

Разработка системы интеллектуального оценивания фильма в системе fuzzyTECH

Беликов Андрей Геннадьевич

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
Студент*

Научный руководитель:

Баженов Руслан Иванович

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
к.п.н., доцент, зав. кафедрой информационных систем, математики и
правовой информатики*

Аннотация

В данной статье был рассмотрен процесс создания системы оценки фильма по входным параметрам. В исследовании применялась программа fuzzy TECH. В результате работы была разработана система оценки фильма по входным параметрам.

Ключевые слова: fuzzy TECH, фильм, системы оценки

Development of an intelligent film evaluation system in the fuzzyTECH system

Belikov Andrey Gennadievich

*Sholom-Aleichem Priamursky State University
Student*

Scientific adviser:

Bazhenov Ruslan Ivanovich

*Sholom-Aleichem Priamursky State University
candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department of
Information Systems, Mathematics and Legal Informatics*

Abstract

This article describes the process of creating a system for evaluating a film based on input parameters. The study used the fuzzy TECH program. As a result of the work, a system for evaluating the film by input parameters was developed.

Keywords: fuzzy TECH, film, rating systems

При выборе фильма человек часто сталкивается с проблемой многообразия. Данная программа создана для решения этой задачи путём составления оценки выбранной картины по таким параметрам как:

1. Оценка критиков;

2. Оценка зрителей;
3. Нравится ли человеку жанр.

Имея эти параметры, программа сможет дать ответ в процентах, насколько фильм стоит внимания.

Данная система была построена в программе fuzzyTECH. Т.П.Гордиенко, А.И.Гапонов, О.Ю.Смирнова в статье рассчитана комплексная оценка эффективности использования информационно коммуникационных технологий в высшем учебном заведении, с учётом нескольких критериев [1]. М.А.Сачко, В.П.Кривошеев описывают необходимость и востребованность параметрического синтеза комбинированных систем автоматического управления и метод интеллектуализации его изучения при помощи аппарата нечёткой логики. [2]. И.Л.Тимофеевой проведён логический анализ определений чётной и нечётной функции, предлагаемых в разных школьных учебниках математики. Обоснована некорректность формулировок тех определений, в которых опущено условие симметричности области определения функции. [3]. Г.В.Алексеев, М.Г.Ковязина, А.Н.Пальчиков, И.И.Холявин целью определены важнейшие показатели и дескрипторы, определяющие методику определения конкурентоспособности, и составлена соответствующая программа для ЭВМ, реализующая подходы нечёткой логики. [4]. С.В. Мациевский в своей работе рассматривает нечеткое моделирование в среде matlab и fuzzytech. [5]. А.В. Богданов, А.В. Бондарев в своей статье рассмотрели анализ автоматического управления паровым котлом с нечеткой адаптацией пид-регулятора в программной среде fuzzytech. [6]. Т.П. Гордиенко, А.И. Гапонов, О.Ю. Смирнова в своей работе рассматривают возможности программы fuzzyTECH для педагогических исследований. [7]. Д.А. Рыжкина в статье наглядно представляет процесс обучения нечёткой модели в среде fuzzyTECH. [8]. С.А. Кульмамиров, Б. Батыл рассмотрели структуру и исследовали параметры нечетких систем управления на основе теории нечетких множеств. [9]. К.Д.А. Кассим, С.А. Филист, О.В. Шаталова рассматривают моделирование систем искусственного интеллекта в среде matlab и fuzzytech. [10].

Для написания статьи были рассмотрены англоязычные статьи таких авторов как J. Fonseca, J.L. Afonso, J.S. Martins, C. Couto которые рассмотрели использование методов нечеткой логики для управления скоростью трехфазного асинхронного двигателя. [11]. В. Krause C. Steffens E. Behrens-Römmeler. в своей статье описывают управление с нечеткой логикой в контроллерах печи нового поколения. [12]. К. Memmedovaа описывает такое исследование как влияние использования технологий на уровень агрессии и тревожности студентов с использованием подхода нечеткой логики. [13]. J. Yanga, D. J. Edwardsa, P. E. D. Love рассматривают вычислительная интеллектуальная «нечеткая» модель с возможностью прогнозирования времени цикла экскаватора. [14]. S. Mammadli рассматривает в своей статье строит модель нечеткой логики для оценки розничных кредитов.[15]. Т. Halil, О. Farhi, Y. Chervenkov показали в статье

встроенный нечеткий контроллер для адаптивного управления системой отопления. [16]. M. Bogataj, J. Usenik В статье рассмотрели нечеткий подход к построению модели пространственной иерархии на основе пространственных игр. [17]. R. Etz, D. Petreus, D. Moga, M. Abrudean, T. Patarau представили понижающий преобразователь с цифровым управлением, использующий нечеткую технологию. [18]. K. Y. Lu рассмотрел прототип оболочки нечеткой системы под названием FuzzyAccess. [19]. K. Y. Lu, C. C. Sy показали подход нечеткой логики для принятия решений по техническому обслуживанию. [20].

Также в написании статьи помогло изучение книг О.Н. Лучко и др., которые рассмотрели теорию и методы разработки управленческих решений элементами нечеткой логики. [21]. И. А. Седых, В. А. Скопин рассмотрели нечеткие задачи в математическом моделировании. [22]. С. Н. Удалов обзора в книге моделирование ветроэнергетических установок и управление ими на основе нечеткой логики. [23]. Е. В. Лубенцова рассматривает системы управления с динамическим выбором структуры, нечеткой логикой и нейросетевыми моделями. [24]. В. А. Седов описывает в книге разработку интеллектуальных систем на базе нечеткой логики в WinFACT. [25]. А. Н. Верещага рассказывает о моделировании распространения ядерного оружия и возможности его глубокого сокращения на основе метода нечеткой логики. [26]. Л. Е. Кущенко, С. В. Кущенко, И. А. Новиков, Ю. Н. Баранов рассказывают о процессе моделирования транспортных потоков на основе нечеткой логики. [27]. М. М. Жилейкин рассказывает теоретические основы повышения показателей устойчивости и управляемости колесных машин на базе методов нечеткой логики. [28]. Г. И. Белозерова рассказывает о нечеткой логике и нейронных сетях. [29]. Д. А. Томасова производит стратегический анализ с применением размытой логики и теории нечетких множеств. [30].

Для написания статьи были рассмотрена диссертация Н. А. Еремина где было рассмотрено моделирование разработки месторождений нефти методами нечеткой логики. [31]. Д. И. М. А. Аль рассмотрел мехатронную систему управления микроклиматом в зданиях на базе нечеткой логики. [32]. М. Х. Нгуен рассмотрел модель нечетко-значной вероятностной логики в интеллектуальных системах. [33]. М. Х. Нгуен рассматривает модель представления нечеткой информации на основе нечетко-значной логики. [34]. Н. В. Зубова рассматривает повышение режимной управляемости ветроэнергетических установок с изменяемой геометрией лопастей регуляторами на нечеткой логике. [35]. Д. С. Фальков описывает автоматизацию комплексных испытаний сложных технических объектов с использованием нечетких логик. [36]. А. Н. Шашков рассказывает в диссертации о системе поддержки принятия решений в диагностических проблемных ситуациях на основе нечеткой логики. [37]. М. А. Жупанова разрабатывает метод автоматизированной экспертной системы для решения задач медицинской диагностики на базе нечеткой логики. [38]. Л. Г. Черныш рассматривает методы организации систем оценки уровня

безопасности информации в компьютерных системах на основе моделей нечеткой логики. [39]. Н. А. Милостная описывает автоматизацию контроля и управления технологическим процессом высокоточной обработки деталей на основе теории нечеткой логики. [40].

Целью статьи является разработка системы интеллектуального оценивания фильма в системе fuzzyTECH.

Для разработки системы оценки фильмов была выбрана программа fuzzy TECH - это полностью графическое средство поддержки разработки приложений на основе нечеткой логики. Нечеткая логика – это логическая или управляющая система n-значной логической системы, которая использует степени состояния («степени правды») входов и формирует выходы, зависящие от состояний входов и скорости изменения этих состояний.

Данная программа была выбрана из-за простоты интерфейса и наглядности результата работы программы.

Для начала работы с нечёткой логикой нужно запустить программу (Рисунок 1).

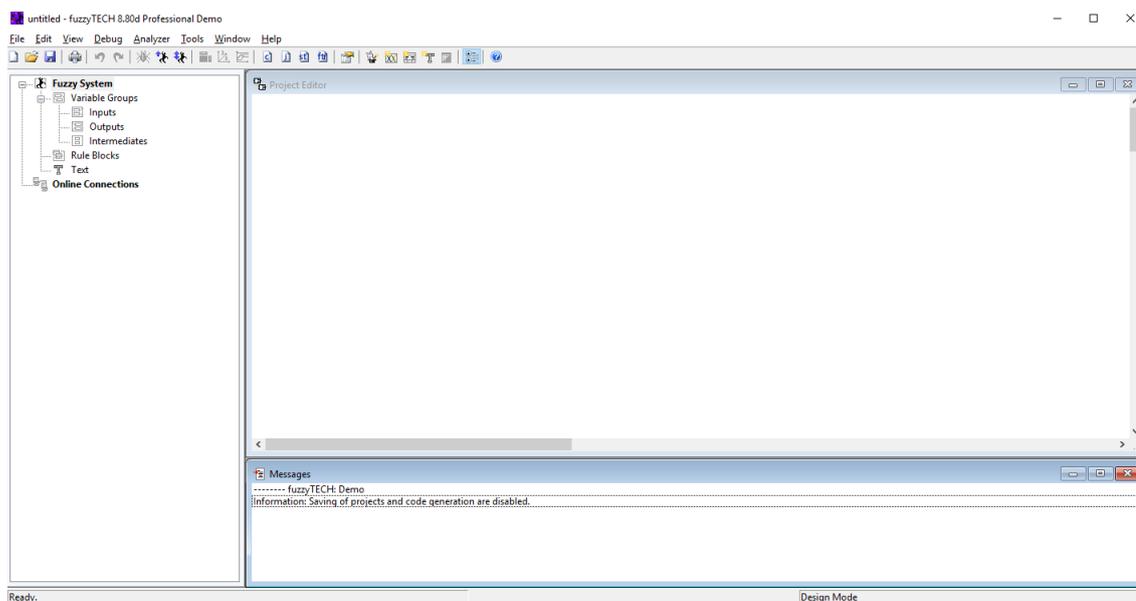


Рисунок 1 - Запущена программа fuzzyTECH

При нажатии правой кнопкой мыши, выбираем «NewVariable» там пишем `OcenkaFilmaKritikami` и выставляем в `ShellValueMinimum` «0» а `ShellValueMaximum` «100» (Рисунок 2).

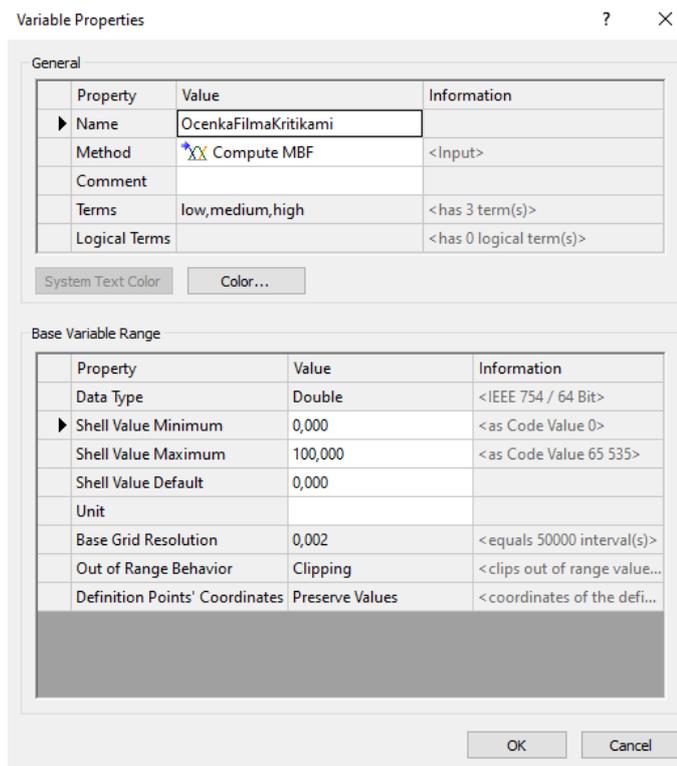


Рисунок 2 - Настройка переменных свойств OcenkaFilmaKritikami

Повторяем то же самое, но в имени пишем OcenkaFilmaZritelami (Рисунок 3)

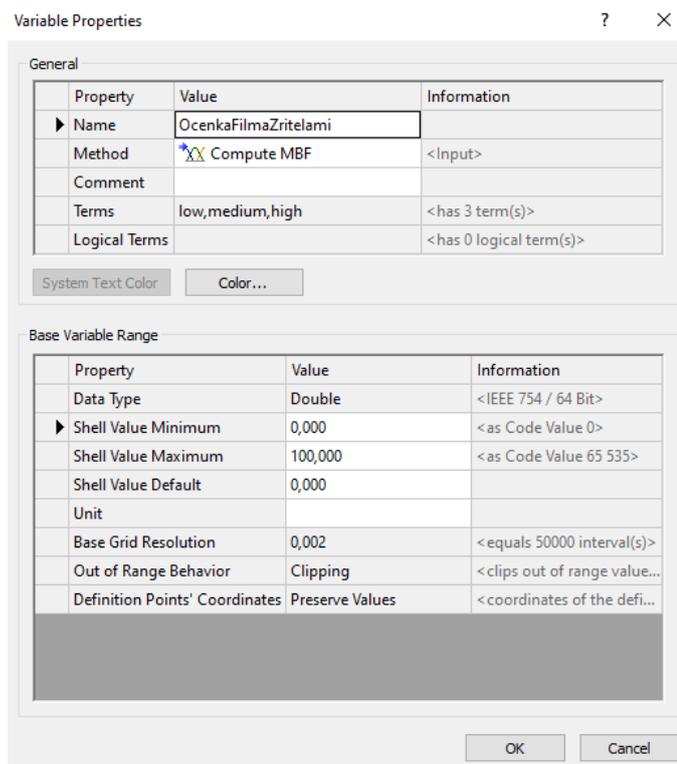


Рисунок 3 - Настройка переменных свойств OcenkaFilmaZritelami

Далее нажимаем правой кнопкой мыши, выбираем «NewVariable» называем «NravitsaLiZhanг» и выставляем значения от 0 до 1 (Рисунок 4).

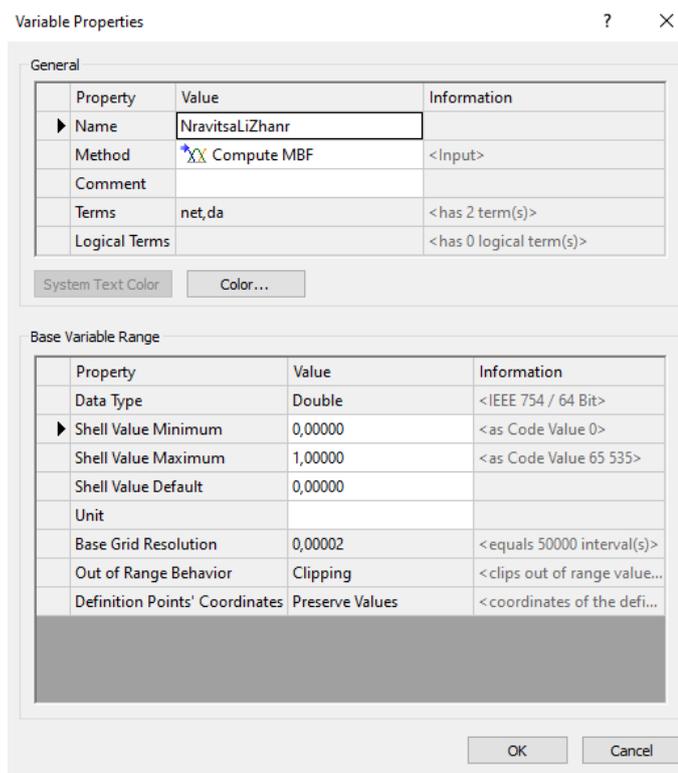


Рисунок 4 - Настройка переменных свойств NravitsaLiZhanr

После в проекте появятся переменные свойства, в которых необходимо изменить диаграммы и названия в вкладке «Term list». В переменной *OsenkaFilmaKritikami* нужно создать 3 диаграммы: хорошие оценки, средние и низкие, аналогично и в переменной *OsenkaFilmaZritelami* нужно создать 3 диаграммы, а именно: хорошие оценки, средние и низкие (Рисунок 5-12).

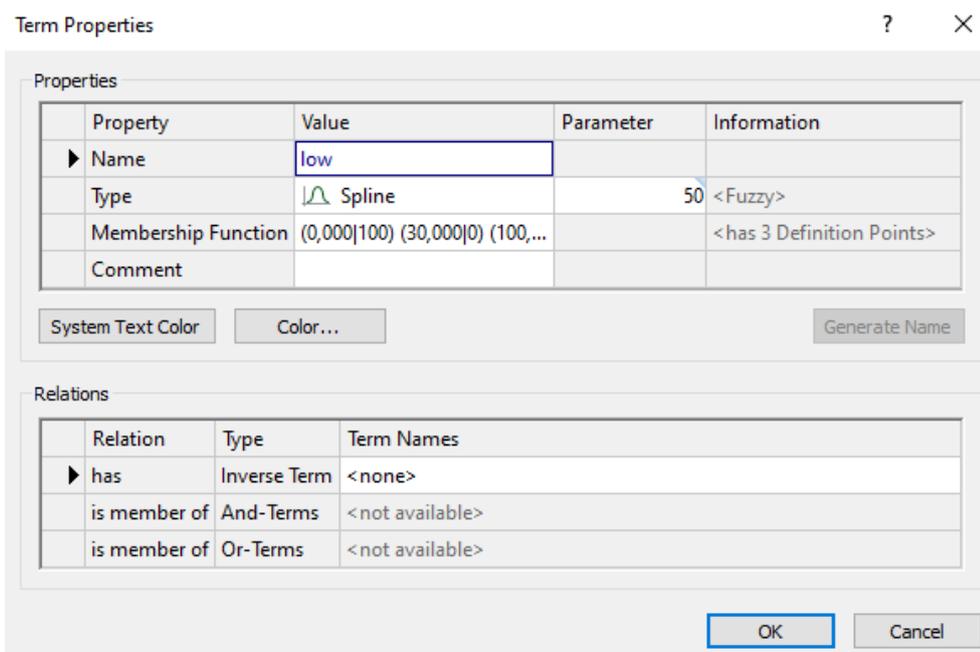


Рисунок 5 - Настройка диаграммы low

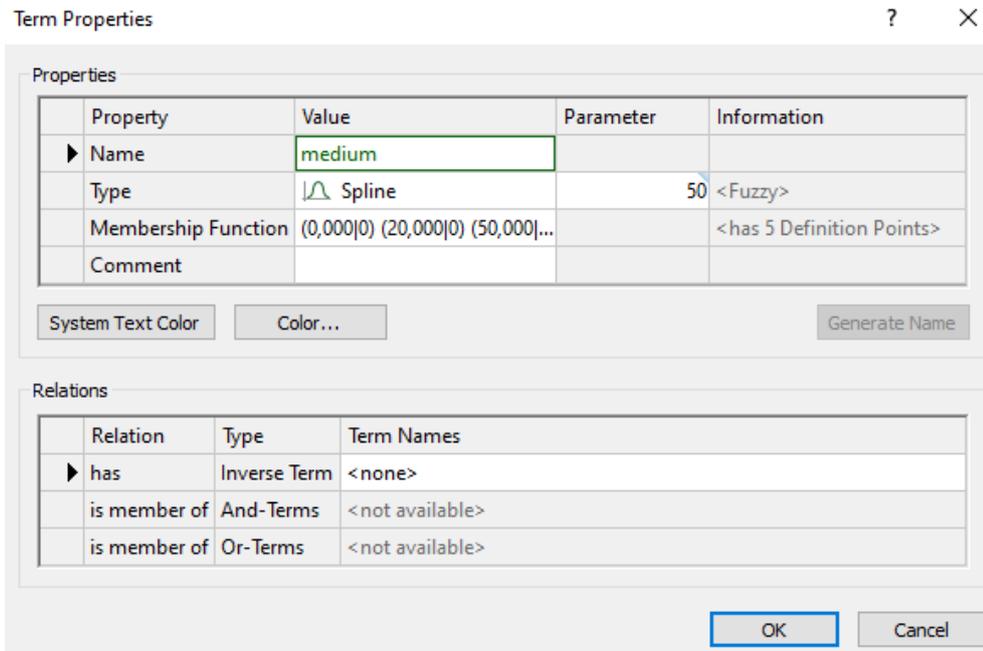


Рисунок 6 - Настройка диаграммы medium

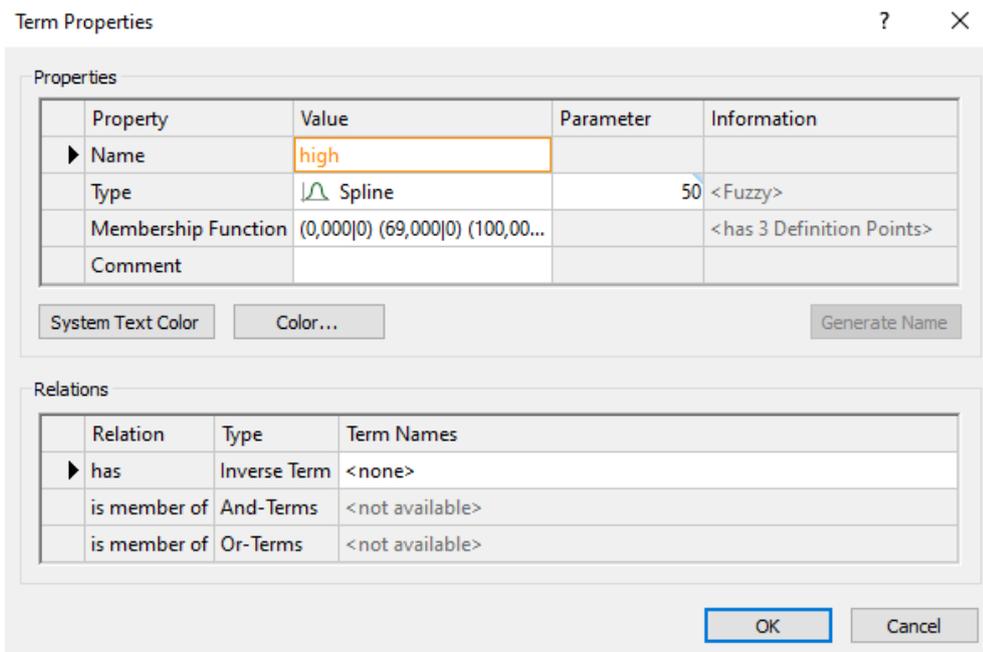


Рисунок 7 - Настройка диаграммы high

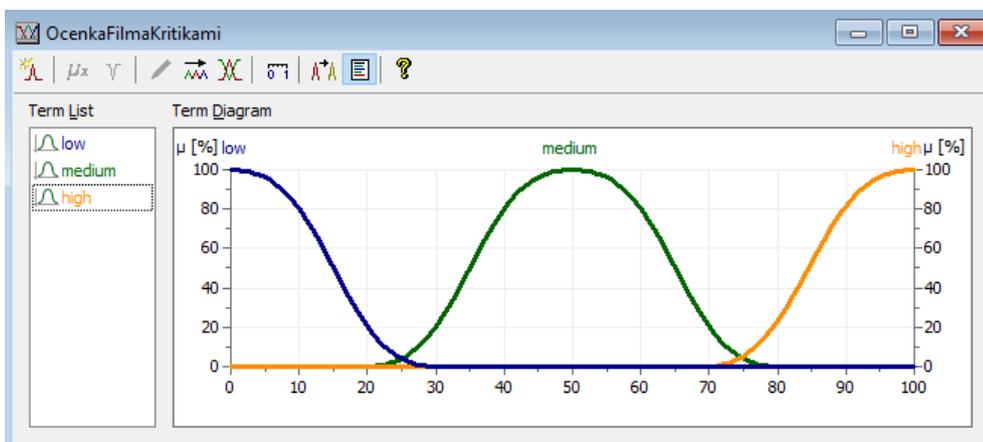


Рисунок 8 - Изменения переменной OcenkaFilmaKritikami

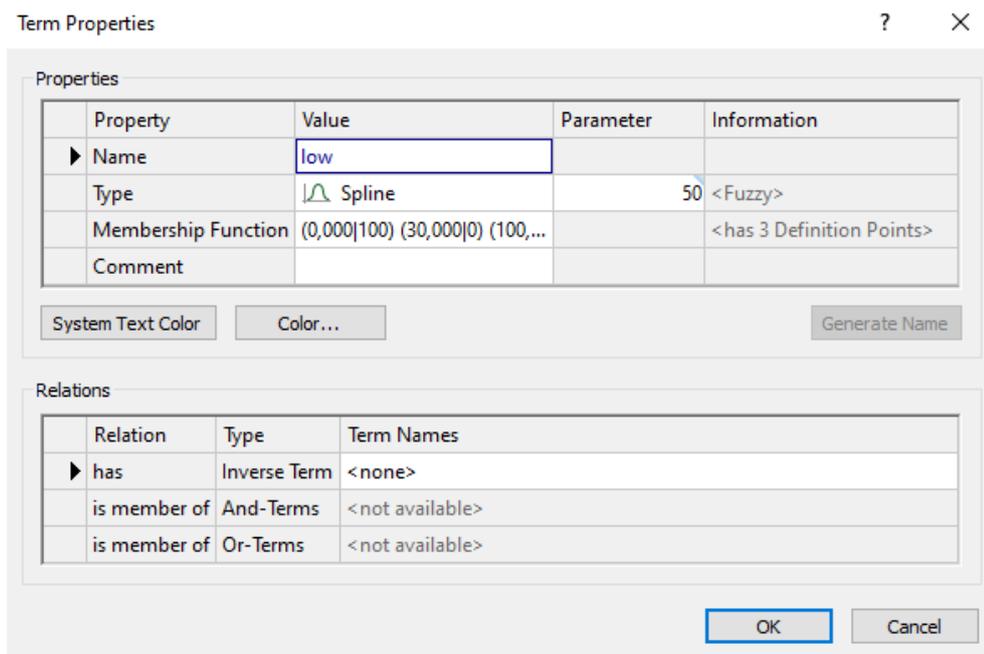


Рисунок 9 - Настройка диаграммы low

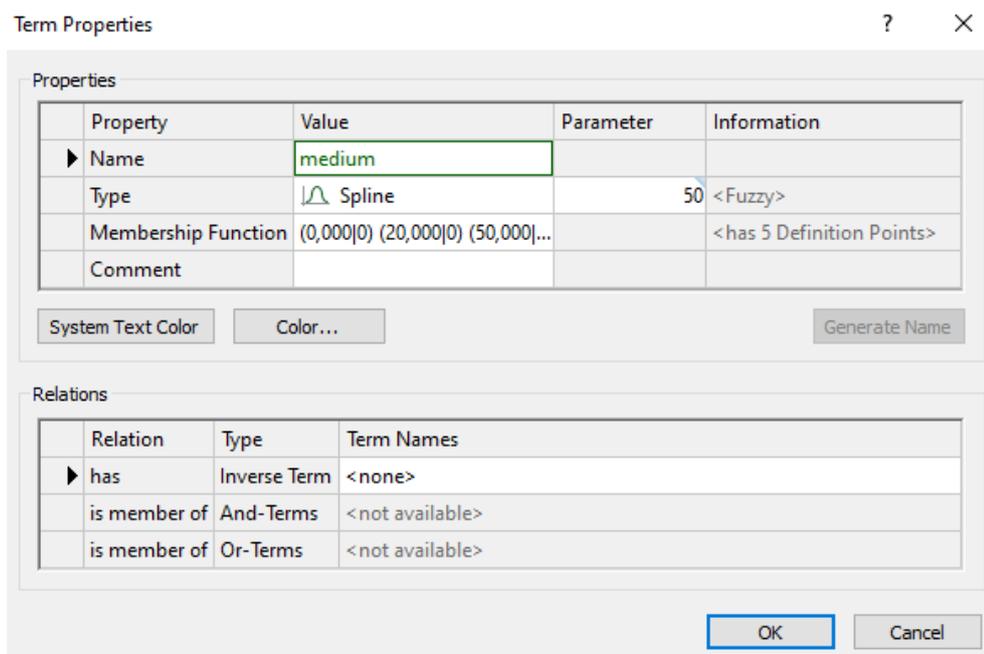


Рисунок 10 - Настройка диаграммы medium

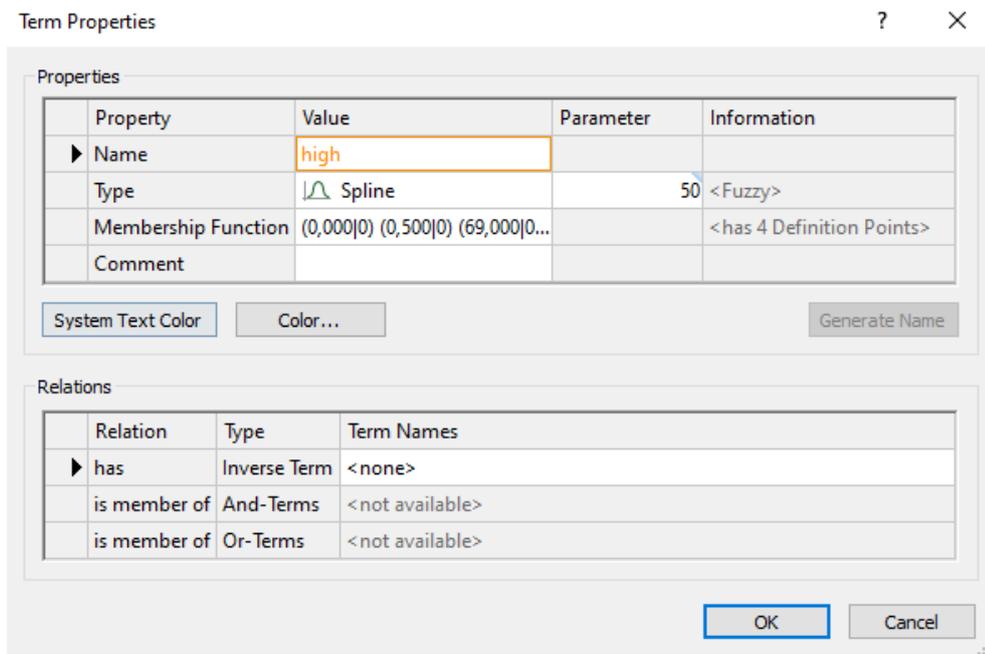


Рисунок 11 - Настройка диаграммы high

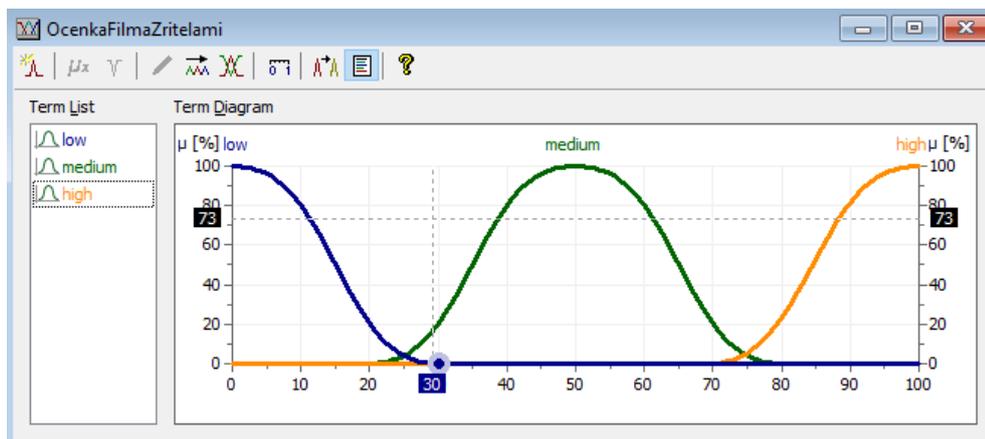


Рисунок 12 - Изменения переменной OcenkaFilmaZritelami

Далее настраиваем диаграммы в переменной NravitsaLiZhanr, где вносим параметр да и параметр нет, после настраиваем как на рисунках 13 - 15.

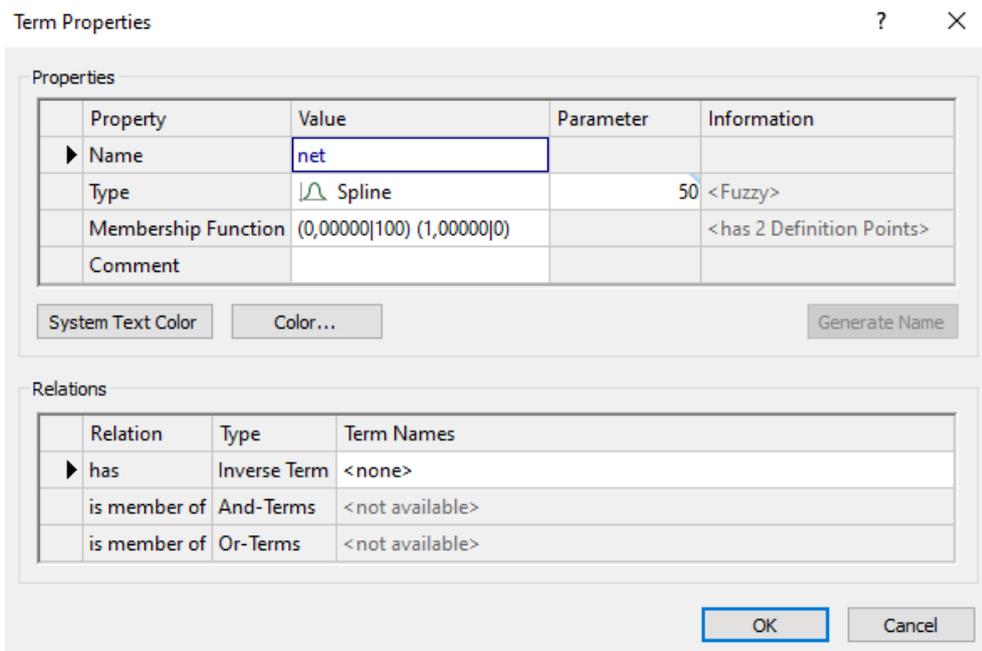


Рисунок 13 - Настройка диаграммы net

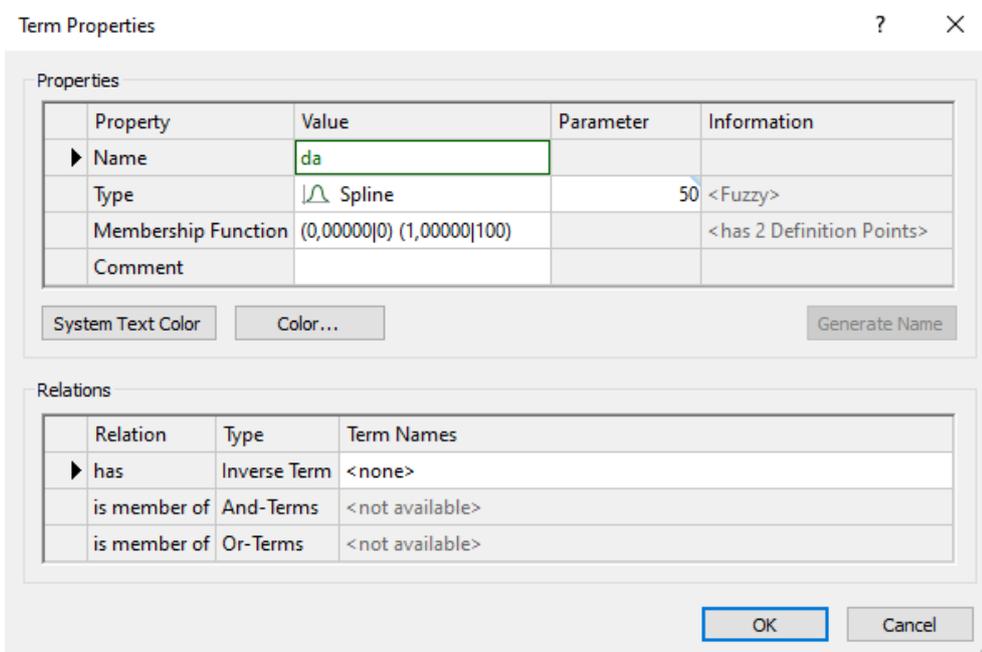


Рисунок 14 - Настройка диаграммы da

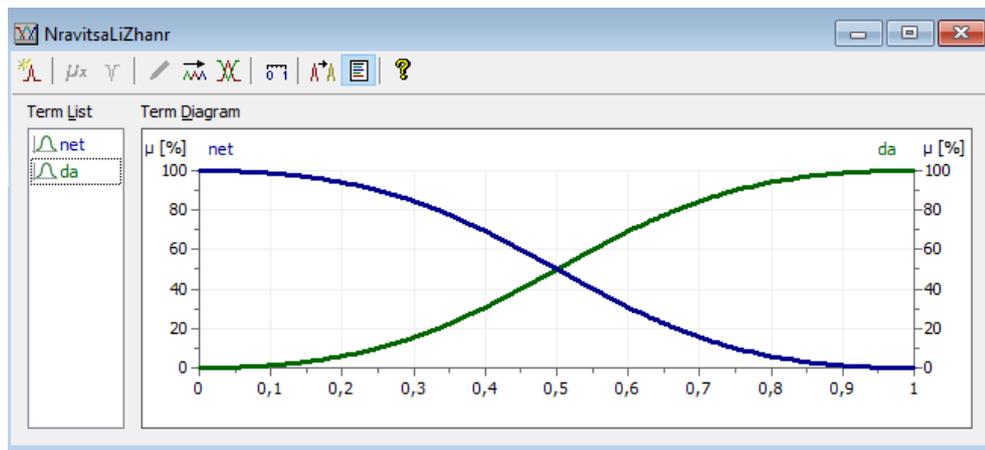


Рисунок 15 - Изменения переменной NrvitsaLiZhanr

Дальше добавляем в проект «NewRoleBlock» в которых соединяем входные и выходные. Соединение переменных с NewRoleBlock производим щелчком левой кнопки мыши по соединению переменных с NewRoleBlock и выбором строки inputs (Рисунок 16).

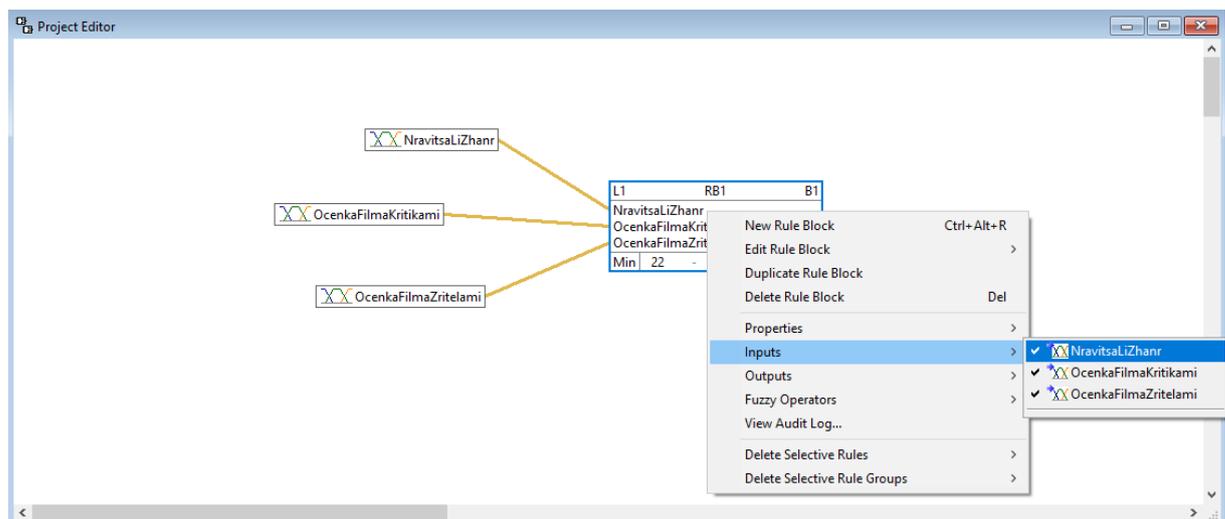


Рисунок 16 - Соединение переменных с NewRoleBlock

Так же нужно добавить выходящий результат OcenkaFilma, нажимаем правой кнопкой мыши, выбираем «NewVariable» и настраиваем как на рисунке 17.

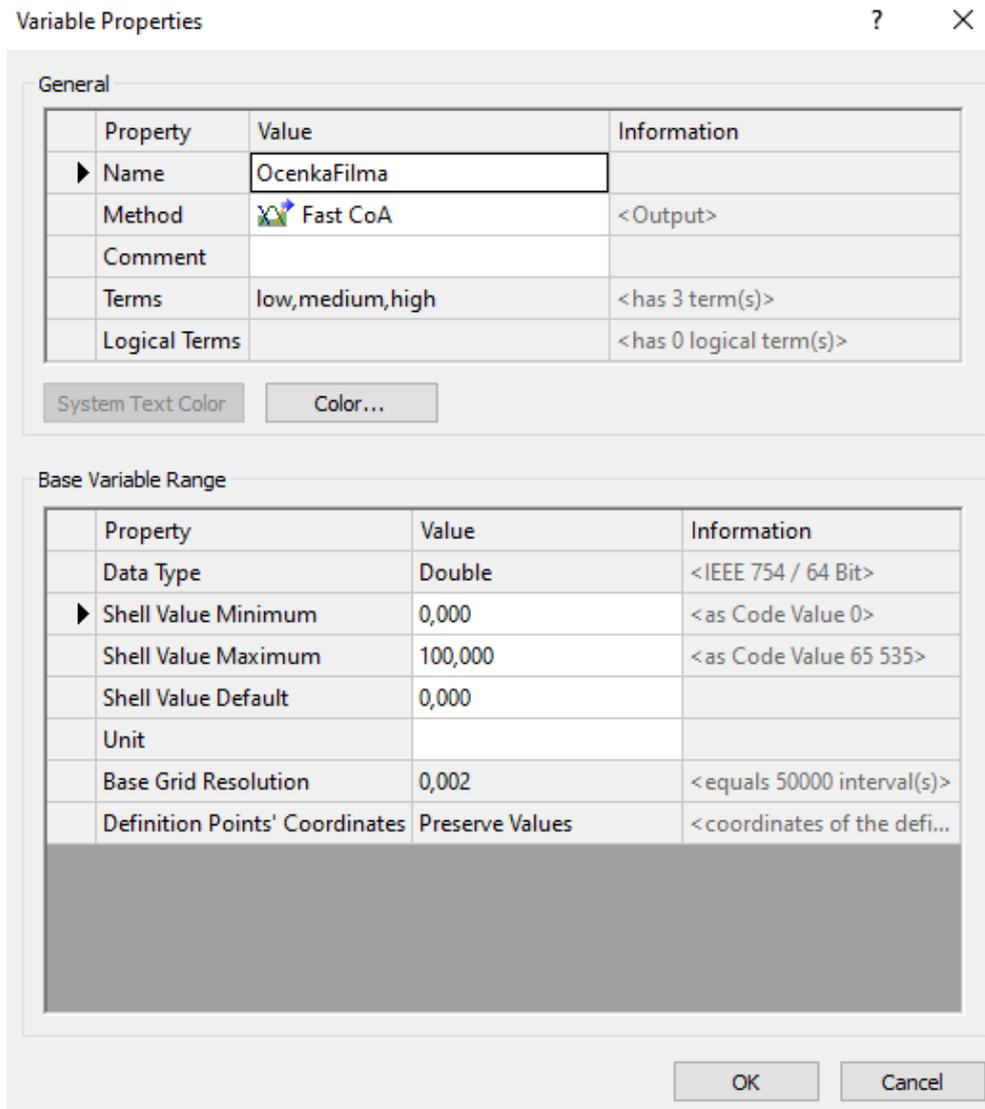


Рисунок 17 - Добавление выходного результата

Далее настраиваем диаграмму (рисунок 18)

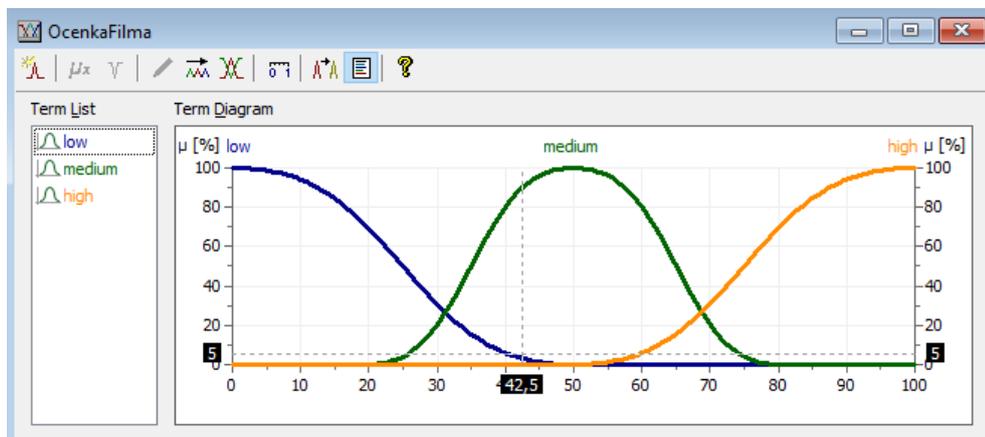


Рисунок 18 - Настройка диаграммы OcenkaFilma

Далее соединяем NewRoleBlock и выходящий результат OcenkaFilma (Рисунок 19)

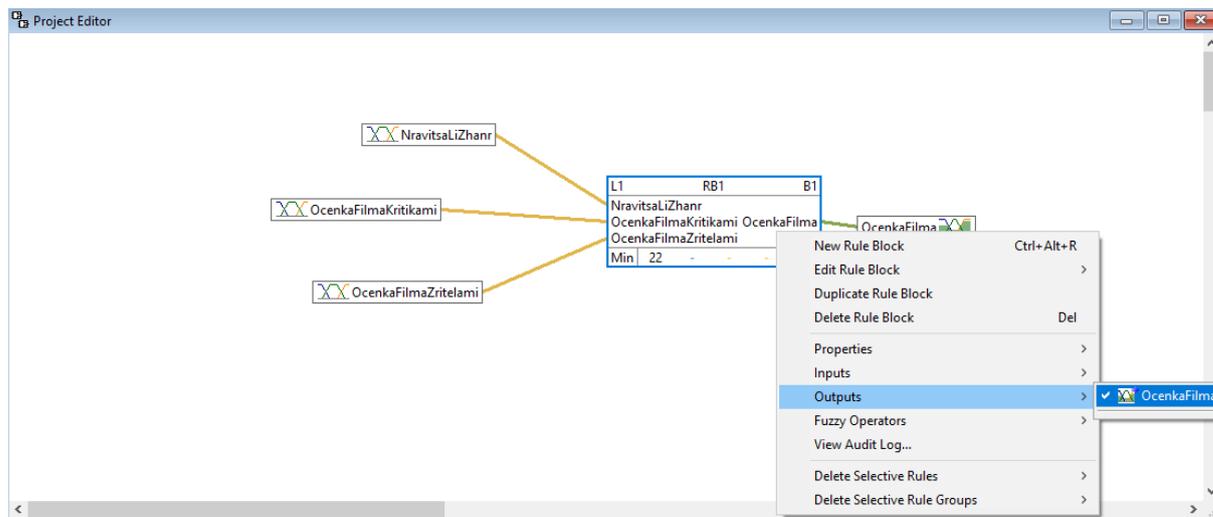


Рисунок 19 - Соединение NewRoleBlock и выходящий результат OcenkaFilma

В итоге должна получиться таблица (Рисунок 20).

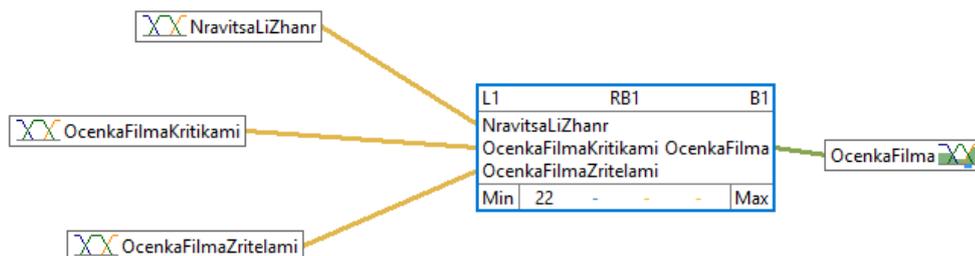


Рисунок 20 - Соединение переменных свойств

Если нажать два раза по «NewRoleBlock» появится редактор правил в которые добавляем правила, которые изображены в таблице 1.

Таблица 1 - Правила программы

Условие	Результат
Если жанр фильма нравится и оценки критиков высокие и оценки зрителей высокие	Фильм понравиться
Если жанр фильма нравится и оценки критиков высокие и оценки зрителей средние	Фильм понравиться
Если жанр фильма нравится и оценки критиков средние и оценки зрителей высокие	Фильм понравиться
Если жанр фильма не нравится и оценки критиков	Фильм проходной

высокие и оценки зрителей средние	
Если жанр фильма не нравится и оценки критиков средние и оценки зрителей высокие	Фильм проходной
Если жанр фильма не нравится и оценки критиков средние и оценки зрителей средние	Фильм проходной
Если жанр фильма нравится и оценки критиков высокие и оценки зрителей низкие	Фильм проходной
Если жанр фильма нравится и оценки критиков средние и оценки зрителей средние	Фильм проходной
Если жанр фильма нравится и оценки критиков средние и оценки зрителей низкие	Фильм проходной
Если жанр фильма нравится и оценки критиков низкие и оценки зрителей высокие	Фильм проходной
Если жанр фильма нравится и оценки критиков низкие и оценки зрителей средние	Фильм проходной
Если жанр фильма не нравится и оценки критиков высокие и оценки зрителей низкие	Фильм не понравится
Если жанр фильма не нравится и оценки критиков средние и оценки зрителей низкие	Фильм не понравится
Если жанр фильма не нравится и оценки критиков высокие и оценки зрителей низкие	Фильм не понравится
Если жанр фильма не нравится и оценки критиков низкие и оценки зрителей средние	Фильм не понравится
Если жанр фильма не нравится и оценки критиков низкие и оценки зрителей низкие	Фильм не понравится
Если жанр фильма нравится и оценки критиков высокие и оценки зрителей низкие	Фильм не понравится
Если жанр фильма нравится и оценки критиков средние и оценки зрителей низкие	Фильм не понравится
Если жанр фильма нравится и оценки критиков низкие и оценки зрителей высокие	Фильм не понравится
Если жанр фильма нравится и оценки критиков низкие и оценки зрителей средние	Фильм не понравится
Если жанр фильма нравится и оценки критиков низкие и оценки зрителей низкие	Фильм не понравится

Правила добавляются следующим образом, кликаем по окну Create new rule group левой кнопкой мыши и создаём новую группу, далее выбираем условия, составленные выше в таблице 1, и заполняем все как на рисунках 21-23.

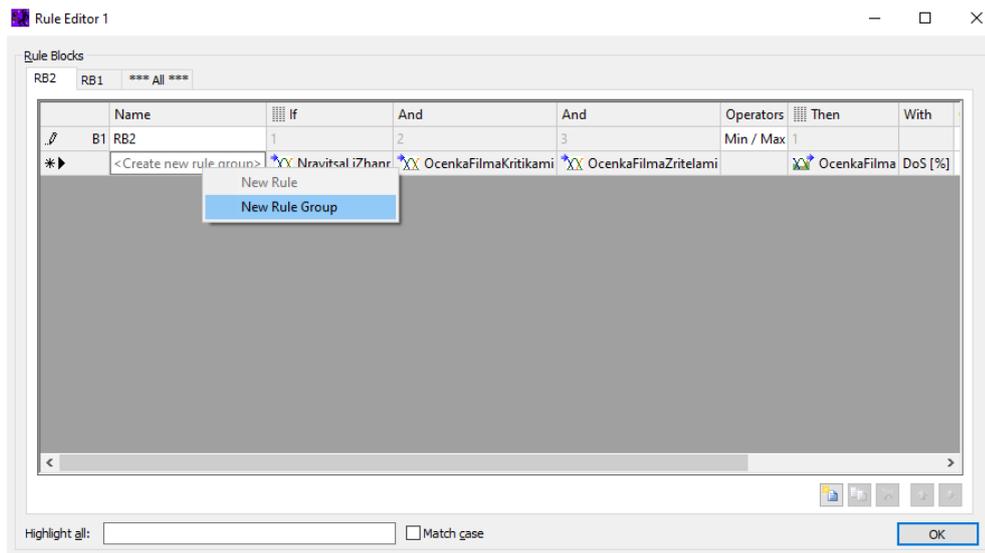


Рисунок 21 - Создание правила

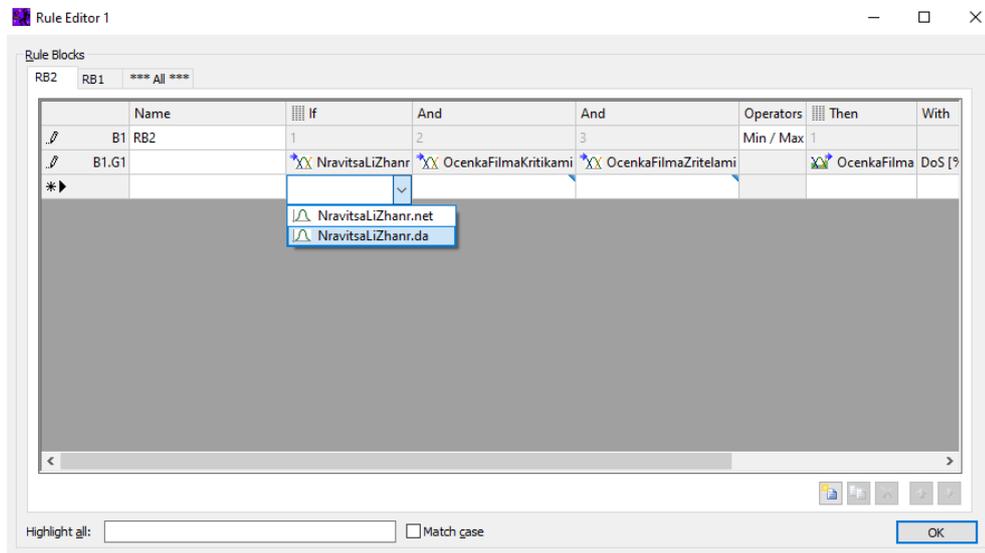


Рисунок 22 - Задача условий правила

Rule Editor 1

Rule blocks

RB1

Name	If	And	And	Operators	Then	With	Comment	Audit	GUID
B1	RB1	1	2	3	Min / Max	1		2021-05-08 09:15:20	FDE71
B1.G1		NravitsaLiZhanr	OcenkaFilmaKritikami	OcenkaFilmaZritelami		OcenkaFilma	DoS [%]	2021-05-08 09:15:20	B3D37
B1.G1.R1	FilmPonravica	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.high	OcenkaFilmaZritelami.high	→	OcenkaFilma.high	100	2021-05-08 05:17:46	B463F
B1.G1.R2	FilmPonravica	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.high	OcenkaFilmaZritelami.medium	→	OcenkaFilma.high	100	2021-05-08 05:18:14	0BE50
B1.G1.R3	FilmPonravica	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.medium	OcenkaFilmaZritelami.high	→	OcenkaFilma.high	100	2021-05-08 05:18:32	8CC1F
B1.G1.R4	FilmProhodnoy	NravitsaLiZhanr.net	OcenkaFilmaKritikami.high	OcenkaFilmaZritelami.medium	→	OcenkaFilma.medium	100	2021-05-08 05:34:44	FA359
B1.G1.R5	FilmProhodnoy	NravitsaLiZhanr.net	OcenkaFilmaKritikami.medium	OcenkaFilmaZritelami.high	→	OcenkaFilma.medium	100	2021-05-08 05:35:04	E22E2
B1.G1.R6	FilmProhodnoy	NravitsaLiZhanr.net	OcenkaFilmaKritikami.medium	OcenkaFilmaZritelami.medium	→	OcenkaFilma.medium	100	2021-05-08 05:35:07	64AF6
B1.G1.R7	FilmProhodnoy	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.high	OcenkaFilmaZritelami.low	→	OcenkaFilma.medium	100	2021-05-08 05:36:58	E70F0
B1.G1.R8	FilmProhodnoy	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.medium	OcenkaFilmaZritelami.medium	→	OcenkaFilma.medium	100	2021-05-08 05:37:03	133EF
B1.G1.R9	FilmProhodnoy	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.medium	OcenkaFilmaZritelami.low	→	OcenkaFilma.medium	100	2021-05-08 05:37:08	CCA5A
B1.G1.R10	FilmProhodnoy	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.low	OcenkaFilmaZritelami.high	→	OcenkaFilma.medium	100	2021-05-08 05:37:20	7F15C
B1.G1.R11	FilmProhodnoy	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.low	OcenkaFilmaZritelami.medium	→	OcenkaFilma.medium	100	2021-05-08 05:37:23	75494
B1.G1.R12	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.net	OcenkaFilmaKritikami.high	OcenkaFilmaZritelami.low	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:05	D01B4
B1.G1.R13	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.net	OcenkaFilmaKritikami.medium	OcenkaFilmaZritelami.low	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:14	FAB0E
B1.G1.R14	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.net	OcenkaFilmaKritikami.low	OcenkaFilmaZritelami.high	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:18	9179B
B1.G1.R15	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.net	OcenkaFilmaKritikami.low	OcenkaFilmaZritelami.medium	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:19	3F58E
B1.G1.R16	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.net	OcenkaFilmaKritikami.low	OcenkaFilmaZritelami.low	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:20	0C977
B1.G1.R17	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.high	OcenkaFilmaZritelami.low	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:27	78F59
B1.G1.R18	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.medium	OcenkaFilmaZritelami.low	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:33	A487C
B1.G1.R19	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.low	OcenkaFilmaZritelami.high	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:35	B1C17
B1.G1.R20	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.low	OcenkaFilmaZritelami.medium	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:36	2DB8B
B1.G1.R21	FilmNePonravica	NravitsaLiZhanr.da	OcenkaFilmaKritikami.low	OcenkaFilmaZritelami.low	→	OcenkaFilma.low	100	2021-05-08 05:44:37	7895B

Highlight all: Match case OK

Рисунок 23 - Правила

После того как добавили правила нужно нажать «Interactive» и выбрать входные данные (Рисунок 24).

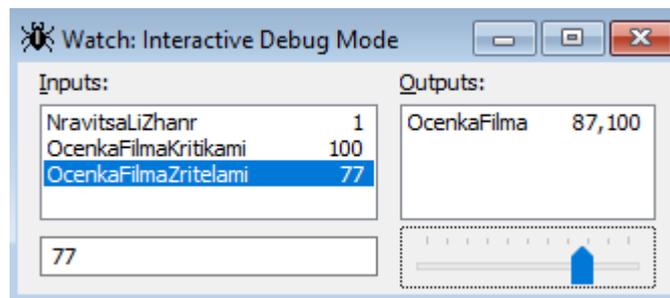


Рисунок 24 - Добавление данных

После того как ввели данные «OcenkaFilmaKritikami» 100, «OcenkaFilmaZritelami» 77 «NravitsaLiZhanr» 1, на диаграмме «Diploma Thesis» подобралась более подходящая оценка (Рисунок 25).

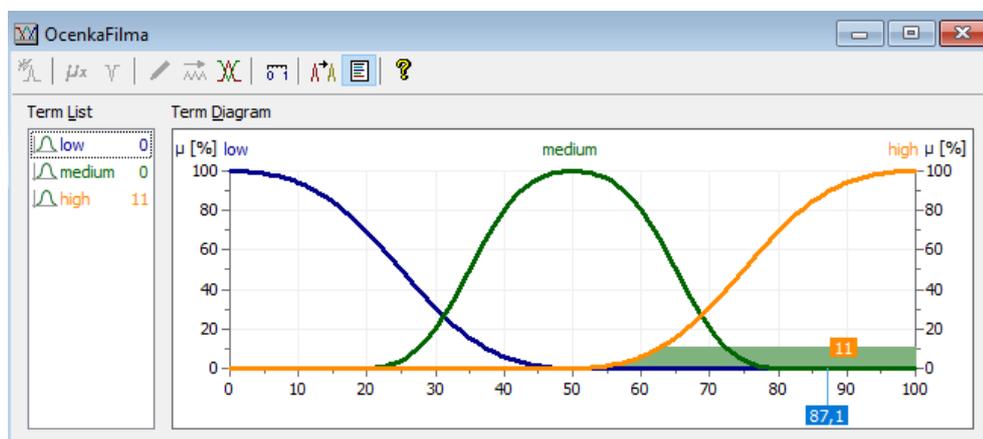


Рисунок 25 - Показатель оценки фильма

После того как мы сделали систему проверим ее на фильме «Назад в будущее» (Рисунок 26-28).

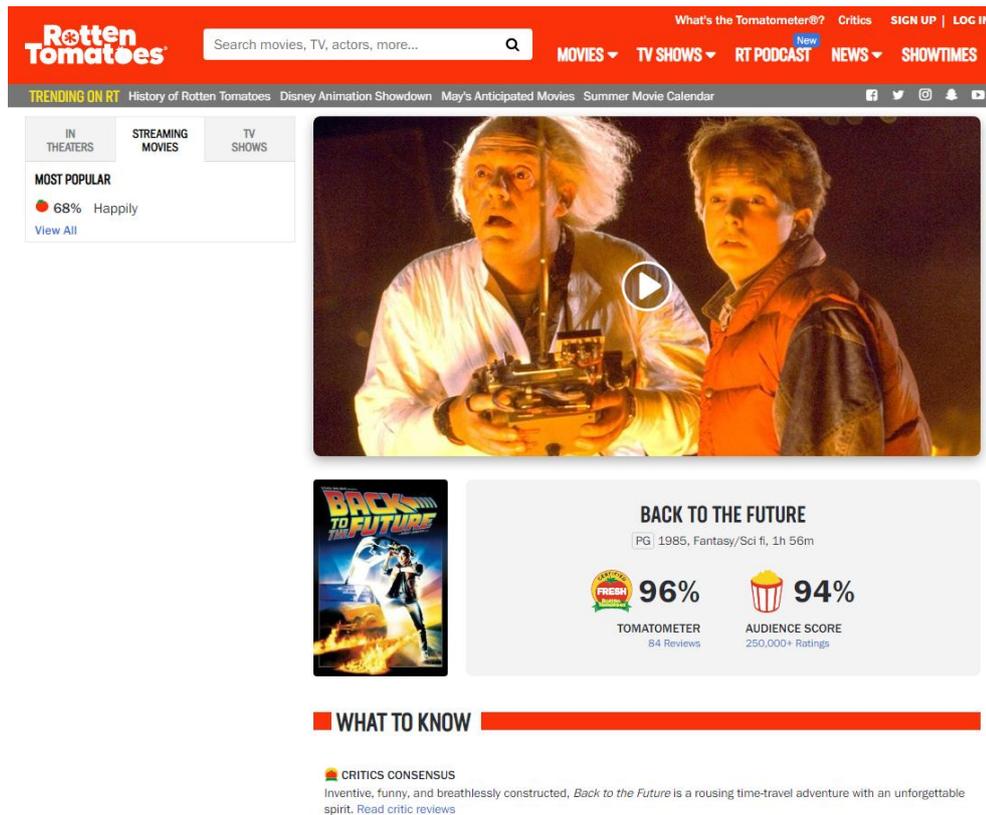


Рисунок 26 - Оценки на «Rotten Tomatoes»

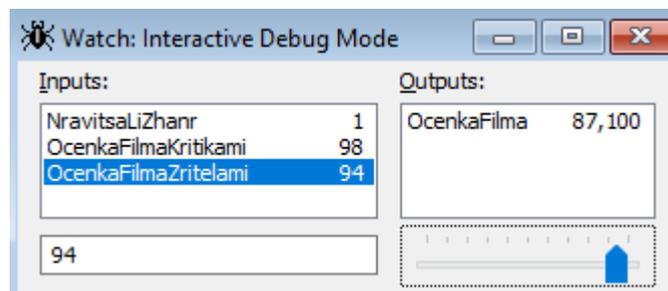


Рисунок 27 - Внесённые значения

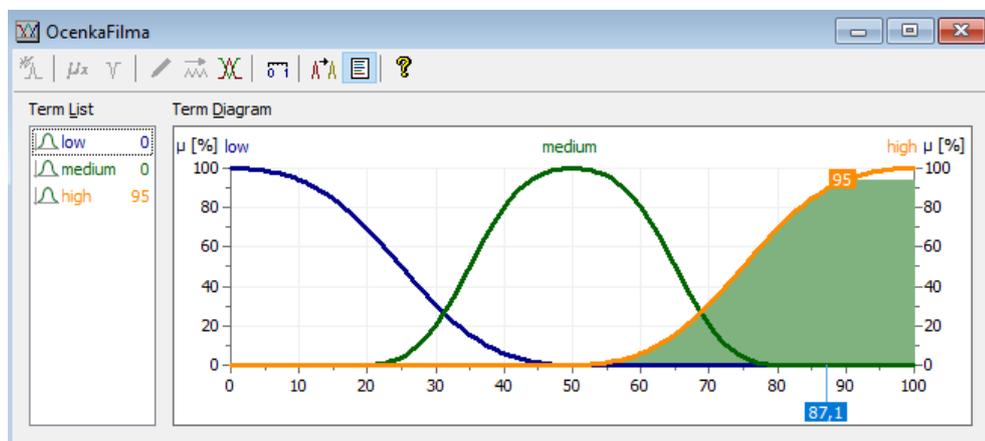


Рисунок 28 - Диаграмма оценки

В результате работы была построена система выбора фильма по оценке при использовании нечёткой логики в программе fuzzyTECH. С помощью этой системы мы оценили фильм «Назад в будущее» и пришли к выводу что система показывает себя очень неплохо из чего мы можем сделать вывод, что данную систему вполне можно использовать на тематических сайтах для более улучшенного функционала сервисов.

Библиографический список

1. Гордиенко Т.П., Гапонов А.И., Смирнова О.Ю. Оценивание ИКТ программой fuzzyTECH в образовании // Проблемы современного педагогического образования. 2016. №53-2. С. 63-71.
2. Сачко М.А., Кривошеев В.П. Применение нечёткой логики для интеллектуализации обучения параметрическому синтезу комбинированной системы автоматического управления // Фундаментальные исследования. 2014. №3-3. С. 484-489.
3. Тимофеева И.Л. Размышления об определениях четной и нечетной функции в школьном курсе математики // Наука и школа. 2016. №4. С. 168-174.
4. Алексеев Г.В., Ковязина М.Г., Пальчиков А.Н., Холявин И.И. Нечеткая логика как инструмент оценки конкурентоспособности высшего учебного заведения // Вестник Российской академии естественных наук (Санкт-Петербург). 2014. №4. С. 90-95.
5. Мациевский С.В. Книга нового поколения Александр Леоненков нечеткое моделирование в среде matlab и fuzzytech // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2005. № 1-2. С. 180-181.
6. Богданов А.В., Бондарев А.В. Анализ автоматического управления паровым котлом с нечеткой адаптацией пид-регулятора в программной среде fuzzytech // В сборнике: Автоматизация, энерго- и ресурсосбережение в промышленном производстве. Сборник материалов I Международной научно-технической конференции. 2016. С. 238-248.
7. Гордиенко Т.П., Гапонов А.И., Смирнова О.Ю. Возможности программы fuzzytech для педагогических исследований // В сборнике: Дистанционные образовательные технологии. Материалы I Всероссийской научно-практической интернет-конференции. отв. ред. Таран В.Н., 2016. С. 3-6.
8. Рыжкина Д.А.. Прогнозирование котировок акций компании Яндекс в среде fuzzytech // Форум молодых ученых. 2017. № 5 (9). С. 1838-1843.
9. Кульмамиров С.А., Батыл Б. Пути исследования нечетких систем управления в среде fuzzytech explorer edition // Молодой ученый. 2020. № 50 (340). С. 31-39.
- 10.Кассим К.Д.А., Филист С.А., Шаталова О.В. Моделирование систем искусственного интеллекта в среде matlab и fuzzytech. Курск, 2016.
- 11.Fonseca J., Afonso J.L., Martins J.S., Couto C. Erratum to “Fuzzy logic speed control of an induction motor” // Microprocessors and Microsystems. 1999 . № 23. С. 553.

12. Krause B., Steffens C., Behrens-Römmeler E. Adaptive fuzzy control applied to home heating system // *Fuzzy Sets and Systems*. 1994 г. №61. С. 29-35.
13. Memmedovaa K. Fuzzy logic modelling of the impact of using technology on anxiety and aggression levels of students // *Procedia Computer Science*. 2017. № 120. С. 495-501.
14. Yanga J., Edwardsa D. J., Love P. E. D. A computational intelligent fuzzy model approach for excavator cycle time simulation // *Automation in Construction*. 2003. № 6. С. 725-735.
15. Mammadli S. Fuzzy Logic Based Loan Evaluation System // *Procedia Computer Science*. 2016. № 102. С. 495-499.
16. Halil T., Farhi O., Chervenkov Y. Embedded fuzzy controller for adaptive heating system control // *IFAC Proceedings Volumes*. 2006. №39. С. 75-80
17. Bogataj M., Usenik J. Fuzzy approach to the spatial games in the total market area // *International Journal of Production Economics*. 2005. № 93–94. С. 493-503.
18. Etz R., Petreus D., Moga D., Abrudean M., Patarau T. Fuzzy Digital Control for DC-DC Converters Used in Renewable Energy Systems // *IFAC Proceedings Volumes*. 2012. № 21. С. 91-96.
19. Lu K. Y. The design of a fuzzy system shell using a database approach // *Expert Systems with Applications*. 2011. № 4. С. 3049-3057.
20. Lu K. Y., Sy C. C. A real-time decision-making of maintenance using fuzzy agent // *Expert Systems with Applications*. 2009. № 2. часть 2. С. 2691-2698
21. Лучко О.Н. и др.. Теория и методы разработки управленческих решений. Омск: Омский государственный институт сервиса, 2012. 110 с.
22. Нечеткие задачи в математическом моделировании: методические указания к самостоятельной работе. Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. 22 с.
23. Удалов С.Н. Моделирование ветроэнергетических установок и управление ими на основе нечеткой логики. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. 200 с.
24. Лубенцова Е.В. Системы управления с динамическим выбором структуры, нечеткой логикой и нейросетевыми моделями. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. 248 с.
25. Седов В.А. Седова Н. А. Разработка интеллектуальных систем на базе нечеткой логики в WinFACT. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. 28 с.
26. Верещага А.Н. Моделирование распространения ядерного оружия и возможности его глубокого сокращения на основе метода нечеткой логики. Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2016. 256 с.
27. Моделирование транспортных потоков на основе нечеткой логики: монография. М.: Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. 92 с.
28. Жилейкин М.М. Теоретические основы повышения показателей устойчивости и управляемости колесных машин на базе методов нечеткой логики. М.: Московский государственный технический университет

- имени Н.Э. Баумана, 2016. 240 с.
29. Белозерова Г.И. Нечеткая логика и нейронные сети. Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семёнова-Тян-Шанского, 2017. 63 с.
 30. Томасова Д.А. Стратегический анализ с применением размытой логики и теории нечетких множеств. М.: Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. 105 с.
 31. Еремин Н.А. Моделирование разработки месторождений нефти методами нечеткой логики. диссертация на соискание степени доктора технических наук / Государственная академия нефти и газа им. И.М. Губкина. Москва, 1995.
 32. Аль Д. И. М. А. Мехатронная система управления микроклиматом в зданиях на базе нечеткой логики. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (Новочеркас. политехн. ин-т). Новочеркасск, 2010
 33. Нгуен М.Х. Модель нечетко-значной вероятностной логики в интеллектуальных системах. Автореферат дис. ... доктора физико-математических наук / Москва, 1995.
 34. Нгуен М.Х. Модель представления нечеткой информации на основе нечетко-значной логики. Автореферат дис. ... кандидата физико-математических наук / АН СССР. ВЦ. Москва, 1990.
 35. Зубова Н.В. Повышение режимной управляемости ветроэнергетических установок с изменяемой геометрией лопастей регуляторами на нечеткой логике. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Новосиб. гос. техн. ун-т. Новосибирск, 2014.
 36. Фальков Д.С. Автоматизация комплексных испытаний сложных технических объектов с использованием нечетких логик. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Санкт-Петербургский гос. технич. ун-т. Санкт-Петербург, 1999.
 37. Шашков А.Н. Система поддержки принятия решений в диагностических проблемных ситуациях на основе нечеткой логики. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Уфимский гос. авиационный техн. ун-т. Уфа, 2000.
 38. Жупанова М.А. Разработка метода и автоматизированной экспертной системы для решения задач медицинской диагностики на базе нечеткой логики. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Винница, 1995.
 39. Черныш Л.Г. Методы организации систем оценки уровня безопасности информации в компьютерных системах на основе моделей нечеткой логики. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Киев, 2000.
 40. Милостная Н.А. Автоматизация контроля и управления технологическим процессом высокоточной обработки деталей на основе теории нечеткой логики. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Кур. гос. техн. ун-т. Курск, 2008.