

Модель прогнозирования показателей территориального инновационного кластера с помощью экспертных оценок

Программная реализация системы поддержки принятия решений для прогнозирования развития импортозамещающего ИТК

Программная реализация системы поддержки принятия решений (СППР) для использования конечным потребителем должна иметь удобный интерфейс ввода исходных данных и визуализации результатов моделирования и прогнозирования. В связи с этим разработан программный продукт в среде Scilab – кроссплатформенной системе компьютерной математики, которая является бесплатно распространяемой, включает в себя язык программирования высокого уровня, а также модули и библиотеки для построения графического интерфейса пользователя и разработки систем нечеткого логического вывода. Среда разработки включает редактор SciNotes.

Для реализации систем нечеткого логического вывода использован программный модуль sciFLT 0.4.7, совместимый с версией Scilab 5.5.2, что обусловило выбор версии среды разработки.

3.1.1.1. Описание программного продукта

Разработанный программный продукт представляет собой набор sce-файлов (скриптов) и sci-файлов, содержащих функции, написанные на языке Scilab.

Пользователь запускает на выполнение основной скрипт DSScluster.sce, который управляет процессом ввода и обработки информации.

При реализации этапов процесса последовательно вызываются скрипты wind1.sce, wind2.sce, wind2_23.sce, wind34.sce, wind5.sce. Они формируют окна интерфейса пользователя с элементами управления, подготавливают исходную информацию для обработки, позволяют визуализировать результаты моделирования и прогнозирования.

Из скриптов вызываются программные функции, хранящиеся в одноименных файлах `fis_I1.sci`, ..., `fis_V.sci` и реализующих системы нечеткого логического вывода.

Программный продукт поставляется в виде открытых исходных кодов и допускает возможность доработки пользователем.

3.1.1.2. Руководство пользователя

3.1.1.2.1. Установка и настройка среды Scilab

В качестве программной платформы системы поддержки принятия решений на компьютер пользователя необходимо установить версию Scilab 5.5.2 (свободно распространяемый дистрибутив доступен по ссылке <http://www.scilab.org/download/previous>).

Установка дополнительных модулей Scilab требует подключения к сети Интернет.

Для использования функций графического интерфейса пользователя системы поддержки принятия решений необходимо установить дополнительный модуль GUI Builder 3.0. В главном меню Scilab выберите *Инструменты -> Управление модулями Atoms -> Графический интерфейс -> GUI Builder -> Установить*.

Для использования инструментария нечеткой логики требуется установить модуль Fuzzy Logic Toolbox для Scilab, версию sciFLT 0.4.7. Для этого в командном окне Scilab в командной строке после приглашения нужно ввести `atomsInstall("sciFLT")` и нажать Enter. Произойдет загрузка и установка модуля.

Затем необходимо закрыть и вновь запустить Scilab для применения изменений.

В случае успешной установки модулей, после загрузки Scilab в командном окне появятся сообщения об их старте (рис.1)

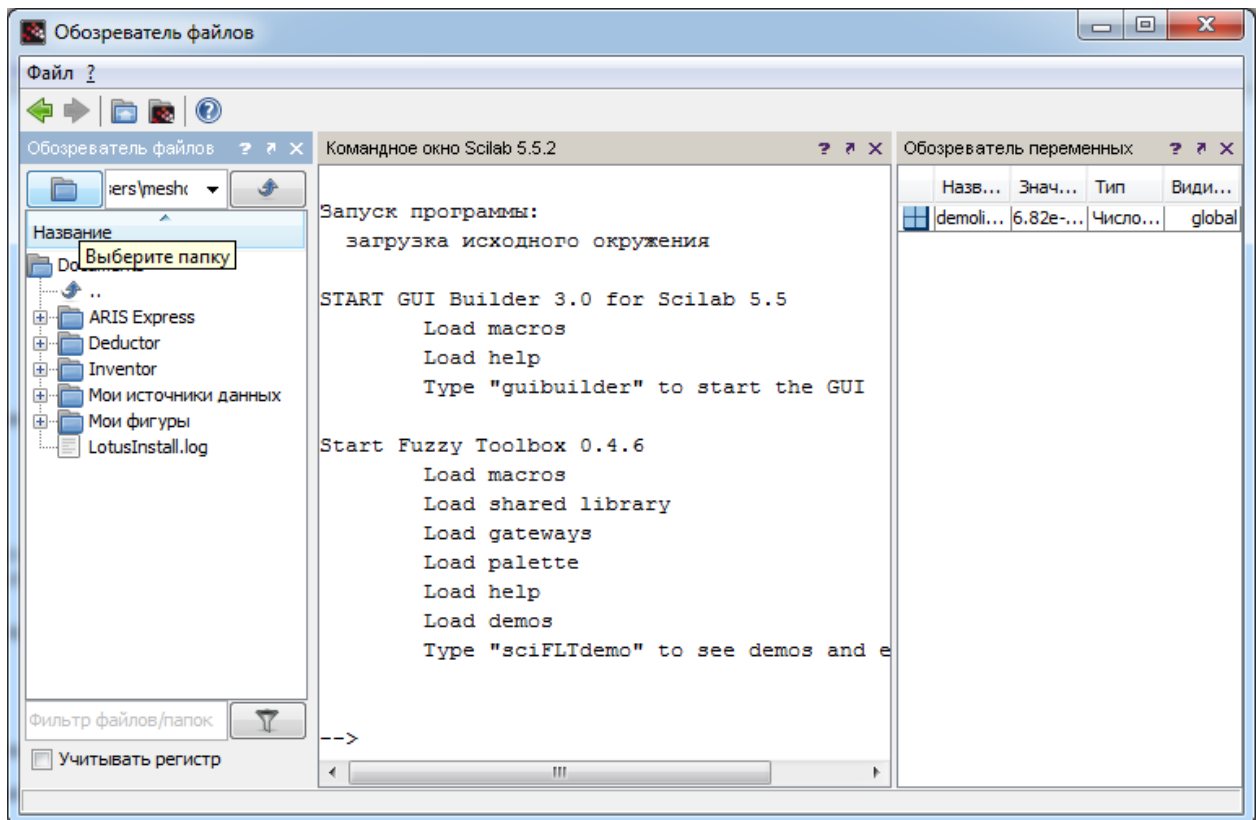


Рис.1 – Главное окно Scilab

Для подготовки среды к запуску СППР нужно в обозревателе файлов Scilab выбрать папку, содержащую файлы проекта (рис.1–3).

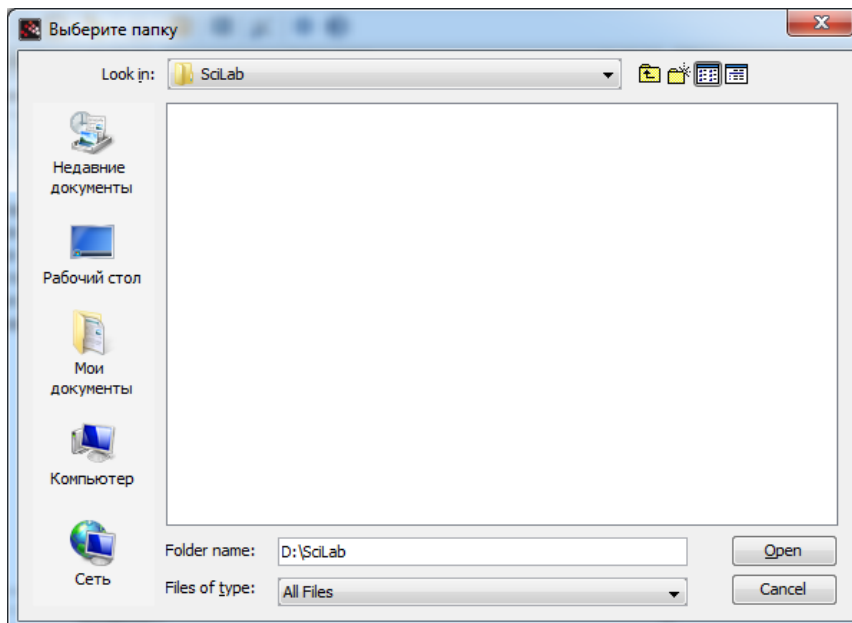


Рис.2 – Выбор папки проекта

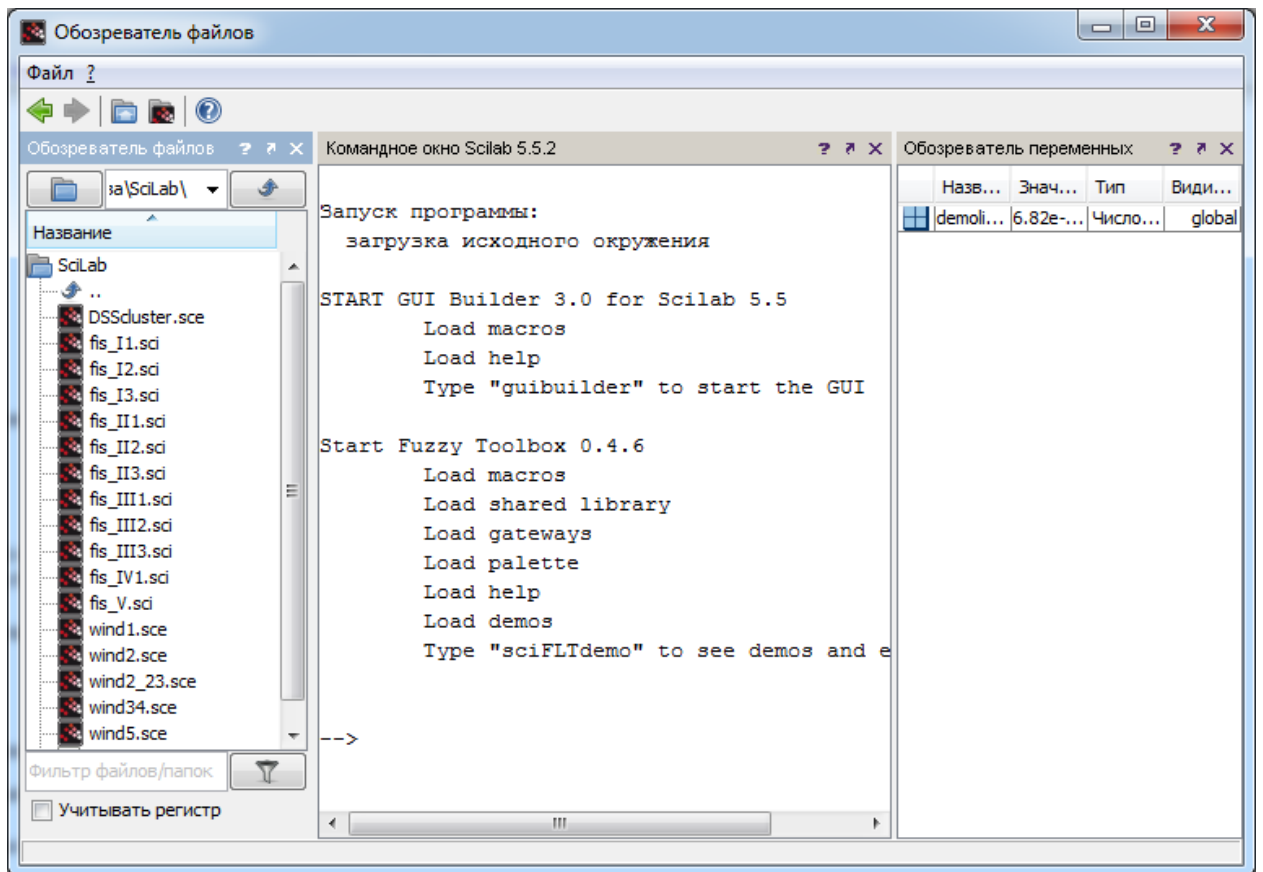


Рис.3. Файлы проекта в обозревателе

3.1.1.2.2. Запуск СППР

Запустить СППР можно двумя способами. Первый – открыть двойным щелчком мыши файл `DSScluster.sce` в редакторе SciNotes и нажать кнопку *Выполнить* (рис.4).

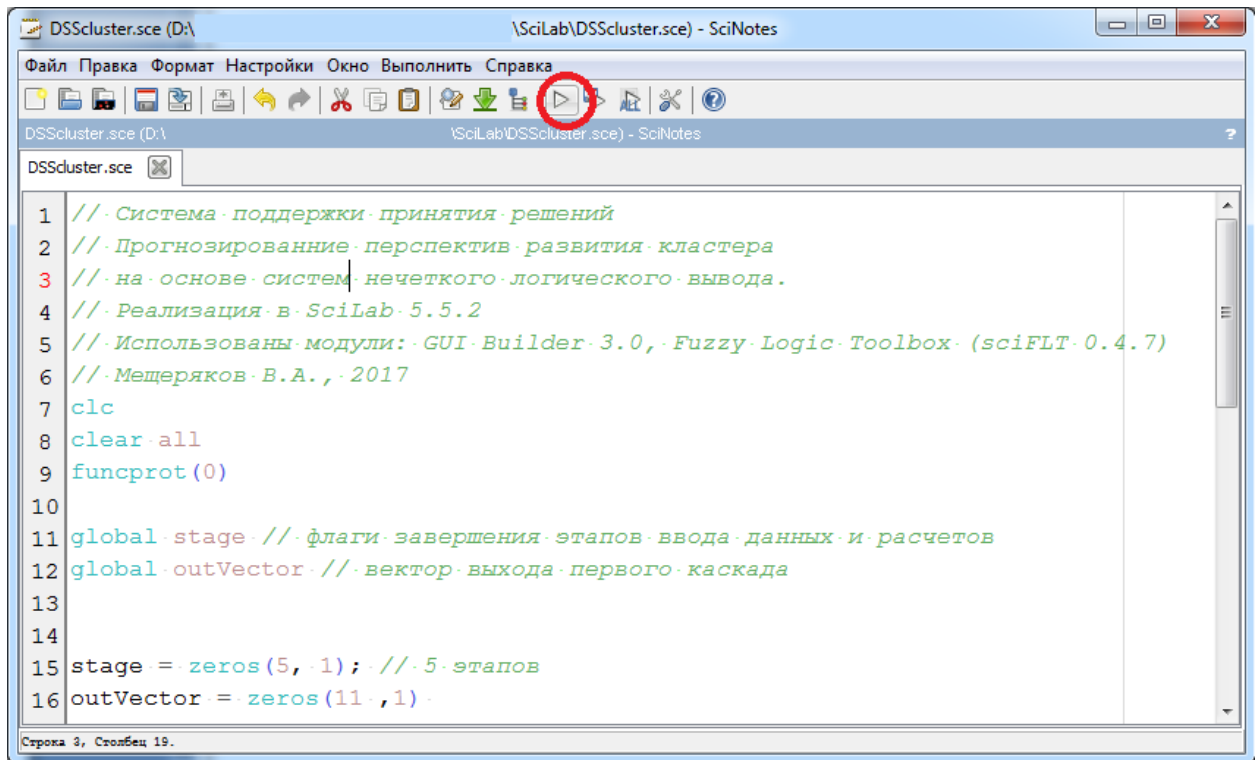


Рис.4. Запуск скрипта из редактора

Второй способ – правой кнопкой мыши вызвать контекстное меню файла DSScluster.sce в обозревателе (рис. 5).

Для аварийного останова программы используется сочетание клавиш *Ctrl+C*, или ввод команды *abort* в командном окне.

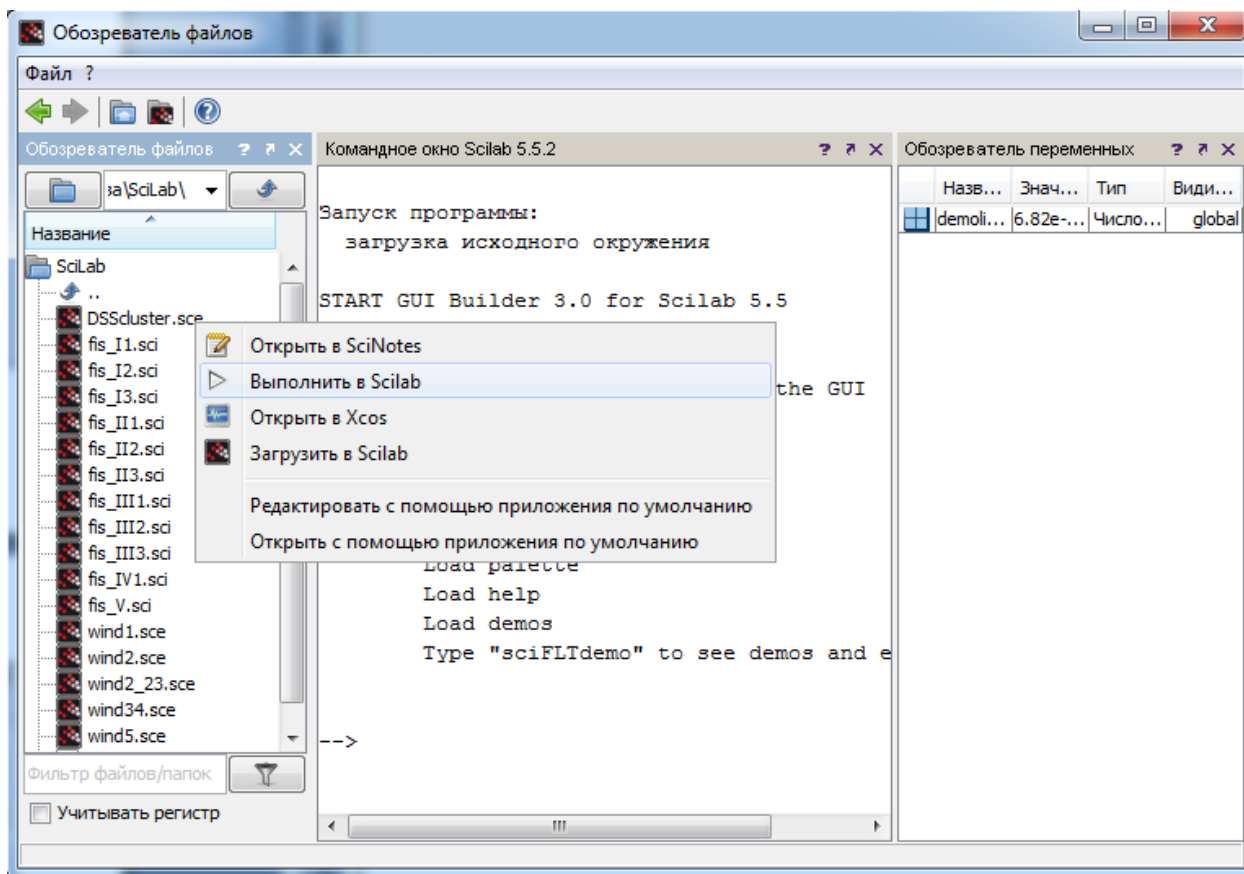


Рис.5. Запуск скрипта из обозревателя файлов

3.1.1.2.3. Работа с интерфейсом СППР

При запуске программы появляется окно графического интерфейса пользователя для ввода показателей I группы (научно-технический и образовательный потенциал кластера) (рис.6). Пользователь может задать значения четкие значения показателей в баллах (от -1 до 1) при помощи бегунков в столбце *Задайте значение*. Шаг изменения значений 0,1. Степени истинности высказываний «Показатель – низкий», «Показатель – средний», «Показатель – высокий» рассчитываются автоматически (от 0 до 1).

Ввод значений показателей 1

Расчет интегральных показателей группы I. НТ и образовательный потенциал

Показатель	Задайте значение	Балл	Степени истинности высказываний		
			низкий	средний	высокий
I.1.1.1	<input type="text" value="0.9"/>	0.9	0.0	0.1	0.9
I.1.1.2	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6
I.1.1.3	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4
I.1.1.4	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4
I.1.2.1	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8
I.1.2.2	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6
I.1.2.3	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6
I.2.1.1	<input type="text" value="0.7"/>	0.7	0.0	0.3	0.7
I.2.2.1	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6
I.3.2.1	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4
I.3.2.2	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8

Рассчитать показатели

Перейти к след. группе

Рис.6. Ввод исходных значений показателей

После ввода исходных значений показателей необходимо выполнить процедуры нечеткого логического вывода с помощью первых трех нечетких подсистем первого каскада СППР и найти четкие значения трех интегральных показателей группы I. Для формирования нечетких систем и реализации вычислений пользователю необходимо нажать кнопку *Рассчитать показатели*. Результаты расчетов (значения показателей от -1 до 1) представлены в правом столбце на рис. 7. Эти значения являются входными переменными второго каскада СППР.

После расчета показателей становится доступна кнопка *Перейти к следующей группе*. Она закрывает интерфейсное окно и позволяет перейти к следующему этапу ввода и обработки данных.

Ввод значений показателей 1

Расчет интегральных показателей группы I. НТ и образовательный потенциал

Показатель	Задайте значение	Балл	Степени истинности высказываний			
			низкий	средний	высокий	
I.1.1.1	<input type="text" value="0.9"/>	0.9	0.0	0.1	0.9	<div>Рассчитать показатели</div> <div>I.1. (текущий уровень)</div> <div>0.3</div>
I.1.1.2	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6	
I.1.1.3	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4	
I.1.1.4	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4	
I.1.2.1	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8	I.2. (перспективы развития)
I.1.2.2	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6	0.2
I.1.2.3	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6	I.3. (проработанность мер)
I.2.1.1	<input type="text" value="0.7"/>	0.7	0.0	0.3	0.7	0.2
I.2.2.1	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6	
I.3.2.1	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4	
I.3.2.2	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8	

Перейти к след. группе

Рис.7. Интегральные показатели группы I

Аналогично выполняется ввод данных и расчет интегральных показателей следующих групп (рис. 8–10).

Ввод значений показателей 2

Ввод значений показателей 2

Расчет интегрального показателя II.1. Производственный потенциал (текущий уровень)

Показатель	Задайте значение	Балл	Степени истинности высказываний		
			низкий	средний	высокий
II.1.1.1	<input type="text" value="0.7"/>	0.7	0.0	0.3	0.7
II.1.1.2	<input type="text" value="0.3"/>	0.3	0.0	0.7	0.3
II.1.1.3	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8
II.1.1.4	<input type="text" value="1"/>	1	0.0	0	1
II.1.2.1	<input type="text" value="0.5"/>	0.5	0.0	0.5	0.5
II.1.2.2	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4
II.1.2.3	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8
II.1.2.4	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6
II.1.2.5	<input type="text" value="0.9"/>	0.9	0.0	0.1	0.9
II.1.2.6	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6
II.1.2.7	<input type="text" value="0.9"/>	0.9	0.0	0.1	0.9
II.1.2.8	<input type="text" value="0.7"/>	0.7	0.0	0.3	0.7

Рассчитать показатель

II.1. (текущий уровень)

0.3

Перейти к след. группе

Рис.8. Интегральный показатель II.1

Ввод значений показателей 2

Ввод значений показателей 2

Расчет интегральных показателей II.2 и II.3 Производственный потенциал

Показатель	Задайте значение	Балл	Степени истинности высказываний		
			низкий	средний	высокий
II.2.1.1	<input type="text" value="-0.3"/>	-0.3	0.3	0.7	0.0
II.2.1.2	<input type="text" value="-1"/>	-1	1	0	0.0
II.2.1.3	<input type="text" value="-0.8"/>	-0.8	0.8	0.2	0.0
II.2.2.1	<input type="text" value="-0.9"/>	-0.9	0.9	0.1	0.0
II.2.2.2	<input type="text" value="-0.2"/>	-0.2	0.2	0.8	0.0
II.2.2.3	<input type="text" value="-0.4"/>	-0.4	0.4	0.6	0.0
II.3.1.1	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4
II.3.2.1	<input type="text" value="-0.2"/>	-0.2	0.2	0.8	0.0
II.3.2.2	<input type="text" value="-0.2"/>	-0.2	0.2	0.8	0.0
II.3.2.3	<input type="text" value="-0.5"/>	-0.5	0.5	0.5	0.0

Рассчитать показатели

II.2. (перспективы развития)

-0.3

II.3. (проработанность мер)

-0.1

Перейти к след. группе

Рис.9. Интегральные показатели II.2 и II.3

Ввод значений показателей 3, 4

Расчет интегральных показателей групп III и IV

Показатель	Задайте значение	Балл	Степени истинности высказываний			
			низкий	средний	высокий	
III.1.1.1	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8	III.1. Качество жизни (текущий уровень)
III.1.1.2	<input type="text" value="0.9"/>	0.9	0.0	0.1	0.9	
III.1.1.3	<input type="text" value="0.7"/>	0.7	0.0	0.3	0.7	
III.1.1.4	<input type="text" value="1"/>	1	0.0	0	1	
III.1.2.1	<input type="text" value="0.7"/>	0.7	0.0	0.3	0.7	III.2. Качество жизни (перспективы разви
III.2.1.1	<input type="text" value="1"/>	1	0.0	0	1	0
III.2.2.1	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8	III.3. Качество жизни (проработанность
III.3.1.1	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4	0.1
III.3.2.1	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4	IV.1.Уровень орг.развития (текущий уро
IV.1.2.1	<input type="text" value="0.9"/>	0.9	0.0	0.1	0.9	0.5
IV.1.2.2	<input type="text" value="0.7"/>	0.7	0.0	0.3	0.7	
IV.1.2.3	<input type="text" value="0.9"/>	0.9	0.0	0.1	0.9	

Рассчитать показатели

Перейти к след. группе

Рис.10. Интегральные показатели III.1 –III.3 и IV.1

На заключительном этапе (рис.11) пользователь вводит значения только одного показателя IV.3. Значения остальных показателей вычислены на предыдущих этапах, их бегунки недоступны и служат для визуализации.

После ввода данных пользователь нажатием кнопки *Рассчитать прогноз* формирует подсистему нечеткого логического вывода второго каскада СППР. Четкое значение прогнозной оценки перспектив развития кластера в баллах (от -1 до 1) соответствует качественным оценкам от негативного прогноза до позитивного.

Результатирующие степени истинности высказываний «Прогноз – негативный», «Прогноз – нейтральный», «Прогноз – позитивный» (от 0 до 1) предназначены для поддержки процесса принятия решений пользователем.

Кнопка *Завершить работу* предназначена для корректного выхода из программы.

Расчет прогноза развития кластера

Показатель	Задайте значение	Балл	Степени истинности высказываний			
			низкий	средний	высокий	
I.1	<input type="text" value="0.2"/>	0.2	0.0	0.8	0.2	Расчитать прогноз
I.2	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6	
I.3	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6	
II.1	<input type="text" value="0.4"/>	0.4	0.0	0.6	0.4	Прогнозная оценка (балл)
II.2	<input type="text" value="0.1"/>	0.1	0.0	0.9	0.1	0.2
II.3	<input type="text" value="0.6"/>	0.6	0.0	0.4	0.6	Прогноз - негативный
III.1	<input type="text" value="0.3"/>	0.3	0.0	0.7	0.3	0.0
III.2	<input type="text" value="0.1"/>	0.1	0.0	0.9	0.1	Прогноз - нейтральный
III.3	<input type="text" value="0.3"/>	0.3	0.0	0.7	0.3	0.8
IV.1	<input type="text" value="-0.1"/>	-0.1	0.1	0.9	0.0	Прогноз - позитивный
IV.3	<input type="text" value="0.8"/>	0.8	0.0	0.2	0.8	0.2

Завершить работу

Рис.11. Интегральные показатели III.1 –III.3 и IV.1

3.1.1.2.4. Визуализация систем нечеткого логического вывода

При расчете интегральных показателей и прогнозировании автоматически генерируются системы нечеткого логического вывода в соответствии с запрограммированной архитектурой и базой правил.

Для контроля структуры систем использован редактор sciFTL fls Editor, входящий в модуль нечеткой логики Scilab (рис.12).

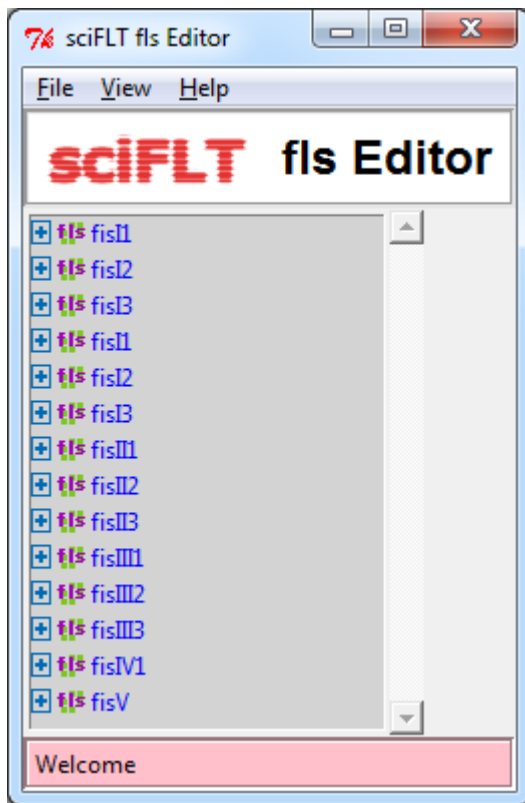


Рис.12. Список сгенерированных нечетких систем

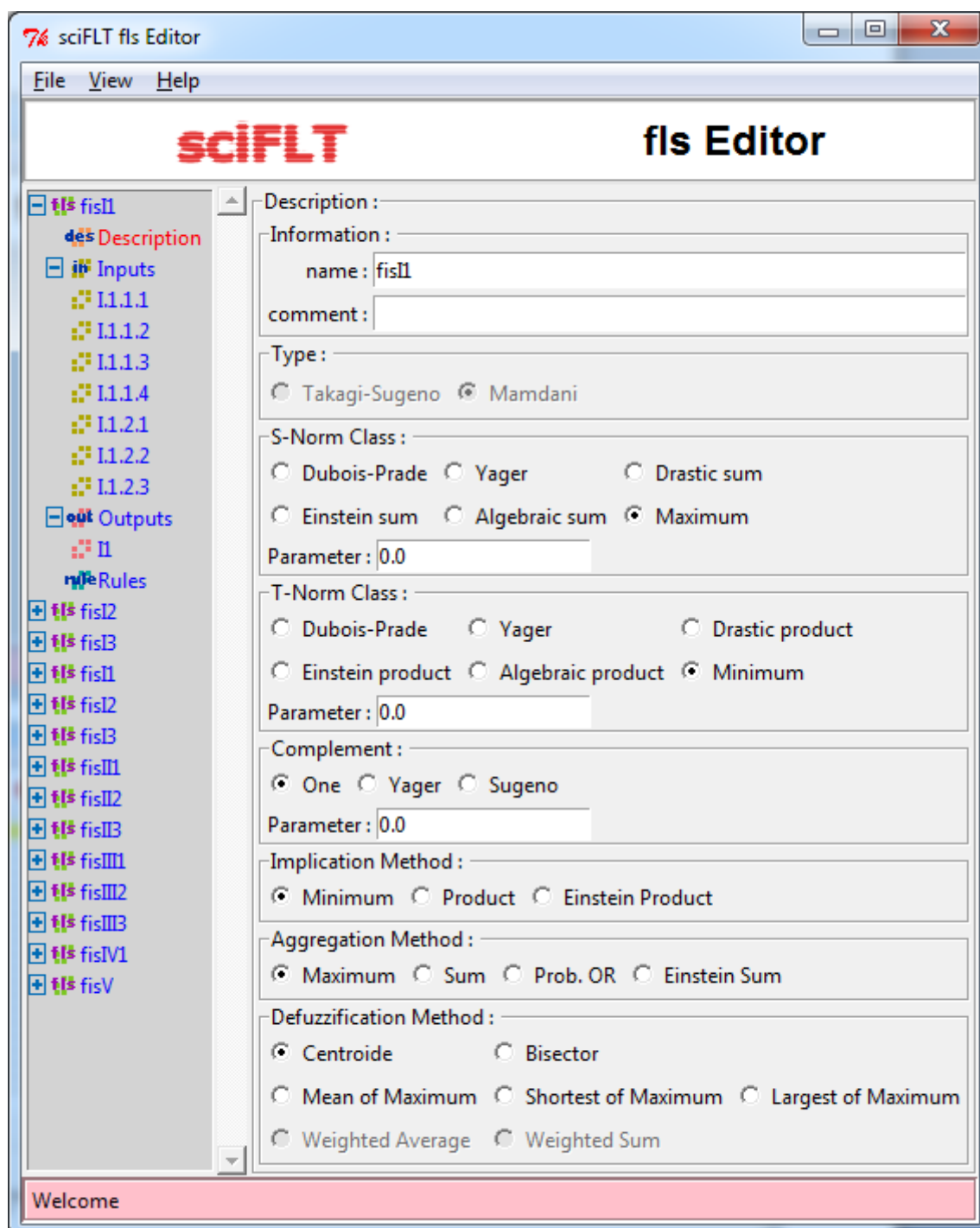


Рис.13. Визуализация параметров подсистемы FIS I.1

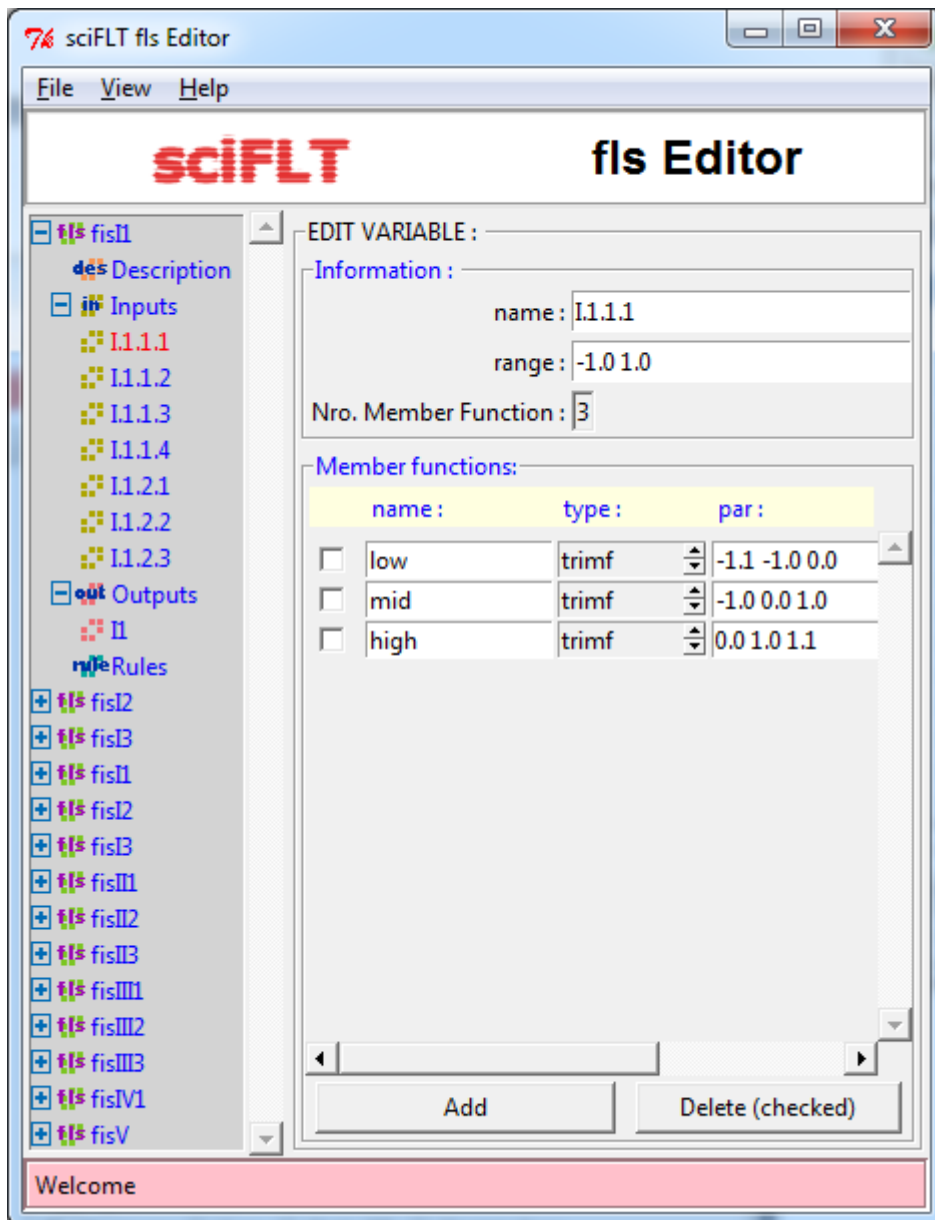


Рис.14. Визуализация параметров первой входной переменной FIS I.1

