

### НЕЧЁТКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Стратегическое управление оперирует информацией, значительная часть которой содержит неопределённость. Такие данные не могут полно определяться чёткими значениями, части из них вообще нельзя дать прямую количественную оценку. С другой стороны, любые управляющие воздействия должны содержать чётко определённые числовые сигналы: объёмы различных статей затрат, цена, производственные мощности и т.д. Применение специальных математических методов, направленных на работу в условиях неопределённости, с одной стороны, позволяет расширить круг используемых для принятия решений внутренних и внешних параметров, с другой – снизить сложность расчётов до практически приемлемого уровня.

Одной из возможностей, которые предоставляет формальный аппарат теории нечётких множеств, является описание исходных данных задачи стратегического управления, содержащих неопределённость, с помощью нечётких чисел. Нечёткие количественные оценки, кроме абсолютных значений включаемых в расчёт параметров, характеризуют также и уровень неопределённости (размытости) данных. В зависимости от способности экспертов оценивать уровень и характер неопределённости могут использоваться простые интервальные оценки, доверительные тройки (составная оценка, содержащая минимально и максимально возможные значения параметра, а также наиболее возможное из данного интервала), более сложные конфигурации, описывающие область размытости (структуру «уровень достоверности – доверительный интервал»). Применение нечётких чисел позволяет упростить содержание модели, опуская полное формальное описание сложных элементов и подсистем объекта, размывая оценки результирующих параметров на соответствующую величину неопределённости, вносимую данным упрощением. Поиск решений на основе чёткого моделирования содержит те же процедуры, что и в задачах с чёткими параметрами, дополнительным этапом является выработка конкретных управленческих решений на основе размытого ответа. Однако не всегда удаётся описать знания, существенные для принятия стратегических решений, на основе количественных (даже нечётких) оценок. Стратегическое управление, охватывающее все существенные параметры деятельности аэропортов, использует в качестве аналитической основы прикладные модели и методы, разработанные для охватываемых бизнес-функций, среди которых функция маркетинга, безуслов-

но, одна из важнейших. Методы маркетинга: исследования, анализа, планирования – часто не формализуемы, включают экспертные, качественные оценки рынка и последствий воздействия на рынок. Для работы с такими знаниями требуются модели и методы, способные формализовать качественные оттенки состояний элементов объекта и внешней среды, а также качественные оценки силы и характера взаимного влияния элементов. Рассмотрим пример подобной методики решения задачи стратегического управления с использованием нечётких оценок.

Рассмотрим реальный опыт решения задачи стратегического управления из практики работы международного аэропорта «Курумоч» (МАК). В результате анализа рыночной конъюнктуры и внутреннего анализа (на основе SWOT-метода) была обоснована необходимость стратегического развития инфраструктуры аэропорта.

Сегмент рынка, на котором реализуются услуги на авиалиниях, представлен пятью аэропортами-конкурентами в ПФО с устойчивым предложением. Анализируемое количество авиалиний части «ниши», занимаемой в целом авиалиниями международных аэропортов Казани, Оренбурга, Уфы, «Кольцово» (г. Екатеринбург) и «Курумоч» (г. Самара). Для успешной реализации стратегии необходимо приблизить предложение МАК к предложениям аэропортов-конкурентов. Кроме того, необходимо улучшить имидж МАК, без чего трудно рассчитывать на успешное доминирование на рынке.

В итоге экспертами были определены следующие бизнес-цели на рынке, достижение которых обеспечивало бы выполнение данной стратегии: достижение [устойчивого] ценового преимущества ( $e_{11}$ ), [высокое] знание потребителем услуг МАК ( $e_{12}$ ), удобное для потребителей расписание ( $e_{13}$ ), высокий уровень доверия потребителя к качеству обслуживания ( $e_{14}$ ). Таким образом, были получены четыре параметра и четыре соответствующих качественных критерия, характеризующих требуемое для МАК состояние микросреды, определяемое вектором  $E_1$ .

Каждой из указанных качественных характеристик была определена соответствующая числовая (нечёткая) оценка из интервала от 0 до 1 (чем выше нечёткая оценка, тем более достоверно данное значение описывает признак – ценовое преимущество, знание потребителя, расписание. Например, 0 – абсолютное значение услуг, 1 – 100%-ое наличие услуг в нужное время). Вектор  $E_1$  на основе полученных оценок имеет вид:

$$E_1 = (e_{11}, e_{12}, e_{13}, e_{14}) = (0,7, 0,8, 0,6, 0,9)$$

Далее определялись точки выхода объекта, оказывающие влияние на указанные параметры рыночного окружения и качественные оценки связи между ними в виде

матрицы влияний (фактора на результат) Нечеткие оценки, соответствующие 0,5, описывают нейтральные отношения, и их приближение к границам оценочных интервалов (0 и 1) отражает усиления связи (отрицательное и положительное), соответственно. Важно, чтобы качественные оттенки для нечетких оценок, определяющих состояния и отношения совпадали. Например, оценка 0,5 характеризует нейтральный уровень связи и средний уровень развития элемента объекта или среды, выше 0,5 - наличие положительной связи (усиливающейся с приближением к 1) и состояние среды выше среднего (приближающееся к оптимальному уровню при значении, равном 1).

К точкам выхода объекта были отнесены: маркетинговая поддержка услуги, направленная на потребителя ( $c_1$ ), продвижение услуг среди экспертов по авиаперевозкам ( $c_2$ ), качество работы агентств по продаже авиабилетов ( $c_3$ ), цена услуги ( $c_4$ ), потребительские качества предлагаемой услуги ( $c_5$ ). Определенная экспертами нечеткая матрица влияний точек выхода объекта (C) на точки выхода микросреды (E) при сложившемся состоянии внешней среды имеет вид

$$R^{C \rightarrow E} = \begin{pmatrix} 0,5 & 1 & 0,6 & 0,7 \\ 0,5 & 0,8 & 0,7 & 0,9 \\ 0,8 & 0,7 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 0,6 & 4 \\ 0,5 & 0,6 & 0,5 & 1 \end{pmatrix}$$

В частности, качество работы агентств не только определяет наличие авиабилетов в кассовой сети [ $r_{33} = 1$ ], но и оказывает влияние на цену [ $r_{31} = 0,8$ ].

Из множества элементов объекта были выделены точки входа, т.е. параметры объекта, при управляющем воздействии на которые изменяется состояние элементов и подсистем МАК, оказывающих воздействие на внешнюю среду. Эксперты отнесли к ним: используемые технологии и компетентность персонала отдела маркетинга МАК ( $b_1$ ), технологии организации продаж ( $b_2$ ), производственные технологии ( $b_3$ ), организацию внутренних авиаперевозок и логистики ( $b_4$ ). До момента реализации стратегии состояние данных параметров характеризовались вектором

$$B_0 = (b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4) = (0,7 \ 0,6 \ 0,5 \ 0,4),$$

а влияние точек входа (B) на точки выхода объекта (C), по мнению экспертов, определялось следующей матрицей

$$R^{B \rightarrow C} = \begin{pmatrix} 1 & 0,8 & 0,7 & 0,5 & 0,5 \\ 0,7 & 0,5 & 1 & 0,4 & 0,5 \\ 0,5 & 0,8 & 0,6 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,9 & 0,7 & 0,6 \end{pmatrix}$$

Необходимо отметить, что в стратегической перспективе дорогостоящие инвестиции (в результате уменьшения производственной себестоимости) не только окупают затраты, но и позволяют снизить цену [ $r_{34} = 1$ ], в то время как переход на современные формы организации продаж может привести к увеличению расходов и негативно отразиться на возможности МАК снизить цену авиабилетов [ $r_{24} = 0,4$ ].

Указанные исходные отношения позволили определить связи между управляемыми параметрами объекта и состоянием внешней среды

$$R_{B \rightarrow E}^A \times R_{C \rightarrow E}^D = \begin{pmatrix} 1 & 0,8 & 0,7 & 0,5 & 0,5 \\ 0,7 & 0,5 & 1 & 0,4 & 0,5 \\ 0,5 & 0,8 & 0,6 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,9 & 0,7 & 0,6 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,5 & 1 & 0,6 & 0,7 \\ 0,5 & 0,8 & 0,7 & 0,9 \\ 0,8 & 0,7 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 0,6 & 4 \\ 0,5 & 0,6 & 0,5 & 1 \end{pmatrix} =$$

$$= R_{B \rightarrow E} = \begin{pmatrix} 0,7 & 1 & 0,7 & 0,8 \\ 0,8 & 0,7 & 1 & 0,7 \\ 1 & 0,8 & 0,7 & 1 \\ 0,8 & 0,7 & 0,9 & 0,6 \end{pmatrix}$$

В отличие от обычных матричных расчетов отношения, связывающие нечёткие матрицы и векторы, не могут использовать операции сложения или произведения между соответствующими элементами, так как в этом случае будет утеряна качественная нагрузка, определяемая нечёткими оценками. Поэтому, для сохранения экономического смысла проводимых вычислений, необходимо воспользоваться операцией максимальной композиции. Для определения элемента  $r_{ij}$  результирующей матрицы сначала определяются попарные минимумы среди соответствующих элементов  $i$ -ой строки первой и  $j$ -го столбца второй матрицы. Можно определить экономический смысл подобной операции – если уровень воздействия элемента объекта на элемент микросреды низок, то независимо от отношений этого параметра с другими параметрами объекта обеспечить более качественное воздействие на среду не удастся, и наоборот. Далее из найденных минимумов выбирается наибольший, так как разумно предположить, что уровень взаимодействия между точкой входа объекта и точкой выхода внешней среды определяется наиболее сильной из существующих опосредованных связей.

Матрица  $R_{B \rightarrow E}$  выявляет неявные связи между управляемыми параметрами объекта и состоянием рынка МАК. Средний уровень оценок выше, чем в исходных отношениях, так как многие элементы объекта оказывают опосредованное влияние на элементы микросреды, прямые связи между которыми чётким образом не проявляются.

Исследование результирующей матрицы является отдельным направлением ис-

следования стратегических воздействий. Например, технология производства определяет ценовое преимущество [ $r_{31} = 1$ ], что является очевидным: в этом и состоит задача инноваций. Кроме того, она является наиболее важным фактором при определении доверия к услугам через информационные сигналы потребителю о потребительских качествах услуг [ $r_{34} = 1$ ], а также оказывает высокое воздействие на знание потребителем данной услуги, опосредованное мнением специалистов, для которых технология производства услуг является очень важной [ $r_{32} = 0,8$ ]. В приведённом выше примере указаны элементы отношений, дающих итоговую оценку  $E_T$ .

Максиминная композиция между вектором исходного состояния управляемых параметров ( $B_0$ ) и матрицей  $R_{B \rightarrow E}$  даёт оценку текущего потенциала МАК на рассматриваемом рынке ( $E_0$ ):

$$E_0 = (0,7 \ 0,6 \ 0,9 \ 0,4) \times \begin{pmatrix} 0,7 & 1 & 0,7 & 0,8 \\ 0,8 & 0,7 & 1 & 0,7 \\ 1 & 0,8 & 0,7 & 1 \\ 0,8 & 0,7 & 0,9 & 0,6 \end{pmatrix} = (0,7 \ 0,7 \ 0,7 \ 0,7)$$

Поэлементное сравнение полученного вектора требуемой МАК стратегической рыночной позиции  $E_T = (0,7 \ 0,8 \ 0,6 \ 0,9)$  показало, что при текущем уровне развития невозможно достижение необходимого уровня знания услуг МАК и доверия к нему. Очевидно, что критическим с точки зрения указанных рыночных параметров являлся уровень технологий обслуживания, так как только воздействуя на него, можно достичь оценки 0,9 по параметру доверия потребителей к услуге ( $r_{34} = 1$ ,  $r_{j4} \leq 0,9$  для  $\forall j < 3$ ). Такое качественное изменение уровня производства услуг оказывало влияние на оценку второго параметра среды (знание услуг потребителем), которая становилась равной требуемому значению 0,8. При этом осуществлялось минимально возможное воздействие на объект, при котором требуемая стратегия могла быть реализована. Состояние внешней среды ( $E$ ) при данном уровне  $B = (0,7 \ 0,6 \ 0,9 \ 0,4)$  будет следующим:

$$E = \Phi(B, R_{B \rightarrow E}) = (0,9 \ 0,8 \ 0,7 \ 0,9) \dots \geq E_T.$$

Как видно, результатом совершенствования производства является улучшение положения компании практически на всех оцениваемых направлениях.

Для оценки совокупного объема управляющих усилий, учитывая качественный характер используемых нечетких оценок, был применён следующий показатель

$$\Delta(B - B_0) = \max_j (b_j - b_j^0),$$

т.е. общий объём усилий оценивался при реализации стратегии. В рассматриваемом

примере  $\Delta = 0,4$ , т.е. ниже среднего.

Для принятия конкретных управленческих решений должны применяться шкалы, сопоставляющие качественный оттенок уровня управленческих воздействий и количество (в натуральных или денежных измерителях) необходимых для этого ресурсов. Построение оценочных шкал – проблема, являющаяся неотъемлемой частью нечёткого поиска решений. Классические методы нечёткого шкалирования и другие вопросы, связанные с использованием лингвистических (качественно определённых) переменных при принятии решений, а также конкретные прикладные примеры по данному вопросу, подробно изложены в [1, 2, 3].

При оценке проекта развития МАК экспертами была создана соответствующая шкала оценки затрат. Полученной нечёткой оценке (0,4), характеризующей уровень управляющих воздействий ниже среднего, соответствовала указанная ниже количественная оценка, определяемая нечетким числом (рисунок 1).

По данной шкале был определен необходимый объём финансирования перевооружения производства в размере 433,5 млн. рублей и разработаны соответствующие инструменты привлечения дополнительных ресурсов в случае, если планируемый уровень инноваций окажется более затратным.

Качественный оттенок	Нечёткая оценка
Максимальный	1
Очень высокий	0,9
...	...
Средний	0,5
Ниже среднего	← 0,4 →
...	...
Минимальный	0

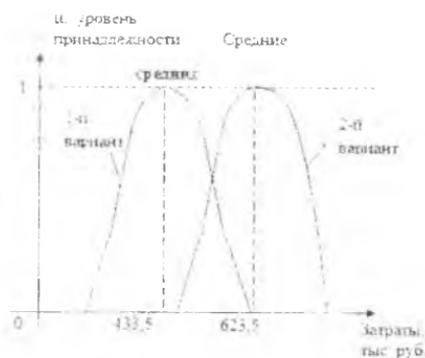


Рис. 1 Соответствие нечёткой оценки экспертно определённой сумме затрат

Полученный экспертами вариант развития бизнеса МАК был одобрен руководством и после разработки соответствующего плана начал реализовываться.

Таким образом, решение задачи стратегического управления с использованием нечётких оценок позволяет связать внешние и внутренние цели и условия простыми отношениями, учесть параметры с различной степенью определённости, получить количественные критерии развития на основе анализа качественных характеристик – экс-

пертных оценок. Поиск решения не усложняется при увеличении рассматриваемого элементного набора и множества связей внутри объекта, объекта и внешней среды, растёт лишь размерность используемых отношений. Методика позволяет объединить в единую процедуру работу с функциональными и услуговыми стратегиями, применяемый способ формализации даёт возможность учитывать эффект синергии. Определённые экспертами отношения могут использоваться в качестве имитационной модели при проведении сценарного стратегического планирования.

Учитывая эвристическую основу стратегического управления, следует отметить, что в процессе поиска стратегических (как и любых иных экономических) решений оперируют главным образом с количественными данными, и, следовательно, результат такого поиска может быть подвергнут формальному анализу и количественно обоснован. Именно на этапе выработки конкретных числовых ориентиров развития, когда проведён анализ внешних возможностей и угроз, сильных и слабых сторон МАК и сформулировано представление о направлениях возможного рыночного поведения, наличие формальной методики может повысить достоверность и объективность принимаемых управленческих решений. Предложенная формальная постановка общей задачи стратегического управления и математическая модель на основе нечётких оценок является логической схемой, позволяющей упорядочить поиск решения, сделать его более оперативным и корректным в условиях высокой сложности объекта и внешних связей. Однако она не гарантирует абсолютно однозначных выводов. Описанные в модели формы учёта связей между параметрами, оценок уровня управляющих усилий и реакции среды могут быть модифицированы. Предложенная методика – скорее инструмент, дающий основу для выработки общей политики, в рамках которой детали и интервалы возможных действий рассматриваются при решении конкретных задач текущего управления.

#### Библиографический список

1. Заде Лофти. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976 – 168 с.
2. Кофман Арнольд, Хил Алуха Хайме. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / Пер. с исп.; под ред. В.В. Краснопрошина, Н.А. Лепешинского. – Мн.: Высш. шкл., 1992. – 222 с.
3. Прикладные нечеткие системы / Пер. с япон. Ю.Н. Чернышева; под ред. Т. Тэрано, К. Асан, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.