УДК 519.8 (075.8)

ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ УСТАНОВЛЕНИЯ ТРАНСФЕРТНЫХ ЦЕН ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ПЕРЕДАЧ РЕСУРСОВ В КРЕДИТНО-ФИНАНСОВОЙ СТРУКТУРЕ

к.т.н. А.И. Лысенко, И.А. Сорокина
(представил д.т.н., проф. В.М. Вартанян)

Моделируется механизм трансфертного ценообразования внутрисистемных передач ресурсов в разделенной кредитно-финансовой структуре на основе оценивания потенциальной рентабельности активно-пассивных операций, объемы которых коррелируются с величиной производственных затрат. Задача моделируется безкоалиционной игрой равноправных лиц с запрещенными ситуациями, решение которой, исходя из принципа достижения цели, отвечает критерию равновесия Неша (Nash).

При управлении любой кредитно-финансовой структурой, состоящей из различных операционных подразделений (центров деятельности), которые могут рассматриваться как самостоятельные предприятия, имеющие различную потенциальную рентабельность, возникает проблема: какие из них поддерживать и развивать, а какие – ограничивать или даже ликвидировать путем соответствующего распределения имеющихся ресурсов на основе рыночного критерия.

Предметом исследования является построение модели, позволяющей оценить потенциальную рентабельность функционирования отдельных центров деятельности кредитно-финансовой структуры, осуществляющей активно-пассивные операции. Необходимые в этом случае внутрисистемные правила взаимоотношений между привлекающими и размещающими финансовые ресурсы подразделениями строятся на основе использования принципа открытого управления [1]. Согласно этому принципу каждому центру деятельности предоставляется полная самостоятельность в выборе объёмов своих производственных затрат, исходя из максимизации собственной рентабельности функционирования. При этом возникает проблема установления так называемых трансфертных цен внутрисистемных передач финансовых ресурсов от одного подразделения в другое. Причём подразделения, привлекающие ресурсы, заинтересованы в повышении трансфертных цен, а размещающие – в их понижении. От границ установления этих трансфертных цен зависит внутренняя расчётная прибыль тех и других операционных подразделений, а значит и оценка управляющим центром результатов их деятельности. Таким образом, получается ситуация, в которой центры деятельности трансформируются в центры ответственности (профит-центры) с несовпадающими интересами, а управляющий центр превращается в регулирующий рыночный инструмент (внутреннее казначейство), чётко реагирующий на изменение издержек функционирования операционных подразделений.

Структура финансовых потоков при организации трансфертного ценообразования приведена на рис. 1, где $\mathbf{Q_j}$ – объём размещаемых фи-

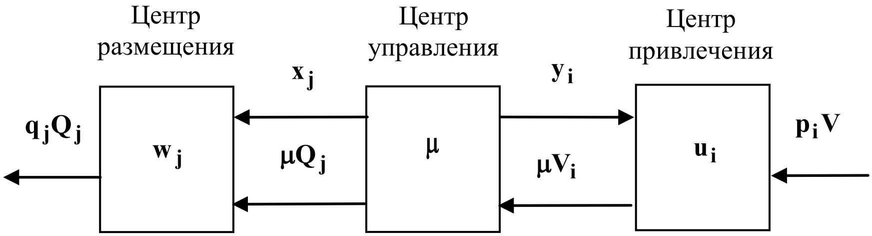

Рис. 1. Схема потоков финансовых ресурсов с трансфертным ценооборотом

нансовых ресурсов **j**-го вида; $\mathbf{q_j}$ – цена размещения единицы **j**-го вида финансовых ресурсов; $\mathbf{w_j}$ – условно-постоянные затраты центра размещения **j**-го вида финансовых ресурсов; $\mathbf{x_j}$ – общие производственные затраты центра размещения **j**-го вида финансовых ресурсов; $\boldsymbol{\mu}$ – трансфертная цена внутрисистемной передачи приведенной единицы финансовых ресурсов; $\mathbf{u_i}$ – условно-постоянные затраты центра привлечения **i**-го вида финансовых ресурсов; $\mathbf{y_i}$ – общие производственные затраты центра привлечения **i**-го вида финансовых ресурсов; $\mathbf{p_i}$ – цена привлечения единицы **i**-го вида финансовых ресурсов; $\mathbf{V_i}$ – объём привлекаемых финансовых ресурсов **i**-го вида.

Если производственные затраты центров деятельности рассматривать как сумму прямых и косвенных издержек функционирования:

$$\mathbf{x_j = \mu Q_j + w_j}; \qquad \mathbf{y_i = p_i V_i + u_i},$$

то объёмы размещаемых $\mathbf{Q_j, j = \overline{1,m}}$ и привлекаемых $\mathbf{V_i, i = \overline{1,n}}$ финансовых ресурсов можно представить как следующие функции соответствующих производственных затрат:

$$\mathbf{Q_j(x_j) = \frac{x_j - w_j}{\mu}}; \qquad \mathbf{V_i(y_i) = \frac{y_i - u_i}{p_i}}.$$

Задача центра управления, как регулирующего механизма, заключается в обеспечении выполнения условия сбалансированности активно-пассивных операций путём назначения величины трансфертной цены μ внутрисистемных передач финансовых ресурсов

$$\mu\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i-u_i}{p_i}=\sum_{j=1}^{m}(x_j-w_j).$$

Тогда трансфертная цена как функция производственных затрат центров деятельности запишется как

$$M(\bar{x},\bar{y})=\sum_{j=1}^{m}(x_j-w_j)\left(\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i-u_i}{p_i}\right)^{-1},$$

где $\bar{x}=x_1,\ldots,x_m$; $\bar{y}=y_1,\ldots,y_n$.

Если под рентабельностью подразумевать отношение получаемой прибыли к затрачиваемым при этом средствам, то целевые функции центров деятельности могут быть представлены как функции соответствующих производственных затрат:

$$r_j(\bar{x},\bar{y})=\frac{q_j(x_j-w_j)\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i-u_i}{p_i}}{x_j\sum_{j=1}^{m}(x_j-w_j)}-1,\qquad \forall j\in\left\{\overline{1,m}\right\};$$

$$l_i(\bar{x},\bar{y})=\frac{(y_i-u_i)\sum_{j=1}^{m}(x_j-w_j)}{p_i y_i\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i-u_i}{p_i}}-1,\qquad \forall i\in\left\{\overline{1,n}\right\}.$$

Рыночный механизм трансфертного ценообразования получается путем использования модели Курно, суть которой состоит в том, что каждое из конкурирующих операционных подразделений определяет множество оптимальных для себя объемов производства при всевозможных выпусках продукции остальными участниками операции. Пересечение получаемых множеств выявляет рыночную цену продукта деятельности. Задача моделируется бескоалиционной игрой равноправных лиц с запрещенными ситуациями, решение которой:

$$\bar{x}^*=x_1^*,\ldots,x_m^*;$$

$$\bar{y}^*=y_1^*,\ldots,y_n^*,$$

исходя из принципа осуществимости цели должно удовлетворять следующим условиям равновесия Нэша:

$$\max r_j(x_j,\bar{x}^{(j)*},\bar{y}^*),\quad j=\overline{1,m};\qquad x_j\in A_j;$$

$$\max l_i(\bar{x}^*, \bar{y}^{(i)*}, y_i), \qquad i = \overline{1,n}; \qquad x_i \in B_i,$$

где
$$A_j = \left\{ x_j \,\middle|\, r_j(x_j, \bar{x}^{(j)*}, \bar{y}^*) \ge 0, \quad x_j \ge w_j > 0 \right\}, \ \forall j \in \left\{\overline{1,m}\right\};$$
$$B_i = \left\{ y_i \,\middle|\, l_i(\bar{x}^*, \bar{y}^{(i)*}, y_i) \ge 0, \quad y_i \ge u_i > 0 \right\}, \ \forall i \in \left\{\overline{1,n}\right\}.$$

Здесь и далее символами $\bar{x}^{(j)*}, \bar{y}^{(i)*}$ обозначаются элементы
$$(x_1^*, \ldots, x_{j-1}^*, x_{j+1}^*, \ldots, x_m^*), \ (y_1^*, \ldots, y_{y-1}^*, y_{y+1}^*, \ldots, y_n^*)$$
соответствующих множеств
$$(A_1 * \ldots * A_{j-1} * A_{j+1} * \ldots * A_m), \ \ (B_1 * \ldots * B_{i-1} * B_{i+1} * \ldots * B_n).$$

Из условий $r_j(x_j, \bar{x}^{(j)*}, \bar{y}^*) \ge 0, j = \overline{1,m}, \ \ l_i(\bar{x}^*, \bar{y}^{(i)*}, y_i) \ge 0, \ i = \overline{1,n}$ после несложных преобразований следует:

$$x_j^2 - \left[w_j + q_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \ne j}}^{m} \left(x_k^* - w_k\right) \right] x_j + q_j w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} \le 0, \forall j \in \left\{\overline{1,m}\right\};$$

$$y_i^2 - \left[u_i + \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j\right) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \ne i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} \right] y_i + u_i \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j) \le 0, \ \forall i \in \left\{\overline{1,n}\right\};$$

откуда
$$x_j \in \left[x_j^{min}, x_j^{max} \right];$$
$$y_i \in \left[y_i^{min}, y_i^{max} \right],$$

где
$$x_j^{min} = \frac{a - \sqrt{a^2 - 4b}}{2}; \qquad x_j^{max} = \frac{a + \sqrt{a^2 - 4b}}{2};$$
$$y_i^{min} = \frac{d - \sqrt{d^2 - 4c}}{2}; \qquad y_i^{max} = \frac{d + \sqrt{d^2 - 4c}}{2};$$
$$a = w_j + q_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \ne j}}^{m} \left(x_k^* - w_k\right); \qquad b = q_j w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i};$$
$$d = u_i + \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j\right) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \ne i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k}; \qquad c = u_i \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j\right).$$

При этом допустимый интервал $\left[x_j^{min}, x_j^{max} \right]$ не пуст, если выполняется условие

$$\left(w_j + q_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{m} \left(x_k^* - w_k \right) \right)^2 \geq 4 q_j w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i},$$

а выполнение условия

$$\left(u_i + \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j \right) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} \right)^2 \geq 4 u_i \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j \right)$$

гарантирует непустоту допустимого интервала $\left[y_i^{min}, y_i^{max} \right]$.

Целевые функции:

$$r_j(x_j) = r_j(x_j, \bar{x}^{(j)*}, \bar{y}^*), \quad \bar{x}^{(j)*} = const, \; \bar{y}^* = const, \; j = \overline{1,m};$$

$$l_i(y_i) = l_i(\bar{x}^*, \bar{y}^{(i)*}, y_i), \quad \bar{x}^* = const, \; \bar{y}^{(i)*} = const, \; i = \overline{1,n},$$

не являясь вогнутыми на соответствующих множествах определения $A_j, \; j = \overline{1,m}$, $B_i, \; i = \overline{1,n}$, принадлежат более широкому классу функций $F(z)$, для которых из условия

$$\left(z_2 - z_1 \right) \frac{dF}{dz} \left(z_1 \right) \leq 0, \; \forall z_1, z_2 \in \left\{ z \mid z > 0 \right\}$$

следует, что

$$F\left(z_1 \right) \geq F\left(z_2 \right).$$

Такие функции называются псевдовогнутыми и обладают следующим свойством: любая последовательность точек на множестве $\left\{ z \mid z > 0 \right\}$, обращающая градиент функции в нуль, приводит в положение её глобального максимума. Следовательно, необходимые условия

$$\frac{dr_j(x_j)}{dx_j} = 0, \; j = \overline{1,m}; \quad \frac{dl_i(y_i)}{dy_i} = 0, \; i = \overline{1,n};$$

безусловного экстремума целевых функций

$$r_j(x_j), \; j = \overline{1,m};$$

$$l_i(y_i), \; i = \overline{1,n};$$

являются одновременно и достаточными для достижения ими глобального максимума на соответствующих непустых множествах определения

$\mathbf{A_j}$, $\mathbf{j = \overline{1,m}}$, $\mathbf{B_i}$, $\mathbf{i = \overline{1,n}}$. Из приведенных условий максимизации целевых функций следует:

$$x_j^2 - 2w_j x_j + w_j^2 - w_j \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{m} \left(x_k^* - w_k\right) = 0, \ \forall j \in \left\{\overline{1,m}\right\};$$

$$y_i^2 - 2u_i y_i + u_i^2 - u_i p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} = 0, \ \forall i \in \left\{\overline{1,n}\right\}.$$

Отсюда с учётом экономической природы исследуемых функций получаем:

$$x_j^{opt} = w_j + \sqrt{w_j \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{m} \left(x_k^* - w_k\right)}, \ \forall j \in \left\{\overline{1,m}\right\};$$

$$y_i^{opt} = u_i + \sqrt{u_i p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k}}, \ \forall i \in \left\{\overline{1,n}\right\}.$$

Качественный характер исследуемых функций $\mathbf{r_j(x_j)}$, $\mathbf{j = \overline{1,m}}$; $\mathbf{l_i(y_i)}$, $\mathbf{i = \overline{1,n}}$ приведен на рис. 2.

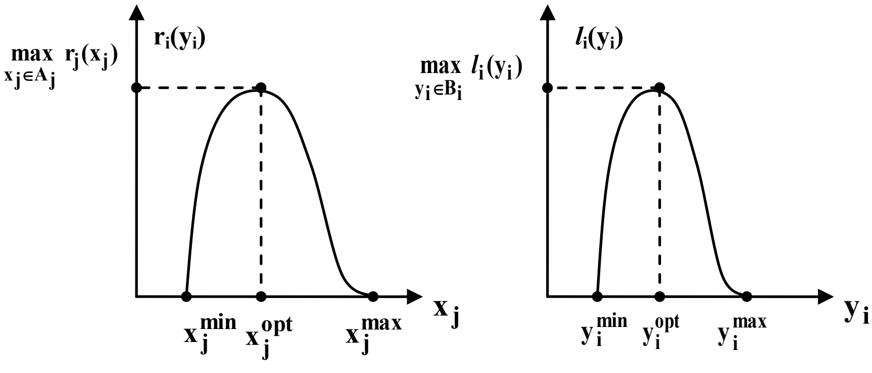

Рис. 2. Качественный характер целевых функций

Из всего вышеизложенного следует, что равновесная ситуация Нэша

$$\bar{x}^* = x_1^*, \ldots, x_m^*; \quad \bar{y}^* = y_1^*, \ldots, y_n^*,$$

в одностороннем нарушении которой не заинтересован ни один из участников операции, определяется следующим образом:

$$x_j^* = \begin{cases} x_j^{opt}, \text{если} \left(w_j + q_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{m} \left(x_k^* - w_k \right) \right)^2 \geq 4 q_j w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i}; \\ w_j, \text{если} \left(w_j + q_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{m} \left(x_k^* - w_k \right) \right)^2 < 4 q_j w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i}; \end{cases} \quad \forall_j \in \left\{ \overline{1;m} \right\},$$

$$y_i^* = \begin{cases} y_i^{opt}, \text{если} \left(u_i + \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j \right) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} \right)^2 \geq 4 u_i \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j \right); \\ u_i, \text{если} \left(u_i + \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j \right) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} \right)^2 < 4 u_i \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j \right). \end{cases} \quad \forall_i \in \left\{ \overline{1;n} \right\};$$

Тогда трансфертная цена внутрисистемных передач финансовых ресурсов, отвечающая принципу осуществимости цели, определится как

$$\mu = \sum_{j=1}^{m} \left(x_j^* - w_j \right) \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} \right)^{-1}.$$

Таким образом, предлагается модель, в которой объёмы активно-пассивных операций коррелируются с производственными затратами, а для реализации механизма открытого управления разработана игровая концепция трансфертного ценообразования внутрисистемных передач финансовых ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кучмиев А.Г., Лысенко А.И. Организационно-функциональное моделирование различных принципов управления в распределённых финансово-кредитных системах // Вестник НТУ «ХПИ». Системный анализ, управление и информационные технологии. – Х.: НТУ «ХПИ». – 2002. – №8, Т.1. – С. 120 – 131.*

Поступила 11.07.02

***ЛЫСЕНКО Александр Иванович**, канд. техн. наук, доцент, доцент факультета экономики и менеджмента Национального аэрокосмического университета "ХАИ". В 1967 году окончил ХАИ. Область научных интересов – исследование операций, теория игр.*

E-mail: k602@xai.edu.ua .

***Сорокина Ирина Анатольевна**, аспирантка кафедры менеджмента факультета экономи-*

ки и менеджмента Национального аэрокосмического университета “ХАИ”, который окончила в 1976 году. Область научных интересов – организационное управление.