

УДК 519.866

ГЕНЕЗИС РЫНОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Л. В. Степанов,

канд. техн. наук, доцент

Институт менеджмента, маркетинга и финансов

Анализируются экономические предпосылки формирования рынка и важность этого процесса для деятельности предприятия. Предложена математическая модель формирования множества условных коалиций предприятий производственного и потребительского сегментов экономического пространства, формализовано определение состава рынка.

Ключевые слова — рыночная система, формирование рынка, математическое моделирование, теория игр, теория принятия решений.

Введение

Рыночная система представляет собой общность экономических отношений, складывающихся между определенными субъектами, по поводу совместного использования (купили или продажи) каких-либо товаров или услуг.

Однако совокупное экономическое пространство любого предприятия существенно шире. Его формируют все субъекты не только напрямую, но и косвенно связанные с использованием, управлением, производством или потреблением определенных товаров и услуг. Так, деятельность некоторого производителя может зависеть от дистрибьюторов, промоутеров и других предприятий, не участвовавших в процессе создания товара или услуги.

Во внешней среде субъекта экономического пространства производятся различные по характеристикам товары или услуги, и далеко не все из них совпадают по составу и значениям. При этом может возникать сложность рассмотрения их производителей как конкурентов и, следовательно, включения в состав единого рыночного процесса. Например, товары «VIP» и «эконом» классов могут относиться к одной товарной группе, но иметь отличный друг от друга состав количественных и качественных характеристик.

В современной экономической литературе [1, 2] часто выделяют различные условия возникновения рынка. Они носят весьма общий характер и не дают представления о сущности этого процесса.

В связи с этим необходимо формализовать механизм формирования рынка, позволяющий чет-

ко определить границу внешней среды предприятия. Разработка данной модели устранил неопределенность и абстрактность в рассмотрении рынка и создаст базис для анализа процессов на нем.

Поэтому возникает потребность в исследовании динамики состояния рынка в конкурентных условиях, и одним из основных инструментов этих исследований могут являться формализованные теоретико-игровые модели.

Центральным элементом экономического пространства (1) будем рассматривать субъект рынка (B), т. е. предприятие, с позиции которого анализируется рыночный процесс. Другими элементами являются предприятия-производители (P^{pr}), выпускающие некоторые товары и услуги для реализации, и предприятия-потребители (P^{pt}) данной продукции.

Относительно центра они формируют определенную внешнюю среду.

Тогда все экономическое пространство E можно описать:

$$E = \langle B; P^{pr}; P^{pt} \rangle. \quad (1)$$

В связи с этим можно поставить цель первого этапа моделирования процесса формирования рынка R и сформулировать ее в терминах теории игр — определить множество условных коалиций предприятий в экономическом пространстве субъекта.

Моделирование определения множества условных коалиций предприятий

Для решения задачи определения множества коалиций S применим подход [3–5], основанный

на использовании математического ожидания случайной величины вектора Шепли и позволяющий на основании качественного описания элементов множества предприятий и использования ряда параметров экономического характера получить на множестве E конечное число коалиций S .

На данном этапе необходимо найти наиболее целесообразные коалиции S предприятий. Фактически это задача определения структуры экономического пространства субъекта.

Глобально следует различать две подсистемы: множество производителей P^{pr} и множество потребителей P^{pt} . Основываясь на принципе декомпозиции и на различии целей производителей множества P^{pr} и потребителей множества P^{pt} , состав S следует рассматривать независимо для производителей и потребителей.

Таким образом, генеральную стратегию определения коалиций S предлагается строить на общности признаков H товаров или услуг участников экономического пространства. Будем считать, что субъект может оценить все свойства каждого предприятия с помощью вектора критериев

$$K = \{K_1, K_2, \dots, K_q, \dots, K_z\}. \quad (2)$$

В связи с тем, что критерии K (2) могут иметь различную значимость и влияние на решение задачи, следует рассмотреть следующие способы [6] определения множества коалиций предприятий в случае множества критериев:

1) метод выбора альтернатив по обобщенному критерию при равнозначности заданных критериев;

2) лексикографический метод в случае упорядоченности критериев по важности.

Первый возможный путь решения задачи — выбор альтернатив по обобщенному критерию *максимина*.

Сущность модернизации заключается в использовании для формирования коалиций интервальной оценки ζ .

Пусть каждому из критериев K_q (2) можно на основании экспертной информации поставить в соответствие множество оценок H_{qj} для всех предприятий (производителей или потребителей) из E . Количество критериев K_q во многом зависит от конкретных экономических условий и определяется экспертно. Тогда можно утверждать, что каждому предприятию P_j соответствует оценка H_{qj} для каждого из введенных критериев K_q , и алгоритм состоит из следующих этапов.

1. Для каждого критерия вычислить максимальную критериальную оценку по каждому из критериев:

$$H_{q \max} = \max H_{qj}, q = \overline{1, z},$$

где z — число характеристик по K_q -му критерию.

2. Вычислить приведенные нормализованные оценки предприятия по критериям:

$$H_{qj}^* = \frac{H_{qj}}{H_{q \max}}.$$

3. Вычислить минимальную критериальную оценку для каждого предприятия:

$$H_{j \min} = \min H_{qj}^*.$$

4. Сформировать коалиции S на основе величины степени схождения ζ предприятий:

а) задаются левая и правая границы степени схождения $\zeta_1, \zeta_2 \in [0, 1]$, величины выбираются случайным образом с учетом $\zeta_1 < \zeta_2$;

б) коалиция S_y формируется из предприятий, для которых при заданных значениях степени схождения выполняется условие

$$\zeta_1 \leq H_{j \min} < \zeta_2;$$

в) изменяя значения левой ζ_1 и правой ζ_2 границ степени схождения, можно получить множество коалиций S .

Если поиск множества коалиций проводится по *максимаксному* принципу, то на третьем шаге необходимо вычислить величину $H_{j \max}$ и использовать ее в дальнейшем.

В общем случае поиск множества условных коалиций может быть затруднен, поскольку в различных практических задачах вес критериев может быть разным или их значения могут быть противоречивы. Поэтому целесообразно данную процедуру строить по иерархическому принципу, т. е. установить некоторую упорядоченность примененных критериев.

Предлагается применить метод поиска по лексикографически упорядоченным критериям, что обеспечивает быстрый машинный выбор перспективных вариантов коалиций. Сначала выделяется множество предприятий с наилучшей оценкой по наиболее важному критерию, а затем выбираются те участники экономического пространства, которые имеют лучшую оценку по следующему критерию из упорядоченных по важности. Сущность предлагаемой модернизации заключается в использовании уровня α для формирования коалиций. Рассмотрим алгоритм, реализующий эту процедуру.

1. Критерии K (2) упорядочиваются по важности: K_1, K_2, K_3 и т. д.

2. Лицо, принимающее решение (ЛПР), назначает уровень $\alpha \in [0, 1]$, для которого определяется множество лучших предприятий в соответствии с шагами:

а) определить нижнюю (n) и верхнюю (v) границы α -уровневых подмножеств для оценки предприятия по рассматриваемому критерию:

$$\mathfrak{n}(H_{qj}) = \inf_{H_{qj} \geq \alpha} d, \quad \mathfrak{в}(H_{qj}) = \sup_{H_{qj} \geq \alpha} d,$$

где d — значение оценки j -го предприятия H_{qj} для α -уровня;

б) для каждой пары предприятий j и $j + 1$ из P вычислить показатели взаимного превышения критериальных оценок $\zeta_{H_{qj} H_{qj+1}}(H_{qj} > H_{qj+1})$ и $\zeta_{H_{qj+1} H_{qj}}(H_{qj} < H_{qj+1})$:

$$\zeta_{H_{qj} H_{qj+1}} = \frac{\mathfrak{в}(H_{qj}) - \mathfrak{в}(H_{qj+1})}{\mathfrak{в}(H_{qj}) - \mathfrak{n}(H_{qj})};$$

$$\zeta_{H_{qj+1} H_{qj}} = \frac{\mathfrak{n}(H_{qj+1}) - \mathfrak{n}(H_{qj})}{\mathfrak{в}(H_{qj}) - \mathfrak{n}(H_{qj})},$$

где $H_{qj}, H_{qj+1} \in H$;

с) вычислить показатели функции принадлежности μ_{qj} j -го предприятия к множеству лучших по q -критерию:

$$\mu_{qj} = \sup \times$$

$$\times \left\{ 0, \left(\max_{H_{qj}, H_{qj+1} \in H} \zeta_{H_{qj}, H_{qj+1}} - \max_{H_{qj}, H_{qj+1} \in H} \zeta_{H_{qj+1}, H_{qj}} \right) \right\}.$$

3. Если множество по рассматриваемому q -критерию содержит не одну альтернативу с $\mu_{qj} \geq \alpha$, то выбирается следующий критерий по важности и этапы п. 2 повторяются.

4. Изменяя значение уровня α , можно получить множество коалиций S .

Использование того или иного подхода к определению множества коалиций предприятий зависит от особенностей самого экономического пространства. В случаях, когда постановке задачи заранее заданы дополнительные требования или ограничения, для выбора перспективных вариантов целесообразно использовать лексикографический метод, так как именно он позволяет наиболее полно их учесть.

Каждый из представленных алгоритмов содержит определенную модернизацию, которая является новой по сравнению с базовой структурой методов, лежащих в основе этих алгоритмов. Возможность изменений подтверждается практической реализацией их на ЭВМ в составе пакета прикладных программ выбора и распределения ресурсов [7].

В качестве ЛПП на всех этапах выступает субъект экономического пространства. Предложенные и применяемые им методы достаточно мобильны относительно качества оптимизирующих параметров. Если условия постановки задачи требуют повышения точности решения, то ЛПП может выделить дополнительные критерии.

Таким образом, экономическое пространство субъекта может быть представлено как два множества коалиций предприятий-производителей и предприятий-потребителей:

$$E = \langle B; S^{Pr}; S^{Pt} \rangle, \quad (3)$$

причем

$$S^{Pr} = \{S_y^{Pr}\}, \quad S^{Pt} = \{S_y^{Pt}\},$$

где S_y^{Pr} — y -я коалиция производителей; S_y^{Pt} — y -я коалиция потребителей товаров или услуг.

Коалиции являются пересекающимися в своей подсистеме, так как предприятия одной коалиции могут входить в состав другой или одна коалиция может содержать другую частично или полностью.

Однако далеко не каждая коалиция может рассматриваться как потенциальный рынок субъекта экономического пространства. Поэтому возникает следующая задача определения оптимальных коалиций предприятий (производителей и потребителей), совокупность которых сформирует рынок субъекта R .

Модель определения оптимальной коалиции предприятий

В процессе определения множества коалиций экономического пространства (3) использовался вектор критериев K , позволяющий достаточно полно описать каждое предприятие. Процесс его формирования осуществлял субъект исходя из имеющейся в его распоряжении информации, полученной на основе мониторинга экономической ситуации. Главной задачей определения множества коалиций являлась локализация предприятий по принципу однородности, которая независимо проводилась в рамках производственного и потребительского сегментов экономического пространства субъекта, что обеспечивало структурирование этого пространства. На той стадии было вполне допустимо, в основе вектора критериев, использовать макроэкономические показатели, характеризующие предприятия.

Фактически определение оптимальной коалиции является следующим этапом локализации предприятий экономического пространства вокруг субъекта. В этой связи в процессе моделирования следует повысить структурированность и перейти к двум критериям:

K^C — обобщенному ценовому (стоимостному) критерию;

K^{NC} — обобщенному неценовому критерию.

В основу построения модели определения оптимальной коалиции предприятий предлагается положить подходы теории принятия решений, в соответствии с которыми каждый из введенных критериев можно рассматривать с точки зрения общего понятия полезности, т. е. j -е предприятие должно оцениваться в смысле целесо-

образности его учета как участника единого рыночного процесса с субъектом экономического пространства.

Возникает задача построения функции полезности в случае критериев K^C и K^{NC} .

Пусть $V: \{H\} \rightarrow [0, 1]$ — функция полезности. Тогда необходимо определить ее аналитический вид с точностью до произвольного монотонного преобразования.

Допущение 1. Пусть функция V такова, что в области допустимых значений имеет $(m+1)$ частных производных по K^C и K^{NC} , т. е. предпочтительность изменяется непрерывно по мере изменения значений по критериям.

Используя разложение в ряд Тейлора, функцию полезности V можем представить в виде

$$\begin{aligned}
 V(H_{K^C} + \Delta H_{K^C}, H_{K^{NC}} + \Delta H_{K^{NC}}) = & \\
 = V(H_{K^C}, H_{K^{NC}}) + & \\
 + \left(\frac{\partial V}{\partial H_{K^C}} \Delta H_{K^C} + \frac{\partial V}{\partial H_{K^{NC}}} \Delta H_{K^{NC}} \right) + \dots + & \\
 + \frac{1}{m!} \left(\frac{\partial V}{\partial H_{K^C}} \Delta H_{K^C} + \frac{\partial V}{\partial H_{K^{NC}}} \Delta H_{K^{NC}} \right)^m + T_m, & (4)
 \end{aligned}$$

где H_{K^C} и $H_{K^{NC}}$ — оценки предприятия по критериям K^C и K^{NC} соответственно; T_m — остаточный член формулы Тейлора.

Тогда для пары $(H_{K^C}, H_{K^{NC}})$ можно на основе процедуры замещения получить $(m + 1)$ индифферентных точек и записать систему линейных уравнений относительно неизвестных значений производных:

$$\left\{ \begin{aligned}
 & \left(\frac{\partial V}{\partial H_{K^C}} \Delta H_{K^C 1} + \frac{\partial V}{\partial H_{K^{NC}}} \Delta H_{K^{NC} 1} \right) + \dots + \\
 & + \frac{1}{m!} \left(\frac{\partial V}{\partial H_{K^C}} \Delta H_{K^C 1} + \frac{\partial V}{\partial H_{K^{NC}}} \Delta H_{K^{NC} 1} \right)^m + \\
 & + T_{m1} = 0, \\
 & \dots \\
 & \left(\frac{\partial V}{\partial H_{K^C}} \Delta H_{K^C g} + \frac{\partial V}{\partial H_{K^{NC}}} \Delta H_{K^{NC} g} \right) + \dots + \\
 & + \frac{1}{m!} \left(\frac{\partial V}{\partial H_{K^C}} \Delta H_{K^C g} + \frac{\partial V}{\partial H_{K^{NC}}} \Delta H_{K^{NC} g} \right)^m + \\
 & + T_{mg} = 0, \\
 & \dots
 \end{aligned} \right. \quad (5)$$

где $(H_{K^C} + \Delta H_{K^C}, H_{K^{NC}} + \Delta H_{K^{NC}})$ — g -я точка, индифферентная точке $(H_{K^C}, H_{K^{NC}})$; m — количество частных производных, причем $g = 1, m + 1$;

T_{mg} — остаточный член при определении значений полезности разложением (4) в точке g , характеризующий точность представления функции полезности в виде ряда Тейлора.

Если предположить, что $T_{mg} = 0$ для всех g , то для проверки этого условия должно выполняться условие равенства определителя системы линейных уравнений относительно неизвестных значений, производных нулю. Это необходимое условие для проверки равенства $T_{mg} = 0$, а с учетом допущения 1 и достаточное. Таким образом, если при выбранном порядке m в формуле Тейлора определитель системы линейных уравнений относительно неизвестных значений производных (5) не равен нулю, то $T_{mg} \neq 0$. Тогда следует увеличить m , дополнительно установив недостающее количество индифферентных точек.

Допущение 2. Функция полезности, формализующая предпочтения субъекта, монотонна и выпукла (или вогнута) на каждом из K^C и K^{NC} .

На основании предложенной процедуры можно получить аналитический вид функции V , заданной на векторе критериев \mathbf{K} , характеризующих ценовые и неценовые свойства предприятия. Полученная функция полезности обладает свойством непрерывности и позволяет на основании интерполяции рассчитывать ее значения за границами выбранных первоначально интервалов. Другими словами, у субъекта появляется возможность прогнозировать вероятное изменение показателей предприятий. Это имеет большое практическое значение.

Если величину оценки каждого из критериев можно задать в виде некоторого интервала, т. е. степень неопределенности исходных данных высока, то для построения функции полезности предлагается воспользоваться методом [6, 8], основанным на декомпозиции многомерных нечетких функций полезности. Рассмотрим его применение к задаче построения функции полезности в случае двух независимых критериев K^C и K^{NC} .

Критерии K^C и K^{NC} назовем взаимно независимыми по полезности, если K^C не зависит по полезности от K^{NC} , а K^{NC} не зависит по полезности от K^C , что полностью согласуется с определением независимости по полезности критериев, введенным в работе [6].

Обозначим $V(H_{K^C}, H_{K^{NC}})$ функцию полезности, где H — множества оценок по критериям K^C и K^{NC} .

Если критерии K^C и K^{NC} являются взаимно независимыми по полезности, то, используя метод [6] декомпозиции многомерных функций при независимых критериях по полезности, функцию $V(H_{K^C}, H_{K^{NC}})$ можно представить в виде

$$V(H_{K^C}, H_{K^{NC}}) = t^{K^C} v^-(H_{K^C}) + \frac{v^+(H_{K^C}) - v^-(H_{K^C})}{v^+(H_{K^C}^0)} \times \\ \times t^{K^{NC}} v^-(H_{K^{NC}}) + t^{K^{NC}} V(H_{K^{NC}}^0) \times \\ \times \frac{v^+(H_{K^C}) - v^-(H_{K^C}) v^+(H_{K^{NC}}) - v^-(H_{K^{NC}})}{v^+(H_{K^C}^0) v^+(H_{K^{NC}}^0)},$$

где $V(H_{K^C}), V(H_{K^{NC}})$ — нормализованные условные функции полезности поставщика по критериям K^C и K^{NC} соответственно, такие, что левые v^- и правые v^+ границы носителей для значений условной функции полезности V равны $v^-(H_{K^C}^0) = 0, v^+(H_{K^C}^1) = 1, v^-(H_{K^{NC}}^0) = 0, v^+(H_{K^{NC}}^1) = 1$ соответственно; $t^{K^C}, t^{K^{NC}}$ — положительные шкалирующие константы функции полезности $V(H_{K^C}, H_{K^{NC}})$, определяемые следующим образом:

$$t^{K^{NC}} = \frac{v^+(H_{K^C}^0)}{1 + v^-(H_{K^C}^1)(v^+(H_{K^{NC}}^0) - 1)}; \quad (6)$$

$$t^{K^C} = t^{K^{NC}} \frac{v^+(H_{K^{NC}}^0)}{v^+(H_{K^C}^0)}. \quad (7)$$

Левые границы $v^-(H_{K^C}), v^-(H_{K^{NC}})$ носителей для $V(H_{K^C}), V(H_{K^{NC}})$ определяют, зная их правые границы $v^+(H_{K^C}), v^+(H_{K^{NC}})$:

$$v^-(H_{K^C}) = \frac{v^+(H_{K^C}) - v^+(H_{K^C}^0)}{1 - \sigma t^{K^C} v^+(H_{K^C}^0)}; \quad (8)$$

$$v^-(H_{K^{NC}}) = \frac{v^+(H_{K^{NC}}) - v^+(H_{K^{NC}}^0)}{1 - \sigma t^{K^{NC}} v^+(H_{K^{NC}}^0)}, \quad (9)$$

где σ — некоторая константа, содержащая подобные члены выражений (8) и (9):

$$\sigma = \frac{v^+(H_{K^C}^0) - v^+(H_{K^C}^1) + v^-(H_{K^C}^1)}{t^{K^C} v^+(H_{K^C}^0) v^-(H_{K^C}^1)}. \quad (10)$$

В выражениях (6)–(10) H^0 и H^1 — оценки критериев K^C и K^{NC} .

Точность получаемого результата существенно зависит не только от формализации исходных данных, но и от того, сколько критериев введены субъектом для предприятий.

Таким образом, используя разложение в ряд Тейлора или декомпозицию многомерных функций в случае независимых критериев, можно определить значения функции полезности для

каждого предприятия (производителей и потребителей) экономического пространства субъекта.

Тогда каждая коалиция S (например, производителей) представляет собой некоторое объединение:

$$S_y = \bigcup_j \frac{pr_j}{V_j(K^C, K^{NC})},$$

где $V_j(H_{K^C}, H_{K^{NC}})$ — значение функции полезности pr_j производителя.

Отсюда следует, что функция полезности коалиции в целом

$$V_{S_y} = \bigcup_j V_j(K^C, K^{NC}),$$

где $pr_j \in S_y$.

При этом условии значение полезности может быть рассчитано как среднее для всех ее элементов:

$$V_{S_y} = \frac{\sum_{j \in S_y} V_j(K^C, K^{NC})}{|S_y|},$$

где $S_y \in E$.

Подобный расчет необходимо производить независимо для всех коалиций S подсистем производителей и потребителей экономического пространства E .

В качестве критерия оптимизации предлагается принять максимум функции полезности. Тогда применение критерия оптимизации к коалициям производителей и потребителей товаров или услуг позволяет сузить экономическое пространство E до рынка R и получить множества PR и PT :

$$PR = S^{pr} \setminus \max V_{S_y^{pr}}; \quad PT = S^{pt} \setminus \max V_{S_y^{pt}}.$$

В результате можно определить состав множества производителей и множества потребителей, формирующих в совокупности для субъекта рынок товаров или услуг R :

$$R = PT \cup PR.$$

Заключение

В основе предложенного подхода лежит использование базовых положений теории принятия решения и, в частности, оптимизация функции полезности, применение которой к задаче моделирования процесса формирования рынка является элементом новизны данного научного исследования.

Для построения функции полезности использовались два способа: разложение в ряд Тейлора и декомпозиция многомерных функций. Их применение к задаче определения состава производителей и потребителей рынка R потребовало

формирования двух совокупных критериев, отражающих ценовые и неценовые различия предприятий. Учет неценовых особенностей участников рынка является общим весомым отличием данной работы.

Важно отметить, что предлагаемый путь решения не содержит чрезвычайно сложных за-

висимостей и легко реализуем на ЭВМ. Данное обстоятельство особенно ценно для некоторых видов конкуренции (совершенной и монополистической), в которых принимает участие значительное количество предприятий, что приводит к возрастанию объемов вычислительных операций.

Литература

1. Акулов В. Б., Акулова О. В. Экономическая теория: учеб. пособие / ПетрГУ. — Петрозаводск, 2002. — 115 с.
2. Борисов Е. Ф. Экономическая теория: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 1999. — 384 с.
3. Ауман Р., Шепли Л. Значения для неатомических игр. — М.: Мир, 1977. — 230 с.
4. Дюбин Г. Н. О функции Шелли для игр с бесконечным числом игроков // Теоретико-игровые вопросы принятия решений. — Л.: Наука, 1978. — 310 с.
5. Дюбин Г. Н., Суздаль В. Г. Введение в прикладную теорию игр. — М.: Наука, 1981. — 336 с.
6. Борисов А. Н., Алексеев А. В., Меркурьев Г. В. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. — М.: Радио и связь, 1989. — 304 с.
7. Степанов Л. В., Сербулов Ю. С., Сипко В. В. Пакет прикладных программ для выбора и принятия решений в задачах поставки сырья на промышленное предприятие // Инф. листок № 289–97. — Воронеж: ЦНТИ, 1997. — 2 с.
8. Кини Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: Пер. с англ. / Под ред. И. Ф. Шахнова. — М.: Радио и связь, 1981. — 560 с.

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

Поступающие в редакцию статьи проходят обязательное рецензирование.

При наличии положительной рецензии статья рассматривается редакционной коллегией. Принятая в печать статья направляется автору для согласования редакторских правок. После согласования автор представляет в редакцию окончательный вариант текста статьи.

Процедуры согласования текста статьи могут осуществляться как непосредственно в редакции, так и по e-mail (80x@mail.ru).

При отклонении статьи редакция представляет автору мотивированное заключение и рецензию, при необходимости доработать статью — рецензию. Рукописи не возвращаются.

Редакция журнала напоминает, что ответственность за достоверность и точность рекламных материалов несут рекламодатели.