Збарский А.М.,
Московская финансово-промышленная академия

Математическое представление процесса приведения предприятия в равновесное состояние

Успехи в применении математики в экономике, по мнению многих ученых [1, 2, 3] превзошли достижения в социальных и политических науках. Но в тех же трудах демонстрируется серьезная озабоченность по поводу развивающегося кризиса в данном научном направлении. Кризис состоит в увеличивающемся разрыве между математической экономикой и собственно экономикой. Первая обладает своим собственным предметом исследования, который приобретает все более абстрактные формы, постепенно теряет экономическое содержание. Отсюда всякая формализация экономических процессов должна постоянно проверяться экономической интерпретацией полученных результатов.

Далее в настоящей работе речь пойдет о равновесных состояниях предприятия и формализации процессов управления ими. Впоследствии это может быть положено в основу создания инструментальных средств, предназначенных для приведения предприятия в состояние равновесия.

Всякое равновесное состояние предприятия характеризуется взаимодействием разнонаправленных сил (внешних и внутренних), влияние которых уравнивается друг с другом таким образом, что необходимые свойства предприятия остаются неизменными. Для того чтобы этого стало возможным необходимы соответствующие модели управление равновесием, под которым будем понимать знание руководством предприятия степени отклонения от данного состояния и выработка на этой основе соответствующих управляющих воздействий.

Соглашаясь с автором работы [3], который демонстрирует безусловную важность использования руководством неравновесности, как средства приведения предприятия к новому, более совершенному состоянию, в настоящей работе такое состояние рассматривается как временное. Стабильное развитие означает постоянную неравновесность, отказ от стабильности как таковой. Отсюда, на наш взгляд, следующие цели руководства должны быть разведены во времени:

- период, когда цели, в результате достижения которых предприятие находится в стабильном, то есть динамическом равновесном состоянии;
- период, когда цели, в результате достижения которых предприятие ориентировано на развитие, что означает отказ от равновесности.

Нам представляется, что совмещение этих целей в одном временном периоде невозможно технологически и вредно практически, так как в результате будет получен хаос. Длительное нахождение предприятия в равновесном состоянии, с одной стороны, обеспечивает к нему доверие партнеров, клиентов,

сотрудников, но с другой – ведет к стагнации, что рано или поздно скажется на его конкурентоспособности.

Но также вредна постоянная нестабильность, ибо неравновесие всегда чревато непредсказуемыми последствиями. Отказ от равновесного состояния в пользу развития не может быть постоянным, так же как не может быть постоянным отказ от развития в пользу стабильности, то есть равновесности. Как часто следует волевым способом стабилизировать обстановку на предприятии в ущерб развитию, или наоборот, нарушать неравновесное состояние в ущерб стабильности одна из нерешенных проблем современного менеджмента. Однако не зависимо от того, какие в настоящий период у руководства имеются цели, ему необходим инструмент управления равновесным состоянием, который используется либо для приведения к требуемому равновесному состоянию, либо к его нарушению в контролируемых пределах.

В соответствии с гомеостатической концепцией развития систем нахождение предприятия в равновесном или неравновесном состояниях – это результат противоборствующих сил (внешних и внутренних факторов). Выражаясь языком конфликтологии имеет место конфликтная ситуация, теория компьютерного разрешения которой изложена в [4].

К сожалению, упомянутая теория не применима к разрешению конфликтов, возникающих в результате приведения предприятия к равновесному состоянию, но идеи компьютерного разрешения конфликтных задач можно использовать для достижения равновесных состояний. Одной из таких идей является представление конфликтной ситуации с помощью симметричных иерархических структур. Из всех их видов можно выбрать двухмерные структуры, так как в достижении равновесных состояний используются только две противоборствующие стороны: левый целевой индикатор и правый. Под целевым индикатором будет пониматься интегрированный количественный показатель, отражающий внутреннее состояние предприятия (левый) или внешние факторы окружающей среды (правый).

Используя идею симметричности структур, метод, применяемый для управления равновесным состоянием предприятия, графически можно проиллюстрировать с помощью рис. 1. Применение симметричных структур для разрешения конфликтных ситуаций, заключается в попеременном выполнении вычислений на иерархических структурах. Для приведения предприятия в равновесное состояние не требуется попеременных вычислений. Нужны вычисления только в одном направлении - слева направо. На рис. 1 эта особенность представлена направлением стрелок в одну сторону. Причем пока неважно, каким образом получены корректирующие воздействия на объект управления.

На рис. 1 использованы следующие обозначения:

u_i - внешний фактор, влияющий на состояние предприятия; $f_i^{Л}$ - функция, согласно которой рассчитывается предварительное значение i – го внешнего фактора; $Ц^{Л}$ - левый целевой индикатор, отражающий общее влияние внешних факторов; p_i - внутренний

i –й фактор, отражающий финансовое состояние предприятия; $q_i^{П}$ - функции, согласно которым рассчитывается предварительное значение внутренних факторов; $Ц^{П}$ - правый целевой индикатор, отражающий совокупное противостояние предприятия внешним факторам.

Как видим на рис. 1 дерево расчетов, касающееся внутренних факторов, имеет стрелки также и в противоположном направлении. Этим демонстрируется противодействие предприятия внешним факторам, после того, как руководством выработаны управляющие воздействия. Кроме горизонтальной стрелки имеется также и вертикальная, символизирующая равновесие. Она называется балансовый индикатор, под которым будем понимать показатель, количественно отражающий степень отклонения системы от своего равновесного состояния.

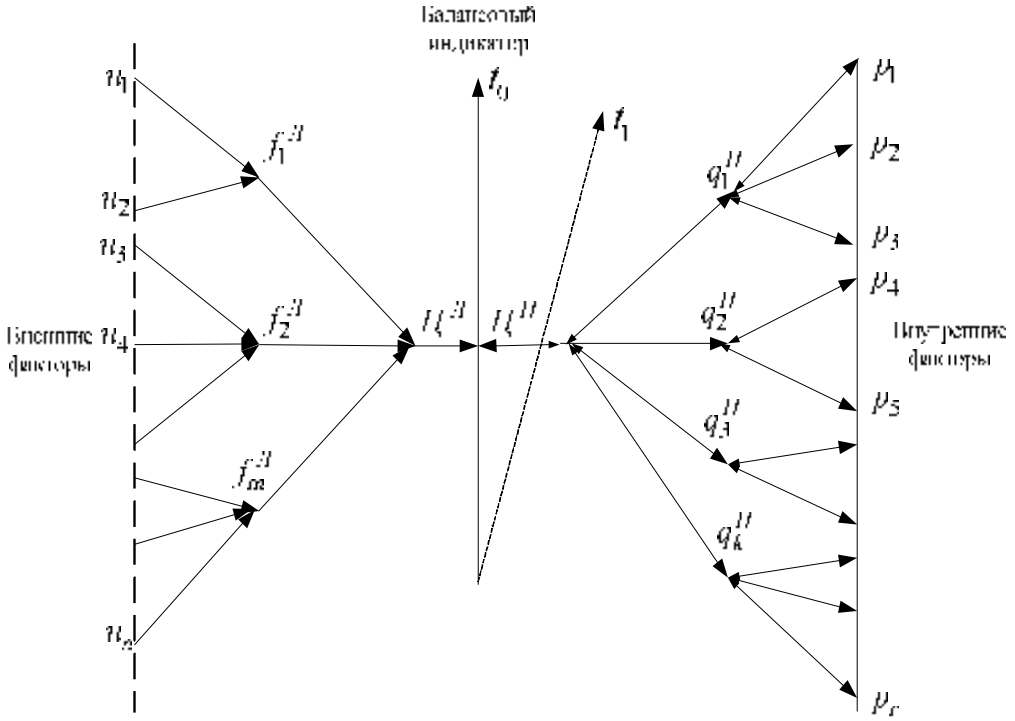

Рис. 1. Иллюстрация работы метода, используемого для управления равновесными состояниями

Пусть в момент времени t_0 предприятие находится в равновесном состоянии, характеризуемое вполне определенными значениями левого и правого целевых индикаторов: $Ц^{Л}(t_0)$ и $Ц^{П}(t_0)$. В некоторый момент времени t_1 в результате изменения внешних или внутренних факторов равновесие нарушилось, что можно выразить следующими неравенствами $Ц^{Л}(t_1) < Ц^{П}(t_1)$ или $Ц^{Л}(t_1) > Ц^{П}(t_1)$. Необходимо получить корректирующие воздействия, которые восстановят утраченное равновесие. Увеличение левого целевого индикатора $Ц^{Л}(t_1)$ на величину $\Delta Ц^{Л}(t_1)$ требует соответствующего увеличения пра-

вого целевого индикатора $Ц^{П}(t_1)$ на величину $\Delta Ц^{П}(t_1)$. Для того, чтобы последнее могло произойти, необходимо одним из методов определить величину $\Delta Ц^{П}(t_1)$. Это позволит организовать вычисления терминальных узлов графа расчетов. Процесс этих расчетов на рис. 1 иллюстрируется стрелками от корня дерева к его терминальным узлам.

Расчеты для правого и левого целевого индикаторов выполняются раздельно, так как рассматриваются лишь случаи противодействия руководства предприятия внешним факторам, стремящимся к выводу его из равновесия. В общем случае предприятие также воздействует и на окружающую среду (партнеров, конкурентов, рынок и т.д.). Однако эта сторона деятельности предприятия здесь не рассматривается. Поэтому на рис. 1 все стрелки, обозначающие расчеты внешних факторов, направлены слева направо, а расчеты внутренних - в обоих направлениях.

Пусть для левого целевого индикатора известны расчетные формулы, согласно которым в момент времени t_0 можно рассчитать его значение:

$$f_1^{Л}(t_0) = f_1^{Л}(u_1, u_2, t_0)$$
$$f_2^{Л}(t_0) = f_2^{Л}(u_3, u_4, u_5, t_0)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$f_m^{Л}(t_0) = f_m^{Л}(u_k, u_{k+1}, \ldots u_{k+l}, t_0)$$
$$Ц^{Л}(t_0) = Ц^{Л}(f_1, f_2, \ldots, f_m, t_0)$$

где $Ц^{Л}(t_0)$ - исходное значение левого целевого индикатора, полученное в момент времени t_0;

$f_i^{Л}(t_0)$ - функция, согласно которой рассчитывается предварительное значение внешнего *i*-го фактора в момент времени t_0;

u_j - внешний *i*-й фактор, влияющий на состояние предприятия.

Количество переменных в функциях $f_i^{Л}(t_0)$ и $Ц^{Л}(t_0)$ диктуется количеством показателей, на основании которых рассчитываются все внешние факторы.

Так как в момент времени t_1 ситуация по сравнению с внешними факторами в момент времени t_0 изменилась, поэтому рассчитывается новое значение левого целевого индикатора, определяемое в той же последовательности:

$$f_1^{Л} \pm \Delta f_1^{Л}(t_1) = f_1^{Л}(u_1 \pm \Delta u_1(t_1), u_2 \pm \Delta u_2(t_1))$$

$$f_2^{Л} \pm \Delta f_2^{Л}(t_1) = f_2^{Л}(u_3 \pm \Delta u_3(t_1), u_4 \pm \Delta u_4(t_1), u_5 \pm \Delta u_5(t_1))$$

……

$$f_m^{Л} \pm \Delta f_m^{Л}(t_1) = f_n^{Л}(u_k \pm \Delta u_k(t_1), u_{k+1} \pm \Delta u_{k+1}(t_1), u_{k+p} \pm \Delta u_{k+p}(t_1)$$

$$Ц^{Л}(t_0) \pm \Delta Ц^{Л}(t_1) = Ц^{Л}(f_1^{Л} \pm \Delta f_1^{Л}(t_1), f_2^{Л} \pm \Delta f_2^{Л}(t_1), ..., f_m^{Л} \pm \Delta f_m^{Л}(t_1))$$

где $\pm \Delta f_i^{Л}(t_1)$ - прирост функции в момент времени t_1, согласно которой рассчитывается значение левого *i*-го фактора;

$\pm \Delta u_i(t_1)$ - прирост *i*-го фактора в момент времени t_1, находящегося на терминальном уровне графа расчетов.

$\pm \Delta Ц^{Л}(t_1)$ - прирост значения левого целевого индикатора, полученного в момент времени t_1.

Исходное состояние правого целевого индикатора описывается аналогично:

$$q_1^{П}(t_0) = q_1^{П}(p_1, p_2, p_3, t_0)$$

$$q_2^{П}(t_0) = q_2^{П}(p_4, p_5, t_0)$$

$$q_3^{П}(t_0) = q_3^{П}(p_6, p_7, t_0)$$

……

$$q_k^{П}(t_0) = q_k^{П}(p_s, p_{s+1}, ..., p_{s+r}, t_0)$$

$$Ц^{П}(t_0) = f_2^{Л}(q_1^{П}, q_2^{П}, q_3^{П}, ..., q_k^{П}, t_0)$$

где $Ц^{П}(t_0)$ - исходное значение правого целевого индикатора в момент времени t_0;

$q_i^{П}(t_0)$ - функция, согласно которой рассчитывается предварительное значение *i*-го внутреннего фактора в момент времени t_0;

p_i - внутренний *i*-й фактор, отражающий состояние предприятия в момент времени t_0 и находящийся на терминальной уровне графа расчетов.

Количество уровней в графе расчетов (рис. 1) указано три, но практика управления показывает, что для средних предприятий их число колеблется от пяти до семи.

Вторая часть расчетов предназначена для компьютерной генерации управляющих воздействий, способных вернуть предприятие в состояние равновесия.

Пусть изменение левого целевого индикатора, равное $\pm\Delta Ц^{Л}(t_1)$, потребовало адекватного изменения правого, равного $\pm\Delta Ц^{П}(t_1)$. Если оба индикатора рассчитаны в одной шкале измерения, то можно записать следующее:

$$Ц^{Л}(t_0)\pm\Delta Ц^{Л}(t_1)=Ц^{П}(t_0)\pm\Delta Ц^{П}(t_1)$$

или $$\pm\Delta Ц^{Л}(t_1)=\pm\Delta Ц^{П}(t_1)$$

или $$Ц^{П}(t_0)\pm\Delta Ц^{Л}(t_1)$$

Последнее выражение является ничем иным как базой для расчетов корректирующих управляющих воздействий на внутренние факторы предприятия. Расчеты подобного рода сегодня хорошо известны и широко используются для принятия решений в различных отраслях [4, 6, 7]. В их основу положены либо предварительно указываемые пропорции, отражающие приоритеты в достижении тех или иных целей, либо пропорции, устанавливаемые с помощью какой-либо базы, например имеющихся ресурсов.

Для получения корректирующих воздействий, как и в перечисленных работах, составим системы линейных уравнений, решение которых обеспечивает получение искомых приростов каждого из факторов. Используя выражение $Ц^{П}(t_0)\pm\Delta Ц^{Л}(t_1)$ в качестве базы для расчетов, в соответствии с теорией изложенной в работах [5 ,6], выполним вычисления в следующей последовательности:

для 1-го уровня дерева расчетов

$$\begin{cases} Ц^{П}(t_0)\pm\Delta Ц^{Л}(t_1)=Ц^{П}(q_1^{П}(t_0)\pm\Delta q_1^{П}(a_1)),q_2^{П}(t_0)\pm\Delta q_2^{П}(a_1)),...,\\ ...,q_k^{П}(t_0)\pm\Delta q_k^{П}(a_1)) \\ \dfrac{\Delta q_1^{П}}{\sum\limits_{i=2}^{k}\Delta q_i}=\dfrac{a_1}{\sum\limits_{i=2}^{k}a_i} \\ \dfrac{\Delta q_2^{П}}{\sum\limits_{\substack{i=1\\ i\neq 2}}^{k}\Delta q_i}=\dfrac{a_2}{\sum\limits_{\substack{i=1\\ i\neq 2}}^{k}a_i} \\ ----------\\ \dfrac{\Delta q_m^{П}}{\sum\limits_{i=1}^{k-1}\Delta q_i}=\dfrac{a_m}{\sum\limits_{i=1}^{k-1}a_i} \end{cases}$$

где $Ц^{П}$ - функция, отражающая зависимость между правым целевым индикатором $Ц^{П}$ и значениями показателей первого уровня (Δq_i);

$\pm \Delta q_i$ - искомые приросты показателей первого уровня воздействий, отражающих i-ю зависимость;

a_i - коэффициенты приоритетности в использовании i-го показателя первого уровня;

k - количество показателей первого уровня, используемых для расчета целевого показателя $Ц^{П}$.

Выражения $\pm \Delta q_i^{П}(a_i)$ отражают зависимость приростов от присвоенных им приоритетов.

Для i-го уровня графа расчетов

$$\begin{cases} q_i^{П}(t_0) \pm \Delta q_i^{П}(t_1) = q_i^{П}(p_{i1}^{П}(t_0) \pm \Delta p_{i1}^{П}(a_{i1})), p_{i2}^{П}(t_0) \pm \Delta p_{i2}^{П}(a_{i1})),..., \\ ..., p_{mn}^{П}(t_0) \pm \Delta p_{mn}^{П}(a_{i1})) \\ \dfrac{\Delta p_{i1}^{П}}{\sum\limits_{j=2}^{n} \Delta p_{ij}} = \dfrac{a_{i1}}{\sum\limits_{j=2}^{m} a_{ij}} \\ \dfrac{\Delta p_{i2}^{П}}{\sum\limits_{\substack{j=1 \\ j\neq 2}}^{n} \Delta p_{ij}} = \dfrac{a_{i2}}{\sum\limits_{\substack{j=1 \\ j\neq 2}}^{m} a_{ij}} \\ - - - - - - - - - - - - - - - - \\ \dfrac{\Delta p_{mn}^{П}}{\sum\limits_{n=1}^{m-1} \Delta p_{in}} = \dfrac{a_{im}}{\sum\limits_{n=1}^{m-1} a_{in}} \end{cases}$$

где $q_i^{П}$ - i-я функция, отражающая зависимость между значениями показателей первого уровня и первичными показателями p_i;

$\pm \Delta p_{ij}$ - искомые приросты i-х первичных показателей, рассматриваемых в качестве j-х управляющих воздействий;

a_{ij} - коэффициенты приоритетности в использовании j-го управляющего воздействия в i-й зависимости;

m - количество первичных показателей, используемых для расчета показателя первого уровня.

Приросты аргументов, обозначенные в системе как $\pm \Delta p_i^{П}(a_{ij})$, рассматриваются как обязательные к выполнению управляющие предписания, реализация которых либо не всегда возможна из-за ограниченности ресурсов, либо не приемлема в данный период времени. Здесь возникает задача определения той границы, переход которой указывает на невозможность возвращения предприятия в равновесное состояние. Степень невозврата всегда плавающая и зависит от конкретных возможностей предприятия в настоящее

время. Для ее определения выполняется расчет правого целевого индикатора на основе тех ограничений, которые установлены для терминальных узлов графа расчетов. В результате получают новое значение целевого индикатора $Ц^{П}(t_0) \pm \Delta\overline{Ц}^{П}(t_1)$. Расчет выполняется по формуле:

$$C_{невозв} = \frac{Ц^{П}(t_1) \pm \Delta Ц^{Л}(t_1)}{Ц^{П}(t_1) \pm \Delta\overline{Ц}^{П}(t_1)},$$

где $C_{невозв}$ - степень невозврата в равновесное состояние;

$\pm \Delta Ц^{Л}(t_1)$ - требуемый прирост левого целевого индикатора;

$\pm \Delta\overline{Ц}^{П}(t_1)$ - возможный прирост правого целевого индикатора, полученный с учетом ограничений на ресурсы предприятия.

Величина $C_{невозв}$ колеблется в диапазоне от 1 до $\frac{Ц^{П}(t_1) \pm \Delta Ц^{Л}(t_1)}{Ц^{П}(t_1)}$.

Левая граница указывает на достаточность ресурсов предприятия для возврата в равновесное состояние, а правая – на их полное отсутствие.

Заканчивая рассмотрение теоретических основ, обеспечивающих возврат предприятия в равновесное состояние, следует указать на то, что нами исследованы лишь те случаи, которые охватываю реакцию предприятия на внешние факторы. Кроме таковых существуют и внутренние факторы, например, инициализация руководством введения новшеств (технических, организационных, технологических и др.), провоцирующих нестабильность предприятия и приводящих к потере равновесия. В этих случаях все методы, рассмотренные выше, могут быть использованы без изменений, так как появляющиеся по инициативе руководства неравновесные состояния можно рассматривать в качестве частных случаев состояний, возникающих из-за внешних факторов.

Литература

1. Занг В.-Б. Синергетическая экономика.-М.: Мир, 1999.
2. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала.-М.: Мир, 2000.
3. Шляйферт М.А. Управление равновесием социально-экономических систем и процессов.- СПб.: СПбГУЭИ, 1997.
4. Кишенин В.Н. Методы и модели решения микроэкономических конфликтных задач.- М.: Финансы и статистика, 2007.
5. Одинцов Б.Е. Обратные вычисления в формировании экономических решений.- М.: Финансы и статистика , 2004.
6. Дик В.В. Методология формирования решений в экономических системах и инструментальные среды их поддержки.- М.: Финансы и статистика, 2000.
7. Приказчиков А.А. Совершенствование структуры основных производственных средств с учетом рыночной конъюнктуры и производственных рисков// Вопросы экономических наук, 2004, №3 (7), стр. 228-246.