

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПОТОКОВ В ТЕКСТИЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

М.А. БУШУЕВА, М.А. БРОДОВСКИЙ, Д.И. КОРОВИН, Н.Н. МАСЮК
(Российский государственный торгово-экономический университет (Ивановский филиал), Ивановский государственный энергетический университет, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса)
E-mail: bushuev@dsn.ru; dmitriyikorovin@list.ru; masyukn@yahoo.com

PREDICTION OF FINANCIAL DECISIONS IN TEXTILE CLUSTERS BASED ON SIMULATION

В предыдущей статье¹ 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 ого 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 -ый технологический процесс. Для удобства введем символы $f_i = g_{i1} \cdot g_{i2} \cdot g_{i3}$ - коэффициент нестабильности всего производственного цикла i -го сегмента.

¹ Бушуева М.А. Принятие финансовых решений в кластере на основе локального компромисса / М.А. Бушуева, Н.Н. Масюк, М.А. Бродовский, Д.И. Коровин // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2013.

Для решения задачи нам необходимо смоделировать ожидаемые показатели прибыли (ЕБИТ) 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 – $prof_{123}$.

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%, см рис. 1.), текущие показатели прибыли предприятий будут считаться по следующим формулам.

$$prof_1 = V \cdot K_1 \cdot f_1 \cdot PO_1 - V \cdot PI_1 - I_1$$

$$prof_2 = V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot f_2 \cdot PO_2 - V \cdot K_1 \cdot PO_1 - 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot PO_1 \cdot (1 - f_1) - I_2,$$

$$prof_3 = V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot f_3 \cdot PO_3 - V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot PO_2 - 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot PO_2 \cdot (1 - f_2) - I_3,$$

$$prof_{12} = V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot PO_2 \cdot f_{12} - V \cdot PI_1 - I_1 - I_2 - 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot PO_1 \cdot (1 - g_{11} \cdot g_{12}),$$

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

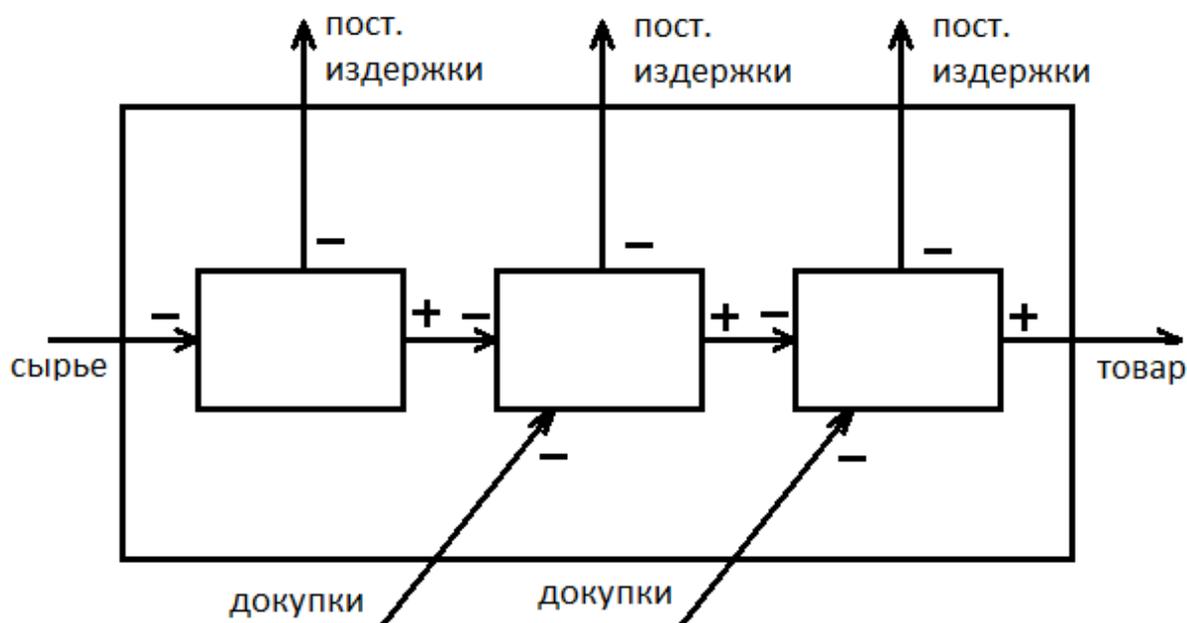


Рисунок 1. Схема организации материальных и финансовых потоков (Знак минус указывает на отток денежных средств, плюс – приток)

Также здесь учитываются затраты 2 предприятия на докупку объема сырья, который недопоставил 1 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:

$$prof_{23} = V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot PO_3 \cdot f_{23} - V \cdot K_1 \cdot PO_1 - I_2 - I_3 - 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot PO_1 \cdot (1 - f_1) - 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot PO_2 \cdot (1 - g_{21} \cdot g_{22}),$$

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

$$prof_{13} = prof_1 + prof_3.$$

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

$$prof_{123} = V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot PO_3 \cdot f_{123} - V \cdot PI_1 - I_1 - I_2 - I_3 - 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot PO_1 \cdot (1 - g_{11} \cdot g_{12}) - 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot PO_2 \cdot (1 - g_{22}),$$

где $f_{123} = g_{32} \cdot g_{33}$, 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), принимающему значения $0, 1, 2, 3, \dots$ цены будут случайными функциями, определяемыми как

$$PI_1(t) = PI_1(0) \cdot e^{\sum_{k=1}^t x_k}, \text{ где } x_k \text{ — нормально распределенная величина,}$$

$PO_i(t) = PO_i(0) \cdot e^{\sum_{k=1}^t y_{ik}}$, 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 Смирнова².

Таким образом, рассчитывались значения всех переменных за каждый из 12 месяцев. Далее вычислялись средние показатели за год \overline{PI}_1 , \overline{PO}_3 и суммарный показатели за год $P_i = \sum_{t=1}^{12} prof_i(t)$, $P_{ij} = \sum_{t=1}^{12} prof_{ij}(t)$ и $P_{123} = \sum_{t=1}^{12} prof_{123}(t)$.

Для получения устойчивых результатов данная процедура нахождения годовых значений повторялась многократно до тех пор, пока изменения средних значений по всем повторениям не становились несущественными. 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 предприятия, y — прибыль 2 предприятия, z — прибыль 3 предприятия) так, чтобы им была выгодна совместная деятельность.

Для x , y , z получаем систему уравнений:

$$x = RV_1 \cdot a_x - V \cdot PI_1 - I_1,$$

$$y = RV_2 \cdot a_y - RV_1 \cdot a_x - I_2 - s_1 \cdot PO_1,$$

$$z = RV_3 \cdot PO_3 - RV_2 \cdot a_y - I_3 - s_2 \cdot PO_2,$$

где a_x , a_y — передаточные цены между первым и вторым и вторым и третьим предприятиями соответственно, PI_1 , PO_3 , I_i — описанные выше

² Егоров, В. Н. Основы экономической теории надежности производственных систем [Текст] / В. Н. Егоров, Д. И. Коровин. - М.: Наука, 2006. - 526 с

показатели, $RV_1 = V \cdot K_1 \cdot g_{11} \cdot g_{12}$, $RV_2 = V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot g_{22}$, $RV_3 = V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot g_{32} \cdot g_{33}$,
 $s_1 = 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot (1 - g_{11} \cdot g_{12})$, $s_2 = 0,05 \cdot V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - g_{22})$. Из условия, что x , y , z
являются значениями «выигрышей» в ядре Шепли мы также получаем еще
уравнение:

$$prof_{123} = x + y + z.$$

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:

$$x \geq prof_1$$

$$y \geq prof_2$$

$$z \geq prof_3$$

$$x + y \geq prof_{12}$$

$$y + z \geq prof_{23}$$

$$x + z \geq prof_{13}$$

Эту систему можно упростить, выразив z через переменные x , y . Получим:

$$z = prof_{123} - x - y$$

$$prof_1 \leq x \leq prof_{123} - prof_{23}$$

$$prof_2 \leq y \leq prof_{123} - prof_{13}$$

$$prof_{12} \leq x + y \leq prof_{123} - prof_3$$

Подставим вместо x , y соответствующие выражения, зависящие от a_x , a_y :

$$prof_1 \leq RV_1 \cdot a_x - V \cdot PI_1 - I_1 \leq prof_{123} - prof_{23}$$

$$prof_2 \leq RV_2 \cdot a_y - RV_1 \cdot a_x - I_2 - s_1 \cdot PO_1 \leq prof_{123} - prof_{13}$$

$$prof_{12} \leq RV_2 \cdot a_y - V \cdot PI_1 - I_1 - I_2 - s_1 \cdot PO_1 \leq prof_{123} - prof_3$$

Теперь преобразуем эти неравенства так, чтобы выразить a_x , a_y :

$$\frac{prof_1 + V \cdot PI_1 + I_1}{RV_1} \leq a_x \leq \frac{prof_{123} - prof_{12} + V \cdot PI_1 + I_1}{RV_1}$$

$$\frac{prof_{12} + V \cdot PI_1 + I_1 + I_2 + s_1 \cdot PO_1}{RV_2} \leq a_y \leq \frac{prof_{123} - prof_3 + V \cdot PI_1 + I_1 + I_2 + s_1 \cdot PO_1}{RV_2} \quad (*)$$

$$prof_2 + I_2 + s_1 \cdot PO_1 \leq RV_2 \cdot a_y - RV_1 \cdot a_x \leq prof_{123} - prof_{13} + I_2 + s_1 \cdot PO_1$$

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

Часть 3. Результаты моделирования.

Рассматривая применение этой модели с реальными данными (Табл. 1), полученными при обследовании группы предприятий, включающей в себя прядильное, ткацкое и отделочное производство, нами получены следующие результаты.

Таблица 1. Исходные данные имитационного моделирования.

| Начальные значения рыночных цен | | | | Постоянные издержки | | | Значения коэффициентов неустойчивости | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----|-----|---------------------|------|-------|---------------------------------------|------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|
| 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 |

Таблица 2 Рассчитанные средние показатели прибыли за месяц

| 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

| 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 $P_1, P_2, P_3, P_{12}, P_{23}, P_{13}, P_{123}$.

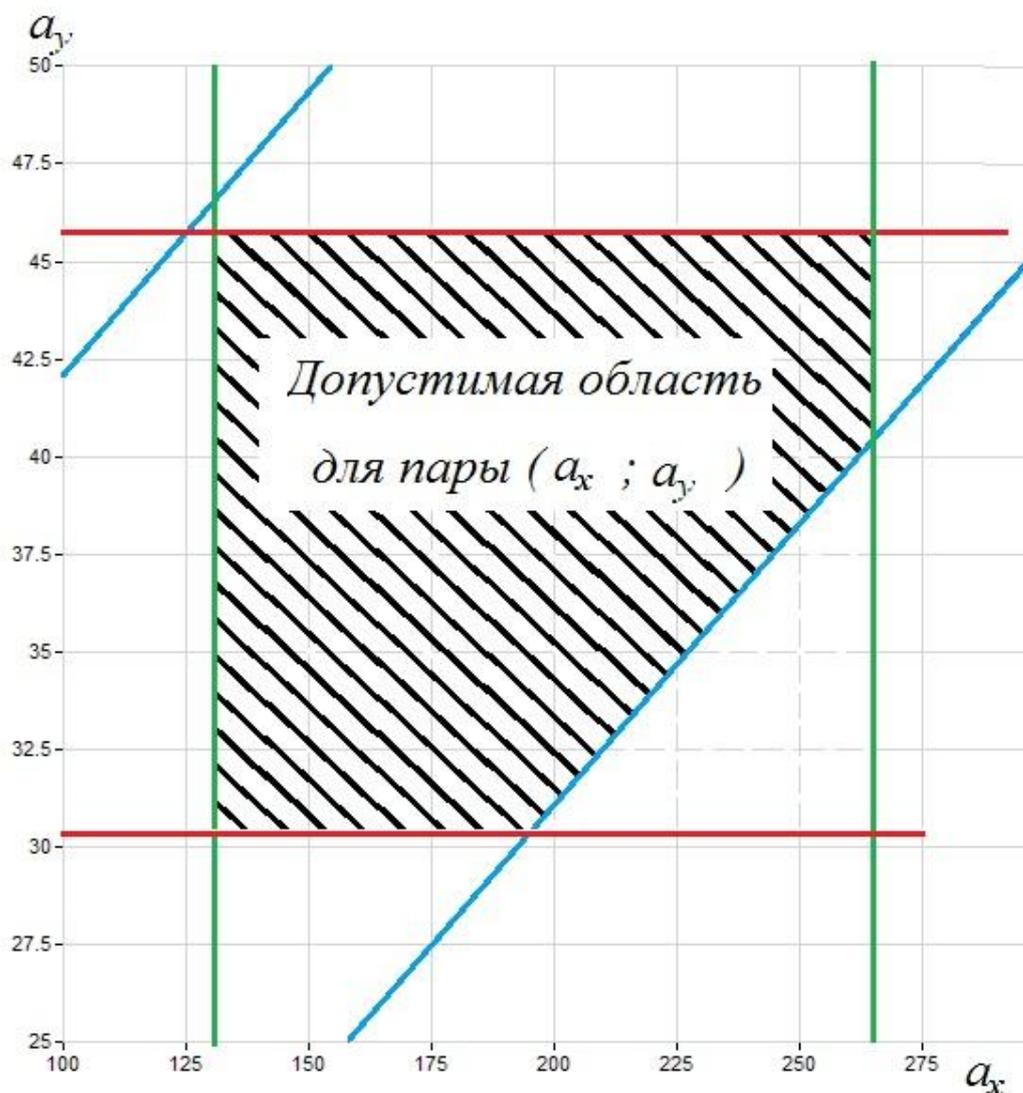


Рис.2. Границы допустимой области для пары передаточных цен.

Значения передаточных цен, вычисленных по модельным принципам, удовлетворяют системе неравенств (см. Рис 2)

$$131,8 \leq a_x \leq 264$$

$$30,4 \leq a_y \leq 45,86$$

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

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

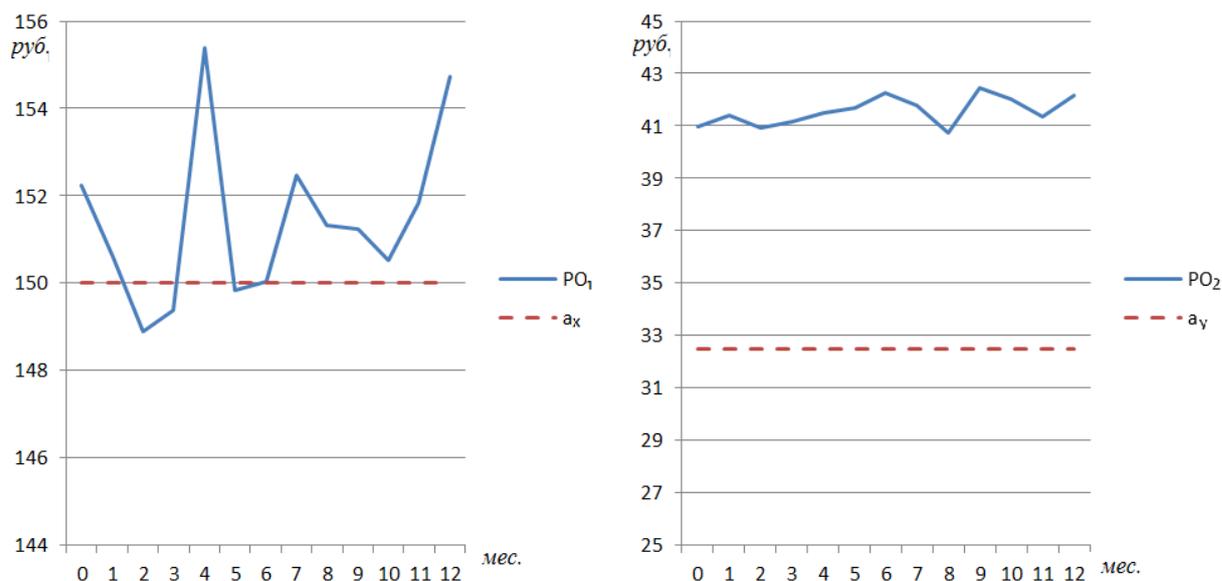


Рис. 3. Пример назначения цен из допустимой области.

Так, в случае назначения цен $a_x=150$, $a_y=32.5$ (см. графики траекторий изменения цен на внешнем рынке в сравнении с установленными в кластере передаточными ценами на рис.3.) 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. 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 вступлении в кластер отрицательные значения P_{123} наблюдается 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 случае допустимая область стала пустой (система неравенств (*) оказалась несовместной.) Это значит, что создание и сохранение кластера на принципах, описанных нами, в таком случае можно признать нерациональным.

Вывод

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