

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ. МЕТОД И МЕТОДИКА

В.В. Сидорин

*Институт испытаний и сертификации вооружений и военной техники
Россия, 111024, Москва, ш. Энтузиастов, д. 11*

Введение. Представлено решение актуальной проблемы повышения объективности в оценке результативности системы менеджмента организации для обоснования принимаемых решений в отношении её деятельности. Результативность системы менеджмента организации моделируется нечёткой системой двустороннего взаимодействия организации-поставщика с потребителем. Входные, чёткие параметры системы – оценка организацией-поставщиком результативности своей системы менеджмента качества и удовлетворённость потребителей деятельностью поставщика по количеству рекламаций в получаемой от него продукции.

Данные и методы. Задача повышения объективности оценки результативности системы менеджмента организации решена на основе теории нечётких множеств и концепции нечёткой логики, моделированием оценок функциями принадлежности.

Полученные результаты. Результат анализа функций принадлежности в нечёткой системе, её выходной параметр – оценка результативности системы менеджмента, учитывающая двустороннюю её оценку обеими взаимодействующими сторонами. Результаты оценки, удовлетворяющие интересам и потребностям взаимодействующих сторон, позволяют преодолеть конфликт интересов сторон и могут стать основой для разработки и реализации обеими сторонами решений по управлению и совершенствованию совместной деятельности.

Заключение. Методика реализации метода содержит последовательность действий, адаптированных к особенностям объекта оценки – системы менеджмента организации.

Ключевые слова: система менеджмента, удовлетворённость потребителей, система менеджмент качества, рекламации, теория нечётких множеств, лингвистические переменные, функции принадлежности, фаззификация, дефаззификация

Для цитирования:

Сидорин В.В. Оценка результативности системы менеджмента организации на основе теории нечётких множеств. Метод и методика // Организатор производства. 2025. Т.33. № 1. С. 7-21. DOI: 10.36622/1810-4894.2025.13.86.001

PERFORMANCE EVALUATION OF THE ORGANISATION MANAGEMENT SYSTEM ON THE BASIS OF FUZZY SETS THEORY. METHOD AND TECHNIQUE

V.V. Sidorin

Сведения об авторах:

Сидорин Виктор Викторович (wvsid@yandex.ru), д-р тех. наук, профессор, руководитель Учебного центра

On authors:

Shkarupeta Elena V. (9056591561@mail.ru), Doctor of Economics, Professor of the Department of Digital and Sectoral Economics

Introduction. *The paper presents a solution to the urgent problem of increasing objectivity in assessing the performance of an organisation's management system to justify the decisions made in relation to its activities. The effectiveness of the organisation's management system is modelled by a fuzzy system of bilateral interaction between the supplier organisation and the consumer. The input, clear parameters of the system are the evaluation by the supplier organisation of the effectiveness of its quality management system and customer satisfaction with the supplier's activity by the number of complaints in the products received from it.*

Data and methods. *The task of increasing the objectivity of evaluation of the organisation's management system performance was solved on the basis of the theory of fuzzy sets and the concept of fuzzy logic, modelling of evaluations by belonging functions.*

Obtained results. *The result of the analysis of belonging functions in the fuzzy system, its output parameter is the assessment of the management system performance, taking into account its bilateral assessment by both interacting parties. The assessment results, satisfying the interests and needs of the interacting parties, allow to overcome the conflict of interests of the parties and can become the basis for the development and implementation by both parties of decisions on management and improvement of joint activities.*

Conclusion. *The method implementation technique contains a sequence of actions adapted to the peculiarities of the assessment object - the organisation's management system.*

Keywords: *management system, customer satisfaction, quality management system, complaints, fuzzy set theory, linguistic variables, membership functions, fuzzification, defuzzification, defuzzification*

For citation:

Sidorin V.V. Performance evaluation of the organisation management system based on the theory of fuzzy sets. Method and technique // Organizer of Production. 2025. Vol. 33. No. 1. Pp. 7-21. DOI: 10.36622/1810-4894.2025.13.86.001

Введение

Модели различных систем менеджмента, отличаясь целями, но основанные на единых принципах и близкие по форме и содержанию, имеют общую структуру и ряд общих элементов [1-3]. Отличия, обусловленные целями той или иной системы, - менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента устойчивого развития, или бережливого производства представляют собой содержание требований к деятельности организации на процессном уровне [1-4]. Наряду с отличиями различных систем менеджмента одна из общих для них составляющих – оценка промежуточных и итоговых результатов деятельности для принятия решений и их реализации воздействием на систему управлением изменениями, коррекцией, корректирующими действиями. Эту

функцию звена обратной связи в управлении системой менеджмента на различных её уровнях выполняют мониторинг и оценка результативности и эффективности процессов, аудиты, анализ со стороны руководства, оценка удовлетворённости потребителей – как внешних, так и внутренних, включая удовлетворённость взаимодействующих организаций в цепи поставок.

Следуя требованиям и рекомендациям стандартов на системы менеджмента, организации должны разработать методы оценки и использовать их результаты для управления системой как средством для достижения целей организации [2-4]. Исходные данные в методах оценки – данные мониторинга, измерения параметров процессов и продукции, данные аудитов, различные свидетельства удовлетворённости потребителей.

Достоверность оценок определяет адекватность принимаемых решений и эффективность управления системой на их основе. Для этого результаты оценки должны быть чувствительны к изменениям в объектах оценки, приводящих или ведущих к отклонениям от установленных для них целей. Это обуславливает требования к составу, качественным и количественным показателям, по которым оцениваются процессы и система менеджмента в целом. Число градаций в оценке определяет степень соответствия значимости принимаемых решений выявленной проблеме и соразмерность предпринимаемых действий для их реализации. Методами, основанными на измерительной информации, или на информации, полученной экспертными методами, дать такую оценку не всегда предоставляется возможным.

Ещё одна особенность оценки процессов и деятельности систем менеджмента в целом заключается в двустороннем подходе к получению результата оценивания. Итоговая оценка деятельности системы менеджмента представляет собой результат, учитывающий её оценку как со стороны руководства организации – т.е. первой стороны, так и оценку удовлетворённости потребителя - второй стороны [2-4]. На процессном уровне в системах менеджмента организации применяются тот же подход – оценка результатов как первой стороной, исполнителем, так и второй – внутренним потребителем - исполнителем последующего процесса. В цепочке поставок оценка взаимодействия организаций оценивается так же, т.е. обеими взаимодействующими сторонами. Каждая из организаций является и поставщиком по отношению к организации, следующей в цепочке поставок, и потребителем по отношению к организации предшествующей. При этом оценка первой стороны своей деятельности на основе собственных методов, критериев и

информации направлена на поиск и реализацию решений, имеющих цель обеспечить организации устойчивое развитие, защиту от нежелательных с точки зрения организации факторов внешней среды, в т.ч. и посредством отклонения завышенных требований со стороны организаций-заказчиков, исключения рисков и угроз и других влияний, связанных с внешними воздействиями. Решения, принимаемые организацией на основе этой оценки, разрабатываются и реализуются с учётом возможностей и ограничений её внутренней среды.

Оценка второй стороны заключается, напротив, в стремлении исключить проблемы, связанные с деятельностью поставщика в своей деятельности на ранних стадиях жизненного цикла. С этой позиции потребитель предъявляет к поставщику требования, односторонне исходя из своих потребностей без должной оценки возможностей поставщика. В результате возникает конфликт интересов, каждая из взаимодействующих сторон, преследуя собственные интересы и предъявляя завышенные требования к поставщикам с одной стороны, и ограничиваясь имеющимися возможностями - с другой, вместе снижают эффективность взаимодействия в интересах общей объединяющей их цели в цепочке поставок [5-7].

Преодолеть конфликт интересов взаимодействующих сторон позволит решение, принимаемое на основе оценки методом, совмещающим оценки одного и того же объекта обеими сторонами, относится ли это к оцениванию отдельных процессов в системе, системы менеджмента в целом, продукции организации, или к взаимодействию организаций в цепи поставок. Такая возможность содержится в подходе, основанном на теории нечёткой логики и нечётких множеств, что позволяет использовать и обрабатывать большие объёмы информации методами и средствами цифровых информационных

технологий и получать множество вариантов решений для различных критериев оценки.

Необходимость обращения к методологии нечёткой логики обусловлена потребностью в получении аналитическими методами более достоверных результатов оценки, чувствительных к изменениям в оцениваемых объектах. Это и отдельные процессы системы менеджмента, и системы менеджмента в целом, и взаимодействующие организации, объединённые общей целью. Полученные таким образом результаты оценки, удовлетворяющие интересам и потребностям взаимодействующих сторон, преодолевают конфликт интересов, могут быть приняты и использованы обеими сторонами для разработки и реализации решений по управлению и совершенствованию совместной деятельности.

Метод оценки результатов деятельности в системе менеджмента на основе нечёткого моделирования взаимодействия сторон

Цель и назначение метода – оценка результативности менеджмента организации достигается моделированием взаимодействия организации-поставщика и потребителя нечёткой системой, входами для анализа в которой методами нечёткой логики используется самооценка организацией поставщиком своей системы менеджмента качества (СМК) и данные об удовлетворённости потребителей. СМК организации с некоторой степенью условности отождествляется с системой менеджмента (СМ) организации на том основании, что согласно концепции Всеобщего менеджмента качества (TQM), имея целью обеспечение качества создаваемой продукции, она на различных стадиях жизненного цикла использует подходы различных систем менеджмента. В их числе – менеджмент риска, стратегический и проектный менеджмент,

менеджмент персонала, менеджмент безопасности и охраны труда, менеджмент бережливого производства. Метод рассматривается на примере оценки системы менеджмента качества (СМК) организации по двум критериям: критериям организации поставщика продукции потребителю и по критериям оценки удовлетворённости организации-потребителя получаемой от поставщика продукции.

Взаимодействующие организации – создающая и поставляющая продукцию с одной стороны и организация её получающая – с другой рассматриваются как нечёткая система [8]. Оценка совместной деятельности взаимодействующих организаций для её оптимизации через принимаемые решения и реализующие их действия на основе такой оценки – цель и результат метода, достижение которого требует решения задачи сопряжения двух процессов. Один из них – оценка выполнения организацией поставщиком требований к создаваемой продукции в результате деятельности СМК, а второй – оценка восприятия продукции потребителем, его удовлетворённости.

Структура и содержание метода для одного из возможных применений – оценки результативности менеджмента организации на основе теории нечёткой логики и нечётких множеств включает следующие этапы (рис. 1):

1. Формулирование проблемы и цели её решения. Определение и установление входов – чётких величин, характеризующих деятельность СМК, необходимых для реализации метода и получения требуемого результата.

2. Фаззификация – переход к нечёткости, приведение входных чётких величин – результативности СМК и удовлетворённости потребителей к нечётким – лингвистическим переменным. Формулирование лингвистических переменных и составление функции (функций) принадлежности для них.

Теория и методы организации производства

Описание лингвистических переменных функцией принадлежности.

3. Выбор системы правил обращения с лингвистическими переменными с целью формулирования нечёткого логического вывода.

4. Преобразование лингвистических переменных с помощью системы правил и получение нечёткого логического вывода.

5. Дефаззификация – обратный переход от нечёткого логического вывода к величине - выходного параметра объекта оценки - выходного параметра объекта оценки.

6. Получение выходов – величины - выходного параметра объекта оценки.



Рис. 1. Действия и их результаты в методе оценки результативности менеджмента организации

Параметром–показателем выполнения требования к продукции и деятельности

организации поставщика в целом может быть оценка результативности или/и

эффективности её СМК, а оценкой удовлетворённости потребителя, как один из возможных критериев оценки – количество рекламаций продукции, получаемой от поставщика. Этими параметрами также может оцениваться реализация принципов менеджмента качества как «Ориентация на потребителя» и «Менеджмент взаимоотношений».

Метод оценки результативности/эффективности менеджмента организации позволяет объединить и согласовать оценки результатов совместной деятельности обеих сторон – поставщика и потребителя для обоснованного принятия и реализации решений в интересах её оптимизации.

Первая сторона, т.е. поставщик, своё участие оценивает собственной, условно говоря, внутренней оценкой своей системы менеджмента, включая менеджмент качества и менеджмент других видов деятельности. Для этого он использует такие методы как мониторинг, аудиты, как внутренний, так и внешний, - сертификационный, анализ со стороны руководств. Наиболее распространённый подход к оценке удовлетворённости второй стороны – потребителя деятельностью поставщика - по проценту рекламаций в полученной от поставщика продукции. Общее для результатов этих оценок – их неоднозначность, возможность множественности вариантов реагирования на них, различное восприятие их значимости, а соответственно, и принятие различных по своей эффективности решений. Объединить различные оценки для обоснованного принятия решений позволяет концепция нечётких множеств.

Задача, решаемая методом нечёткой логики – согласование двух оценок – первой и второй стороны в их взаимодействии и получение оценки более объективной и принимаемой обеими взаимодействующими сторонами. Входные параметры в методе – две чёткие величины, одна из которых – оценка первой стороны

результативности своей деятельности по результативности СМК на основе мониторинга, внутренних и внешних аудитов, анализа со стороны руководства. Вторая – удовлетворённость потребителей, измеряемая количеством рекламаций в объёме полученной продукции. Решается задача совмещения оценок фаззификацией, т.е. преобразованием чётких входных величин в их лингвистические переменные, свойство которых – объединять в совокупность нечётких множеств такие параметры, границы в градациях которых не имеют чётких однозначно воспринимаемых и принимаемых значений взаимодействующими сторонами. Так, СМК организации в различной степени результативна для поставщика и потребителя её продукции. Причина – в различии системы параметров, принимаемых каждой из сторон для оценки одного и того же объекта, а также мер для обеспечения единства измерений результативности систем менеджмента вообще и СМК в частности. Чётких и однозначно воспринимаемых параметров и их границ нет и в отношении такого показателя, как «удовлетворённость» потребителя». Поэтому для решения задачи совмещения оценок в рассматриваемом методе чётким параметрам «результативность СМК и «количество рекламаций» соответствуют входные лингвистические переменные: α – «результативность СМК» и β - «количество рекламаций продукции». В результате совмещения на выходе должен быть получен результат в виде лингвистической переменной γ - «результативность менеджмента организации».

Диапазону возможных значений в оценке результативности СМК соответствует нечёткое множество A , представляющее собой совокупность пар вида $\langle \alpha, \varphi_\alpha \rangle$. Степень принадлежности φ_α каждого элемента α нечёткого множества A к множеству A описывается функцией

принадлежности $\varphi_\alpha(A)$. Функция принадлежности $\varphi_\alpha(A)$ каждое значение α ставит в соответствие с некоторым числом из интервала его возможных значений. Для параметра «результативность СМК» этот диапазон составляет, например, выбор значений в интервале $[0,9;1,0]$. Т.е., $\varphi_\alpha(A): A \rightarrow [0,9;1,0]$, в котором для каждого α свойственна принадлежность к множеству $A: \forall \alpha \rightarrow \in A$, где \forall – квантор всеобщности свойств для всех α , принадлежащих совокупности множеств A .

Функция принадлежности $\varphi_\alpha(A)$ показывает в какой степени параметр α , т.е. оценка результативности своей СМК организацией-поставщиком, обладает теми или иными свойствами подмножества A : где $\varphi_\alpha(A) = 1$ означает, что параметр α , результативность СМК, в наибольшей степени обладает свойствами совокупности параметров A , т.е. СМК наиболее результативна.

Лингвистической переменной «Результативность СМК» соответствуют два крайних значения диапазона: «высокая» со значением равным «1» и «низкая» (или предельно допустимая, «приемлемая», и т.п.) с нижним значением «0,9» из всего диапазона возможных значений совокупности нечёткого множества A . Между этими крайними значениями диапазона существует множество других значений нечёткого множества оценок параметра «Результативность СМК». Значения функции принадлежности $\varphi_\alpha(A)=1$ и $\varphi_\alpha(A)=0$ соответствуют двум нечётким подмножествам значения результативности СМК: $\varphi_A(A)=1$ означает,

что значение результативности α принадлежит к нечёткому подмножеству A_{\max} – «высокая результативность», а $\varphi_\alpha(A)=0$ соответствует отсутствию принадлежности значения результативности α к множеству A_{\min} – низкая результативность.

В упрощённом варианте оценки лингвистическая переменная «Результативность СМК» состоит из двух составляющих: «высокая» и «низкая» с максимальным и минимальным её значениями: α_{\max} и α_{\min} . Функции принадлежности $\varphi_{\alpha_{\max}}(A)$ и $\varphi_{\alpha_{\min}}(A)$ для двух подмножеств α_{\max} и α_{\min} дополняют друг друга и, следуя правилу разбиения единицы, составляют в совокупности весь диапазон значений оценки результативности параметра α , принадлежащего нечёткому множеству A :

$$\varphi_{\alpha_{\max}}(A) + \varphi_{\alpha_{\min}}(A) = 1; \forall \alpha \rightarrow \in A \quad (1)$$

Для выбранного диапазона значений множества $A \rightarrow [0,9;1,0]$ моделирующие его принадлежность к максимальному и минимальному подмножествам линейные функции принимают вид:

$$\varphi_{\alpha_{\max}}(A) = 10(\alpha - 0,9); \varphi_{\alpha_{\min}}(A) = 10(1 - \alpha) \quad (2)$$

Графики функций принадлежности для подмножеств α_{\max} и α_{\min} для выбранного диапазона их возможных значений $A \rightarrow [0,9;1,0]$ представлены на рис.2.

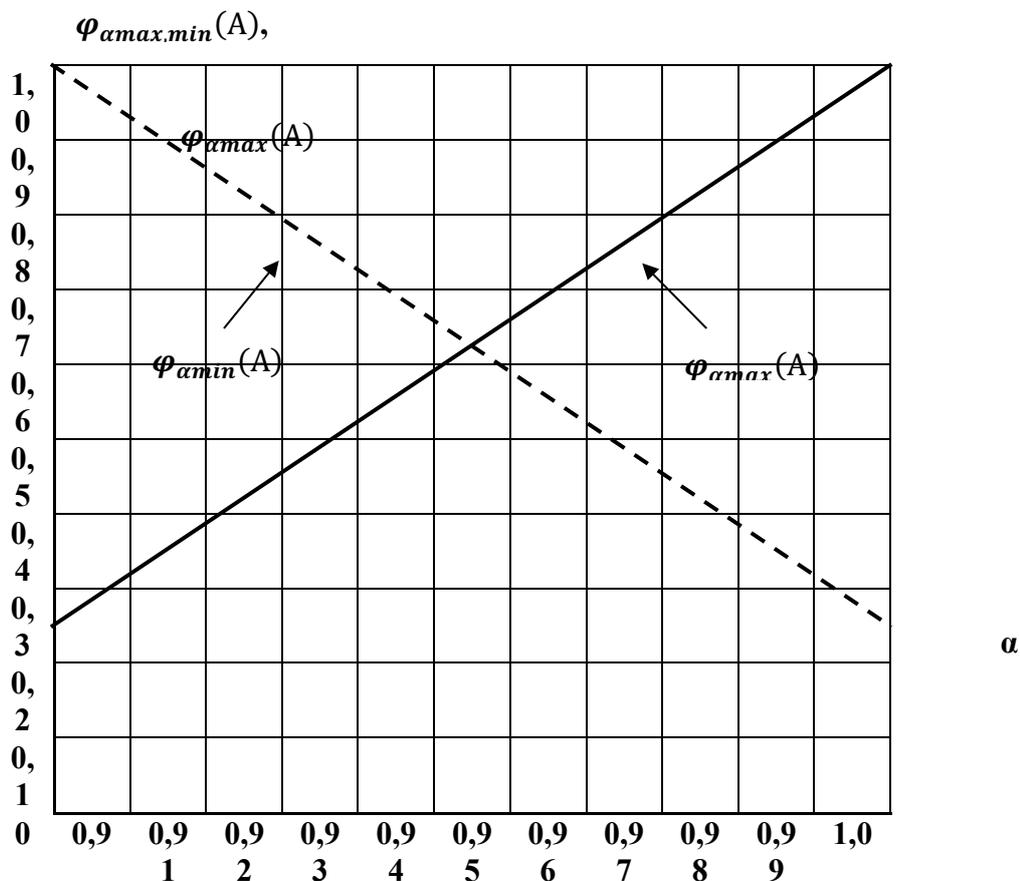


Рис. 2. Функции принадлежности лингвистической переменной «Результативность СМК»

На графике площадь, ограниченная осями координат и линией функции принадлежности $\varphi_{\alpha max}(A)$, - подмножество высокого уровня оценок результативности менеджмента организации, а линией функции принадлежности $\varphi_{\alpha min}(A)$ – подмножество с низким уровнем оценок результативности менеджмента организации. Область пересечения этих подмножеств – подмножество со средней оценкой организацией-поставщиком результативности своей системы менеджмента качества.

Функция принадлежности лингвистической переменной «Удовлетворённость потребителей» по параметру «количество рекламаций продукции» устанавливается подобным образом и также имеет две градации: «высокая» и «низкая». Им соответствуют

два нечётких подмножества из общего числа нечёткого множества $\beta \in B$, соответствующего числу рекламаций продукции В. Нечёткое подмножество β_{min} соответствует незначительному влиянию количества рекламаций на оценку удовлетворённости потребителей, т.е., малому числу рекламаций или их полному отсутствию. Подмножество β_{max} соответствует большому числу рекламаций продукции, отрицательно влияющему на оценку удовлетворённости потребителей. Ему соответствует установленная верхняя граница значений числа рекламаций «не более β_{max} , равная например 0,01% от общего числа полученной продукции от поставщика за установленный период времени.

В соответствии с правилом разбиения единицы соотношение функций

принадлежности $\psi_{\beta min}(B)$ и $\psi_{\beta max}(B)$ для подмножеств β_{min} и β_{max} , соответственно, принимает вид:

$$\psi_{\beta min}(B) + \psi_{\beta max}(B) = 1; \quad \forall \beta \rightarrow \in B; \quad (3)$$

Принимая условие, состоящее в том, что для организации с результативной и эффективной СМК значение числа

рекламаций поставленной потребителю продукции находится в интервале $[0\%; 0,01\%]$, функции принадлежности для подмножеств $\psi_{\beta min}(B)$ и $\psi_{\beta max}(B)$ этого лингвистического параметра принимают вид (рис.3):

$$\psi_{\beta max}(B) = (1 - 10^3 \beta); \quad \psi_{\beta min}(B) = 10^3 \beta \quad (4)$$

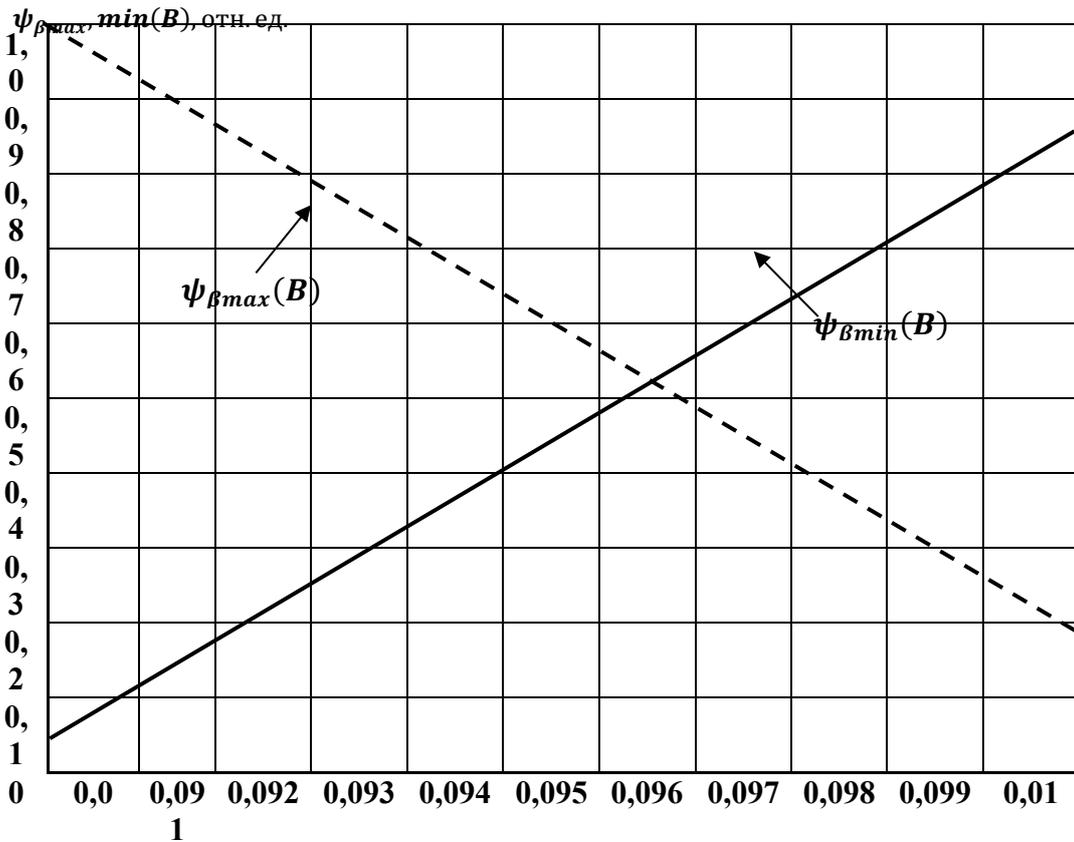


Рис. 3. Функции принадлежности лингвистической переменной «Удовлетворённость потребителей» по параметру «количество рекламаций продукции»

Функция принадлежности параметра β к подмножествам $\psi_{\beta max}(B)$ соответствует высокой степени удовлетворённости, а $\psi_{\beta min}(B)$ — низкой, или неудовлетворительной.

На графике область, ограниченная осями координат и линией $\psi_{\beta max}(B)$ — подмножество с высокой оценкой

удовлетворённости потребителей, а линией $\psi_{\beta min}(B)$ — с низкой.

Общая для этих подмножеств область пересечения — область средних оценок удовлетворённости потребителей.

Лингвистический параметр «Результативность менеджмента организации» оценивается по трём градациям: «низкая или недопустимая»,

«средняя или приемлемая» и «высокая». Он представляет собой объединение оценок по двум лингвистическим переменным: «Результативность СМК», т.е. оценки результативности своей СМК организацией-поставщиком продукции, и «Удовлетворённость потребителей» - по количеству рекламаций продукции, полученной от организации поставщика.

Параметр «Результативность менеджмента организации» объединяет две оценки от каждой из двух взаимодействующих сторон – организации-поставщика и организации-потребителя, повышая тем самым её объективность. Трём градациям в оценке лингвистического параметра «Результативность менеджмента организации» соответствуют три нечётких подмножества γ из множества G ($\forall \gamma \rightarrow \in G$):

γ_s – нечёткое подмножество состояний оценки, соответствующее низкому уровню результативности менеджмента организации, неудовлетворительной её оценке;

γ_m – нечёткое подмножество состояний оценки, соответствующее удовлетворительной оценке результативности менеджмента организации, её среднему, приемлемому уровню;

γ_h – нечёткое подмножество состояний оценки, соответствующее высшему из возможных значений уровню оценки результативности менеджмента организации;

Функция принадлежности этих нечётких множеств распределяются в соответствии с правилом:

$$\delta_{\gamma_s}(G) + \delta_{\gamma_m}(G) + \delta_{\gamma_h}(G) = 1; \quad \forall \gamma \rightarrow \in G; \quad (5)$$

где $\delta_{\gamma_s}(G)$, $\delta_{\gamma_m}(G)$, $\delta_{\gamma_h}(G)$ – три градации в оценке параметра «Результативность менеджмента организации».

Для анализа лингвистических переменных, характеризующих

оцениваемую систему менеджмента организации в представленной нечёткой модели оценки из возможных вариантов выбрана следующая система правил с логическими операторами «И» и «ИЛИ» [8].

Логический оператор «И» означает пересечение двух нечётких множеств с функцией принадлежности пересечения:

$$\delta_{A \cap B} = \min(\varphi(\alpha); \psi(\beta)) \quad (6)$$

Логический оператор «ИЛИ» означает объединение двух нечётких множеств. Функция принадлежности к этому объединению имеет следующий вид:

$$\delta_{A \cup B} = \max(\varphi(\alpha); \psi(\beta)) \quad (7)$$

Для дефаззификации нечётких оценок выбранными лингвистическими переменными и получения чёткой оценки обобщённого показателя результативности системы менеджмента применяется система трех правил. Первое из них:

$$П_1 : \text{если } (\alpha \in \alpha_{min}) \text{ И } (\beta \in \beta_{min}), \text{ то } G \in \gamma_{low}$$

Из этого правила следует, что если обе оценки - результативности СМК организации, и удовлетворённости потребителей относятся к подмножеству «низкая удовлетворённость», то и обобщённая оценка результативности менеджмента организации G низкая, неудовлетворительная.

Второе правило: $П_2$ формулируется следующим образом: если $(\alpha \in \alpha_{max})$ И $(\beta \in \beta_{max})$, то $G \in \gamma_h$, и означает, что если обе оценки - результативности СМК организации, и удовлетворённости потребителей соответствуют высшим уровням своих возможных значений, то и обобщённая оценка результативности

менеджмента организации G высшая, т.е. в высшей степени удовлетворительная.

Из третьего правила: P_3 : если $(\alpha \in \alpha_{max})$ И $(\beta \in \beta_{min})$ ИЛИ $(\alpha \in \alpha_{min})$ И $(\beta \in \beta_{max})$ следует: то $G \in \gamma_m$. Что означает: если оценка результативности СМК организации соответствует максимальным значениям, а оценка удовлетворённости потребителей находится на низком уровне возможных значений, или напротив, оценка результативности СМК организации низкая, а оценка удовлетворённости потребителей на высшем уровне возможных значений, то обобщённая оценка результативности менеджмента организации G соответствует средним значениям.

Преобразование нечёткого логического вывода по установленным правилам к соответствующим чётким значениям оценки системы менеджмента, дефаззификация, даёт уточнённую оценку результативности менеджмента организации, учитывающую как оценку первой, так и второй стороны.

Так, например, если организация оценила результативность своей системы менеджмента качества в интервале допустимых значений от 0,9 до 1,0 на 0,91 баллов, то значение функции её принадлежности к подмножеству низких, неудовлетворительных оценок составит: $\varphi_{Amin}(A) = 10(1 - \alpha) = 10(1 - 0,91) = 0,90$.

Функция принадлежности удовлетворённости потребителей деятельностью организации-поставщика к подмножеству «низкая», оценённая по количеству рекламаций 0,07% от полученной от поставщика продукции, рассчитанная по формуле (4), оказывается равной: $\psi_{Bmin}(\beta) = 10^3 \beta = 0,70$.

Оценке результативности системы менеджмента организации соответствует пересечение двух нечётких множеств $\varphi_{Amin}(\alpha)$ и $\psi_{Bmin}(\beta)$. Принадлежность к пересечению двух нечётких множеств в соответствии с оператором «И» определяется оператором MIN [8]:

$$\delta_{\gamma_s}(G) = \min(\varphi_{Amin}(\alpha); \psi_{Bmin}(\beta)) = \min(0,90; 0,70) = 0,70$$

Полученная оценка результативности системы менеджмента организации, оказывается заниженной по сравнению с собственной оценкой организации-поставщика влиянием негативного вклада в неё оценки удовлетворённости потребителя из-за достаточно большого числа рекламаций в полученной продукции.

Функция принадлежности $\varphi_{Amax}(\alpha)$ собственной оценки результативности СМК организацией-поставщиком к подмножеству «высокая» оценки оказывается равной:

$$\varphi_{Amax}(\alpha) = 10(\alpha - 0,9) = 10(0,91 - 0,90) = 0,10.$$

Функция принадлежности к подмножеству «высокая» удовлетворённости потребителей деятельностью организации-поставщика для того же количества рекламаций 0,07% равна $\psi_{Bmax}(\beta) = 1 - 10^3 \beta = 0,30$.

Принадлежность к пересечению двух нечётких множеств $\varphi_{Amax}(\alpha)$ и $\psi_{Bmax}(\beta)$ в соответствии с оператором «И» определяется оператором MIN [8-11]:

$$\delta_{\gamma_h}(G) = \min(\varphi_{Amax}(\alpha); \psi_{Bmax}(\beta)) = \min(0,10; 0,30) = 0,10$$

Это невысокая и вполне адекватная оценка объясняется тем, что и собственная оценка результативности СМК организацией-поставщиком находится на нижнем уровне по шкале оценок (0,91), а учёт значительного числа рекламаций потребителя в поставленной продукции (0,07%) в ещё большей степени эту оценку занижает и указывает на низкую степень её принадлежности к подмножеству «высокая результативность системы менеджмента».

Значение функции принадлежности к подмножеству с оценкой «средняя» результативности менеджмента организации в соответствии с правилом (5) составляет 0,20.

Принадлежность результативности менеджмента организации к подмножеству

«средняя» определяется по правилу Π_3 оператором MAX [8-11]:

$$\delta_{\gamma m}(G) = \max \left(\min(\varphi_{Amin}(\alpha); \psi_{Bmax}(\beta)); \min(\varphi_{Amax}(\alpha); \psi_{Bmin}(\beta)) \right) = \max((\min(0,90; 0,30); (\min(0,10; 0,70))) = 0,30$$

Сравнение полученных значений степени принадлежности результативности системы менеджмента организации к подмножествам «высокая», «средняя» и «низкая» (0, 70; 0,10; 0,30) позволяет сделать вывод о том, что при значениях результативности СМК равной 0,91 и уровне рекламаций полученной от поставщика продукции 0,07% результативность системы менеджмента организации может быть оценена как средняя со степенью принадлежности к подмножеству 0,30.

Применение трех правил для оценки результативности системы менеджмента организации позволяет получить более достоверное её значение по сравнению с оценкой по двум правилам. Оценка по двум правилам Π_1 и Π_2 , т.е. по пересечению двух подмножеств, относящихся лингвистические параметры к подмножествам «высокая» и «низкая», разность между значениями принадлежности к ним отождествляет как степень принадлежности к подмножеству «средняя результативность». Объединение двух нечётких подмножеств оператором ИЛИ даёт уточнённое степени принадлежности оценки результативности системы менеджмента организации к подмножеству «средняя результативность».

Если же, например, собственная оценка организацией-поставщиком своей СМК ближе к высшим значениям по шкале оценки и составляет 0,98 баллов, значение её функции принадлежности оценки результативности менеджмента организации к подмножеству «низкая» оказывается равной $\varphi_{amin}(A) = 10(1 - \alpha) = 10(1 - 0,98) = 0,20$, а к подмножеству «высокая», соответственно, 0,80.

Если при этом, удовлетворённость потребителя, оцениваемая по количеству рекламаций в полученной от поставщика продукции, составляет 0,04%, то функция принадлежности её к подмножеству «низкая удовлетворённость потребителя» оказывается равной: $\psi_{Bmin}(\beta) = 10^3 \beta = 0,40$, а к подмножеству «высокая удовлетворённость» - 0,60.

Тогда степень принадлежность оценки результативности системы менеджмента организации к подмножеству «низкая результативность», определяемая как пересечение двух нечётких множеств $\varphi_{Amin}(\alpha)$ и $\psi_{Bmin}(\beta)$ оператором MIN, составит:

$$\delta_{\gamma s}(G) = \min(\varphi_{Amin}(\alpha); \psi_{Bmin}(\beta)) = \min(0,20; 0,40) = 0,20$$

а степень принадлежности к подмножеству «высокая результативность», определённая тем же оператором, оказывается равной:

$$\delta_{\gamma h}(G) = \min(\varphi_{Amax}(\alpha); \psi_{Bmax}(\beta)) = \min(0,80; 0,60) = 0,60$$

Степень принадлежности к подмножеству «средняя результативность менеджмента организации» определяемая как разность между значениями функций принадлежности к подмножествам «низкая результативность» $\delta_{\gamma s}(G)$ и «высокая результативность» $\delta_{\gamma h}(G)$ в соответствии с правилом (5) составляет 0,20.

Определив степень принадлежности результативности менеджмента организации по правилу Π_3 оператором MAX, получим её значение: $\delta_{\gamma m}(G) = \max(\min(\varphi_{Amin}(\alpha); \psi_{Bmax}(\beta)); \min(\varphi_{Amax}(\alpha); \psi_{Bmin}(\beta))) = \max((\min(0,20; 0,60); (\min(0,80; 0,40))) = 0,40$

Сравнение значений степени принадлежности к трём подмножествам результативности системы менеджмента – «низкая» - 0,60, «высокая» - 0,20 и «средняя» - 0,60 указывает на более высокую степень принадлежности результативность системы менеджмента к подмножеству «средняя».

Методика оценки результативности системы менеджмента организации методом на основе теории нечётких множеств

Реализация рассмотренного выше метода для оценки результативности системы менеджмента, учитывающая восприятие обеих взаимодействующих сторон состоит в выполнении последовательности процедур, представленных на рис.1 [8-11], адаптированных к особенностям объекта оценки и учитывающим требования к ней. Каждая из них требует дальнейшего разукрупнения, детализации на основе экспертного анализа оцениваемого объекта и включает:

- идентификацию объекта оценки – процесса, системы менеджмента в целом, её цели и назначения, области распространения и описание его совокупностью наиболее значимых, существенных свойств, параметров, характеристик;

- формулирование особенностей проблемы оценки результативности системы менеджмента организации или отдельных её процессов в их взаимодействии с потребителями, требующей решения, установление цели и метода её достижения;

- определение и установление входов для нечёткой системы, моделирующей двустороннее взаимодействие организации-поставщика с потребителем – чётких параметров, характеризующих оцениваемую систему менеджмента организации или/и её процессов – с одной стороны и удовлетворённость потребителей – с другой, необходимых для реализации метода и получения результата оценки;

- анализ деятельности анализируемого объекта – системы менеджмента, процесса, продукции, или какого-либо иного объекта на основе объективной информации о нём. Составление ментальной модели системы менеджмента организации. Описание её структуры и содержания, цели, назначения,

свойств, области распространения, других значимых её особенностей;

- формирование состава наиболее значимых характеристик, параметров системы менеджмента организации для их последующей оценки в нечёткой вербальной модели системы;

- разработку вербальной модели системы, включающей лингвистические правила оценки, определяющие взаимосвязь между входными и выходными параметрами системы;

- разработку нечёткой лингвистической модели системы менеджмента организации, формулирование лингвистических переменных и составление функции (функций) принадлежности для них;

- установление системы правил обращения с лингвистическими переменными, характеризующими оцениваемую СМ;

- преобразование лингвистических переменных, характеризующих оцениваемую СМ, с помощью выбранной системы правил и получение логического вывода – оценки системы менеджмента лингвистическими переменными;

- преобразование нечёткого логического вывода к чётким значениям оценки СМ и получение сбалансированной, двусторонней оценки результативности менеджмента организации.

Дополненная требованиями к источникам информации и компетентности исполнителей документированная методика может стать инструментом для принятия и реализации решений с целью обеспечения и постоянного улучшения системы менеджмента организации [12].

Заключение

Представленные метод и методика по своим возможностям выходят за границы применения, описанного в данной работе, и могут использоваться для оценки результатов совместной деятельности взаимодействующих сторон на любом

уровне, используя в качестве входных данных их оценки. На исполнительском и процессном уровне – это оценки предшествующих и последующих процессов, на уровне взаимодействующих организаций – это самооценки поставщика и удовлетворённость потребителя.

Применение аналитического метода и методики как этапа в принятии и реализации решений экспертным методом на основании полученной оценки результативности отдельных процессов или системы в целом обеспечит более высокую их обоснованность, объективность и эффективность.

Документированная процедура оценки обеспечит идентичность и повторяемость действий различных исполнителей и объективность результатов оценки, их сопоставимость с результатами предшествующих оценок. Единство критериев и процедур методики создаёт возможность сопоставления результатов оценки результативности систем менеджмента различных организаций.

Перспективным направлением развития метода и методики является разработка и применение для анализа в нечёткой системе функций принадлежности, учитывающих большее число различных факторов, влияющих как на деятельность организации, так и на удовлетворённость потребителей, что также повысит степень объективности и достоверности оценки. Не менее значимым направлением развития и применения метода и методики является их применение в выработке и реализации управленческих решений на основании результатов анализа нечёткой модели и полученной сбалансированной и обоснованной оценки взаимодействия поставщика и потребителя в цепи поставок.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 55269-2012 Системы менеджмента организаций. Рекомендации по построению интегрированных систем

менеджмента М.: Стандартиформ. 2021. 6 с.

2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартиформ, 2015. 18 с.

3. ГОСТ Р 58870-2020 ГОСТ Р 58876-2020. Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонной отраслей промышленности. Требования. М.: ИД «Юриспруденция», 2020. 38 с

4. ГОСТ Р 56404-2021. Бережливое производство. Требования к системам менеджмента. М.: Стандартиформ. 2021. 209 с.

5. Сидорин В.В. Процесс обеспечения продукцией, поставляемой внешними поставщиками в СМК организаций авиационной, космической и оборонной отраслей промышленности // Вестник качества. №2. С.3-31.

6. Тяпухин А. П. К вопросу о концепции управления цепями создания ценностей // Управленческое консультирование. 2023. № 11. С. 46-59.

7. Мишура Л.Г., Васильева Л.Г. Оценка поставщика с учётом требований ГОСТ Р ИСО 9001//Экономика. Право. Инновации. 2020. №2. С.4-9.

8. Пегат А. Нечёткое моделирование и управление / А. Пегат; пер. с англ. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

9. Dadone, P. Design Optimization of Fuzzy Logic Systems / P. Dadone. – Blacksburg, 2001. – 197 p.

10. Kandel A. Fuzzy Control Systems / A. Kandel, G. Landholz. – Boca Raton: CRC Press, 1994. – 656 p.

11. Леденёва Т.М., Решетников А.Д. Особенности реализации механизма нечёткого логического вывода в нечётких системах // Международный научно-исследовательский журнал 2021. № 6 (108). Часть 1. С.107-117.

12. Сидорин В.В. Документированная процедура «Аудит системы менеджмента качества организации-поставщика».

Поступила в редакцию – 10 января 2025 г.

Принята в печать – 25 марта 2025 г.

Bibliography

1. GOST R 55269-2012 Management systems of organizations. Recommendations for the construction of integrated management systems M.: Standartinform. 2021. 6 p.
2. GOST R ISO 9001-2015 Quality management system. Requirements. Moscow: Standartinform, 2015. 18 p.
3. GOST R 58870-2020 GOST R 58876-2020. Quality management systems of organizations in the aviation, space, and defense industries. Requirements. Moscow: Publishing house "Jurisprudence", 2020. 38 c
4. GOST R 56404-2021. Lean manufacturing. Requirements for management systems. Moscow: Standartin-form. 2021. 209 p.
5. Sidorin V.V. The process of providing products supplied by external suppliers to the QMS of organizations in the aviation, space and defense industries. // Bulletin of Quality. No. 2. pp.3-31.
6. Tyapukhin A. P. On the issue of the concept of value chain management // Managerial consulting. 2023. No. 11. pp. 46-59.
7. Mishura L.G., Vasilyeva L.G. Supplier assessment taking into account the requirements of GOST R ISO 9001//Economy. Right. Innovation. 2020. No. 2. pp.4-9.
8. Pegat A. Fuzzy modeling and control / A. Pegat; translated from English – M.: Binom. Laboratory of Knowledge, 2009. – 798 p.
9. Dadone, P. Design Optimization of Fuzzy Logic Systems / P. Dadone. – Blacksburg, 2001. – 197 p.
10. Kandel A. Fuzzy Control Systems / A. Kandel, G. Landholz. – Boca Raton: CRC Press, 1994. – 656 p.
11. Ledeneva T.M.1 , Reshetnikov A.D. Features of the implementation of the fuzzy inference mechanism in fuzzy systems // International Scientific Research Journal 2021. № 6 (108) ▪ Part 1 pp.107-117.
12. Sidorin V.V. Documented procedure "Audit of the quality management system of the supplier organization". Development recommendations // 2024. Bulletin of Quality. No. 2. pp.12-40.

Received – 10 January 2025

Accepted for publication – 25 March 2025