

УДК 004.942: 519.868: 332.14

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПОТОКОВ
В ТЕКСТИЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ
НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**PREDICTION OF FINANCIAL DECISIONS
IN TEXTILE CLUSTERS BASED ON SIMULATION**

М.А. БУШУЕВА, М.А. БРОДОВСКИЙ, Д.И. КОРОВИН, Н.Н. МАСЮК
M.A. BUSHUEVA, M.A. BRODOVSKY, D.I. KOROVIN, N.N. MASYUK

(Российский государственный торгово-экономический университет (Ивановский филиал),
Ивановский государственный энергетический университет,
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса)
(Russian State University of Trade and Economics (Ivanovo Branch),
Ivanovo State Power University,
Vladivostok State University of Economics and Service)
E-mail: bushuev@dsn.ru; dmitriyikorovin@list.ru; masyukn@yahoo.com

В работе описана математическая модель кластера, апробированная на данных предприятиях текстильной отрасли. Для моделирования поведения участников кластера применена теория игр, исходные данные получены с текстильных предприятий Ивановской и Волгоградской областей. Построенная модель подтверждает возможность существования кластера при выполнении условий, позволяющих участникам кластера перераспределять финансовые потоки путем назначения внутрикластерных передаточных цен для достижения долгосрочных финансовых выгод.

The article describes a mathematical model of the cluster, and applied to data of the textile industry. To simulate the behavior of cluster members applied game theory, the raw data obtained from the Ivanovo textile enterprises and the Volgograd region. Constructed model confirms the possibility of the existence of the cluster under the conditions that enable the participants cluster redistribute financial flows by destination intracluster transfer prices in order to achieve long-term financial benefits.

Ключевые слова: кластер, текстильный кластер, финансовые потоки, финансовые уступки, локальный компромисс, модель кластера, теория игр, согласование интересов.

Keywords: cluster textile cluster, cash flows, financial concessions, local tradeoff, cluster model, game theory, coordination of interests.

Ранее в [1] авторами был предложен метод принятия финансовых решений, позволяющий подтвердить обоснованность утверждения о том, что участие предприятий в кластере определяется готовностью руководства предприятий идти на финансовые уступки предприятиям – участникам кластера.

На основе приведенных в вышеуказанной работе рассуждений опишем математическую модель кластера в текстильной отрасли.

Все переменные, относящиеся к трем этапам технологической цепочки – прядение, ткацкое производство и отделочное производство, пронумеруем индексами 1, 2, 3. Введем обозначения: PI_1 – средняя цена закупки единицы материалов для прядения; PO_i – средняя цена приведенной единицы продукта i -го сегмента на внешнем рынке; I_i – постоянные издержки i -го сегмента. Показатели нестабильности производства, определяющие потери, по сути, являются мультипликативными показателями. Поэтому будем принимать их скалярами, близкими к 1. Пусть g_{i1} – нестабильность, связанная с закупками; g_{i2} – технологическая нестабильность; g_{i3} – нестабильность, связанная с продажами i -го предприятия; V_i – объем закупаемых материалов; RV_i – реальный объем выпуска продукции i -го сегмента; K_i – технологический коэффициент, равный отношению объемов готовой продукции к объемам ресурсов и материалов на

входе в i -й технологический процесс. Для удобства введем символы $f_i = g_{i1}g_{i2}g_{i3}$ – коэффициент нестабильности всего производственного цикла i -го сегмента.

Для решения задачи нам необходимо смоделировать ожидаемые показатели прибыли (ЕВИТ) в ситуациях, когда все три предприятия работают по отдельности ($prof_1, prof_2, prof_3$); когда предприятия объединяются в кластеры попарно ($prof_{12}$ – прядение и ткачество, $prof_{23}$ – ткачество и отделка, $prof_{13}$ – прядение и отделка); и, наконец, ожидаемый показатель деятельности кластера – $prof_{123}$.

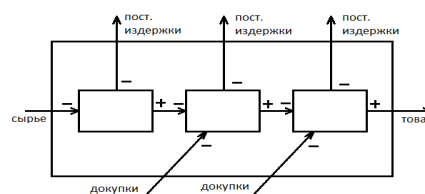


Рис. 1

Учитывая снижение нестабильности, возникающее в случае создания "кластерных" отношений между предприятиями, возникновение необходимости докупки части ресурсов, зависящих от размера контрактных обязательств, на внешнем рынке (нами произведена оценка объема такого рода поставок в размере 5%, (рис. 1 – схема организации материальных и финансовых потоков (знак "минус" указывает на отток денежных средств, "плюс" – на приток))), текущие показатели прибыли предприятий будут считаться по следующим формулам:

$$\begin{aligned} prof_1 &= VK_1 f_1 PO_1 - VPI_1 - I_1, \\ prof_2 &= VK_1 K_2 f_2 PO_2 - VK_1 PO_1 - 0,05VK_1 PO_1 (1 - f_1) - I_2, \\ prof_3 &= VK_1 K_2 K_3 f_3 PO_3 - VK_1 K_2 PO_2 - 0,05VK_1 K_2 PO_2 (1 - f_2) - I_3, \\ prof_{12} &= VK_1 K_2 PO_2 f_{12} - VPI_1 - I_1 - I_2 - 0,05VK_1 PO_1 (1 - g_{11}g_{12}), \end{aligned}$$

где $f_{12} = g_{22}g_{23}$, поскольку нестабильности, связанные с покупками и продажами между этими предприятиями в случае реализации "кластерных", долгосрочных взаимоотношений, минимальны.

Также здесь учитываются затраты 2-го предприятия на докупку объема сырья, ко-

$$prof_{23} = VK_1 K_2 K_3 PO_3 f_{23} - VK_1 PO_1 - I_2 - I_3 - 0,05VK_1 PO_1 (1 - f_1) - 0,05VK_1 K_2 PO_2 (1 - g_{21}g_{22}),$$

торый недопоставил 1-й сегмент из-за нестабильности, связанной с закупками, и технологической зависимостью (g_{11} и g_{12} соответственно). Аналогичным образом получаем формулу для предприятий 2 и 3, объединенных в группу:

где $f_{23} = g_{32}g_{33}$. Поскольку предприятия 1 и 3 непосредственно не связаны между собой, мы используем следующую формулу:

$$\text{prof}_{13} = \text{prof}_1 + \text{prof}_3.$$

$$\text{prof}_{123} = VK_1K_2K_3PO_3f_{123} - VPI_1 - I_1 - I_2 - I_3 - 0,05VK_1PO_1(1 - g_{11}g_{12}) - 0,05VK_1K_2PO_2(1 - g_{22}),$$

где $f_{123} = g_{32}g_{33}$, поскольку отсутствуют нестабильности, связанные с покупками и продажами между сегментами, а нестабильность первого и второго сегмента учитываются за счет докупок, которые требуется выполнять 3 сегменту.

В действительности цены на ресурсы являются динамическими величинами. Поэтому в модели решено было использовать для их прогнозирования методы стохастической имитации. Таким образом, модель является имитационной.

Для описания изменения цен была принята модернизированная модель ценообразования Кокса-Росса-Рубинштейна.

В этом случае для каждого t (номера месяца), принимающего значения 0,1,2,3, ..., цены будут случайными функциями, определяемыми как

$$PI_1(t) = PI_1(0)e^{\sum_{k=1}^t x_k},$$

где x_k – нормально распределенная величина,

$$PO_i(t) = PO_i(0)e^{\sum_{k=1}^t y_{ik}},$$

где y_{ik} – нормально распределенная величина.

Параметры нормальных распределений нами выбраны, исходя из статистических данных о ценах на затраты и товары всех трех производственных этапов за период 2010-2012 годов. Реализация случайных величин производилась с помощью счетчика псевдослучайных чисел, генерирующего равномерное распределение на отрезке $[0;1]$ и преобразования Смирнова [2].

Таким образом рассчитывались значения всех переменных за каждый из 12 месяцев. Далее вычислялись средние показатели за год \overline{PI}_1 , \overline{PO}_3 и суммарные показатели за год:

И, наконец, формула для группы, состоящей из сегментов 1, 2 и 3, будет выглядеть так:

$$P_i = \sum_{t=1}^{12} \text{prof}_i(t), P_{ij} = \sum_{t=1}^{12} \text{prof}_{ij}(t) \text{ и} \\ P_{123} = \sum_{t=1}^{12} \text{prof}_{123}(t).$$

Для получения устойчивых результатов данная процедура нахождения годовых значений повторялась многократно до тех пор, пока изменения средних значений по всем повторениям не становились незначительными. В момент такой стабилизации стохастический имитационный процесс останавливался.

На следующем этапе решался вопрос о нахождении размеров передаточных цен между участниками кластера таким образом, чтобы предприятиям кластера было выгодно в нем участвовать. Для этого было решено прибегнуть к аппарату теории игр, а именно к задаче определения ядра Шепли. Таким образом, нам необходимо найти распределение прибыли между тремя предприятиями (x – прибыль 1-го предприятия; y – прибыль 2-го предприятия; z – прибыль 3-го предприятия) так, чтобы им была выгодна совместная деятельность.

Для x, y, z получаем систему уравнений:

$$\begin{aligned} x &= RV_1a_x - VPI_1 - I_1, \\ y &= RV_2a_y - RV_1a_x - I_2 - s_1PO_1, \\ z &= RV_3PO_3 - RV_2a_y - I_3 - s_2PO_2, \end{aligned}$$

где a_x, a_y – передаточные цены между первым и вторым и вторым и третьим предприятиями соответственно, PI_1, PO_3, I_1 – описанные выше показатели, $RV_1 = VK_1g_{11}g_{12}$; $RV_2 = VK_1K_2g_{22}$; $RV_3 = VK_1K_2K_3g_{32}g_{33}$; $s_1 = 0,05VK_1(1 - g_{11}g_{12})$; $s_2 = 0,05VK_1K_2(1 - g_{22})$.

Из условия, что x, y, z являются значениями "выигрышей" в ядре Шепли, мы также получаем еще уравнение:

$$\text{prof}_{123} = x + y + z.$$

Таким образом, у нас получается 5 неизвестных и 4 уравнения, но последнее уравнение из системы можно исключить, поскольку оно является суммой трех первых уравнений. Отсюда следует, что нам требуется выбрать 2 свободных переменных, чтобы получить решение системы. Удобно выбрать именно a_x , a_y , поскольку только эти переменные могут изменяться в случае образования кластера его участниками. Из условия, что x , y , z являются значениями "выигрышей" в ядре Шепли, у нас возникает система неравенств:

$$x \geq \text{prof}_1, \quad y \geq \text{prof}_2, \quad z \geq \text{prof}_3,$$

$$\begin{aligned} \text{prof}_1 &\leq RV_1 a_x - VPI_1 - I_1 \leq \text{prof}_{123} - \text{prof}_{23}, \\ \text{prof}_2 &\leq RV_2 a_y - RV_1 a_x - I_2 - s_1 PO_1 \leq \text{prof}_{123} - \text{prof}_{13}, \\ \text{prof}_{12} &\leq RV_2 a_y - VPI_1 - I_1 - I_2 - s_1 PO_1 \leq \text{prof}_{123} - \text{prof}_3. \end{aligned}$$

Теперь преобразуем эти неравенства

так, чтобы выразить a_x , a_y :

$$\begin{aligned} \frac{\text{prof}_1 + VPI_1 + I_1}{RV_1} &\leq a_x \leq \frac{\text{prof}_{123} - \text{prof}_{12} + VPI_1 + I_1}{RV_1}, \\ \frac{\text{prof}_{12} + VPI_1 + I_1 + I_2 + s_1 PO_1}{RV_2} &\leq a_y \leq \frac{\text{prof}_{123} - \text{prof}_3 + VPI_1 + I_1 + I_2 + s_1 PO_1}{RV_2}, \\ \text{prof}_2 + I_2 + s_1 PO_1 &\leq RV_2 a_y - RV_1 a_x \leq \text{prof}_{123} - \text{prof}_{13} + I_2 + s_1 PO_1. \end{aligned} \quad (*)$$

В случае, если пара передаточных цен a_x , a_y попадает в область, определяемую этими неравенствами, кластер будет существовать.

В результате применения данной модели с реальными данными (табл. 1 – исходные данные имитационного моделирования),

полученными при обследовании группы предприятий Ивановской и Волгоградской области в 2009-2012 гг., включающими прядильное, ткацкое и отделочное производство, нами получены следующие результаты.

Таблица 1

Начальные значения рыночных цен				Постоянные издержки			Значения коэффициентов нестабильности								
PI1	PO1	PO2	PO3	I1	I2	I3	g11	g12	g13	g21	g22	g23	g31	g32	g33
139	157	38	60	9000	9800	17000	0,9	0,95	0,8	0,95	0,95	0,8	0,9	0,95	0,9

В табл. 2 представлены рассчитанные средние показатели прибыли за месяц, а в

табл. 3 – расчетные коэффициенты.

Таблица 2

Рассчитанные средние показатели прибыли за месяц							Приведенные объемы в усл.ед.		
PROF1	PROF2	PROF3	PROF12	PROF23	PROF13	PROF123	RV1	RV2	RV3
13082	6560,5	54069	109076,6	213067	67151	299699	1282,5	8835	7951,5

Таблица 3

Расчетные коэффициенты					Расчетный объем
S1	S2	K1	K2	K3	V
10,875	23,25	1,5	6,2	1	1000

Было проведено 43776 вычислений расчетных параметров, после чего было

принято решение об остановке имитационного процесса ввиду стабилизации

средних показателей рассчитываемых величин $P_1, P_2, P_3, P_{12}, P_{23}, P_{13}, P_{123}$.

Значения передаточных цен, вычисленных по модельным принципам, удовлетворяют системе неравенств (рис. 2 – границы допустимой области для пары передаточных цен):

$$131,8 \leq a_x \leq 264, \quad 30,4 \leq a_y \leq 45,86,$$

$$18068 \leq -1283a_x + 8835a_y \leq 244055,8.$$

Решение этих неравенств дает нам множество точек допустимой области.

Таким образом, назначение цен, которые соответствуют точкам, лежащим внутри допустимой области, приводит к увеличению прибыльности предприятий

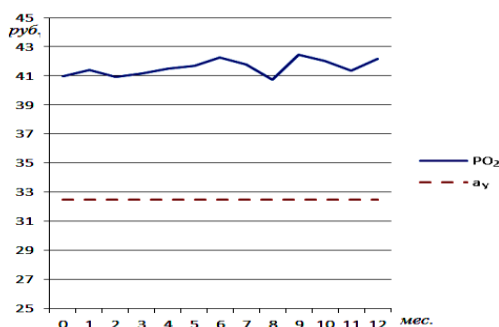
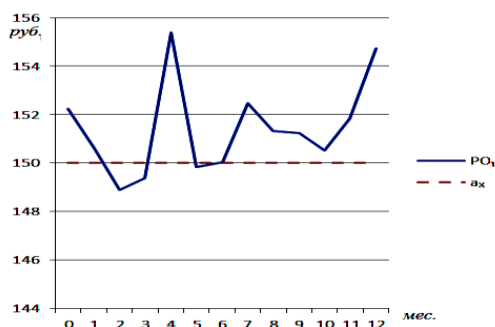


Рис. 3

Так, в случае назначения цен $a_x=150$, $a_y=32,5$ (рис. 3 – пример назначения цен из допустимой области) средняя месячная прибыль для первого предприятия в составе кластера в 2,44 раза выше ожидаемой прибыли первого предприятия, которую оно могло бы получить без вхождения в кластер; в 12,66 раз выше для второго и в 3,42 раза для третьего предприятий (графики траекторий изменения цен на внешнем рынке в сравнении с установленными в кластере передаточными ценами на рис. 3). Столь высокие результаты возникают ввиду того, что существенные изменения цен на ресурсы приводят к отрицательным значениям прибылей P_1, P_2 и P_3 , в то время как при вступления в кластер отрицательные значения P_{123} наблюдаются крайне редко. (В действительности менеджмент предприятий в случае существенного роста цен на ресурсы, возможно, изменил бы плановые задания и тем самым ограничил бы убытки, что в построенной модели не предусмотрено).

В качестве эксперимента в модели были изменены величины волатильности изменения рыночных цен на сырье для прядильного производства на 10%. В этом

при условии их совместного функционирования в рамках кластера. Данные цены не должны меняться в течение прогнозируемого периода (12 месяцев).

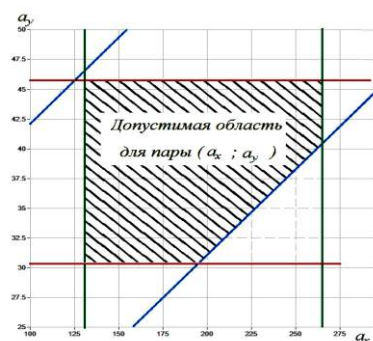


Рис. 2

случае допустимая область стала пустой (система неравенств (*) оказалась несовместной). Это значит, что создание и сохранение кластера на принципах, описанных нами, в данном случае можно признать нерациональным.

ВЫВОДЫ

Построенная модель указывает на возможность определения кластера, основанного на выполнении условий, позволяющих участникам кластера перераспределять финансовые потоки в локальной системе с учетом минимальных требований внешних рынков для достижения финансовых выгод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуева М.А., Масюк Н.Н., Коровин Д.И. Локальный компромисс как основа принятия финансовых решений в кластере (на примере текстильного кластера) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6. С.35...41.
2. Егоров В.Н., Коровин Д.И. Основы экономической теории надежности производственных систем. – М.: Наука, 2006.

Рекомендована кафедрой финансов ТИ ИВГПУ. Поступила 10.01.14.