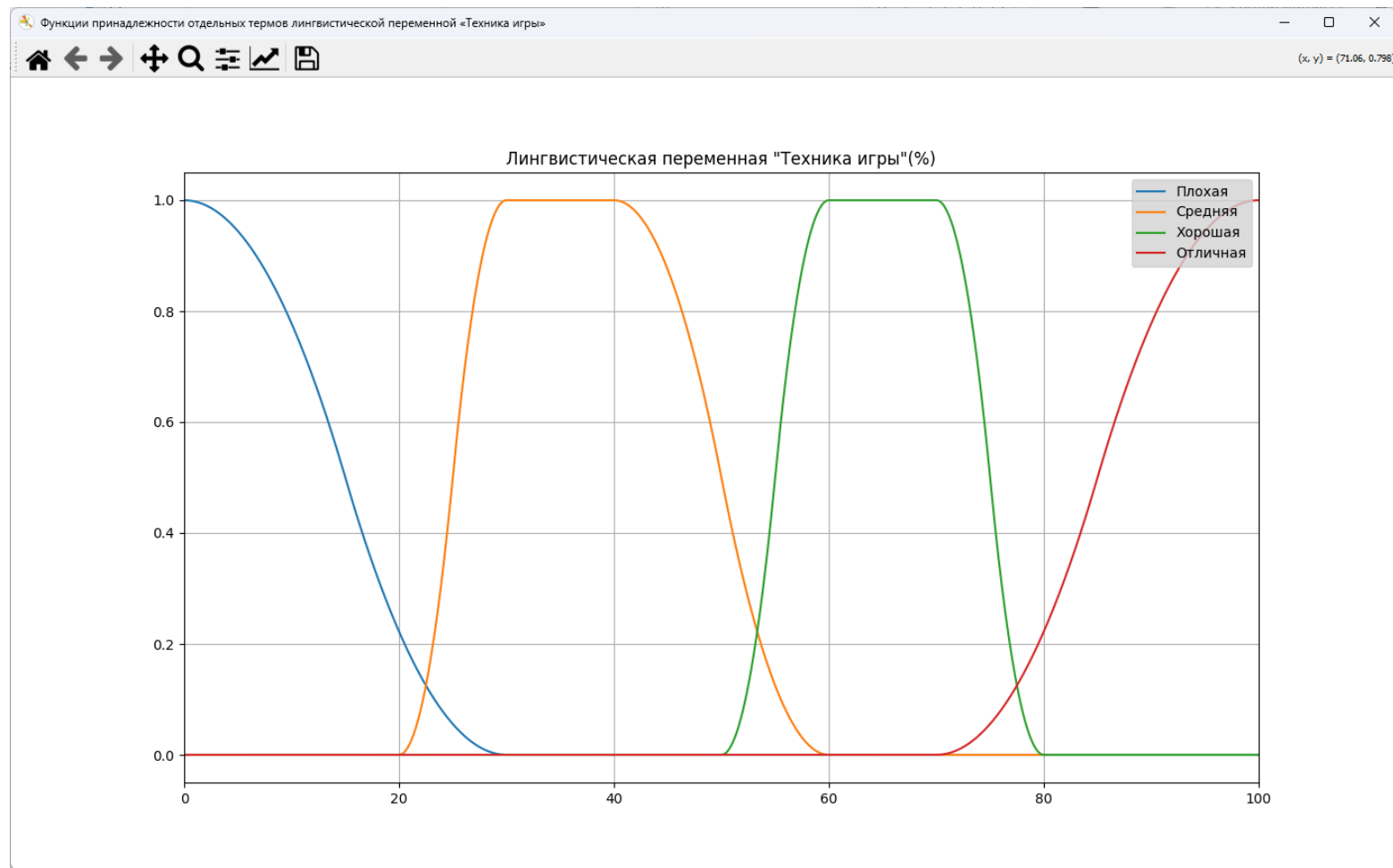
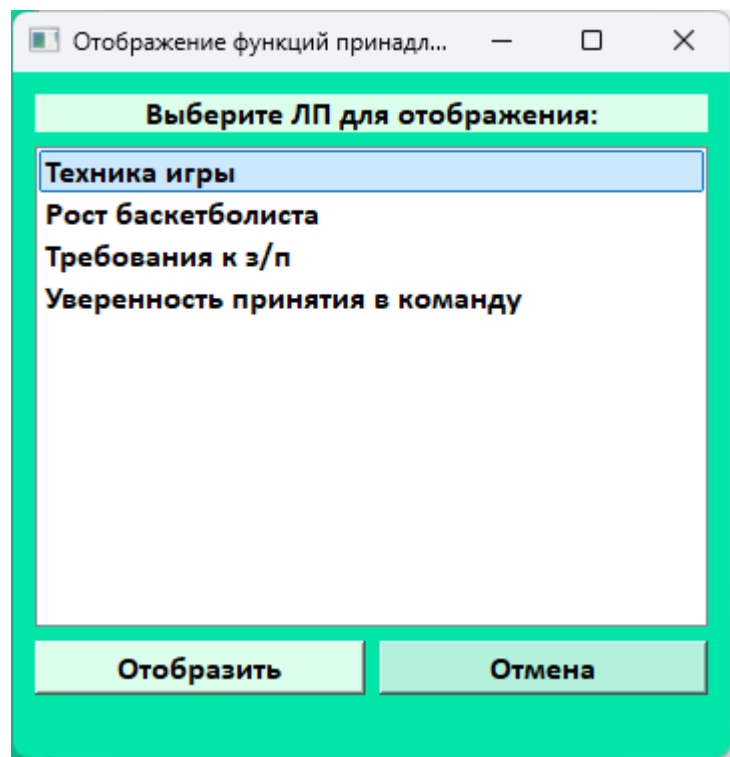
Данное окно включает в себя:

- 1) виджеты для заполнения информации о лингвистической переменной: названия, области определения, единиц измерения (если есть);
- 2) виджеты для добавления, изменения и удаления информации о термах этой лингвистической переменной: названия, типа функции принадлежности и параметров;
- 3) браузер, в котором хранится вся информация о термах данной лингвистической переменной.

Особенности работы с этим окном:

- 1) при двойном нажатии на отдельный терм в браузере, будет выведен его график функции принадлежности;
- 2) нажатие на кнопку «ОК» завершит работу с лингвистической переменной и сохранит введенные значения, кнопка «Закрыть» отменит все действия пользователя и загрузит версию, до того как были внесены какие-либо изменения.

Окно отображения функций принадлежности для термов выбранной лингвистической переменной



Особенности работы с этим окном:

- 1) после выбора лингвистической переменной для отображения в отдельном окне выводится график функций принадлежности её термов;
- 2) легенда позволяет однозначно сопоставить термы между собой;
- 3) панель инструментов, расположенная в левом верхнем углу позволяет работать с полученным графиком (масштабировать, перемещать, настраивать координатные оси) в удобном режиме.

Окно редактора правил нечёткой логики

Данное окно включает в себя:

- 1) виджеты для задания входных термов отдельных лингвистических переменных;
- 2) тип соединения отдельных частей правила воедино (AND или OR);
- 3) вес правила, контролирующий степень правдивости отдельно взятого правила;
- 4) браузер правил, в котором можно проверить правильность добавленных правил и их количество.

Особенности работы с этим окном:

- 1) если попытаться добавить правило, которое совпадает с имеющимся по входному условию: используются одни и те же термы (или их отрицание) и тип соединения, — то правило добавлено не будет и пользователь получит соответствующее сообщение на экране;
- 2) нажатие на кнопку «ОК» завершит работу с правилами и сохранит введённые значения, кнопка «Заккрыть» отменит все действия пользователя и загрузит версию, до того как были внесены какие-либо изменения.

Редактор правил вывода

Задание правил вывода

Техника игры Рост баскетболиста Требования к з/п Уверенность принятия в команду

Соединение

AND

OR

Вес

1,00

Если: ☐ not ☐ not ☐ not ☐ not

Правила вывода

Добавить Удалить Удалить всё

1: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Низкий) AND (Требования к з/п IS Низкие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

2: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Низкий) AND (Требования к з/п IS Средние) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

3: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Низкий) AND (Требования к з/п IS Высокие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

4: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Средний) AND (Требования к з/п IS Низкие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

5: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Средний) AND (Требования к з/п IS Средние) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

6: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Средний) AND (Требования к з/п IS Высокие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

7: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Высокий) AND (Требования к з/п IS Низкие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Средние) weight=1.0

8: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Высокий) AND (Требования к з/п IS Средние) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

9: IF (Техника игры IS Плохая) AND (Рост баскетболиста IS Высокий) AND (Требования к з/п IS Высокие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

10: IF (Техника игры IS Средняя) AND (Рост баскетболиста IS Низкий) AND (Требования к з/п IS Низкие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

11: IF (Техника игры IS Средняя) AND (Рост баскетболиста IS Низкий) AND (Требования к з/п IS Средние) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

12: IF (Техника игры IS Средняя) AND (Рост баскетболиста IS Низкий) AND (Требования к з/п IS Высокие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

13: IF (Техника игры IS Средняя) AND (Рост баскетболиста IS Средний) AND (Требования к з/п IS Высокие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Малая) weight=1.0

14: IF (Техника игры IS Средняя) AND (Рост баскетболиста IS Средний) AND (Требования к з/п IS Средние) THEN (Уверенность принятия в команду IS Средние) weight=1.0

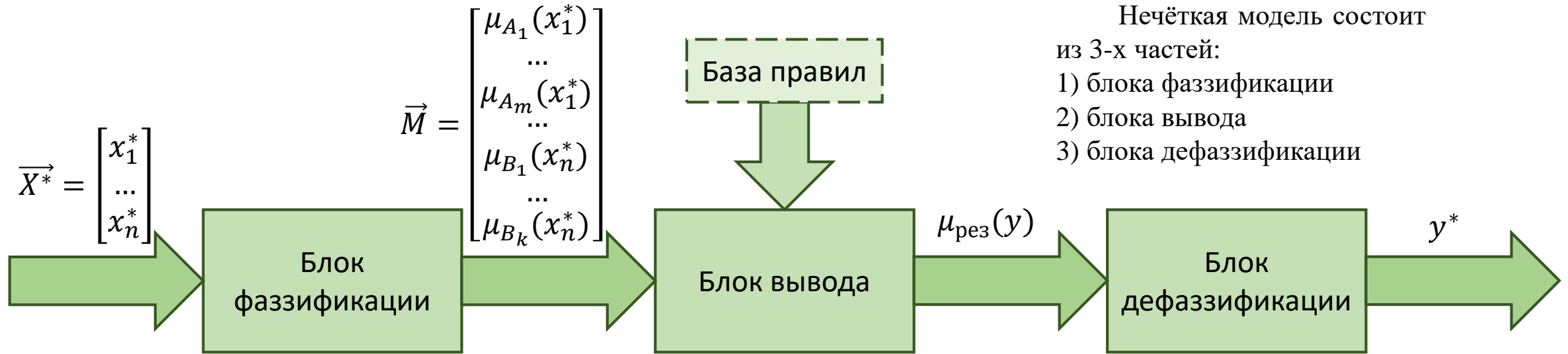
15: IF (Техника игры IS Средняя) AND (Рост баскетболиста IS Средний) AND (Требования к з/п IS Низкие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Средние) weight=1.0

16: IF (Техника игры IS Средняя) AND (Рост баскетболиста IS Высокий) AND (Требования к з/п IS Высокие) THEN (Уверенность принятия в команду IS Средние) weight=1.0

Количество правил: 36

OK Заккрыть

Построение нечёткой модели



Нечёткая модель состоит из 3-х частей:

- 1) блока фаззификации
- 2) блока вывода
- 3) блока дефаззификации

Нечёткая модель состоит из 3-х блоков: блок фаззификации, блока вывода и блок дефаззификации.

В процессе фаззификации четкий входной вектор X^* преобразуется в вектор M степеней принадлежности, которые, в свою очередь, являются входными данными для блока вывода.

Блок вывода на основе степеней принадлежности входных значений определяет результирующую функцию принадлежности $\mu_{рез}(y)$ выходного значения модели.

Операция вывода включает в себя следующие шаги:

- 1) вычисление **степеней выполнения** отдельных правил (их **условий**);
- 2) определение активизированных **функций принадлежности заключений** отдельных правил;
- 3) определение **результирующей функции принадлежности** вывода из всех правил, входящих в базу.

Под дефаззификацией нечеткого множества, являющегося результатом вывода, понимается операция нахождения четкого значения y^* , которое бы наиболее «рациональным» образом представляло это множество.

Блок фаззификации

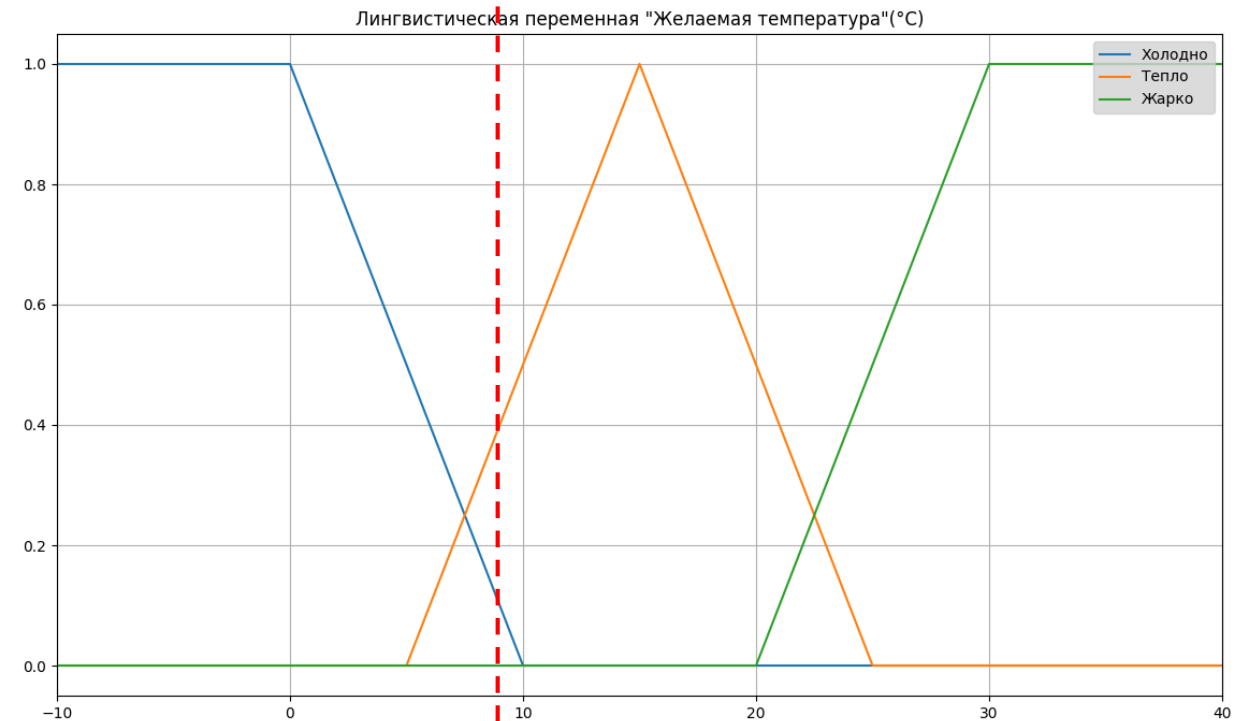
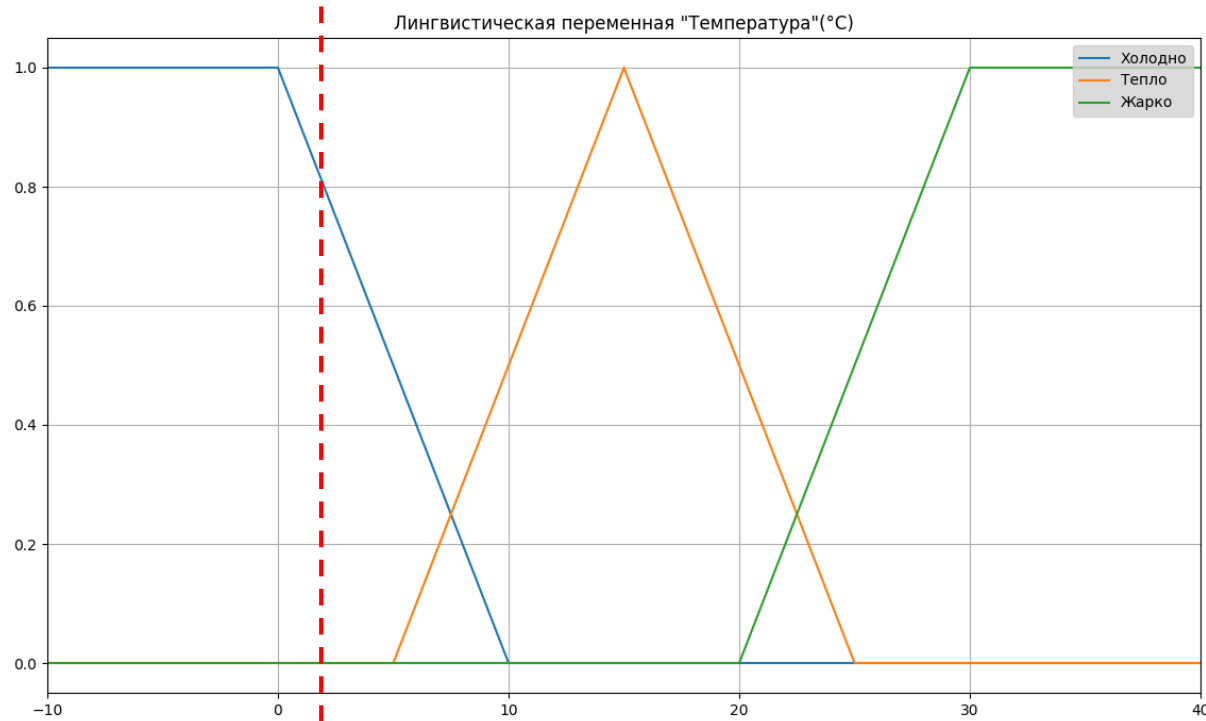
Рассмотрим простой пример получения y^* из вектора входных значений X^* .

Пусть задана нечёткая система, регулирующая температуру внутри здания со следующим набором лингвистических переменных и их терм-множеств (в скобках указаны их сокращённые обозначения):

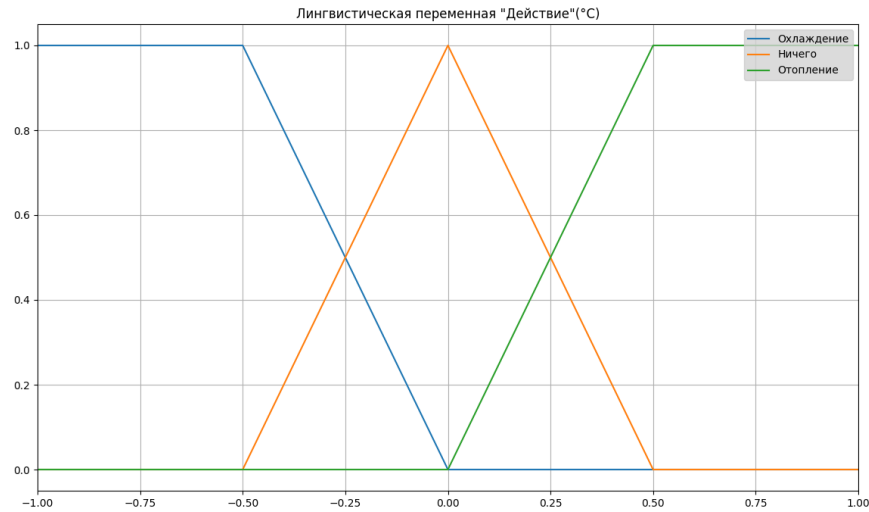
- 1) Температура: «Холодно» (A_1), «Тепло» (A_2) и «Жарко» (A_3);
- 2) Желаемая температура: «Холодно» (B_1), «Тепло» (B_2) и «Жарко» (B_3);
- 3) Действие: «Охлаждение» (C_1), «Ничего» (C_2) и «Отопление» (C_3).

$$\text{Вектор входных значений } X^* = \begin{bmatrix} x_1^* \\ x_2^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 9 \end{bmatrix}$$

А также даны графики функций принадлежности всех термов входных и выходных лингвистических переменных:



Блок фаззификации



Из графиков функций принадлежности термов входных лингвистических переменных получим:

$$\mu_{A_1}(x_1^*) = \mu_{A_1}(2) = 0.8$$

$$\mu_{A_2}(x_1^*) = \mu_{A_2}(2) = 0$$

$$\mu_{A_3}(x_1^*) = \mu_{A_3}(2) = 0$$

$$\mu_{B_1}(x_2^*) = \mu_{B_1}(9) = 0.1$$

$$\mu_{B_2}(x_2^*) = \mu_{B_2}(9) = 0.4$$

$$\mu_{B_3}(x_2^*) = \mu_{B_3}(9) = 0$$

На выходе блока фаззификации имеем: $\vec{M} = \begin{bmatrix} 0.8 \\ 0 \\ 0 \\ 0.1 \\ 0.4 \\ 0 \end{bmatrix}$

Блок вывода

Составим базу правил (для примера будем использовать неполную базу правил, включающую в себя только те правила, которые касаются только поданных входных значений):

R_1 : ЕСЛИ ($x_1^* = A_1$) И ($x_2^* = B_1$) ТО ($y = C_2$)

R_2 : ЕСЛИ ($x_1^* = A_1$) И ($x_2^* = B_2$) ТО ($y = C_3$)

Оба правила можно записать в более привычном для человека виде:

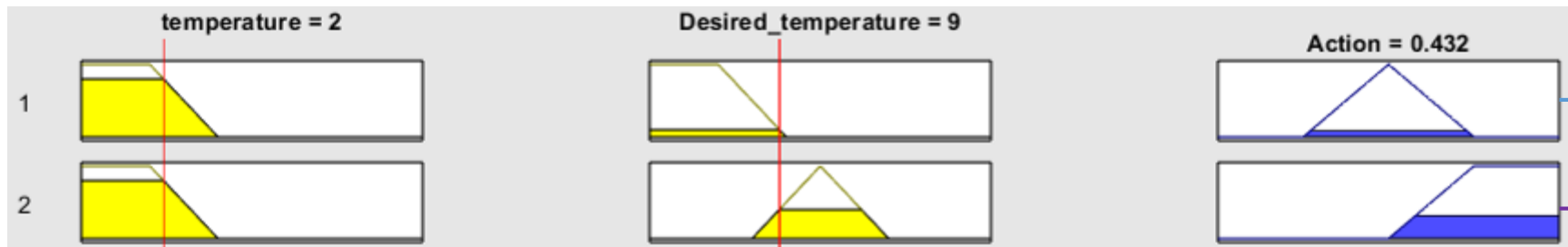
- 1) ЕСЛИ (Температура – «Холодно») И (Желаемая температура – «Холодно») ТО (Действие – «Ничего»);
- 2) ЕСЛИ (Температура – «Холодно») И (Желаемая температура – «Тепло») ТО (Действие – «Отопление»).

Произведём оценку степеней выполнения условий отдельных правил (выбранная Т-норма – PROD):

$$\mu_{R_1}(x_1^*, x_2^*) = \mu_{A_1}(x_1^*) \cdot \mu_{B_1}(x_2^*) = 0.8 \cdot 0.1 = 0.08$$

$$\mu_{R_2}(x_1^*, x_2^*) = \mu_{A_1}(x_1^*) \cdot \mu_{B_2}(x_2^*) = 0.8 \cdot 0.4 = 0.32$$

Определим активизированные функции принадлежности заключений каждого из правил (для импликации выберем **MIN**):



Определим результирующую функцию принадлежности вывода всех правил (выбранная S-норма – SUM):



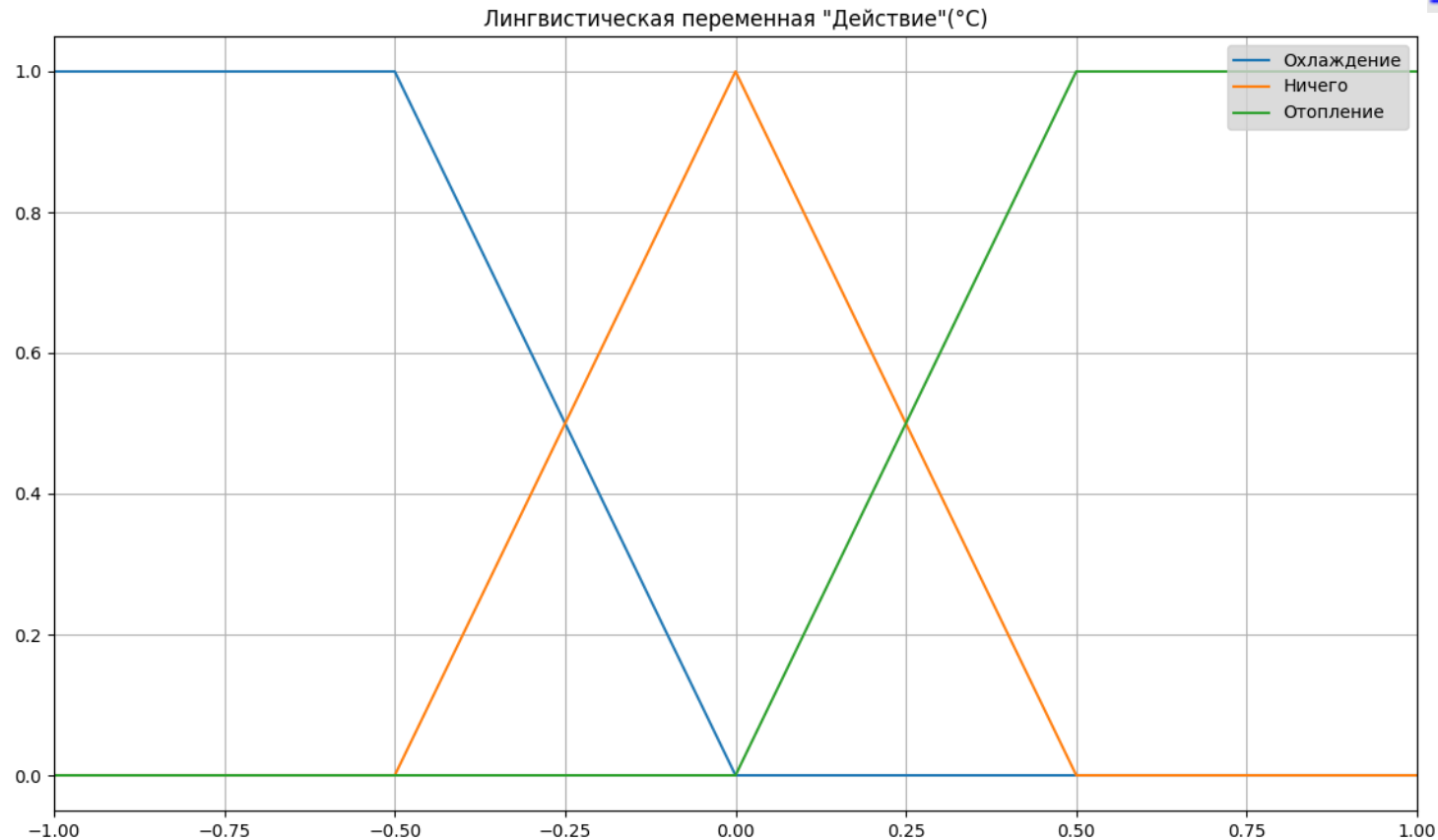
Блок дефаззификации

В случае дискретных функций принадлежности результат дефаззификации y^* вычисляется по формуле:

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \sum_{j=1}^m \mu_{C_j}(y_i)}{\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \mu_{C_j}(y_i)}$$

где l – число элементов дискретной области определения Y ,
 m – число правил нечёткой модели.

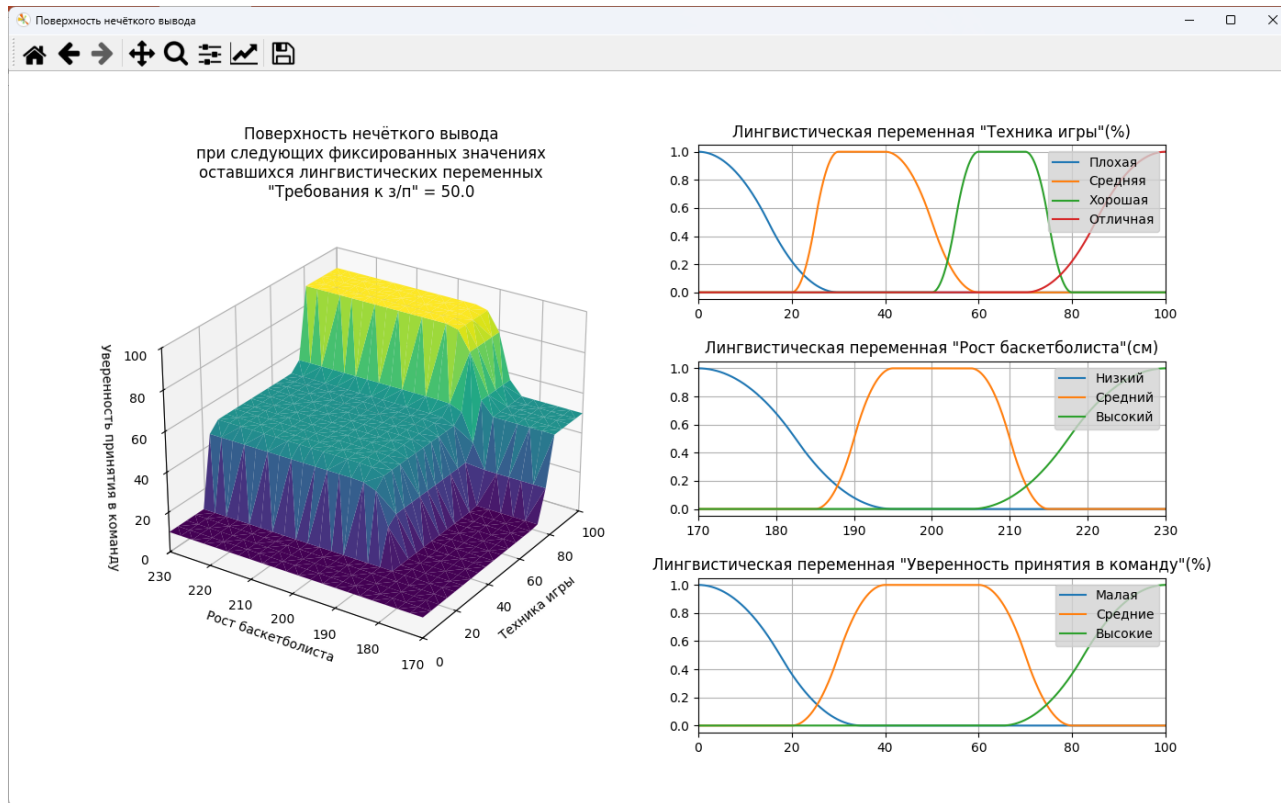
Для конкретного рассматриваемого случая результат дефаззификации y^* будет примерно равен 0.432, что соответствует терму «Отопление» выходной лингвистической переменной «Действие».



Окно отображения поверхности нечёткого вывода

Данное окно включает в себя:

- 1) виджеты для задания значений неиспользуемых лингвистических переменных при отображении поверхности нечёткого вывода (фиксированные значения);
- 2) виджеты для задания операций, используемых в блоке вывода (для операции объединение используется – MAX, для пересечения и импликации – PROD и MIN, а для аккумуляции – SUM и MAX);
- 3) поле для ввода количества точек для построения поверхности нечёткого вывода (количество точек указывается для одной из осей);
- 4) полоска прогресса отображающая оставшееся время до конца необходимых подсчётов.



Отображение поверхности нечёткого вывода

Задайте значение следующих ЛП:

Требования к з/п 50,00

Выберите соответствующие операции:

для пересечения: для импликации: для аккумуляции:

prod prod sum

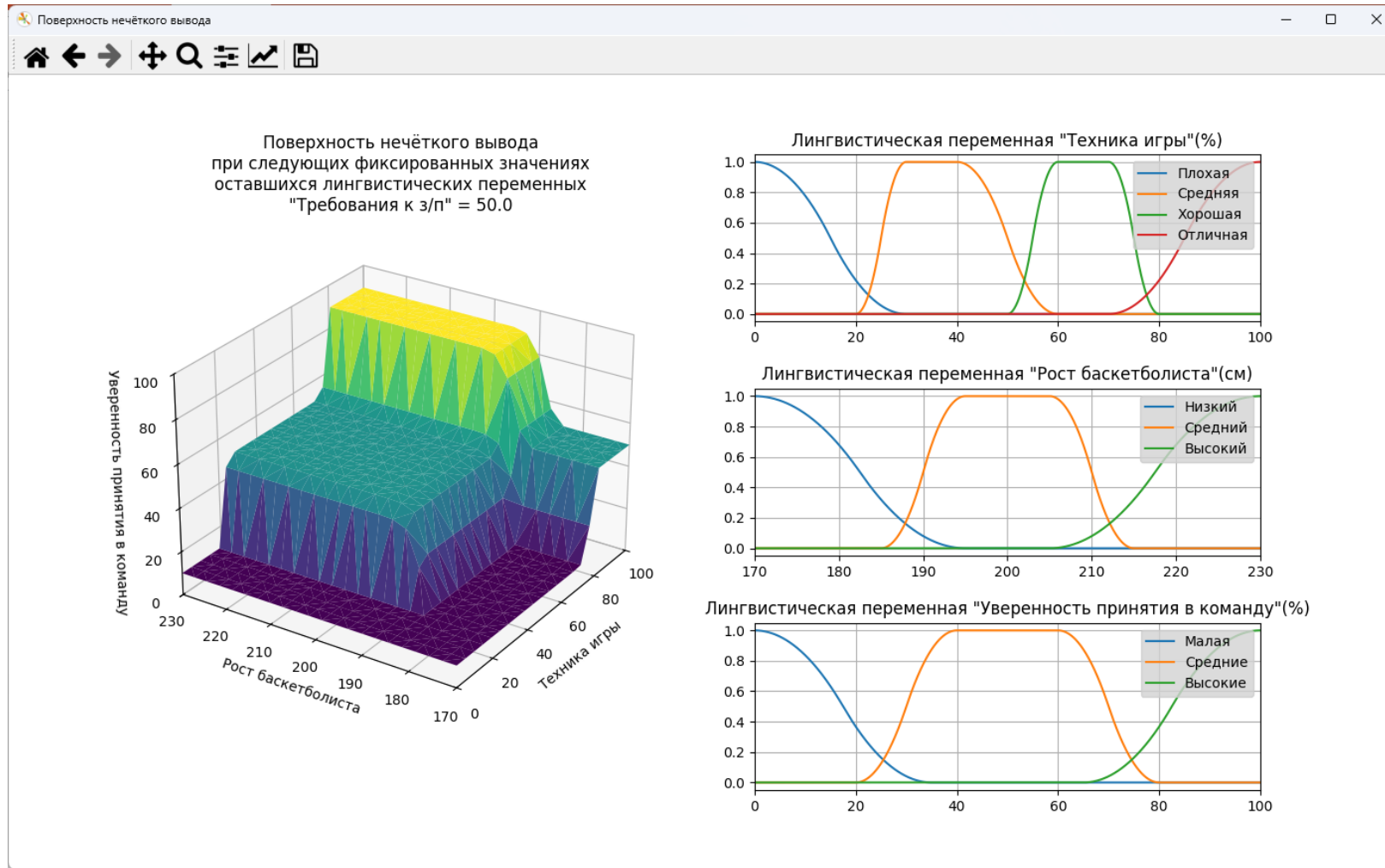
Задайте количество точек:

Количество точек (min=10, max=30): 20

Отобразить Отмена

0%

Окно отображения поверхности нечёткого вывода



Окно графика включает в себя:

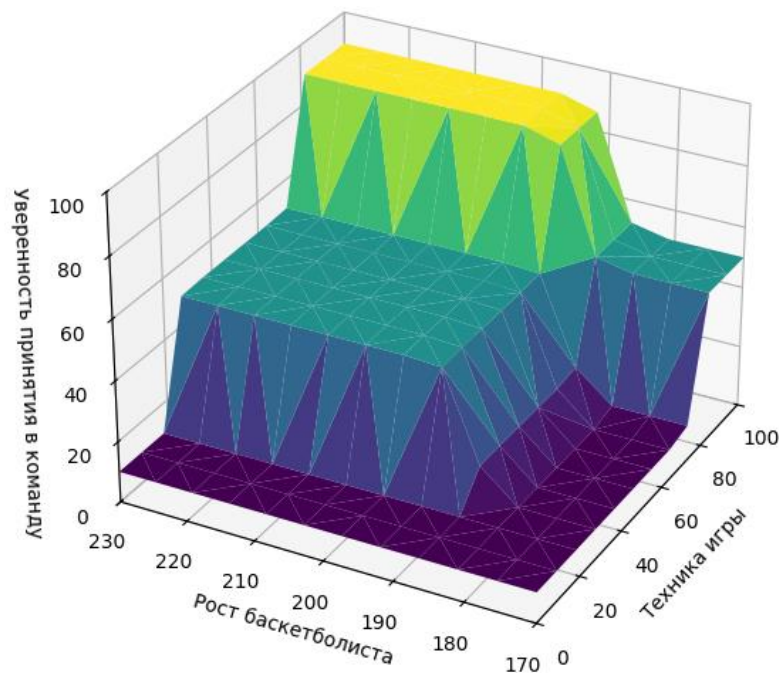
- 1) поверхность нечёткого вывода;
- 2) графики функций принадлежности термов входных и выходных лингвистических переменных;
- 3) значения фиксированных лингвистических переменных.

Особенности работы с этим окном:

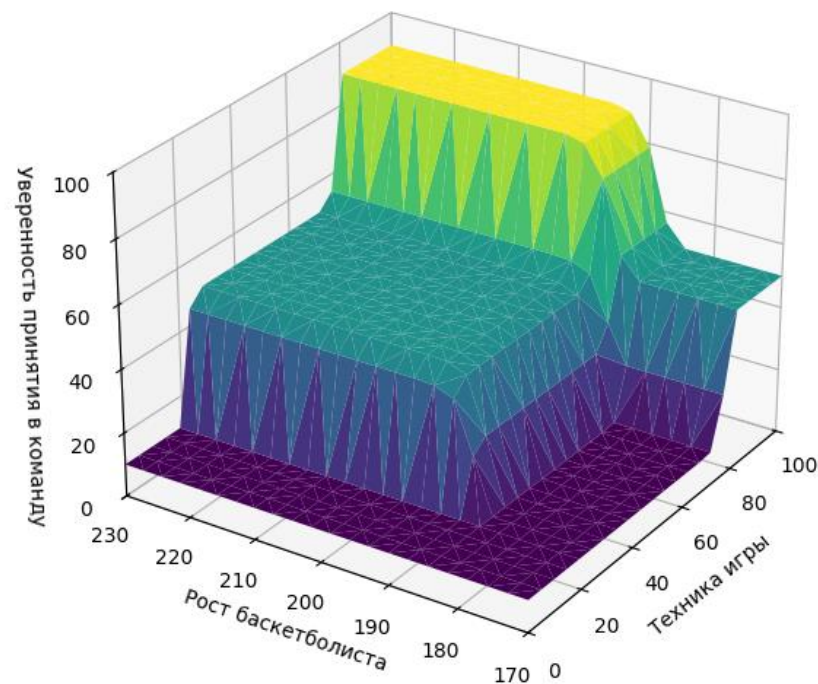
- 1) пользователь может указать количество точек на графике, что позволяет уточнить полученный результат;
- 2) с использованием встроенного меню в левом верхнем углу окна пользователь может сохранить полученный график или изменить отдельные его параметры (масштаб, положение, отступы между соседними графиками) .

Окно отображения поверхности нечёткого вывода

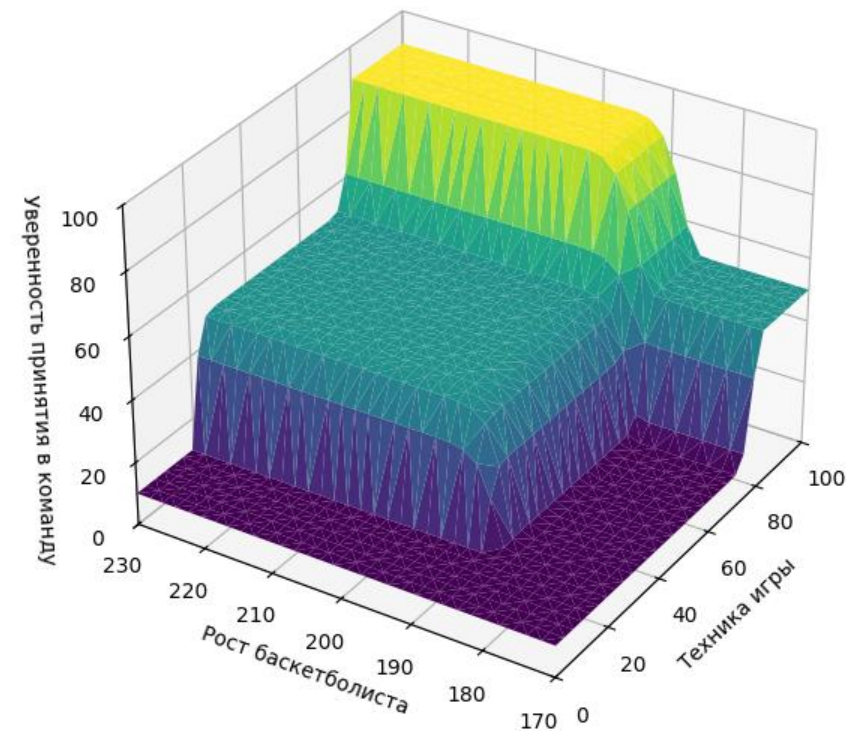
Разное количество точек на графике поверхности нечёткого вывода



10 точек



20 точек

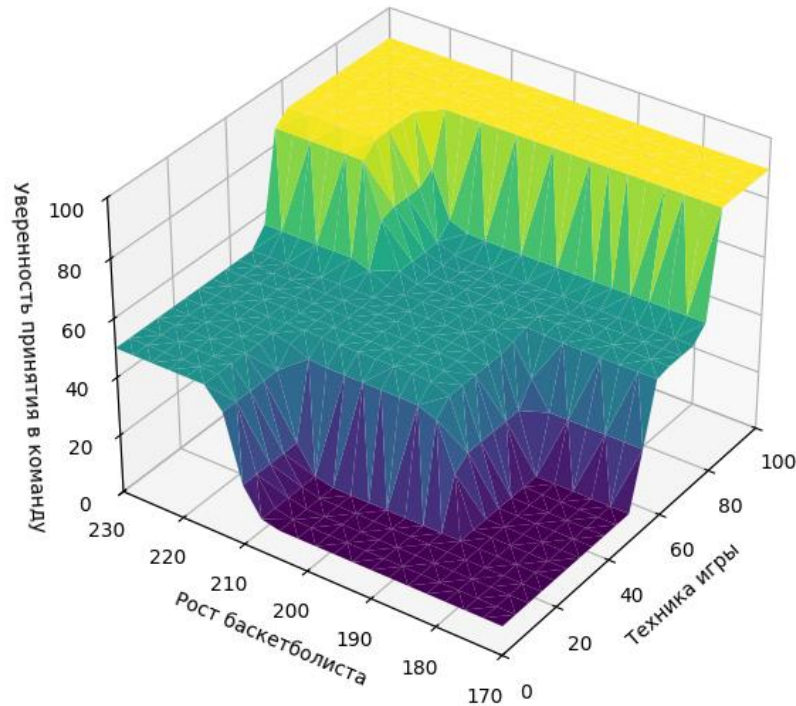


30 точек

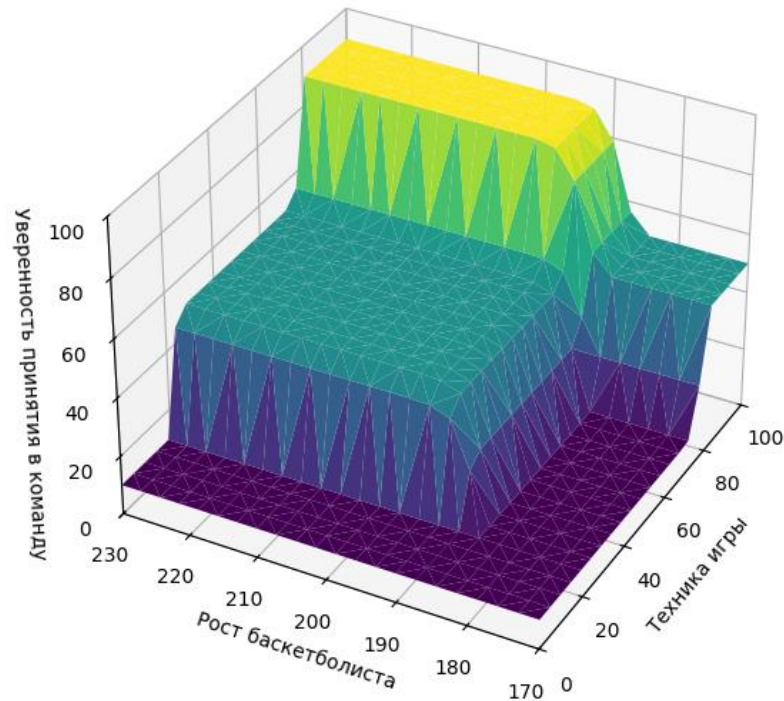
Окно отображения поверхности нечёткого вывода

Разные значения входной фиксированной лингвистической переменной

Поверхность нечёткого вывода
при следующих фиксированных значениях
оставшихся лингвистических переменных
"Требования к з/п" = 0.0



Поверхность нечёткого вывода
при следующих фиксированных значениях
оставшихся лингвистических переменных
"Требования к з/п" = 50.0



Поверхность нечёткого вывода
при следующих фиксированных значениях
оставшихся лингвистических переменных
"Требования к з/п" = 100.0

