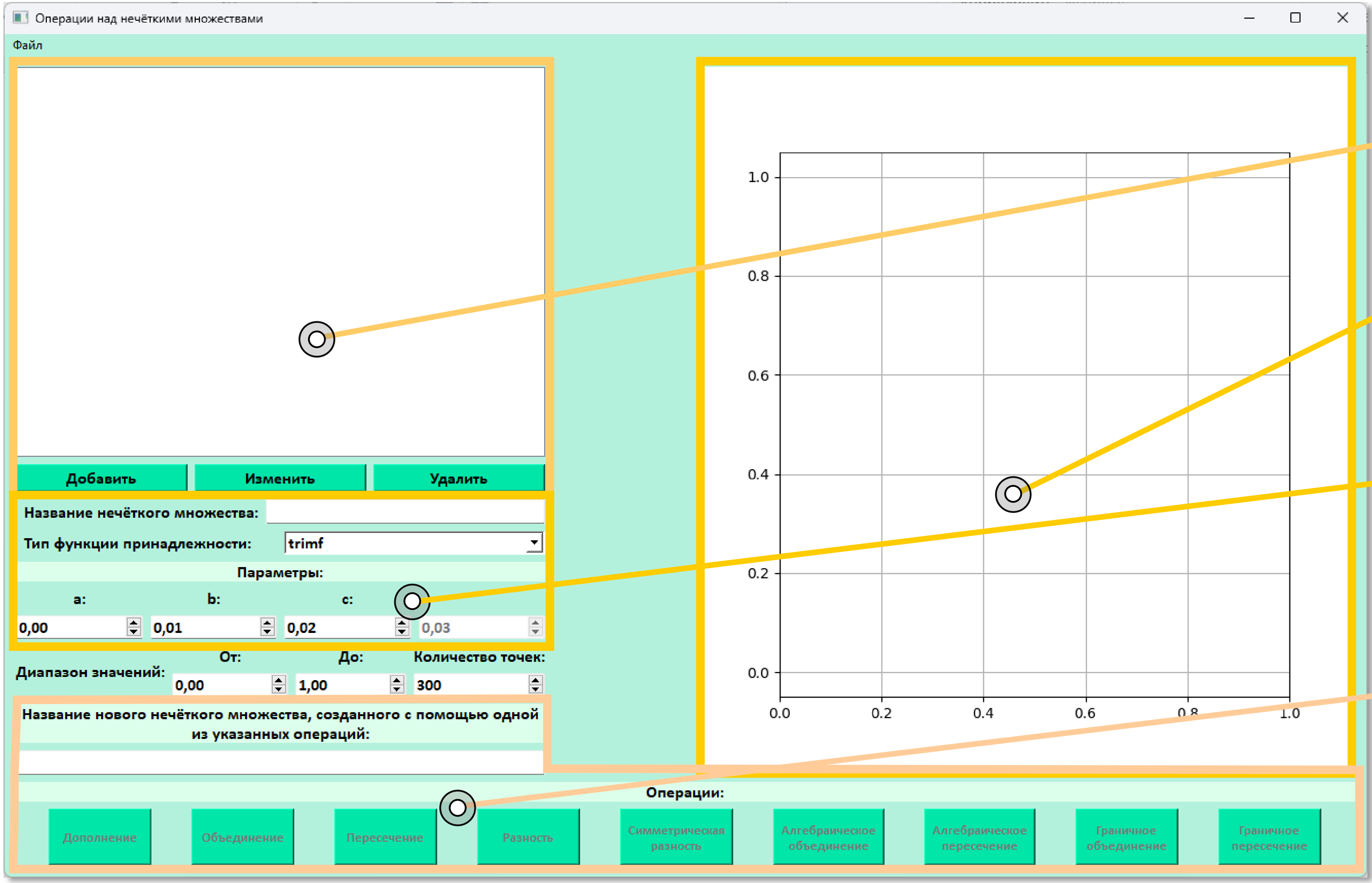
Инструкция по работе с блоком «Операции над нечёткими множествами» программы Fuzzy Logic

Интерфейс приложения



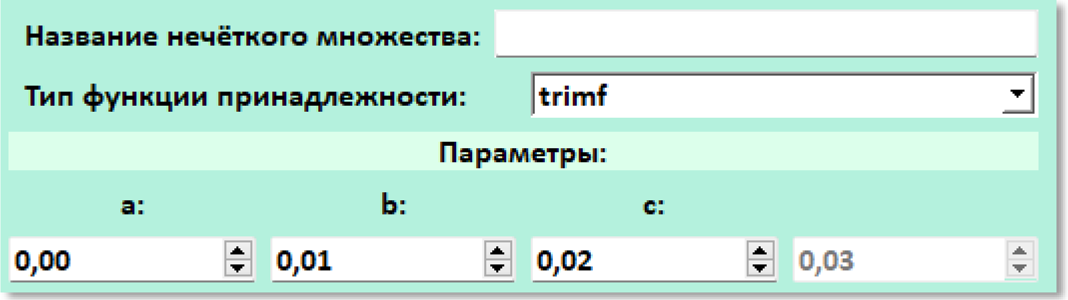
Браузер хранимых нечётких множеств

Область отображения графиков функций принадлежности

Область задания свойств нечёткого множества

Область с операциями над нечёткими множествами

Область задания свойств нечёткого множества



Область задания свойств нечёткого множества включает в себя:

- поле для ввода названия нечёткого множества;
- поле выбора из списка типа функции принадлежности;
- набор числовых полей, регулирующих параметры для построения графика функции принадлежности.

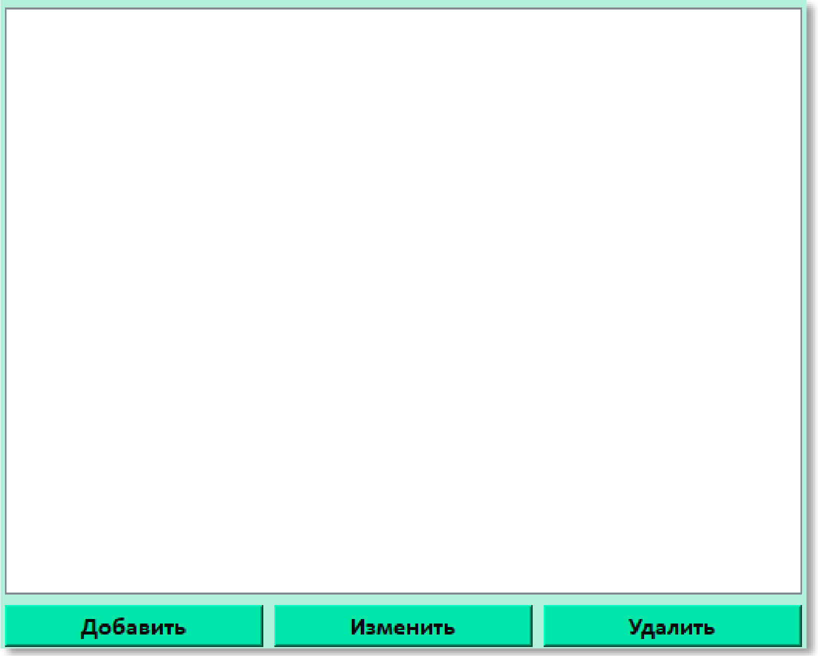
Особенности работы с этой областью:

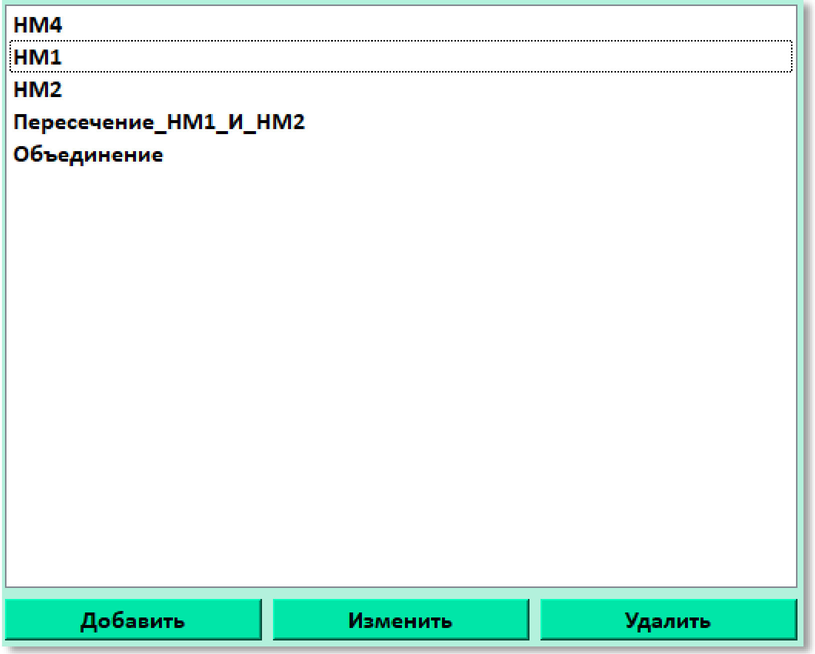
1) при выборе определённого типа функции принадлежности автоматически изменяются названия параметров в соответствии с выбором, а также блокируются поля параметров, которые не участвуют в задании функции принадлежности;
2) для всех типов функций принадлежности работает проверка ограничений для входных параметров, что гарантирует правильный ввод данных.

Имеющиеся типы функций принадлежности (ФП) и формулы для их задания в аналитическом виде:

1. Треугольная ФП (trimf): $f(x,a,b,c) \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \le x \le c \\ 0, & x > c \end{cases}$
2. Трапециевидная ФП (trapmf): $f(x,a,b,c,d) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b \\ 1, & b \le x \le c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \le x \le d \\ 0, & x > d \end{cases}$
3. ФП Гаусса (gaussmf): $f(x,\sigma,c) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}}$
4. ФП «обобщённый колокол» (gbellmf): $f(x,a,b,c) = \left(1 + \left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}\right)^{-1}$
5. Сигмоидная ФП (sigmf): $f(x,a,c) = \left(1 + e^{-a(x-c)}\right)^{-1}$
6. Производные от сигмоидной ФП:
   1. dsigmf: $f(x,a_1,c_1,a_2,c_2) = \frac{1}{1+e^{-a_1(x-c_1)}} - \frac{1}{1+e^{-a_2(x-c_2)}}$
   2. psigmf: $f(x,a_1,c_1,a_2,c_2) = \frac{1}{1+e^{-a_1(x-c_1)}} \cdot \frac{1}{1+e^{-a_2(x-c_2)}}$

Область браузера нечётких множеств





Имеющиеся типы функций принадлежности (ФП) и формулы для их задания в аналитическом виде (продолжение):

7. ФП на основе полиномиальных кривых:

1. Z-функция (zmf): $$f(x,a,b)=\begin{cases}1,\ x\le a\\ 1-2\left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2,\ a\le x\le \frac{a+b}{2}\\ 2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2,\ \frac{a+b}{2}\le x\le b\\ 0,\ x\ge b\end{cases}$$
2. S-функция (smf): $$f(x,a,b)=\begin{cases}0,\ x\le a\\ 2\left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2,\ a\le x\le \frac{a+b}{2}\\ 1-2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2,\ \frac{a+b}{2}\le x\le b\\ 1,\ x\ge b\end{cases}$$
3. PI-функция (pimf): $f(x,a,b,c,d)=zmf(x,a,b)\cdot smf(x,c,d)$

Область браузера нечётких множеств включает в себя: список из существующего набора нечётких множеств и группу кнопок для работы с ними.

Особенности работы с этой областью:

1) при выборе нечёткого множества из списка в области отображения функции принадлежности будет построена функция принадлежности данного нечёткого множества;
2) работу с добавлением, изменением и удалением нечётких множеств из списка обеспечивает соответствующий набор кнопок.

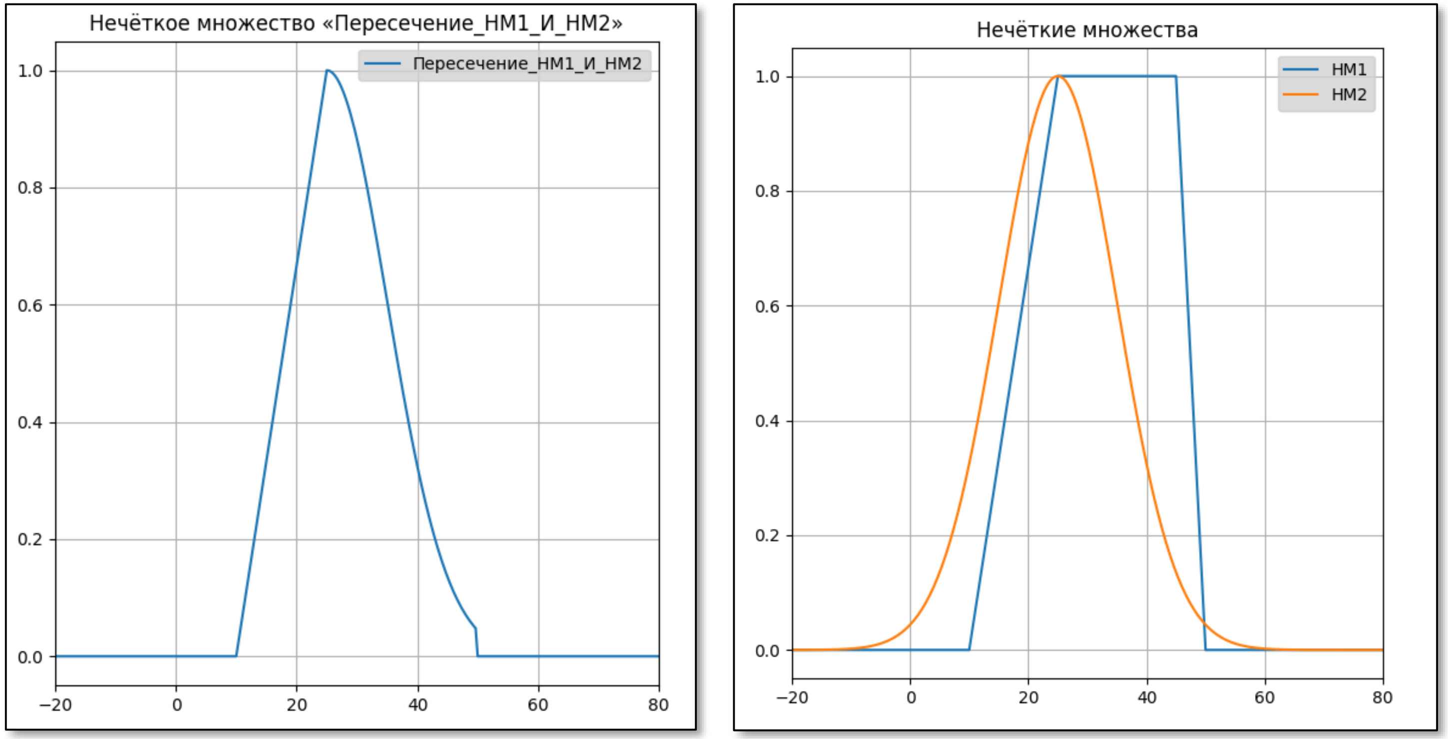
Область отображения графиков функций принадлежности

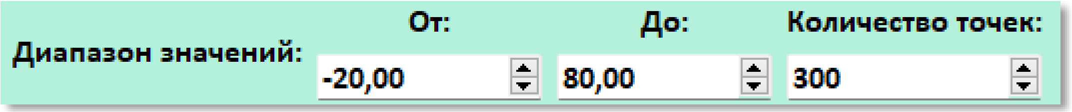
Область отображения графиков функций принадлежности включает в себя:

1. область определения нечёткого множества, границы которой указываются пользователем;
2. легенду к графикам, позволяющую однозначно сопоставлять между собой созданные нечёткие множества.

Особенности работы с этой областью:

1) в области отображаются все нечёткие множества, выбранные пользователем в браузере (как множества, заданные с помощью имеющихся ФП, так и те, которые получились в результате работы с операциями над ними);
2) помимо области определения нечёткого множества пользователь может указать количество точек на графике, что позволяет уточнить полученный результат;
3) нечёткое множество, которое было образовано в результате применения операций, «помнит» информацию о множествах, от которых было образовано, поэтому можно получить точное значения его степени принадлежности в любой точке.



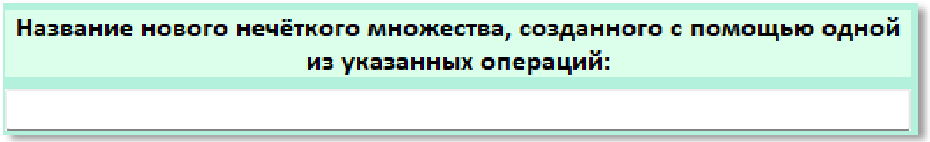


Область с операциями над нечёткими множествами

Область с операциями над нечёткими множествами включает в себя:

1. поле с названием нового нечёткого множества, которое будет создано с использованием выбранной операции;
2. набор кнопок, реализующий операции над нечёткими множествами.

Особенность работы с этой областью заключается в том, что активность кнопок меняется в зависимости от количества выбранных множеств.



Пусть $A = \{x, \mu_A(x)\}$, $B = \{x, \mu_B(x)\}$ и некоторое множество C заданы на одной и той же области определения. Множество C является результатом операции над нечёткими множествами A и B. Выбрав одну из операций, можно будет однозначно определить новое нечёткое множество, подсчитав его степень принадлежности $\mu_C(x)$ по одной из следующих формул.

Имеющиеся операции над множествами и их функции принадлежности (ФП):

1. Дополнение: $\mu_C(x) = 1 - \mu_A(x)$
2. Объединение: $\mu_C(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$
3. Пересечение: $\mu_C(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$
4. Разность: $\mu_C(x) = \max\{\mu_A(x) - \mu_B(x), 0\}$
5. Симметрическая разность: $\mu_C(x) = |\mu_A(x) - \mu_B(x)|$
6. Алгебраическое объединение: $\mu_C(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$
7. Алгебраическое пересечение: $\mu_C(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$
8. Граничное объединение: $\mu_C(x) = \min\{\mu_A(x) + \mu_B(x), 1\}$
9. Граничное пересечение: $\mu_C(x) = \max\{\mu_A(x) + \mu_B(x) - 1, 0\}$