

Система автоматической оценки деятельности образовательного учреждения

Седова Нелли Алексеевна

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Магистрант

Аннотация

В работе приводится описание нечеткой модели для автоматической оценки деятельности образовательного учреждения по системе менеджмента качества. Нечеткая модель реализована в среде FuzzyTECH и содержит 9 входных и 4 (три из них промежуточных, а четвертая – итоговая) выходных лингвистических переменных. Тестирование показывает работоспособность модели и адекватность тестовым примерам.

Ключевые слова: система менеджмента качества, образование, нечеткая система

A system of automatic evaluation of an educational institution

Sedova Nelly Alekseevna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

master's student

Abstract

The paper describes a fuzzy model for the automatic evaluation of an educational institution according to the quality management system. The fuzzy model is implemented in FuzzyTECH and contains 9 input and 4 (three of them are intermediate, and the fourth is the final) output linguistic variables. Testing shows the efficiency of the model and adequacy of test cases.

Keywords: quality management system, education, fuzzy system

В работе [1] предлагается методика оценки системы менеджмента качества (СМК) как универсального средства оптимизации деятельности образовательного учреждения. В настоящей работе предлагается модель на базе теории нечётких множеств для автоматической оценки СМК. 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] показателей качества в сфере образовательных услуг выделены следующие 9 входных и 4 (три из них промежуточных, а четвертая – итоговая) выходных лингвистических переменных.

Первая входная ЛП «CnsmrContanement» (Удовлетворенность потребителей) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Вторая входная ЛП «ImpactOnSociety» (Влияние на общество) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Третья входная ЛП «Management» (Лидирующая роль руководства) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Четвертая входная ЛП «Partnership» (Партнерство и ресурсы) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Пятая входная ЛП «Production» (Продукция и услуги) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Шестая входная ЛП «QualityPolitics» (Политика в области качества) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Седьмая входная ЛП «ResultOfWork» (Результаты работы) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Восьмая входная ЛП «Staff» (Персонал) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Девятая входная ЛП «StaffContanement» (Удовлетворенность персонала) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Первая выходная ЛП «GeneralGrade» (Общая оценка) характеризуется базовым терм-множеством {Unacceptable (Неприемлемо), Limit (На границе допустимого), Acceptable (Приемлемо), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «Unacceptable» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.163$, $b = 0.3254$, терм «Limit» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.163$, $b = 0.3254$, $c = 0.4905$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.3254$, $b = 0.4905$, $c = 0.6543$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.4905$, $b = 0.6543$,

$c = 0.818$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.6543$, $b = 0.818$.

Вторая выходная ЛП «Possibilities1» (Возможности1) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Третья выходная ЛП «Possibilities2» (Возможности2) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

Четвертая выходная ЛП «Results» (Результаты) характеризуется базовым терм-множеством {DoNotConsider (Не рассматривать), Acceptable (Удовлетворительно), Good (Хорошо), Perfect (Отлично)}, при этом терм «DoNotConsider» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2.4$, $b = 3.1$, $c = 3.8$, терм «Good» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.1$, $b = 3.8$, $c = 4.5$, терм «Perfect» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 3.8$, $b = 4.5$.

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

Универсальное множество для всех входных ЛП и промежуточных выходных ЛП «Possibilities1» (Возможности1), «Possibilities2» (Возможности2) и «Results» (Результаты) представляет собой отрезок $[1; 5]$, а для выходной ЛП «GeneralGrade» (Общая оценка) – отрезок $[0.163; 0.818]$, при этом имеется в виду следующая интерпретация результатов [1] (табл. 1).

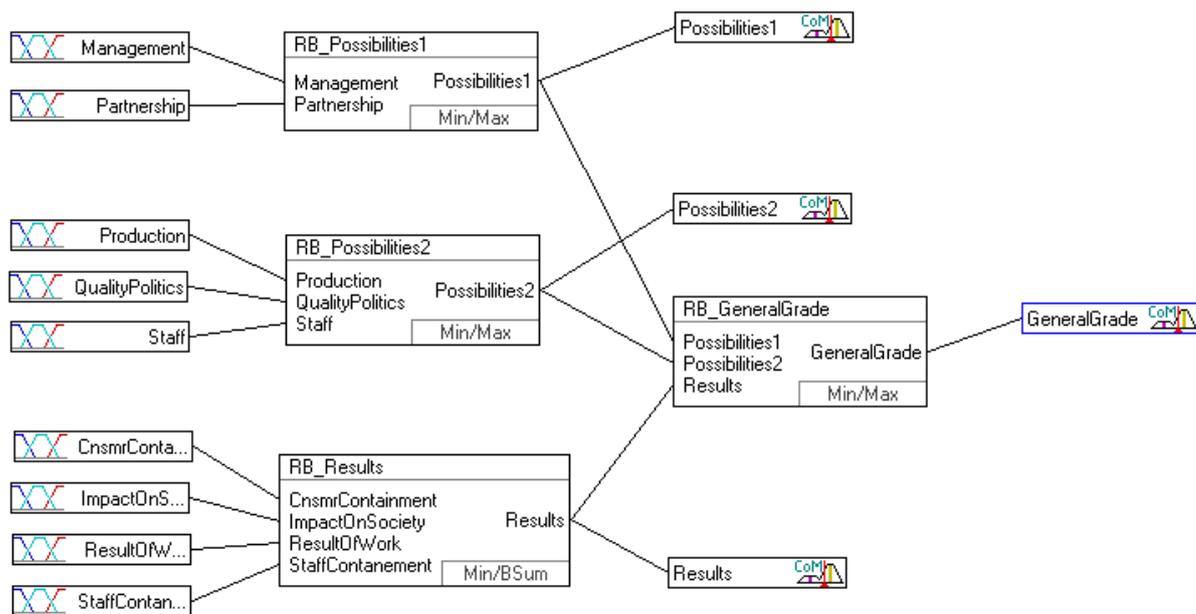


Рисунок 1 – Структура нечёткой модели оценки СМК

Таблица 1. Шкала оценки СМК

Значение оценки	Оценка	Характеристика полученного значения оценки
0,656 – 0,818	Отлично	СМК работает эффективно.
0,545 – 0,655	Хорошо	Образовательная организация не в полной мере использует СМК
0,409 – 0,544	Удовлетворительно (приемлемо)	Образовательная организация не осознаёт практической пользы от внедрения СМК
0,327 – 0,408	Предел	В образовательной организации СМК существует формально, приемлемо работают отдельные элементы
0,163 – 0,326	Неприемлемо	СМК существует формально

Общее число правил реализованной нечёткой модели рассчитывается от суммы трёх промежуточных блоков правил и одного результирующего блока, в сумме вся база правил содержит $64 + 16 + 64 + 256 = 400$ правил нечётких продукций, при этом следует отметить, что в случае, если не делать три промежуточных базы правил, то общее число правил нечётких продукций рассчитывалось бы по формуле 4^9 , что практически невозможно программно реализовать.

Приведём примеры правил нечётких продукций.

База правил нечетких продукций RB_GeneralGrade состоит из 64 правил следующего вида:

Правило № 1: Если «Possibilities1 = DoNotConsider» И «Possibilities2 = DoNotConsider» И «Results = DoNotConsider», то «GeneralGrade = Unacceptable».

Правило № 13: Если «Possibilities1 = DoNotConsider» И «Possibilities2 = Perfect» И «Results = DoNotConsider», то «GeneralGrade = Limit».

Правило № 52: Если «Possibilities1 = Perfect» И «Possibilities2 = DoNotConsider» И «Results = Perfect», то «GeneralGrade = Good».

Правило № 64: Если «Possibilities1 = Perfect» И «Possibilities2 = Perfect» И «Results = Perfect», то «GeneralGrade = Perfect».

База правил нечетких продукций RB_Possibilities1 состоит из 16 правил следующего вида:

Правило № 1: Если «Management = DoNotConsider» И «Partnership = DoNotConsider», то «Possibilities = DoNotConsider».

Правило № 6: Если «Management = Acceptable» И «Partnership = Acceptable», то «Possibilities = Acceptable».

Правило № 16: Если «Management = Perfect» И «Partnership = Perfect», то «Possibilities = Perfect».

База правил нечетких продукций RB_Possibilities2 состоит из 64 правил следующего вида:

Правило № 1: Если «Production = DoNotConsider» И «QualityPolitics = DoNotConsider» И «Staff = DoNotConsider», то «Possibilities = DoNotConsider».

Правило № 22: Если «Production = Acceptable» И «QualityPolitics = Acceptable» И «Staff = Acceptable», то «Possibilities = Acceptable».

Правило № 64: Если «Production = Perfect» И «QualityPolitics = Perfect» И «Staff = Perfect», то «Possibilities = Perfect».

База правил нечетких продукций RB_Results состоит из 256 правил следующего вида:

Правило № 1: Если «CnsmrContanement = DoNotConsider» И «ImpactOnSociety = DoNotConsider » И «ResultOfWork = DoNotConsider » И «StaffContanement = DoNotConsider », то «Results = DoNotConsider ».

Правило № 109: Если «CnsmrContanement = Acceptable» И «ImpactOnSociety = Good» И «ResultOfWork = Perfect» И «StaffContanement = DoNotConsider », то «Results = Acceptable».

Правило № 175: Если «CnsmrContanement = Good» И «ImpactOnSociety = Good» И «ResultOfWork = Perfect» И «StaffContanement = Good», то «Results = Good».

Правило № 256: Если «CnsmrContanement = Perfect» И «ImpactOnSociety = Perfect» И «ResultOfWork = Perfect» И «StaffContanement = Perfect», то «Results = Perfect».

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

The image shows three overlapping windows of a 'Spreadsheet Rule Editor' software. Each window contains a table of fuzzy logic rules. The first window, 'RB_Possibilities1', has columns for 'IF' (Management, Partnership) and 'THEN' (DoS, Possibilities1). The second window, 'RB_Possibilities2', has columns for 'IF' (Production, QualityPolitics, Staff) and 'THEN' (DoS, Possibilities2). The third window, 'RB_GeneralGrade', has columns for 'IF' (Possibilities1, Possibilities2, Results) and 'THEN' (DoS, GeneralGrade). The rules in these tables define the fuzzy inference process for a specific model.

Рисунок 2 – Фрагмент программной реализации нечеткой модели оценки СМК

На рисунке 3 представлен тестовый пример, при этом четыре параметра имеют значения, равные пяти, а остальные входные параметры имеют значения, равные больше трёх, а общая результирующая оценка равна 0,7036, что интерпретируется по табл. 1 как «СМК работает эффективно», однако получившееся значение оценки ближе к началу диапазона, что можно также подвергнуть дополнительному анализу.

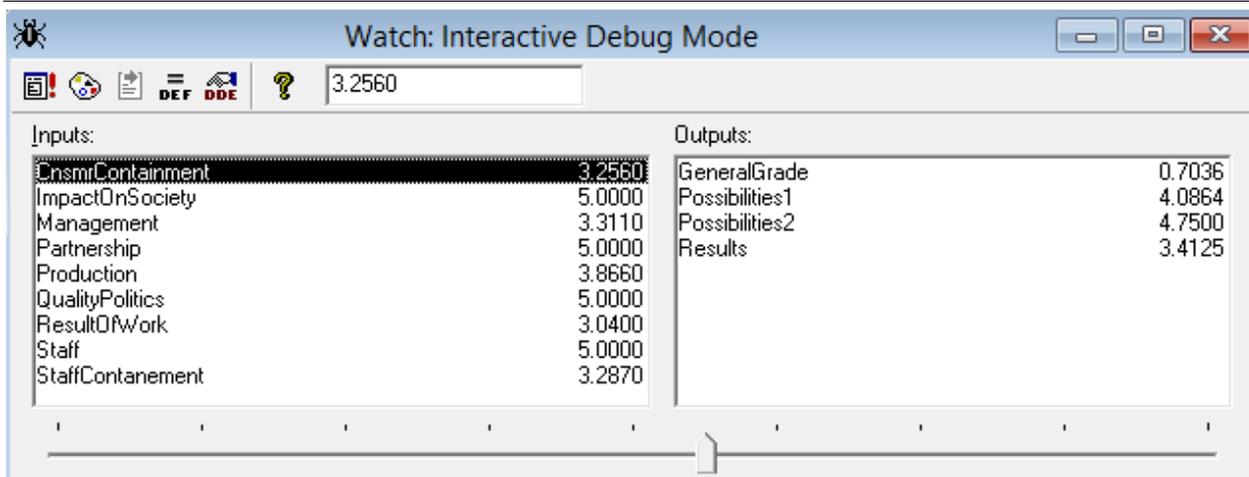


Рисунок 3 – Тестовый пример нечеткой модели оценки SMK

Таким образом, в результате работы нечёткая модель разбита на несколько подмоделей, которые в сумме дают оптимальную оценку SMK. Сформирована база правил нечетких продукций, состоящая из 400 правил, реализован алгоритм нечеткого вывода, а также разработан пользовательский интерфейс приложения для автоматического получения оценки SMK для образовательного учреждения. 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. Гринкруг Л.С., Хильченко Л.Н., Аверина О.В., Кулагина О.В. квалиметрия как механизм совершенствования системы менеджмента качества в вузе // Перспективы науки. 2013. № 1 (40). С. 086-091.
2. Dorokhov A., Dorokhova L. Fuzzy model in Fuzzytech 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
3. Radwan M. N., Senousy M. B., M. Riad A. E. D. A new expert system for learning management systems evaluation based on neutrosophic sets // Expert Systems. 2016. Т. 33. №. 6. С. 548-558.