

## НЕЧЕТКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

© 2006 А.Н. Коптев<sup>1</sup>, С.Ф. Тлустенко<sup>1</sup>, Л.С. Шварц<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Самарский государственный аэрокосмический университет

<sup>2</sup> Международный аэропорт “Курумоч”

Разрабатываются методы, использующие нечеткие представления для задач, оперирующих информацией, значительная часть которой содержит неопределенность. Учет этой информации представляет значительный интерес для принятия стратегических решений.

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

Одной из возможностей, которые предоставляет формальный аппарат теории нечетких множеств, является описание исходных данных задачи стратегического управления, содержащих неопределенность, с помощью нечетких чисел. Нечеткие количественные оценки, кроме абсолютных значений включаемых в расчет параметров, характеризуют также и уровень неопределенности (размытости) данных. В зависимости от способности экспертов оценивать уровень и характер неопределенности 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 – до-

верительный интервал”). Применение нечетких чисел позволяет упрощать содержание модели, опуская полное формальное описание сложных элементов и подсистем объекта, размывая оценки результирующих параметров на соответствующую величину неопределенности, вносимую данным упрощением. Поиск решений на основе четкого моделирования содержит те же процедуры, что и в задачах с четкими параметрами, дополнительным этапом является выработка конкретных управленческих решений на основе размытого ответа. Однако не всегда удается описать знания, существенные для принятия стратегических решений, на основе количественных (даже нечетких) оценок. Стратегическое управление, охватывающее все существенные параметры деятельности аэропортов, используют в качестве аналитической основы прикладные модели и методы, разработанные для охватываемых бизнес-функций, среди которых функция маркетинга, безусловно, 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 нечетких оценок.

Рассмотрим реальный опыт решения за-

дачи стратегического управления из практики работы международного аэропорта “Курумоч”. В результате анализа рыночной конъюнктуры и внутреннего анализа (на основе SWOT-метода) была обоснована необходимость стратегического развития инфраструктуры аэропорта, на основе выполненных маркетинговых исследований, которые позволили сформировать стратегические направления развития бизнеса.

Сегмент рынка, на котором реализуются услуги на авиаперевозки, представлен пятью аэропортами – конкурентами в ПУФО с устойчивым предложением. Анализируемое количество авиаперевозок части ниши, занимаемой в целом авиаперевозками 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 ( $e_{r1}$ ), [высокое] знание потребителем услуг МАК ( $e_{r2}$ ), удобное для потребителей расписание ( $e_{r3}$ ), высокий уровень доверия потребителя к качеству обслуживания ( $e_{r4}$ ). Таким образом, были получены четыре параметра и четыре соответствующих качественных критерия, характеризующих требуемое для МАК состояние микросреды, определяемое вектором  $E_r$ .

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

$$E_r = (e_{r1}, e_{r2}, e_{r3}, e_{r4}) = (0,7 \ 0,8 \ 0,6 \ 0,9).$$

Далее определялись точки выхода объекта, оказывающие влияние на указанные пара-

метры 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:

$$R^{D_0} C \rightarrow E = \begin{pmatrix} 0,5 & 1 & 0,6 & 0,7 \\ 0,5 & 0,8 & 0,7 & 0,9 \\ 0,8 & 0,7 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 0,6 & 4 \\ 0,5 & 0,6 & 0,5 & 1 \end{pmatrix}.$$

В частности, качество работы агентств не только определяет наличие авиабилетов в касковой 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 авиапере-

возок 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 (В) на точки выхода объекта (С), по мнению экспертов, определялось следующей матрицей

$$R^{A_0 C} \rightarrow E = \begin{pmatrix} 1 & 0,8 & 0,7 & 0,5 & 0,5 \\ 0,7 & 0,5 & 1 & 0,4 & 0,5 \\ 0,5 & 0,8 & 0,6 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,9 & 0,7 & 0,6 \end{pmatrix}.$$

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

$$R_{B \rightarrow C}^{A_0} \times R_{C \rightarrow E}^{D_0} = \begin{pmatrix} 1 & 0,8 & 0,7 & 0,5 & 0,5 \\ 0,7 & 0,5 & 1 & 0,4 & 0,5 \\ 0,5 & 0,8 & 0,6 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,9 & 0,7 & 0,6 \end{pmatrix} \times$$

$$\times \begin{pmatrix} 0,5 & 1 & 0,6 & 0,7 \\ 0,5 & 0,8 & 0,7 & 0,9 \\ 0,8 & 0,7 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 0,6 & 4 \\ 0,5 & 0,6 & 0,5 & 1 \end{pmatrix} =$$

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

В отличие от обычных матричных расчетов отношения, связывающие нечеткие матрицы и векторы, не могут использовать операции сложения или произведения между соответствующими элементами, так как в этом случае будет утеряна качественная нагрузка, опреде-

ляемая нечеткими оценками. Поэтому, для сохранения экономического смысла проводимых вычислений, необходимо воспользоваться операцией максиминной 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 четким образом не проявляются.

Исследование результирующей матрица являются отдельными интересным направлением исследования 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 приведенном выше примере указаны элементы отношений, дающих итоговую оценку  $r_{32}$ .

Максиминная композиция между вектором исходного состояния управляемых параметров ( $B_0$ ) и матрицей  $R_{B \rightarrow E}$  дает оценку те-

кущего 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  $E_r = (0,7 \ 0,8 \ 0,6 \ 0,9)$  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:

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

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 применен следующий показатель:

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

т.е. общий объем усилий оценивался при реализации стратегии. В нашем примере  $DD = 0,4$ , т.е. ниже среднего.

Для принятия конкретных управленческих решений должны применяться шкалы, сопоставляющие качественный оттенок уровня управленческих воздействий и количестве (в натуральных или денежных измерителях) необходимых для этого ресурсов. Построение

оценочных шкал – проблема, являющаяся неотъемлемой частью нечеткого поиска решений. Классические методы нечеткого шкалирования и другие вопросы, связанные с использованием лингвистических (качественно определенных) 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 нечеткой оценке (0,4), характеризующей уровень управляющих воздействий ниже среднего, соответствовала указанная ниже количественная оценка, определяемая нечетким числом (рис.).

По данной шкале был определен необходимый объем 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.

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

Таким образом, решение задачи стратегического управления с использованием нечетких оценок позволяет связать внешние и внутренние цели и условия простыми отношениями, учесть параметры с различной степенью определенности, получить количественные критерии развития на основе анализа качественных характеристик – экспертных оценок. Поиск решения не усложняется при увеличении рассматриваемого элементного набора и множества связей внутри объекта, объекта и внешней среды, растет лишь размерность используемых отношений. Методика позволяет объединить в единую процедуру работу с функциональными, служебными стратегиями, применяемый способ формализации дает возможность учитывать эффект синергии. Определенные 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

Качественный оттенок	Нечеткая оценка
Максимальный	1
Очень высокий	0,9
...	...
Средний	0,5
Ниже среднего	
...	...
Минимальный	0

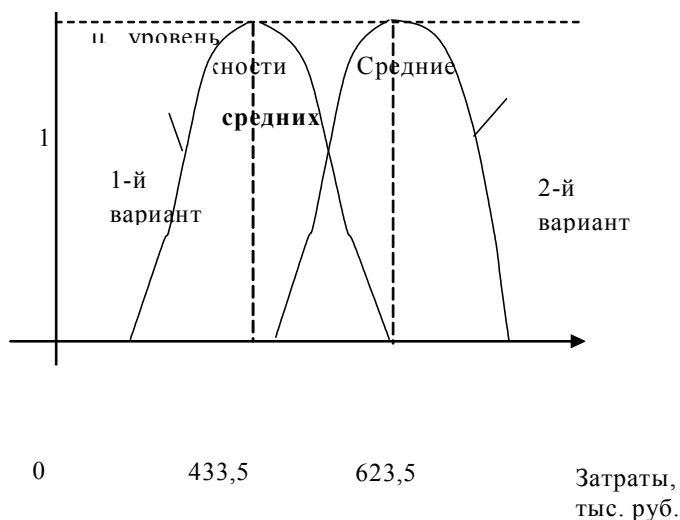
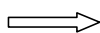


Рис. Шкала оценки затрат

иных экономических) решений мы оперируем 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 проведен анализ внешних возможностей и угроз, сильных и слабых сторон МАК, сформулировано представление о направлениях возможного рыночного поведения, наличие формальной методик может повысить достоверность и объективность принимаемых управленческих решений. Предложенная формальная постановка общей задачи стратегического управления и математическая модель на основе нечетких 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 учета связей меж-

ду параметрами, оценок уровня управляющих усилий и реакции среды могут быть модифицированы. Предложенная методика – скорее инструмент, дающий основу для выработки общей политики, детали и интервалы возможных действий в рамках которой рассматриваются при решении конкретных задач текущего управления.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Заде Лофти*. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.
2. *Котман 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.
3. Прикладные нечеткие системы / Пер. с япон. Ю.Н. Чернышева; под ред. Т.Тэрано, К.Асаи, М.Сугэно. М.: Мир, 1993.

#### AMBIGUOUS METHODS OF PROBLEM SOLUTION OF STRATEGIC ORGANIZATION CONTROL

© 2006 A.N. Koptev<sup>1</sup>, S.F. Tlustenko<sup>1</sup>, L.S. Shwarz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samara State Aerospace University

<sup>2</sup> International Airport “Kurumoch”

The methods are developed which use ambiguous concepts for the problems, operating information, which considerable part consists uncertainty. The accountability of this information has an interest of making strategic solutions.