

Нечеткая модель экспертной оценки плохо формализуемых факторов в экономике

Д. М. Назаров¹, С. В. Бегичева², Я. П. Силин³

ФГБОУ ВО Уральский государственный экономический университет

¹slup2005@mail.ru, ²begichevas@mail.ru, ³silin@usue.ru

Аннотация. Вопросы, связанные с обработкой экспертных оценок, являются краеугольными в аналитическом представлении плохо формализуемых факторов экономических процессов. В статье приведена методика обработки мнений экспертов относительно оценки плохо формализуемого фактора «корпоративная культура» и приведен пример такой оценки для конкретной организации.

Ключевые слова: плохо формализуемые факторы; экспертная оценка; индекс нечеткости; корпоративная культура

I. ВВЕДЕНИЕ

Современная экономика представляет собой сложную систему на элементы которой оказывают влияние множество различных факторов. Большинство таких факторов являются трудно(плохо)формализуемыми, поэтому разработка технологий анализа и управления такими факторами становится все более актуальной проблемой. Проблемами управления плохо формализуемыми факторами в различных системах посвящено достаточно большое количество научных работ, в которых предлагаются различные подходы к их решению. Наиболее значимые результаты в решении таких проблем были получены благодаря использованию теории когнитивного моделирования, технологии экспертных оценок, теории и практике нечеткого управления и ряда др. Представители зарубежной и отечественных школ нечеткого моделирования плохо формализуемых систем, такие как Д. Дюбуа, Л. Заде, Б. Коско, Е. Мамдани, А.О. Недосекин А.С., В.А. Колемаев, О.И. Ларичев, Е.В. Попов, Н.В. Хованов, У.Р. Эшби и др. предложили эффективные методы решения достаточно широкого класса задач. [6], [7] В работах этих ученых предложены различные методики анализа и представления плохо (слабо) формализуемых факторов, позволяющие учитывать накопленные знания и опыт об их структуре и свойствах с учетом рассматриваемой предметной области, причинно-следственные и ассоциативные зависимости, оценку влияния на исследуемые объекты.

Чтобы понять семантический смысл плохо формализуемого фактора рассмотрим понятие плохо формализуемой задачи. Плохо формализуемые задачи – это задачи, условия которых допускают различные толкования, вплоть до противоречий, поскольку параметры исследуемого объекта определены не полностью, не имеют однозначной аналитической формы, содержат неопределенности. Методы решения таких задач требуют наличия интеллектуальной

составляющей в процессе анализа данных, выборе критериев и средств интерпретации, которые позволяют получить комплекс формализованных задач, имеющих некоторое отношение к исходной задаче. Среди плохо формализуемых задач можно выделить нестационарные задачи, то есть задачи, отличающиеся изменяющимся представлением об объекте и модельным представлением о нем, а также задачи с плохо определенными ограничениями и не полностью определенными зависимостями. В исследовании экономических процессов и явлений такого рода задачи встречаются очень часто, но даже в полностью формализуемых задачах встречаются факторы, которые оказывают значительное влияние на исследуемый процесс, но являются плохо формализуемыми.

Под плохо формализуемыми факторами мы будем понимать такие факторы, которые обладают системной сложностью, степень их влияния на протекающие экономические процессы до конца не изучена, а невозможность их аналитического представления значительно снижает эффективность управления экономической системой. [1]

II. «КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА» КАК ПЛОХО ФОРМАЛИЗУЕМЫЙ ФАКТОР

Исходя из вышесказанного можно предположить, что «корпоративная культура» является плохо формализуемым фактором, поскольку вопрос оценки и ее влияния на устойчивость развития, конкурентоспособность и показатели деятельности организаций является относительно новым и малоизученным в нашей стране и за рубежом. Методы оценки корпоративной культуры были реализованы в работах Д. Денисона, А. Коттера, И. Хэскета, Т. Коллинза, М. Порраса, Д. Майстера, Т.Б. Ивановой, Е.А. Журавлевой, и др. [1] В основу модели оценки плохо формализуемого фактора «корпоративная культура» положим исследования, реализованные Д. Денисоном, который предложил рассматривать ее как синергетическую сумму 4 составляющих: вовлеченность, согласованность, способность к адаптации и миссию компании. Каждая составляющая декомпозируется в соответствии с проведенными исследованиями, в частности, миссия определяет стратегию, цели и задачи, а также видение компании; согласованность — координацию и интеграцию, согласие, ключевые ценности; вовлеченность обеспечивает ориентацию на команду, развитие способностей, передачу полномочий; адаптивность — создание, ориентация на клиента, организационное обучение. [2], [3]

Плохо формализуемый фактор «корпоративная культура» был представлен в виде ациклического графа (рис. 1).



Рис. 1. Формализация фактора «корпоративная культура» в виде ациклического графа, каждая вершина которого – нечеткое множество (в авторской интерпретации)

Нами была разработана методика экспертной оценки результатов анкетирования респондентов, которая основана на основных положениях теории нечетких множеств и построении функций принадлежности с помощью аналитических процедур. Опишем эту методику в виде следующих шагов.

III. МЕТОДИКА ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ АНКЕТИРОВАНИЯ РЕСПОНДЕНТОВ

Построение функций принадлежности и ее нормирование исходя из опроса экспертов.

Пусть требуется составить функции $\mu_{A_{kj}}(x_i^{kj})$. В этом участвуют n экспертов, каждому из которых предложено ответить на m вопросов, содержащих количественную оценку характеристик изучаемых объектов. Каждый экспертная оценка представляет собой целое число в интервале от 1 до p .

1. Экспертные оценки представляются матрицей S :

$$S = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1m} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nm} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $1 \leq s_{ij} \leq p$.

2. Преобразуем матрицу экспертных оценок S в матрицу W – согласованности этих оценок:

$$W = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1m} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{p1} & w_{p2} & \dots & w_{pm} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где w_{kj} – это число экспертов, поставивших оценку g при ответе на j -тый вопрос.

3. Вводим m нечетких множеств с одинаковым носителем $E = \{1, 2, \dots, p\}$. Функции принадлежности каждого из этих множеств вычисляются по формуле

$$\mu_{A_{kj}} = \mu_{g_j}(E) = \frac{w_{gj}}{\max_g (w_{gj})}.$$

4. Записываем все функции принадлежности в виде матрицы M :

$$M = \begin{pmatrix} \mu_{11}(E) & \mu_{12}(E) & \dots & \mu_{1m}(E) \\ \mu_{21}(E) & \mu_{22}(E) & \dots & \mu_{2m}(E) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{p1}(E) & \mu_{p2}(E) & \dots & \mu_{pm}(E) \end{pmatrix}, \quad (3)$$

Каждый столбец матрицы M представляет собой нечеткое множество, показывающее степень согласия экспертов.

5. Для каждого столбца матрицы M (для каждого введенного нами нечеткого множества) вычисляем индекс нечеткости l_i ($i = 1, 2, \dots, m$), характеризующий единство и разброс мнений экспертов по каждому вопросу:

$$L = \{l_1 \dots l_m\}.$$

Рассмотрим показатель «степень согласия экспертов». Очевидно, что если все эксперты имеют примерно одинаковый уровень по критерию «профессионализм», то разбег в оценках будет небольшим, а, следовательно, и индекс нечеткости маленьким, в противном случае наблюдается обратная ситуация. Именно этот факт позволяет оценить расходимость мнений экспертов и сравнить их по стандартной схеме «больше-меньше».

Обратимся к показателю «выбор степени разброса мнений экспертов». Сравнивая индексы нечеткости, полученные при ответе на каждый вопрос, можно найти вопрос, имеющий наибольший и наименьший индекс нечеткости. Вопрос, имеющий наименьший индекс нечеткости мы интерпретируем как вопрос, в котором экспертные мнения наиболее близки друг к другу, а наибольший индекс – как вопрос по которому эксперты разошлись во мнениях.

Каждый индекс, который на рис. 1 был обозначен, как I_{ij} , (i – порядковый номер группы индекса, j – порядковый номер индекса в соответствующей группе) и оценивался по результатам ответов респондентов на 5 вопросов в диапазоне от 1 до 5 баллов и был представлен в виде сингльтона следующего вида:

$$I_{ij} = \frac{\max_i \mu_{I_{ij}}(1)}{1} + \frac{\max_i \mu_{I_{ij}}(2)}{2} + \frac{\max_i \mu_{I_{ij}}(3)}{3} + \frac{\max_i \mu_{I_{ij}}(4)}{4} + \frac{\max_i \mu_{I_{ij}}(5)}{5}. \quad (4)$$

Каждому такому индексу ставим в соответствие индекс нечеткости, который предназначен для учета несогласованности мнений респондентов и показывает степень нечеткости множества ответов респондентов. Кроме этого, мы оценим каждый полученный индекс, проводя процесс

дефаззификации по формуле нахождения центра тяжести в дискретной форме. Обоснованность такой оценки базируется на стандартных инструментах нечеткой логики, в частности, нечеткой импликации.

Действительно, опросник Д. Денисона устроен таким образом, что каждый индекс образует 5 вопросов, то есть логика модели такова «если ответ на вопрос 1 = a_1 и ответ на вопрос 2 = a_2 , и ответ на вопрос 3 = a_3 , и ответ на вопрос 4 = a_4 , и ответ на вопрос 5 = a_5 , то значение индекса = A », значит применяя стандартные правила дефаззификации, мы получим четкую оценку соответствующего индекса. После того как все индексы рассчитаны по правилу (минимуму), получены их функции принадлежности и четкие (дефаззифицированные) оценки мы осуществим переход на следующий уровень иерархии, но при этом будем использовать правило максимума, поскольку, по методике Денисона, каждый из трех индексов (в группе) определяет составляющие следующего уровня иерархии, то есть по сути, каждый индекс в группе определяет отдельное правило для расчета значения составляющей следующего уровня. В завершении вновь проведем процедуру дефаззификации и представим каждый из четырех основных показателей в виде нечеткого множества значений соответствующих индексов.

Процедура дефаззификации производилась по уровням ациклического графа с помощью соотношения:

$$\mu_{KK_i}(x_i) = \max_j \mu_{I_{ij}}(x_i), \quad (5)$$

Процедура, описываемая формулами (4) и (5) повторялась до тех пор, пока не достигли вершины ациклического графа. В конечном итоге была получена оценка самой корпоративной культуры исследуемой организации.

Пользуясь идеологией нечеткого представления и, понимая исследуемый нами имплицитный фактор (корпоративную культуру), как некоторую лингвистическую переменную, логично определить ее уровни, а также уровни ее показателей на всех стратах иерархии:

- 0% - 20% – низкий показатель;
- 21% - 40% – пониженный показатель;
- 41% - 60% – средний показатель;
- 61% - 80% – повышенный показатель;
- 81% - 100% – высокий показатель.

Чтобы привести полученные нами данные к процентному виду, достаточно поделить полученные показатели на 5 – максимальный балл в модели.

Для удобства накопления и обработки результатов нами был создан сервис в сети Интернет с постоянно обновляемой базой данных и возможностью загрузки этих данных в файл Excel (bi.usue.ru).

Нами было исследовано несколько компаний. Результаты одного из исследований представлены на рис. 2.

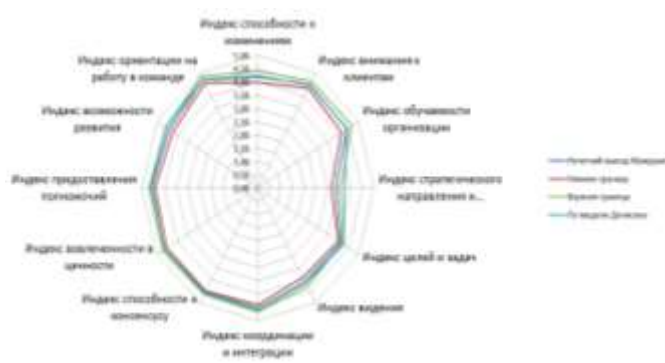


Рис. 2. Графические результаты по исследованию сотрудников ООО «Инвест Вотор Технолоджи» по второму уровню иерархии

Анализ полученных результатов показал, что предложенный алгоритм более точно рассчитывает параметры оценки плохо формализуемого фактора (корпоративная культура) и не противоречит традиционному алгоритму расчета Д. Денисона. [4]

IV. ВЫВОДЫ

Преимущества предложенного алгоритма расчета и интерпретации экспертных данных оценки имплицитного фактора можно сформулировать в виде следующих положений:

1. Применение нечеткого логического вывода в расчетах более адекватно отражает сам смысл модели, основанной на вербально-научных представлениях автора о феномене плохо формализуемого фактора, поскольку не отрицает, что помимо перечисленных автором факторов существуют и другие, не учтенные в модели, а за счет использования аппарата мягких вычислений это удастся учесть более эффективно.
2. Алгоритм Мамдани, подразумевающий взаимосвязанные шаги фаззификации и дефаззификации (по методу центра масс) безусловно более точно, чем среднее, отражает реальный уровень значений составляющих имплицитного фактора.
3. Введенный нами индекс нечеткости, не только отражает степень разброса мнений респондентов, но и служит некоторой числовой оценкой разброса значений полученного результата, позволяющий снизить степень риска неверной оценки исследуемых составляющих, остановившись, например, на нижней границе.
4. Представление результатов оценки составляющих в виде интервалов позволят в дальнейшем провести рандомизацию для построения имитационной модели и получения результатов оценки.
5. Предложенный алгоритм расчета и агрегаций мнений экспертов более экономичен, чем традиционный, поскольку позволяет исследуемым организациям оценить и отследить необходимые показатели с помощью облачного сервиса (bi.usue.ru).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Burns, G.N., Kotrba, L.M., Denison, D.R. (2013) Leader-Culture Fit: Aligning Leadership and Corporate Culture (Book Chapter). The Wiley-Blackwell Handbook of the Psychology of Leadership, Change, and Organizational Development, c. 113-128
- [2] Denison, D.R., Haaland, S., Goelzer, P. (2004) Corporate culture and organizational effectiveness: Is Asia different from the rest of the world? Organizational Dynamics, 33(1), c. 98-109
- [3] Kotrba, L.M., Gillespie, M.A., Schmidt, A.M., Ritchie, S.A., Denison, D.R.. (2012) Do consistent corporate cultures have better business performance? exploring the interaction effects. Human Relations, 65(2), c. 241-262
- [4] Nazarov, D.M. (2017) Fuzzy Model for Assessment of Causality of Factors in Collaborative Economy, Proceedings - 2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics, CBI 2017 2,8012936, c. 28-31
- [5] Norman, T.J., Jennings, N.R., Faratin, P., Mamdani, E.H. (2015) Designing and implementing a multi-agent architecture for business process management. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)1193, c. 261-275
- [6] Zadeh, L.A., Abbasov, A.M., Shahbazova, S.N. (2015) Fuzzy-based techniques in human-like processing of social network data. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems 2015, 23, c. 1-14
- [7] Zadeh, L.A. (2015) Fuzzy logic - A personal perspective. Fuzzy Sets and Systems 281, 2015, c. 4-20