

А. Н. Мардас

## ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Вплоть до начала 90-х годов XX в. при определении шагов будущей стратегии аналитики ведущих мировых компаний прибегали к двум основным и достаточно апробированным методам делового анализа — анализу разрыва<sup>1</sup> и анализу влияния выбранной стратегии на величины прибыльности и наличности (*PIMS — the Profit Impact of Market Strategy*)<sup>2</sup>.

Классический анализ разрыва проводился для выявления разницы между целями фирмы и ее потенциалами на заданный момент в будущем с целью ликвидации такой разницы (т. е. «заполнения разрыва»). При этом практическое применение данного метода предполагало следующие шаги:

- 1) определение и перевод основных целей фирмы в термины стратегического планирования (например, в объемы увеличения продаж);
- 2) выяснение реальных потенциалов фирмы в отношении этих целей с точки зрения текущего состояния и предполагаемого будущего;
- 3) формирование конкретных показателей стратегического плана, соответствующих выдвинутым целям;
- 4) установление разницы между показателями стратегического плана и современным положением фирмы;
- 5) разработка специальных мер, необходимых для заполнения разрыва.

Строго говоря, из этих шагов к анализу следует отнести только второй и четвертый, ибо остальные никак не соответствуют научной трактовке термина «анализ». Методологию такого подхода правильнее было бы рассматривать как информационное обеспечение стратегического менеджмента при оценке возможностей, открывающихся во внешней среде, и будущих потенциалов предприятия.

---

**Анатолий Николаевич МАРДАС** — д-р военных наук (1996), профессор (1997). Работает на кафедре экономической кибернетики СПбГУ с 2002 г. Окончил физический факультет Белорусского государственного университета (1975), Военную артиллерийскую академию (1984), Высшую школу менеджмента Института проблем рынка АН Украины (1993). В 1987 г. защитил кандидатскую диссертацию. Специалист в области проектирования организационных структур, моделирования и оценки эффективности сложных экономических систем. Автор более 200 научных работ, в том числе 5 монографий и 25 изобретений.

© А. Н. Мардас, 2007

Оценка будущих потенциалов фирмы проводилась по принципу «от достигнутого» с выявлением содержания изменений, чаще всего на основе опыта и интуиции высшего менеджмента. Крупные корпорации в качестве формализованных процедур использовали генетический прогноз и так называемую «кривую опыта»<sup>3</sup>. Объяснялось это тем, что потенциалы компании концентрированно выражаются в ее бизнес-плане, который, в силу достаточной детерминированности внутренней среды предприятия, строился путем экстраполяции сложившихся тенденций в будущее.

Таким образом, в рамках генетического подхода задача стратегического целеполагания сводится к выявлению во внутренней среде общих тенденций на фоне кратковременных отклонений, т. е. построению тренда и применению его для получения значений целевого показателя в будущем. При достаточной стабильности такой подход можно распространить на экономику в целом и формально *первый этап* (шаги 1–3 анализа разрыва) реализовать через сравнение показателей предприятия и его конкурентов на трендовых моделях.

*Второй этап* — (шаги 4 и 5) установление разницы между возможностями, возникающими во внешней среде, и реальными потенциалами фирмы на заданный момент в будущем — проводится с целью принятия мер по заполнению разрыва. Практика показала, что полная или частичная ликвидация разрыва возможна либо за счет экономии на масштабах при росте производства, либо за счет инновационной деятельности при неизменных объемах выпуска. Для выбора из этих альтернатив и была эмпирическим путем разработана модель, получившая название «кривая опыта». В классическом представлении она рекомендует стратегию преимущества в издержках, декларируя, что удвоение объемов производства снижает затраты на создание единицы продукции на 20%. Снижение удельных затрат обусловливается технологическими преимуществами и другими составляющими эффекта экономии на масштабе, возникающими с расширением производства.

В современных условиях опора на применение кривой опыта при выработке стратегии допустима, прежде всего, в отраслях материального производства. Однако и в этом случае нельзя слепо копировать выводы и рекомендации почти столетней давности. Даже маленькая фирма, используя инновационные подходы, способна завоевать значительную долю рынка, подчеркивая тем самым главный недостаток классической модели — учет единственной переменной — объемов производства. Кроме того, классическая кривая опыта сосредоточивается на внутренних проблемах предприятия, обходя вниманием влияние внешней среды, что немисливо для постиндустриального общества.

Развитие вычислительных мощностей и эконометрики в 1970-е годы позволило обеспечить учет большего количества факторов<sup>4</sup> и реализовать телеологический подход в стратегическом анализе разрыва. В его рамках результат деятельности предприятия моделируется в виде множественной регрессии — уравнения связи с  $p$ -независимыми переменными

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_p), \quad (1)$$

где  $y$  — объясняемая переменная (результатирующий показатель, например выручка);  $x_i$  — ( $i = 1, \dots, p$ ) — объясняющие переменные (факторы, определяющие результирующий показатель).

При таком представлении стратегическое целеполагание сводится к отысканию набора и значений объясняющих переменных  $x_p$ , приводящих к заданному значению результирующего показателя  $y$ . Для этого, используя ретроспективную информацию

о параметрах и результирующем показателе, первоначально ищут приемлемую модель для описания предприятия в прошлом. Формально эту задачу можно свести к проверке гипотез о равенстве нулю коэффициента детерминации и параметров регрессии в ходе процедуры многошагового регрессионного анализа<sup>5</sup>. Оценка значимости отдельных коэффициентов регрессии позволяет выявить направления совершенствования деятельности предприятия для достижения поставленной цели (например, определенного уровня выручки). При этом, анализируя определенную меру совершенствования, в модель необходимо ввести (из модели исключить) соответствующий фактор. Затем нужно построить новое уравнение регрессии и снова произвести оценку адекватности модели и значимости коэффициентов регрессии. Такой процесс продолжают до тех пор, пока все коэффициенты регрессии в адекватной математической модели не окажутся значимыми. Это будет свидетельствовать о приведении регрессионной модели к виду, пригодному для телеологического прогноза. По коэффициентам эластичности или непосредственно по коэффициентам модели затем становится возможным определение шагов стратегии (значений реальных параметров), приводящих к установленному целевому показателю.

Математический аппарат множественной регрессии является основой и комплексного делового анализа PIMS, который связывает широкий диапазон стратегических и ситуационных переменных с величиной прибыльности и способностью организации генерировать наличность.

Модель PIMS помогла выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние на уровень прибыли: капиталоемкость, затем в порядке убывания — относительное качество продукта, относительная доля рынка, производительность труда.

Уже в середине XX в. пришло понимание, что успешность бизнеса не всегда адекватна прибыли, а определяется стоимостью компании, которая, в свою очередь, не равна сумме материальных активов и требует учета множества факторов. В качестве обозначения для инструмента управления созданием стоимости компании в российской экономической литературе широко используется понятие «система сбалансированных показателей (ССП)»<sup>6</sup>.

Возникновение самой формулировки, по-видимому, можно объяснить не совсем удачным переводом английского словосочетания *Balanced Scorecard, BSC* — схемы, предложенной Нортон и Капланом<sup>7</sup> для построения баланса финансовых и нефинансовых индикаторов (*scorecard* — карточка данных) при отражении современного, а затем и желаемого состояния компании в конкурентной рыночной среде.

Авторы данной концепции дают следующие шаги процедуры формирования стоимости:

- 1) определение цели (чего желает достичь компания?);
- 2) подбор индикаторов для измерения стратегии (какие параметры внешней и внутренней среды предприятия наиболее важны для избранной цели?);
- 3) идентификация индикаторов (как и что необходимо измерять?);
- 4) согласование (какие подразделения компании и каким образом формируют измеряемые индикаторы?);
- 5) планирование шагов стратегии (за счет каких сил и средств компания должна добиться плановых значений индикаторов?).

Таким образом, процедуру Нортон и Каплана на русском языке следует называть «сбалансированная система показателей», а еще правильнее — «иерархия индикаторов стоимости компании».

Близость шагов данной процедуры (особенно второго — см. далее) к содержанию SWOT-анализа (который применяют, «когда маловато идей»<sup>8</sup>) породили и моду на разговоры об ССП, и столь же легкое отношение к ее разработке. Практики бизнеса, правда, с обычным скепсисом отнеслись и к самой системе, и к ценности рекомендаций множества российских авторов, размноживших неадекватный перевод многотысячными тиражами, но так и не дав никакого реального аппарата для отбора и формирования баланса индикаторов стоимости.

Объективно выбирать индикаторы и рационально распределять усилия компании при реализации стратегии развития позволят следующие уточнения методики, основанные на эконометрических моделях.

Факторы среды предприятия, по которым проводится SWOT-анализ и подбираются индикаторы ССП, могут быть несравнимы между собой, частично сравнимы (т. е. не любой с любым, а лишь некоторые из них), не допускать упорядочения по степени их важности и т. д. Поэтому перевод факторов в числовую форму (квантификацию) следует предварять переходом к единой шкале. Наличие качественных и косвенно измеряемых характеристик приводит к тому, что чаще всего применяют интервальную шкалу<sup>9</sup>, строящуюся в баллах, в свою очередь, назначаемых экспертами. Оценки же, выставленные экспертами в нестандартизированных баллах, переводят результаты выбора индикаторов в шкалу порядка и не дают реальных оснований для распределения усилий фирмы на мероприятиях, составляющих стратегию. На самом деле *балльная шкала экспертов будет интервальной, если она построена в единицах стандартного отклонения измеряемой характеристики и лишь при условии, что распределение значений таковой в выборке было нормальным*. Поэтому принципами построения шкалы индикаторов ССП должны стать проверка нормальности распределения ретроспективных данных о характеристиках-кандидатах в индикаторы и известное правило «трех сигм»: 97,7–97,8% всех значений изучаемого признака при нормальном его распределении укладываются в диапазоне «среднее значение плюс–минус три стандартных отклонения».

Проверка принадлежности выборки ретроспективных данных о характеристике  $X$  к нормальной совокупности требует расчета показателей асимметрии  $A$  и эксцесса  $E$  по формулам

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n \cdot \sigma^3}, \quad (2)$$

и

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{n \cdot \sigma^4} - 3, \quad (3)$$

где  $\sigma$  — выборочная дисперсия.

Выборка может быть признана нормальной<sup>10</sup> при выполнении неравенств  $-3 < A, E < 3$ .

Если разработчики ССП не обладают априорной информацией о соизмеримости факторов, то необходим переход к шкале стандартизированных оценок (*стенгов*), что позволяет преобразовать порядковую шкалу в шкалу отношений.

Проиллюстрируем изложенное на условном примере по оценке некоторого фактора, которому 8 экспертов присвоили баллы в пятибалльной шкале, что привело к средней оценке  $\bar{R}_1 = 2,375$  при стандартном отклонении в выборке  $\sigma = \sqrt{2,50} = 1,58$ .

В этом случае величина  $1/2\sigma = 0,79$  будет соответствовать ширине стана, а преобразованные в интервальную шкалу оценки экспертов примут значения, представленные в таблице.

### Стандартизация балльных оценок экспертов

Номер стана	Границы стана в «сырых» баллах	Оценки экспертов, соответствующие стану
1	0–0,38	<1
2	0,38–1,17	1
3	1,17–1,96	–
4	1,96–2,75	2
5	2,75–3,54	3
6	3,54–4,33	4
7	4,33–5,12	5
8	>5,12	>5

Данный простейший пример показывает, как пренебрежение корректностью формализации приводит к тому, что эксперты и заказчик при построении ССП будут использовать совершенно разные системы ценностей. Именно такие ситуации заставляют практиков бизнеса игнорировать рекомендации теоретиков.

Для предотвращения недоразумений подобного рода можно использовать *практическую рекомендацию*, исключая преобразование шкал при работе с экспертами. *Предлагайте оценивать факторы в баллах от 0 до 7 либо от 1 до 8.* Это сделает измерительный инструмент практически равноинтервальным и значительно повысит надежность выводов экспертов при формировании ССП. (Можно также взять шкалу с кратными указанным границам, что, вообще говоря, излишне.)

Идентификация индикаторов ССП (*третий шаг* в процедуре Нортон и Каплана), как правило, основывается на сравнении характеристик продукции (в ее обобщенном понимании), во-первых, с запросами потребителя, во-вторых, с параметрами аналогов (товарами конкурентов) и, в-третьих, с видением менеджментом предприятия набора параметров, определяющих преимущества компании. Таким образом, номенклатуру предполагаемых к использованию индикаторов можно классифицировать по трем обобщающим группам:

- ◆ технические и экономические параметры качества;
- ◆ запросы потребителя (как конструктивного, так и неконструктивного характера), среди которых могут присутствовать еще и неосознанные как потребность;
- ◆ рыночные факторы, определяющие ключевые факторы успеха.

Две последние группы и создают неопределенность в идентификации, которую при согласовании и планировании шагов стратегии можно снизить переходом к статистическому оцениванию эмпирических распределений индикаторов-кандидатов в ретроспективе. Это соответствует следующим требованиям и допущениям при формализации информационной ситуации<sup>11</sup>:

- ◆ мера неопределенности является функционалом, форма которого не связана с конкретным распределением случайной величины;
- ◆ функционал должен быть непрерывным относительно аргументов и равным нулю при отсутствии всякой неопределенности;
- ◆ функционал должен иметь максимум при наибольшей неопределенности.

Реализация данных требований обеспечивает получение наилучших оценок искомым индикаторов на основе принципа максимума неопределенности, постулирующего наименьшую сомнительность того вероятностного распределения, которое максимизирует энтропию при учете всей исходной информации.

Если прибегнуть к перечисленным допущениям, то идентифицируемые индикаторы можно рассматривать как описание полезности товара (услуги) компании, причем часть этих параметров (техничко-экономические) детерминированы, остальные же, вообще говоря, остаются неопределенными. Поэтому сами индикаторы и их целевые значения следует определять сравнением фирм-конкурентов с учетом уровня информированности потребителя о показателях полезности. Таким образом, вербальная процедура Нортон и Каплана может быть формализована в рамках следующей эконометрической модели.

Каждому из совокупности  $n$  сравниваемых между собой по фирмам-конкурентам товаров  $T_1, T_2, \dots, T_p, \dots, T_n$  ставят в соответствие ряд показателей полезности  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_p, \dots, \Pi_m$ , определяющих предпочтительность того или иного объекта для потребителя. Предпочтительность товара  $T_i$  с позиции учета одного показателя качества  $\Pi_j$  отражают параметром  $X_{ji}$ , определяемым либо расчетно-экспериментальными методами, либо отношением порядка предпочтения (например, в виде  $X_{j1} \succ (\text{лучше}) X_{j2}$ ). Формализуя исходную информационную ситуацию, ее представляют в виде морфологической матрицы, элементы которой есть оценки параметров  $X_{ji} (j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n)$  — вообще говоря, случайные величины, законы распределения которых неизвестны. Неизвестными, как правило, остаются и «веса» показателей полезности, по которым потребитель выбирает соответствующий товар. Это и предопределяет ориентацию на принцип максимума неопределенности при построении информационного описания реальной ситуации в целом, несмотря на определенность части параметров.

Допустим, что предпочтительность товаров по показателям определена на ординалистском уровне, т. е. путем простого упорядочения в соответствии с убыванием полезности. Тогда путем введения меры неопределенности

$$H_2(p) = \prod_{k=1}^m p_k^{m-k+1}, \quad (4)$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_m$  — вероятности состояний системы на конечном множестве мощностью  $m$  (в нашем случае наборе показателей), наилучшие оценки для удельных весов каждого из  $\Pi_j$  в «обобщенном предпочтении» можно рассчитать по соотношению<sup>12</sup>

$$\alpha_k = \frac{2(m-k+1)}{m(m+1)}, k = 1, 2, \dots, j, \dots, m. \quad (5)$$

Если же однозначный порядок предпочтения в показателях полезности построить не удастся, то следует прибегать к принципу потенциального распределения<sup>13</sup> и определять меру разброса параметров  $X_{ji}$  в каждой строке. Такой мерой может служить размах  $\Delta_j = \max X_{ji} - \min X_{ji}$  или среднеквадратическое отклонение значений  $X_{ji}$  в строке морфологической матрицы. В этом случае к наилучшим результатам при оценивании весовых коэффициентов полезности приводит зависимость

$$\alpha_j = \frac{\Delta_j}{\sum_{j=1}^m \Delta_j}. \quad (6)$$

Поскольку индикаторы  $X_{ji}$  разноразмерны, как правило, определены по выборке (например, в ходе анкетирования) и по сути своей остаются величинами случайными,

то предварительно их целесообразно нормировать приведением к студентизированному виду в соответствии с зависимостью

$$X_{ji}^{omn} = \frac{X_{ji} - \bar{X}_{ji}}{\sigma_{ji}}, \quad (7)$$

где  $\sigma_{ji}$  — среднее квадратическое отклонение, а  $\bar{X}_{ji}$  — среднее арифметическое по соответствующей выборке.

Преобразование исходной морфологической матрицы в матрицу с однородными элементами придает показателю полезности  $P_j$  вероятностный смысл и допускает расчет обобщенного целевого показателя для шага стратегии как оценочного функционала в форме критерия Байеса

$$W_i = \sum_{j=1}^m \alpha_j X_{ji}^{omn}. \quad (8)$$

Используя его как относительную меру, можно сформировать набор целевых индикаторов (состав ССП).

Заметим, однако, что рассчитанные по соотношению (8) значения индикаторов будут лишь точечными оценками и останутся случайными величинами. Рассматривая на этом основании их набор как выборку из некоторой генеральной совокупности, функция распределения  $F(W)$  которой неизвестна, можно получить оценки математического ожидания  $\bar{W}$  и дисперсии  $\sigma_W^2$  для значений введенного функционала. Это, в свою очередь, позволяет с помощью гипернормального распределения<sup>14</sup> оценить достоверность вывода о выборе наилучшего индикатора и введении его в состав ССП.

Для этого необходимо из полученных по ретроспективным данным величин  $W_i$  составить вариационный ряд  $W_1^{(m)} \leq W_2^{(m)} \leq \dots \leq W_i^{(m)} \leq W_m^{(m)}$  (запись  $W_i^{(m)}$  означает, что оценки упорядочены в выборке ограниченного объема). Тогда, в соответствии с принципом максимума неопределенности, по аргументу  $T = (W_m^{(n)} - \bar{W})/\sigma_W$  и функции гипернормального распределения можно определить вероятность того, что индикатор, выделяемый по комплексному критерию  $W_m$ , действительно лучше остальных.

Для ответа на вопрос, за счет каких сил и средств компания должна добиться плановых значений индикаторов, далее необходимо индикатор из состава ССП представить в виде уравнения множественной регрессии (1).

При таком представлении решение задачи о планировании шагов стратегии (принятии решения о силах и средствах, обеспечивающих целевые значения сбалансированной системы показателей) сводится к определению набора и значений объясняющих переменных, приводящих к заданному (планируемому) значению результирующего показателя.

Для этого, используя ретроспективную информацию о составляющих полезности и результирующем показателе у фирм-конкурентов, первоначально следует найти адекватные эконометрические модели (регрессионные уравнения) для описания связи между индикатором и параметрами качества и рыночными факторами.

Адекватность модели обеспечивается в ходе многошагового регрессионного анализа с проверкой гипотез о равенстве нулю коэффициента детерминации по  $F$ -статистике

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m}{m - 1}, \quad (9)$$

где  $m$  — число параметров в оцениваемом уравнении;  $n$  — число наблюдений (периодов ретроспекции).

Для практического использования уравнения регрессии в планировании необходимо добиться, чтобы расчетное значение  $F_{расч}$  превышало критическое значение распределения Фишера  $F_{мабл}$  не менее, чем в 4 раза.

Суть многошагового регрессионного анализа здесь заключается в следующем. Сначала проводится оценка значимости всех коэффициентов регрессии по статистике Стьюдента

$$t_{(b_i=0)} = \frac{b_i}{s_{b_i}}, \quad (10)$$

где  $b_i$  — оценка коэффициента теоретической линейной регрессии, полученная по наблюдавшимся данным;  $s_{b_i}$  — стандартная ошибка оценки коэффициента регрессии перед исследуемым фактором  $x_i$ .

Затем из модели исключают тот фактор, коэффициент при котором незначим и имеет наименьшее значение  $t$ -критерия. Далее уравнение регрессии строится без исключенного фактора и снова проводится оценка адекватности уравнения и значимости коэффициентов регрессии. Такой процесс длится до тех пор, пока все коэффициенты регрессии не окажутся значимыми, что свидетельствует о наличии в регрессионной модели только существенных факторов. В некоторых случаях расчетное значение  $t_{расч}$  находится вблизи  $t_{мабл}$ , поэтому с точки зрения содержательности модели такой фактор можно оставить для последующей проверки его значимости в сочетании с другим набором факторов.

Подразделения, обеспечивающие реализацию стратегии, и планируемые для них значения сбалансированных показателей далее следует определять с помощью частных коэффициентов эластичности, которые рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E}_i = b_i \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}, \quad (11)$$

где  $b_i$  — коэффициент регрессии при  $i$ -м факторе;  $\bar{x}_i$  — среднее значение изучаемого фактора;  $\bar{y}$  — среднее значение результирующего показателя.

Выражение (11) позволяет установить, на сколько процентов в среднем изменится индикатор ССП с увеличением (уменьшением) на 1% фактора  $x_i$  при зафиксированных значениях других факторов.

Для определения факторов, оказывающих наибольшее влияние, а затем и рационального бюджетирования, необходимо учесть различия в интервалах вариативности. Это можно сделать с помощью  $\beta$ -коэффициентов по формуле

$$\beta_i = b_i \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_y}, \quad (12)$$

где  $\sigma_{x_i}$  — среднеквадратическое отклонение для  $i$ -го фактора,  $\sigma_y$  — среднеквадратическое отклонение для целевого индикатора в ретроспективных данных.

<sup>1</sup> Стратегическое планирование / Под ред. Э. А. Уткина. М., 1998.

<sup>2</sup> Виханский О. С., Наумов А. И. Менеджмент. М., 1999.

<sup>3</sup> Стратегическое планирование.

<sup>4</sup> Горленко О. А., Мирошников В. В. Создание систем менеджмента качества в организации. М., 2002; Вендров А.М. CASE технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М., 1998; Мардас А. Н., Мардас О. А. Организационный менеджмент. СПб., 2003.

<sup>5</sup> Бородич С. А. Эконометрика. Минск, 2001.

<sup>6</sup> Горленко О. А., Мирошников В. В. Создание систем менеджмента качества в организации.

<sup>7</sup> Вендров А.М. CASE технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем.



<sup>8</sup> *Виханский О. С., Наумов А. И.* Менеджмент.

<sup>9</sup> *Бородич С. А.* Эконометрика.

<sup>10</sup> *Там же.*

<sup>11</sup> *Ивченко Л. А., Мартыщенко И.Б., Иванцов.* Информационная микроэкономика. Ч. 1. СПб., 1997.

<sup>12</sup> *Бородич С. А.* Эконометрика.

<sup>13</sup> *Ивченко Л. А., Мартыщенко И.Б., Иванцов.* Информационная микроэкономика.

<sup>14</sup> *Там же.*

Статья поступила в редакцию 19 апреля 2007 г.