

Система менеджмента качества вуза и её оценка на базе теории нечётких множеств

Седова Нелли Алексеевна

*Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема
магистрант*

Аннотация

В работе приводится описание нечеткой модели для одного из подходов к оценке деятельности образовательного учреждения по системе менеджмента качества. Такой подход предполагает использование 18 критериев, которые задаются в нечеткой системе как входные лингвистические переменные. Нечеткая модель состоит из четырех подмоделей и пятой результирующей подмодели, что позволило использовать в базе правил всего 1161 правило нечетких продукций. В работе реализован алгоритм нечеткого вывода, а также разработан пользовательский интерфейс приложения.

Ключевые слова: система менеджмента качества, образование, нечеткая система

The quality management system of the university assessment based on the theory of fuzzy sets

Sedova Nelly Alekseevna

*Sholom-Aleichem Priamursky State University
master's student*

Abstract

The paper describes a fuzzy model for one of the approaches to educational institution evaluation in terms of the quality management system. This approach involves the use of 18 criteria, which are specified in a fuzzy system as input linguistic variables. The fuzzy model consists of four submodule and a fifth resulting submodule, allowing a total of 1161 fuzzy production rules to be used in the rule base. The work implements the fuzzy inference algorithm, and developed the user interface of the application.

Keywords: quality management system, education, fuzzy system

В работе [1] предлагается методика оценки системы менеджмента качества (СМК), при этом методика включает в себя 18 критериев. В настоящей работе предлагается модель на базе теории нечётких множеств для автоматической оценки СМК на базе критериев, предложенных в [1]. Для реализации нечёткой модели оценки СМК выбрана программная среда FuzzyTECH [2, 3], поскольку она имеет достаточно широкие возможности по

реализации нечётких систем, имеющих большое число входных лингвистических переменных (ЛП).

На основе выделенных в работе [1] критериев сформирована сложная модель на базе теории нечётких множеств, состоящая из четырёх подмоделей, а также пятой, результирующей. Каждый из 18 критериев позволил сформировать лингвистическую переменную, состоящую из трёх термов.

Первая входная ЛП «AdjActivity» (Степень выполнения корректирующих действий по результатам внутреннего аудита) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Вторая входная ЛП «EPlanCompletion» (Степень выполнения плана обучения в срок) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Третья входная ЛП «EquipmentAmount» (Уровень соответствия средств измерений и испытательного оборудования технологическим требованиям) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Четвертая входная ЛП «ETrningCompletion» (Уровень воспитательной деятельности) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Пятая входная ЛП «GraduateDemand» (Уровень востребованности выпускников) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable»

имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Шестая входная ЛП «IAPCompletion» (Уровень выполнения программы внутренних аудитов) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Седьмая входная ЛП «ManualProvision» (Уровень обеспеченности учебно-методической и интегрированной продукцией) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Восьмая входная ЛП «MPlanCompletion» (Степень выполнения плана модернизации) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Девятая входная ЛП «NIOKRCpletion» (Уровень выполнения плана НИОКР) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Десятая входная ЛП «NIOKRTiming» (Степень выполнения плана НИОКР в установленные сроки) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Одиннадцатая входная ЛП «PrccsDuplication» (Степень дублирования процессов) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом

терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Двенадцатая входная ЛП «PStaffAnchorty» (Уровень остепененности преподавательского состава) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Тринадцатая входная ЛП «QGoalCompletion» (Степень выполнения целей в области качества) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Четырнадцатая входная ЛП «QMStaffCompetity» (Степень компетентности персонала в сфере менеджмента качества) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Неудовлетворительно), Passable (Удовлетворительно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Пятнадцатая входная ЛП «RoomProvision» (Уровень обеспечения помещениями) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Шестнадцатая входная ЛП «RsrsProvision» (Уровень обеспечения материально-технологическими ресурсами) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Семнадцатая входная ЛП «StdntPretraining» (Уровень довузовской подготовки студентов) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Восемнадцатая входная ЛП «WarnActivity» (Степень выполнения предупреждающих действий по результатам внутреннего аудита) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Первая выходная ЛП «Effectiveness» (Общая эффективность) характеризуется базовым терм-множеством { Unacceptable (Неприемлемо), Unsatisfactory (Неудовлетворительно), Satisfactory (Удовлетворительно), Acceptable (Приемлемо), Effective (Эффективно) }, при этом терм «Unacceptable» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.115$, $b = 0.285$, терм «Unsatisfactory» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.115$, $b = 0.285$, $c = 0.5$, терм «Satisfactory» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.285$, $b = 0.500$, $c = 0.715$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.5$, $b = 0.715$, $c = 0.885$, терм «Effective» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.715$, $b = 0.885$.

Вторая выходная ЛП «G_Interest» (Рейтинг) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Третья выходная ЛП «G_Performance» (Производительность) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Четвёртая выходная ЛП «G_Quality» (Качество) характеризуется базовым терм-множеством { Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо) }, при этом терм «Insufficient» имеет

линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Пятая выходная ЛП «G_Responsibility» (Ответственность) характеризуется базовым терм-множеством {Insufficient (Недостаточно), Passable (Достаточно), Acceptable (Приемлемо)}, при этом терм «Insufficient» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, терм «Passable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.5$, $b = 5$, $c = 7.5$, терм «Acceptable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7.5$.

Так как программа не поддерживает наличие в одном Rule block-е более 1000 правил, было осуществлено разбиение входных переменных на 4 группы в виде добавочных выходных переменных с целью сократить их количество. Наименования групп выбраны таким образом, чтобы элементы наиболее естественно вписывались в их смысл. Разбивка условна и может содержать недочеты.

Выходная ЛП «G_Interest» (Рейтинг) включает входные ЛП «EPlanCompletion» (Степень выполнения плана обучения в срок), «GraduateDemand» (Уровень востребованности выпускников) и «StdntPretraining» (Уровень довузовской подготовки студентов), которые позволяют оценить возможное отношение потребителей (студентов) к предприятию.

Выходная ЛП «G_Performance» (Производительность) включает входные ЛП «EquipmentAmount» (Уровень соответствия средств измерений и испытательного оборудования технологическим требованиям), «ManualProvision» (Уровень обеспеченности учебно-методической и интегрированной продукцией), «MPlanCompletion» (Степень выполнения плана модернизации), «PrCSSDuplication» (Степень дублирования процессов) и «PStaffAnchorty» (Уровень остепененности преподавательского состава), которые позволяют дать оценку возможной производительности предприятия.

Выходная ЛП «G_Quality» (Качество) включает входные ЛП «NIOKRCompletion» (Уровень выполнения плана НИОКР), «NIOKRTiming» (Степень выполнения плана НИОКР в установленные сроки), «QGoalCompletion» (Степень выполнения целей в области качества), «QMStaffCompetity» (Степень компетентности персонала в сфере менеджмента качества), «RoomProvision» (Уровень обеспечения помещениями) и «RsrsProvision» (Уровень обеспечения материально-технологическими ресурсами), которые позволяют оценить работу предприятия в области качества.

Выходная ЛП «G_Responsibility» (Ответственность) включает входные ЛП «AdjActivity» (Степень выполнения корректирующих действий по результатам внутреннего аудита), «ETrnnngCompletion» (Уровень воспитательной деятельности), «IAPCompletion» (Уровень выполнения

программы внутренних аудитов) и «WarnActivity» (Степень выполнения предупреждающих действий по результатам внутреннего аудита), которые позволяют оценить деятельность предприятия в сфере улучшения своей работы

Структура нечёткой модели оценки СМК, реализованной в FuzzyTech, представлена на рис. 1.

Универсальное множество для всех входных ЛП и выходных ЛП, кроме «Effectiveness» (Общая эффективность) представляет собой отрезок [0; 10], который предоставляет оптимальную возможность для оценки необходимых параметров, а также значения этого отрезка удобно разбивать на несколько термов. Универсальное множество для выходной ЛП «Effectiveness» (Общая эффективность) представляет собой отрезок [0; 1], при этом имеется в виду следующая интерпретация результатов [1] (табл. 1).

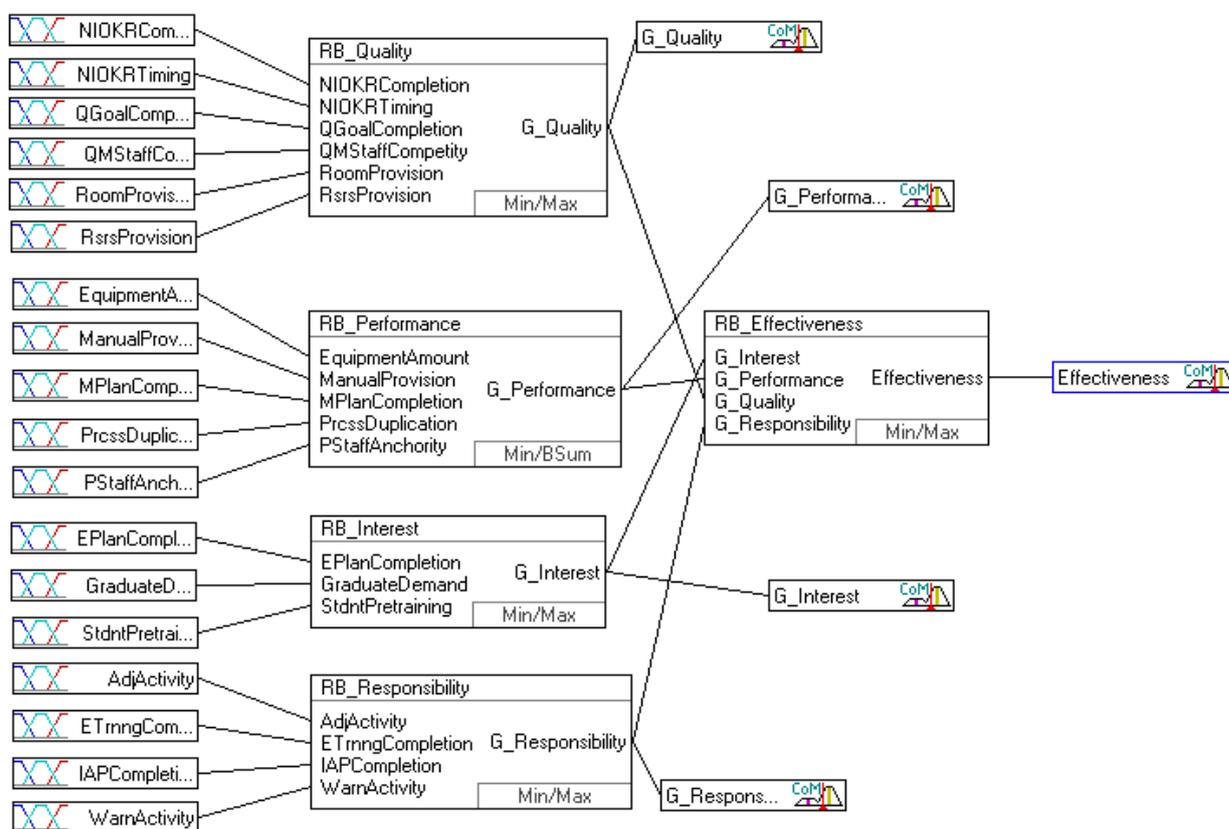


Рисунок 1 – Структура нечёткой модели оценки СМК

Таблица 1. Шкала оценки СМК

Значение оценки	Оценка	Действия относительно СМК
0,8 – 1,0	Очень высокая	Система функционирует результативно, но требует разработки предупреждающих действий (если итоговое значение оценки СМК не равно 1)
0,63 – 0,8	Высокая	Система функционирует результативно, но требует разработки незначительных корректирующих действий

0,37 – 0,63	Средняя	Система функционирует результативно, но требует разработки корректирующих действий
0,2 – 0,37	Низкая	Система функционирует не результативно и требует разработки значительных корректирующих действий
0,0 – 0,2	Очень низкая	Система функционирует не результативно и требует вмешательства высшего руководства (если итоговое значение оценки СМК равно 0, то система требует разработки)

Общее число правил реализованной нечёткой модели рассчитывается от суммы четырёх промежуточных блоков правил и одного результирующего блока, в сумме вся база правил содержит $81 + 27 + 243 + 729 + 81 = 1161$ правил нечётких продукций, при этом следует отметить, что в случае, если не делать промежуточные базы правил, то общее число правил нечётких продукций рассчитывалось бы по формуле 3^{18} , что практически невозможно программно реализовать.

Приведём примеры правил нечётких продукций.

База правил нечетких продукций RB_Effectiveness состоит из (81) правил следующего вида:

Правило № 1: Если «G_Interest = Insufficient» И «G_Performance = Insufficient» И «G_Quality = Insufficient» И «G_Responsibility = Insufficient», то «Effectiveness = Unacceptable».

Правило № 9: Если «G_Interest = Insufficient» И «G_Performance = Insufficient» И «G_Quality = Acceptable» И «G_Responsibility = Acceptable», то «Effectiveness = Satisfactory».

Правило № 30: Если «G_Interest = Passable» И «G_Performance = Insufficient» И «G_Quality = Insufficient» И «G_Responsibility = Acceptable», то «Effectiveness = Unsatisfactory».

Правило № 51: Если «G_Interest = Passable» И «G_Performance = Acceptable» И «G_Quality = Passable» И «G_Responsibility = Acceptable», то «Effectiveness = Acceptable».

Правило № 81: Если «G_Interest = Acceptable» И «G_Performance = Acceptable» И «G_Quality = Acceptable» И «G_Responsibility = Acceptable», то «Effectiveness = Effective».

База правил нечетких продукций RB_Interest состоит из (27) правил следующего вида:

Правило № 1: Если «EPlanCompletion = Insufficient» И «GraduateDemand = Insufficient» И «StdntPretraining = Insufficient», то «G_Interest = Insufficient».

Правило № 11: Если «EPlanCompletion = Passable» И «GraduateDemand = Insufficient» И «StdntPretraining = Passable», то «G_Interest = Passable».

Правило № 27: Если «EPlanCompletion = Acceptable» И «GraduateDemand = Acceptable» И «StdntPretraining = Acceptable», то «G_Interest = Acceptable».

База правил нечетких продукций RB_Performance состоит из (243) правил следующего вида:

Правило № 1: Если «EquipmentAmount = Insufficient» И «ManualProvision = Insufficient» И «MPlanCompletion = Insufficient» И «PrsssDuplication = Insufficient» И «PStaffAnchorty = Insufficient», то «G_Performance = Insufficient».

Правило № 211: Если «EquipmentAmount = Acceptable» И «ManualProvision = Passable» И «MPlanCompletion = Acceptable» И «PrsssDuplication = Passable» И «PStaffAnchorty = Insufficient», то «G_Performance = Acceptable».

Правило № 243: Если «EquipmentAmount = Acceptable» И «ManualProvision = Acceptable» И «MPlanCompletion = Acceptable» И «PrsssDuplication = Acceptable» И «PStaffAnchorty = Acceptable», то «G_Performance = Acceptable».

База правил нечетких продукций RB_Quality состоит из (729) правил следующего вида:

Правило № 28: Если «NIOKRCompletion = Insufficient» И «NIOKRTiming = Passable» И «QGoalCompletion = Insufficient» И «QMStaffCompetity = Insufficient» И «RoomProvision = Insufficient» И «RsrsProvision = Insufficient», то «G_Quality = Insufficient».

Правило № 228: Если «NIOKRCompletion = Acceptable» И «NIOKRTiming = Acceptable» И «QGoalCompletion = Passable» И «QMStaffCompetity = Insufficient» И «RoomProvision = Insufficient» И «RsrsProvision = Acceptable», то «G_Quality = Passable».

Правило № 729: Если «NIOKRCompletion = Acceptable» И «NIOKRTiming = Acceptable» И «QGoalCompletion = Acceptable» И «QMStaffCompetity = Acceptable» И «RoomProvision = Acceptable» И «RsrsProvision = Acceptable», то «G_Quality = Acceptable».

База правил нечетких продукций RB_Responsibility состоит из (81) правил следующего вида:

Правило № 1: Если «AdjActivity = Insufficient» И «ETrnngCompletion = Insufficient» И «IAPCompletion = Insufficient» И «WarnActivity = Insufficient», то «G_Responsibility = Unacceptable».

Правило № 56: Если «AdjActivity = Acceptable» И «ETrnngCompletion = Insufficient» И «IAPCompletion = Insufficient» И «WarnActivity = Passable», то «G_Responsibility = Passable».

Правило № 81: Если «AdjActivity = Acceptable» И «ETrnngCompletion = Acceptable» И «IAPCompletion = Acceptable» И «WarnActivity = Acceptable», то «G_Responsibility = Acceptable».

Правило № 51: Если «G_Interest = Passable» И «G_Performance = Acceptable» И «G_Quality = Passable» И «G_Responsibility = Acceptable», то «Effectiveness = Acceptable».

На рисунке 2 приведём фрагмент реализованных в FuzzyTech блоков правил нечётких продукций.

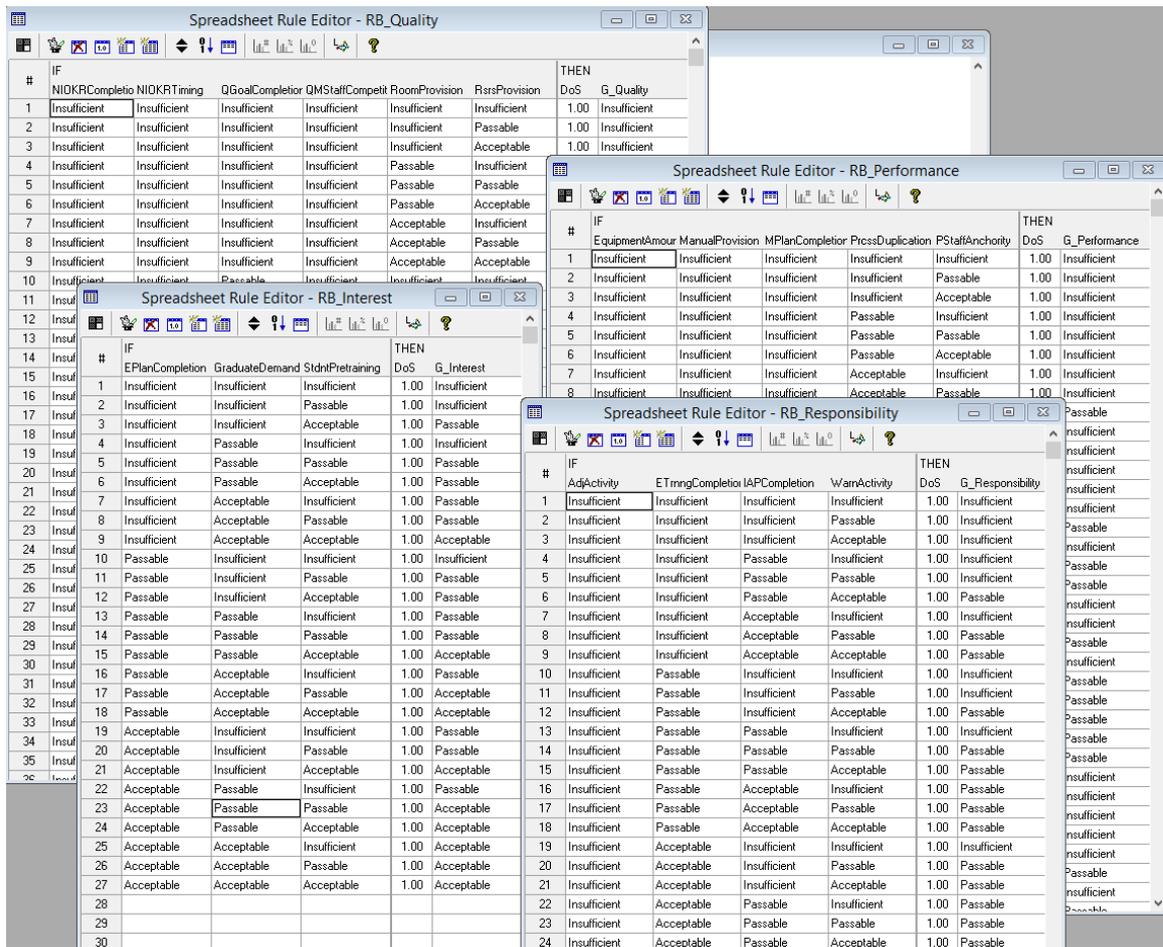


Рисунок 2 – Фрагмент программной реализации нечеткой модели оценки СМК

На рисунке 3 представлен тестовый пример, при этом большая часть критериев оценены достаточно высоко, а общая результирующая оценка равна 0,8959, что интерпретируется по табл. 1 как «Система функционирует результативно, но требует разработки предупреждающих действий».

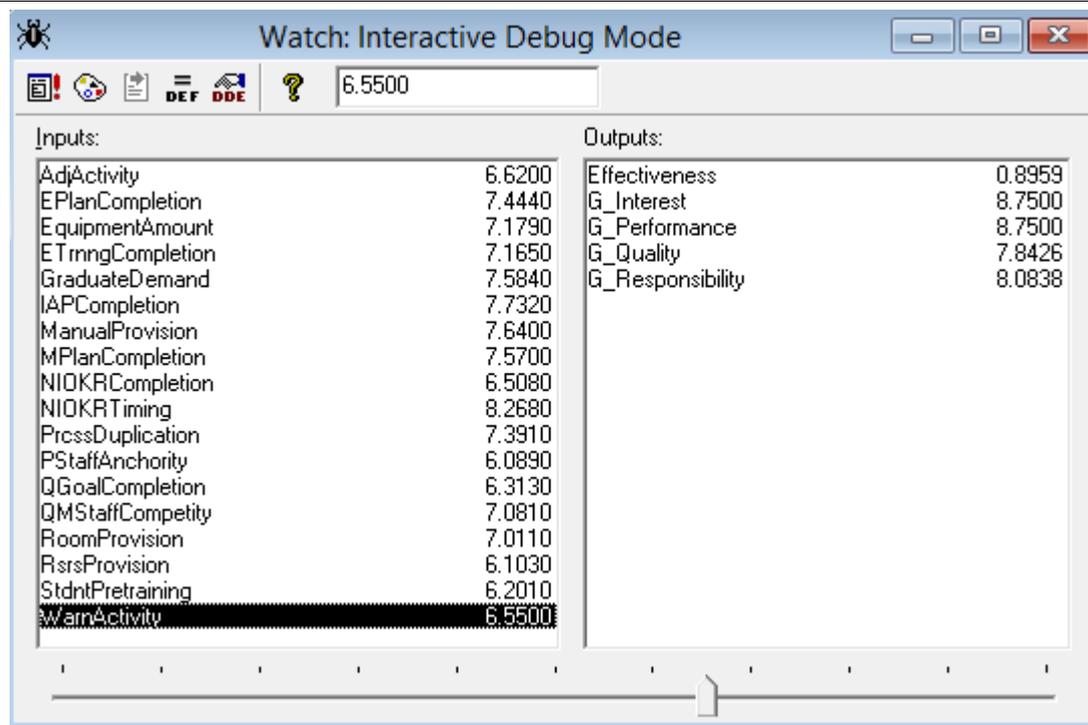


Рисунок 3 – Тестовый пример нечеткой модели оценки СМК

Таким образом, в результате работы нечёткая модель разбита на несколько подмоделей, которые в сумме дают оптимальную оценку СМК вуза. Сформирована база правил нечетких продукций, состоящая из 1161 правил, реализован алгоритм нечеткого вывода, а также разработан пользовательский интерфейс приложения для автоматического получения оценки СМК вуза. Пользовательский интерфейс позволяет вносить информацию по входным лингвистическим переменным и автоматически вычислять значение результирующей выходной, при этом приведена таблица с интерпретацией результатов. Реализованное программное приложение протестировано на многочисленных тестовых примерах. Тестирование показало работоспособность разработанного приложения и адекватность тестовым примерам.

Библиографический список

1. Аглиева В.Ф. Система менеджмента качества вуза и оценка ее результативности // Проблемы и перспективы развития образования в России. 2010. № 6. С. 325-329..
2. Radwan M. N., Senousy M. B., Riad A. E. D. M. A new expert system for learning management systems evaluation based on neutrosophic sets //Expert Systems. 2016. Т. 33. №. 6. С. 548-558.
3. Dorokhov O., Dorokhova L. Fuzzy model in fuzzy-tech environment for the evaluation of transportation's quality for cargo enterprises in Ukraine //Transport and Telecommunication. 2011. Т. 12. №. 1. С. 25-33. URL: http://www.tsi.lv/sites/default/files/editor/science/Research_journals/Tr_Tel/2011/V1/12_1-4.pdf