330.45

Иванов С.В., к.ф.-м.н., доцент,
ТНУ имени В.И. Вернадского, г. Симферополь

О ЗАДАЧЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДСТВ НА КОНКУРЕНТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Вопросы конкуренции как неотъемлемого элемента рыночной экономики, важнейшего условия эффективной деятельности затрагиваются в работах, освещающих актуальные проблемы экономики, денежно-кредитную политику, многогранную банковскую деятельность и многое другое. Потребность в эмпирической базе, аналитических материалах, в определении принципиальных ориентиров для разработок в этой области экономики обусловили актуальность темы исследования.

Так, работа А.О. Анфалова [1] посвящена основным конкурентным факторам современных маркетинговых аспектов мировой глобализации. Рассматриваются примеры полезного для изучения и использования мирового опыта привлечения инвестиций в рамках свободных экономических зон, кластеров, территорий приоритетного развития в некоторых странах Европы, Азиатско-Тихоокеанского региона, других регионов планеты, в сравнении с серьезными структурными макроэкономическими просчетами в Украине и недостатками инфраструктурного плана. Вопросам конкуренции на товарном рынке посвящена работа О.О. Голосова [2]. В ней рассматривается и детально анализируется проблема конкурентной способности государства на мировом товарном рынке. Вопросы конкурентной среды рынка ценных бумаг и динамики форм собственности в условиях конкуренции в Украине рассматривались в статье Лебедевой О.А., Ермоленко Г.Г. [3].

Современная теория графов обладает мощным аппаратом, содержащим множество методов и алгоритмов, позволяющих решать всевозможные задачи на графах [4, с. 600-622]. Модели на графах являются простыми и наглядными, что позволяет получить более глубокое представление и понимание о решаемой задаче. Проблемой является недостаточная освещенность подобных вопросов в отечественной литературе.

Целью работы является решение задачи распределения средств на конкурентные взаимодействия и рассмотрение приведенного метода решения на конкретном примере.

Пусть n участников распределяют свои фиксированные ресурсы друг против друга с целью улучшения своего конкурентного положения. Очевидной задачей является определение устойчивого состояния, которое устраивает всех участников взаимодействия с точки зрения их интересов.

Рассмотрим ориентированный граф $G(V,E)$ с множеством вершин $v \in V$ и множеством ребер $(i, j) \in E$, $i \in \{1, \ldots, n\}$, $j \in \{1, \ldots, n\}$. Будем рассматривать полный граф G, то есть граф, в котором между каждой парой вершин существуют ребра. Каждое ребро между парой вершин v_i и v_j пометим величинами x_{ij} (между v_j и v_i – x_{ji}). Величина x_{ij} характеризует воздействие v_i на v_j, а величина x_{ji} — воздействие v_j на v_i.

Рассмотрим матрицу смежности графа G с учетом весов ребер:

$$\boldsymbol{X} = \begin{pmatrix} 0 & \boldsymbol{x}_{12} & \boldsymbol{x}_{13} & \ldots & \boldsymbol{x}_{1\boldsymbol{n}} \\ \boldsymbol{x}_{21} & 0 & \boldsymbol{x}_{23} & \ldots & \boldsymbol{x}_{2\boldsymbol{n}} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \boldsymbol{x}_{\boldsymbol{n}1} & \boldsymbol{x}_{\boldsymbol{n}2} & \boldsymbol{x}_{\boldsymbol{n}3} & \ldots & 0 \end{pmatrix}$$

С помощью матрицы смежности на графе $G(V, E)$ определено состояние $X = (x_{ij})$.

Предположим, что состояния системы $X^{(k)}$ меняются в режиме дискретного времени $k = 0, 1, 2, \ldots$ перестраивая свои отношения $x_{ij}^{(k)}$ по определенным правилам. Будем считать, что каждая вершина v_i переопределяет выгодным для себя образом свой исходный потенциал q_i, сохраняя его на каждом шаге, т. е.

$$\boldsymbol{q_i} = \sum_{\boldsymbol{j}=1}^{\boldsymbol{n}} \boldsymbol{x}_{\boldsymbol{ij}}^{(\boldsymbol{k})}, \; k \in \{1, \ldots, n\}.$$

С другой стороны, вершина v_i испытывает на себе суммарное воздействие

$$p_i^{(k)} = \sum_{j=1}^{n} x_{ji}^{k},$$

направленное от других вершин и меняющееся в течение времени k.

Меняя свои состояния рекуррентно: $X^{(k+1)} = \Phi(X^k)$, система может стремиться к устойчивым или циклическим решениям, поиск которых представляется весьма интересным.

Для участников i и j с помощью величин x_{ij} и x_{ji} можно выполнить оценку полезности их интересов. В случае сотрудничества оценка может иметь вид:

$$c_{ij} = c(x_{ij},x_{ji}) = x_{ij} + x_{ji},$$

а в случае противостояния:

$$c_{ij} = c(x_{ij},x_{ji}) = x_{ij} - x_{ji}.$$

В работе [5], например, рассматривается общий линейный случай оценки отношений:

$$c_{ij} = c(x_{ij},x_{ji}) = ax_{ij} + bx_{ji}.$$

Заметим, что возможные значения весовых коэффициентов могут отражать как степень, так и полезность отношений.

Таким образом, можно рассматривать следующую стратегию участников:

$$\begin{cases} \min\limits_j (ax_{ij} + bx_{ji}) \to \max\limits_{x_{ij}} \\ \sum\limits_{j=1}^{n} x_{ij} = q_i, \\ i = 1,2,\ldots,n \end{cases}$$

Очевидно, что участник v_i на шаге $(k + 1)$ принимает решение, основываясь на действиях других участников на предыдущем шаге k, поэтому

$$c_{ij}^{(k+1)} = ax_{ij}^{(k+1)} + bx_{ji}^{(k)}.$$

С другой стороны

$$c_{ij}^{(k+1)} = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n} c_{ji}^{(k)} = \frac{1}{n-1}\left(\sum_{j=1}^{n} ax_{ij}^{(k)} + \sum_{j=1}^{n} bx_{ji}^{(k)}\right)$$

Следовательно,

$$x_{ij}^{(k+1)} = -\frac{b}{a}x_{ji}^{(k)} + \frac{1}{n-1}\left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{(k)} + \frac{b}{a}\sum_{j=1}^{n} x_{ji}^{(k)}\right)$$

или

$$x_{ij}^{(k+1)} = -\frac{b}{a}x_{ji}^{(k)} + \frac{1}{n-1}\left(q_i + \frac{b}{a}p_i^{(k)}\right) = -\frac{b}{a}x_{ji}^{(k)} + f_i^{(k)},$$

где

$$f_i^{(k)} = \frac{1}{n-1}\left(q_i + \frac{b}{a}p_i^{(k)}\right), i \in \{1,2,\ldots,n\}.$$

Таким образом, на каждом шаге определен вектор стабилизации, по изменению которого можно определить характер состояний $X^{(k)}$:

$$\boldsymbol{F}^{(\boldsymbol{k})} = \{\boldsymbol{f}_1^{(\boldsymbol{k})}, \boldsymbol{f}_2^{(\boldsymbol{k})}, \ldots, \boldsymbol{f}_{\boldsymbol{n}}^{(\boldsymbol{k})}\}.$$

Учитывая предыдущие рассуждения, получаем новую постановку задачи.

Пусть на графе, $G(V,E)$ определены начальные отношения между вершинами:

$$X^{(0)} = \begin{pmatrix} 0 & x_{12}^{(0)} & x_{13}^{(0)} & \ldots & x_{1n}^{(0)} \\ x_{21}^{(0)} & 0 & x_{23}^{(0)} & \ldots & x_{2n}^{(0)} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ x_{n1}^{(0)} & x_{n2}^{(0)} & x_{n3}^{(0)} & \ldots & 0 \end{pmatrix}$$

и заданы рекуррентные преобразования состояний системы:

$$\begin{cases} x_{ij}^{(k+1)} = -\frac{b}{a}x_{ji}^{(k)} + f_i^{(k)}, i \neq j \\ x_{ij}^{(k+1)} = 0, i = j \end{cases} \quad i \in \{1,2,\ldots,n\}, j \in \{1,2,\ldots,n\}.$$

Необходимо определить свойства и характер изменения состояний $X^{(k)} = (x_{ij}^{(k)})$ при различных a и b. Найти устойчивые состояния $X^{(*)} = (x_{ij}^{(*)})$, не меняющиеся после преобразования.

Приведем основные теоретические результаты, полученные ранее.

Важным является то, что в условиях задачи выполняется свойство сохранения ресурса для каждой вершины:

$$q_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{(k)} ,\ i \in \{1,2,...,n\}.$$

Действительно,

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{(k+1)} = \sum_{j=1, j\neq i}^{n} \left(-\frac{b}{a} x_{ji}^{(k)} + \frac{1}{n-1}\left(q_i + \frac{b}{a} p_i^{(k)} \right) \right) =$$

$$= -\frac{b}{a} p_i^{(k)} + \frac{n-1}{n-1}\left(q_i + \frac{b}{a} p_i^{(k)} \right) = q_i$$

Приведем основные результаты.

Лемма 1. Для координат вектора стабилизации $F^{(k)}$ выполняется соотношение

$$\sum_{i=1}^{n} f_i^{(k)} = \frac{Q}{n-1}\left(1 + \frac{b}{a} \right),$$

где $Q = \sum_{i=1}^{n} q_i$ – суммарный потенциал системы.

Лемма 2. Для каждого $i \in \{1,2,\ldots,n\}$ выполняется следующее рекуррентное соотношение

$$f_i^{(k+1)} = -\frac{1}{n-1} \cdot \frac{b}{a} \cdot f_i^{(k)} + c_i ,$$

где

$$c_i = \frac{1}{n-1}\left(1 + \frac{b}{a} \right) \cdot \left(q_i \cdot \left(1 - \frac{b}{a} \right) + \frac{b}{q} \cdot \frac{Q}{n-1} \right)$$

есть постоянная величина.

Теорема 1. При условии

$$\left| \frac{b}{a} \right| < n-1$$

начальное решение системы, заданное соотношениями:

$$x_{ij}^{*} = \frac{1}{b + (n-1)a}\left(aq_i - bq_j + \frac{bQ}{n-1} \right).$$

является стационарным, т. е. не изменяется в течение дискретного времени k.

Рассмотрим данную задачу на примере. Предположим, что четыре фирмы распределяют свои фиксированные ресурсы q1 = 80, q2 = 50, q3 = 40, q4 = 30 друг против друга с целью улучшения своего конкурентного положения. Необходимо определить устойчивое состояние, устраивающее всех участников взаимодействия с точки зрения их интересов.

Очевидно, что в данном случае имеется противостояние с оценкой отношений по формуле:

$$c_{ij} = c(x_{ij}, x_{ji}) = x_{ij} - x_{ji},$$

т. е. $a = 1$, $b = -1$.

Покажем, что некоторое допустимое решение (не обязательно оптимальное) в результате преобразований будет приближаться к устойчивому решению. Степень близости к устойчивому решению будет определяться поведением вектора стабилизации $f = (f_1, f_2, f_3)$.

С учетом значений коэффициентов, получаем, что рекуррентные соотношения принимают вид:

$$\begin{cases} x_{ij}^{(k+1)} = x_{ji}^{(k)} + f_i^{(k)}, i \neq j, \\ x_{ij}^{(k+1)} = 0, i = j; \end{cases}$$

$i \in \{1,2,3,4\}$, $j\{1,2,3,4\}$.

Используя формулу для коэффициентов c_i из Леммы 2, получаем

$$c_i = \frac{1}{n-1}\left(1 + \frac{b}{a} \right) \cdot \left(q_i \cdot \left(1 - \frac{b}{a} \right) + \frac{b}{q} \cdot \frac{Q}{n-1} \right) =$$

$$= \frac{1}{4-1}\left(1 + \frac{-1}{1} \right) \cdot \left(q_i \cdot \left(1 - \frac{-1}{1} \right) + \frac{-1}{q} \cdot \frac{Q}{4-1} \right) = 0 \cdot$$

То есть, $c_i = 0$, i = 1,2,3,4, поэтому по Лемме 2

$$f_i^{(k+1)} = -\frac{1}{n-1} \cdot \frac{b}{a} \cdot f_i^{(k)} = -\frac{1}{4-1} \cdot \frac{-1}{1} \cdot f_i^{(k)} = \frac{1}{3} f_i^{(k)},\ i = 1,2,3,4.$$

При начальном решении

$$X^{(0)} = \begin{pmatrix} 0 & 40 & 30 & 10 \\ 20 & 0 & 20 & 10 \\ 20 & 10 & 0 & 10 \\ 10 & 10 & 10 & 0 \end{pmatrix},$$

используя формулы

$$\boldsymbol{f}_i^{(\boldsymbol{k})} = \frac{1}{\boldsymbol{n}-1}\left(\boldsymbol{q}_i + \frac{\boldsymbol{b}}{\boldsymbol{a}}\boldsymbol{p}_i^{(\boldsymbol{k})}\right), \ \mathrm{i} \in \{1,2,3,4\},$$

получаем значение вектора стабилизации

$$\boldsymbol{f}^{(0)} = (10; \quad -3{,}333; \quad -6{,}666; \quad 0).$$

Для начального решения модель имеет вид, как показано на рис.1:

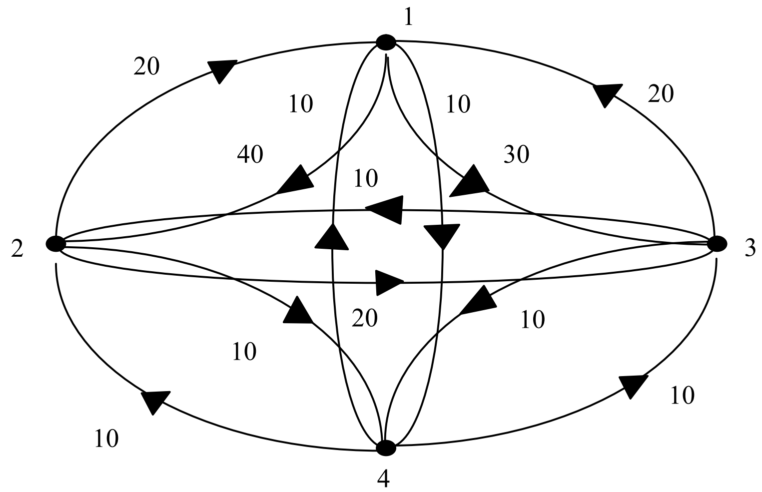

Рис. 1. Модель начального решения на графе

Таким образом, первый участник «чувствует» себя уверенно по отношению к остальным участникам; второй и третий участники имеют ситуация «хуже»; четвертый участник находится в паритетной ситуации.

После первого шага расчетного алгоритма получаем

$$X^{(1)} = \begin{pmatrix} 0 & 30 & 30 & 20 \\ 36{,}667 & 0 & 6{,}667 & 6{,}667 \\ 23{,}333 & 13{,}333 & 0 & 3{,}333 \\ 10 & 10 & 10 & 0 \end{pmatrix}.$$

При этом, по формулам

$$f_i^{(k+1)} = \frac{1}{3} f_i^{(k)}, \ \mathrm{i} = 1,2,3,4,$$

получаем вектор стабилизации

$$f^{(1)} = (3{,}333 \quad -1{,}111 \quad -2{,}222 \quad 0).$$

Первый и второй участники находятся в «хорошем» противостоянии с соперниками, а третий — в «плохом». Четвертый же участник логично перестроил взаимоотношения и оставил их паритетными.

После второго шага

$$X^{(2)} = \begin{pmatrix} 0 & 40{,}000 & 26{,}667 & 13{,}333 \\ 28{,}889 & 0 & 12{,}222 & 8{,}889 \\ 27{,}778 & 4{,}444 & 0 & 7{,}778 \\ 20{,}000 & 6{,}667 & 3{,}333 & 0 \end{pmatrix},$$

$$f^{(2)} = (1{,}111 \quad -0{,}370 \quad -0{,}740 \quad 0{,}000).$$

Выполняя шаги алгоритма, мы будем изменять ситуацию в соответствии с соотношениями.

При k→∞ решение стремится к устойчивому решению, которое вычисляется по формулам Теоремы 1:

$$X^{(*)} = \begin{pmatrix} 0 & 31,667 & 26,667 & 21,667 \\ 31,667 & 0 & 11,667 & 6,667 \\ 26,667 & 11,667 & 0 & 1,667 \\ 21,667 & 6,667 & 1,667 & 0 \end{pmatrix}, \; f^{(*)} = (0 \quad 0 \quad 0 \quad 0).$$

Такая ситуация устраивает всех участников с точки зрения угроз, поскольку все $c_{ij} = 0$.

Таким образом, можно сделать следующие выводы: приведенная в работе модель, построенная с использованием теории графов, а также рассмотренные основные теоретические результаты, позволяют получить вполне определенное числовое решение задачи распределения средств на конкурентные взаимодействия.

Заметим, что построенная модель имеет смысл и в случае, когда отношения имеют место не между каждой парой участников. Безусловный интерес представляют те случаи, когда отношения между участниками не удается выразить в линейной форме.

Литература

1. Анфалов А.О. Конкурентні фактори сучасних маркетингових аспектів глобализації на Евразійському просторі та роль Кримського региону в них [Електронний ресурс] / А.О. Анфалов // Культура народов Причерноморья. — 2005. — №73. — С. 76-80.

2. Голосов О.О. Особливості формування конкурентної позиції виробника зерна на світовому товарному ринку [Електронний ресурс] / О.О. Голосов // Культура народов Причерноморья. — 2004. — №50, Т.2. — С. 34-38.

3. Лебедева О.А. Становление конкурентной среды фондового рынка Украины [Электронный ресурс] / О.А. Лебедева // Культура народов Причерноморья. — 2002. — №36. — С. 221-225.

4. Андерсон Д. Дискретная математика и комбинаторика / Д. Андерсон // – М.: «Вильямс», 2003. – 960 с.

5. Астраков С.Н. Моделирование устойчивых взаимоотношений на графах / С.Н. Астраков // Моделирование инновационных процессов и экономической динамики. – 2006. – №6 – С. 293-302.

Рецензент докт. экон. наук, профессор Апатова Н.В.

330.101.2

Колодий С.Ю., к.э.н., доцент,
ТНУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭМПИРИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОСТТРАНСФОРМАЦИОННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ

Вопросы успешности трансформационных преобразований в постсоциалистических государствах волнуют умы многих экономистов, политиков, общественных деятелей, граждан, осуществляющих свою деятельность в условиях революционного реформирования социально-экономической системы и институциональной среды в течение последнего двадцатилетия. Данные процессы затронули жизнь сотен миллионов людей во многих странах, и до сих пор отсутствует целостная экономическая теория, позволяющая объяснить процесс трансформационных преобразований и выработать программу четких действий в случае повторения подобной ситуации в будущем.

Целью статьи является теоретическое и эмпирическое обоснование посттрансформационной экономической подсистемы с помощью методологического аппарата неоинституциональной экономической теории.

Как известно, целью социально-экономических преобразований в постсоциалистических государствах является переход от командно-административной экономической системы к социально-ориентированной смешанной экономике. Данные преобразования формально проводились по одинаковым теоретическим рекомендациям, однако дали различные результаты. Долгое время экономическая научная мысль не могла дать четкие ответы на имеющие место различные сценарии протекания трансформационных процессов и аргументировано обосновать, почему одни государства провели реформы быстро и достаточно безболезненно, другие же более двух десятилетий не могут их завершить. Ответы на эти и многие другие вопросы стали очевидными на рубеже 20-21 века, когда