

Управление производимой предприятием добавленной стоимостью с применением имитационного моделирования

© 2018 г. И.М. Рожков, Н.А. Исаева, И.М. Зайцев, И.А. Ларионова, Ю.Ю. Костюхин*

Исследование направлено на реализацию АСУ экономикой предприятия. Выделены три этапа решения этой задачи. Первый этап – формирование и прогноз интегрального показателя, характеризующего экономическое состояние предприятия. В качестве такого показателя принята добавленная стоимость производимой предприятием продукции. Рассматриваются частные показатели, которые влияют на величину интегрального экономического показателя. Второй этап – построение оценочного вектора. Предложена общая методика количественной оценки экономической ситуации на предприятии с применением новой оперативной характеристики – длины «оценочного» вектора, определяющего финансовые и статистические коэффициенты. Вектор позволяет в динамике делить массив исходной информации на две части, относящиеся к удовлетворительным и предкризисным периодам работы предприятия, что дает возможность построить отдельно модели прогноза основного показателя для точек кризиса и для точек устойчивого состояния. Для каждой группы точек построены распределения соответствующих показателей. Заключительный этап – спланированный имитационный эксперимент в целях достижения оптимального значения добавленной стоимости производимой предприятием продукции – нахождение с применением имитационного моделирования диапазонов изменения рациональных значений финансовых коэффициентов, рекомендуемых к использованию в качестве управляющих воздействий для обеспечения удовлетворительных величин основного показателя. В статье приводятся блок-схемы следующих этапов решения поставленной задачи: процедуры формирования рассматриваемых показателей, а также процедуры расчета оценочного вектора и определения рациональных значений управляющих воздействий. Показаны результаты двух серий имитационных экспериментов по разделению логарифмически нормального распределения рассматриваемых показателей для одного из металлургических предприятий.

Ключевые слова: имитационное моделирование, добавленная стоимость, скользящее значение вектора оценки экономической ситуации, рациональные значения финансовых коэффициентов, используемых в качестве управляющих воздействий

Введение

Данное исследование направлено на внедрение АСУ экономикой предприятия. Оно является продолжением работ [1–3]. Рассматриваются следующие этапы исследования: разработка модели прогноза основного показателя; конструирование вектора оценки экономической ситуации и расчет его величины; осуществление собственно имитационного моделирования в целях определения рациональных значений управляющих производимой предприятием добавленной стоимостью воздействий.

¹ Рожков И.М. – д-р техн. наук, профессор, nilim3@yandex.ru, Исаева Н.А. – ассистент, nadejdatrofimova@yandex.ru, Зайцев И.М. – ассистент, ivan_zaytsev@hotmail.com, Ларионова И.А. – д-р экон. наук, профессор, i_larionova@mail.ru, Костюхин Ю.Ю. – зав. кафедрой, канд. экон. наук, kostuhinyury@mail.ru
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 4.

Основная часть

Существуют различные методики формирования интегральных показателей [4–7]. В настоящем исследовании предпочтение отдается показателю добавленной стоимости, учитывающему интересы собственников предприятия, работников и государства.

По определению, добавленная стоимость $S_{ДС}$ оценивается по соотношению [8]:

$$S_{ДС} = V_p - M, \quad (1)$$

где V_p – стоимость произведенной предприятием продукции; M – рыночная стоимость израсходованных при производстве материалов и услуг.

Вопросы разработки и применения различных модификаций основного показателя подробно рассмотрены в работах А.А. Бойкова и его соавторов [9–11].

Путем несложных преобразований формулу (1) можно привести к следующему виду:

$$S_{ДС} = \Pi + S_{ЗП} + А_m + Н_c,$$

где Π – прибыль до налогообложения; $S_{ЗП}$ – фонд оплаты труда; A_m – амортизация; S_c – сумма налогов, выплачиваемых из себестоимости.

Из приведенных составляющих $S_{ДС}$ понятно ее распределение:

- служащим – заработная плата и другие расходы по оплате труда;
- государству – налог на прибыль и отчисления на социальные нужды;
- лицам, предоставившим капитал, – дивиденды акционерам, в том числе дивиденды по акциям, принадлежащим дочерним компаниям;
- остаются в распоряжении компании – амортизация и нераспределенная прибыль.

Из сказанного следует существенная важность показателя $S_{ДС}$ для указанных категорий, потребляющих эту стоимость. Причем для всех них желательна максимизация $S_{ДС}/M$.

Вернемся к формуле (1). Из этой формулы получаем

$$\frac{S_{ДС}}{M} = \frac{Bp}{M} - 1. \quad (2)$$

Из соотношения (2) следует эквивалентность задач максимизации соотношений $S_{ДС}/M$ и Bp/M [11]. Установлено, что имеется весьма тесная корреляция показателя Bp/M с коэффициентом оборачиваемости оборотных средств $k_{об}$ и текущей ликвидности $k_{ТЛ}$:

$$k_{об} = \frac{Bp}{S_{ОС}} \text{ и } k_{ТЛ} = \frac{S_{ОС}}{K_t + R_p},$$

а также с показателями π_1, π_2, π_4 – характеристиками, определяющими стратегии управления оборотными средствами предприятия и источниками их финансирования [11–13].

$$\pi_1 = \frac{S_{ОС}}{Bp}, \pi_2 = \frac{B - Ic - K_T}{S_{ОС}} = \frac{K_t + R_p}{S_{ОС}} \text{ и } \pi_4 = \frac{K_T}{B},$$

где $S_{ОС}$ – объем оборотных средств; B – валюта баланса; K_t – краткосрочные займы; R_p – кредиторская задолженность предприятия; K_T – долгосрочные займы; Ic – собственные средства.

С использованием методики С.А. Айвазяна и В.С. Мхиторяна пошагового отбора наиболее информативных переменных [14, С. 111–115] получили следующие характеристики прогноза показателя Bp/M :

	$k_{об} \cdot \pi_4$	$k_{ТЛ}$
Коэффициент регрессии	2,3529	0,2824
Ошибка коэффициента регрессии	0,2842	0,0240
t-критерий	8,2787	11,7570
R – множественный коэффициент корреляции	0,9738	–
Коэффициент детерминации	0,9484	–

Здесь использованы как кризисные точки, так и точки, относящиеся к устойчивым состояниям предприятия. Рассматривались исходные данные ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» [2].

В работах [1, 11, 13] методами нелинейного программирования решен ряд задач оптимизации как показателя Bp/M , так и некоторых управляющих воздействий, в частности коэффициента оборачиваемости $k_{об}$. Но данный подход к оптимизации добавленной стоимости и нахождению рациональных значений влияющих на нее управляющих воздействий может быть использован в каких-либо разовых исследованиях из-за необходимости учета динамики изменения основных показателей предприятия.

В автоматизированных системах управления экономикой предприятия задачу нахождения в динамике рациональных значений управляющих воздействий, обеспечивающих максимизацию, например, показателя добавленной стоимости, необходимо решать с применением имитационного моделирования. Общая схема осуществления этой процедуры сводится к следующему. После выбора главного экономического показателя переходят к нахождению вектора, определяющего его финансовые и статистические коэффициенты, так называемого оценочного вектора $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$. В частности, для относительной добавленной стоимости $S_{ДС}/M$ составляющими оценочного вектора выбраны приведенные выше финансовые коэффициенты $k_{об} = y_1, k_{ТЛ} = y_2$, а также показатель $\pi_4 = y_4$. Из статистических коэффициентов используется скользящий коэффициент вариации (СКВ)

$$y_3 = СКВ = \frac{\sigma_{выб}}{M_x},$$

где $\sigma_{выб}$ – скользящее выборочное среднее квадратическое отклонение величины относительной добавленной стоимости $S_{ДС}/M$; M_x – ее математическое ожидание.

Схема формирования рассмотренных показателей представлена на **рис. 1**.

Далее (**рис. 2**) определяется длина оценочного вектора $\|\bar{y}\| = \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2}$. Координатами вектора являются единицы и нули, то есть $y_i \in \{1, 0\}$. Число 1 соответствует удовлетворительной ситуации, а число 0 – неудовлетворительной. Величины y_i определяются из следующей системы соотношений:

$$y_1 = 0 \text{ при } k_{об} \leq k_{об}^{норм} \text{ и } y_1 = 1 \text{ в противном случае;}$$

$$y_2 = 0 \text{ при } k_{ТЛ} < k_{ТЛ}^{норм} \text{ и } y_2 = 1 \text{ в противном случае;}$$

$$y_3 = 0 \text{ при } СКВ > 0,3 \text{ и } y_3 = 1 \text{ в противном случае;}$$

$$y_4 = 0 \text{ при } \pi_4 < \pi_4^{норм} \text{ и } y_4 = 1 \text{ при неудовлетворении}$$

данного условия.

Нормативные значения показателей устанавливаются самими предприятиями. Приведенные нормативные значения часто принимают при расчете риска предприятия. В качестве нормативного значения π_4 можно принять его среднее за рассматриваемый период.

Оценочный вектор позволяет определить, к какому массиву относится информация, полученная в новом квартале: работе предприятия в предкризисной или «удовлетворительной» ситуации. При наличии

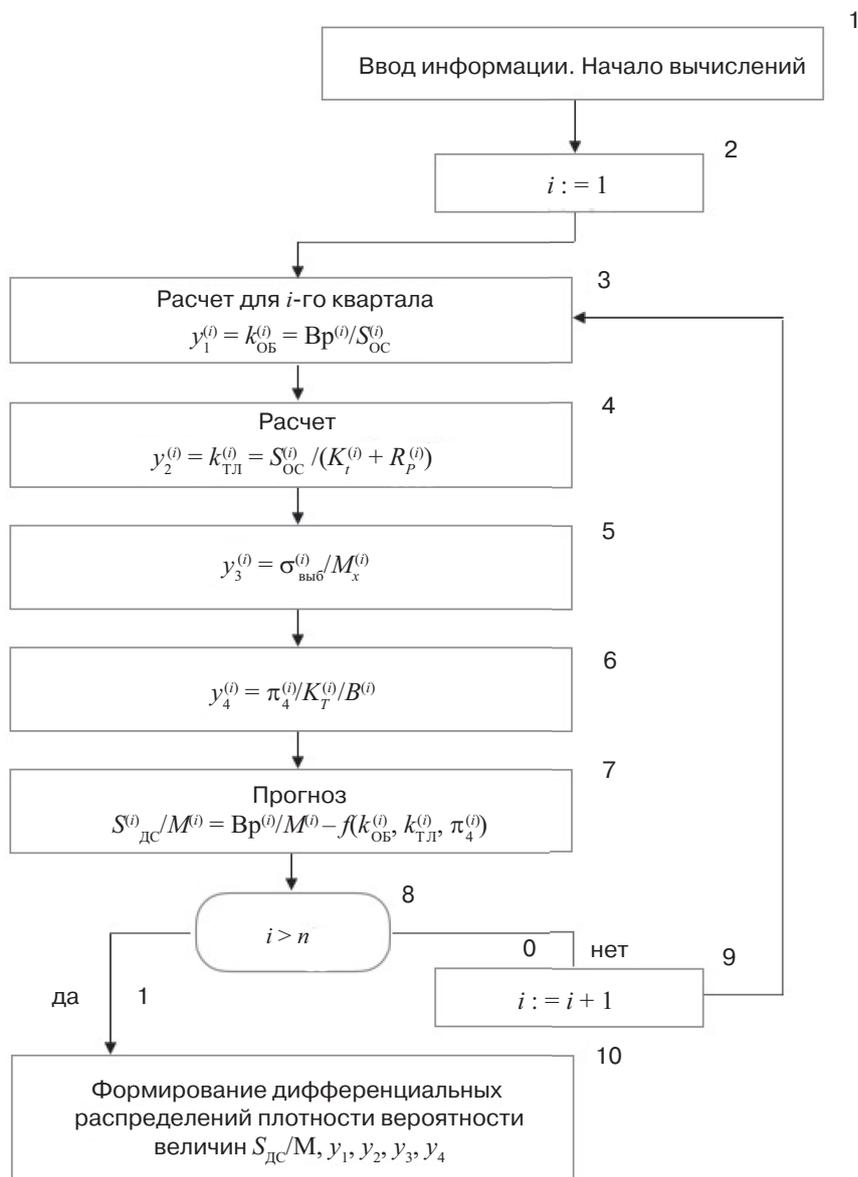


Рис. 1. Ввод исходных данных и формирование рассматриваемых показателей [Input of initial data and formation of considered indicators]

четырёх показателей, если все они равны нормативным, экономическая ситуация оценивается числом 2. В случае, если все они не соответствуют нормативным, экономическая ситуация оценивается числом 0.

В работе [2] экспертным путем установлено, что предкризисная ситуация наступает при отклонении длины оценочного вектора от максимальной нормативной на 30 % и более. Если ситуация имеет место три квартала подряд и дольше, то она считается кризисной.

Разделение массива на две группы точек позволяет построить отдельно модели прогноза основного показателя для точек кризиса и для точек устойчивого состояния. Характеристики этих моделей имеют следующий вид.

Для точек кризиса (n = 21):

	$k_{об} \cdot \pi_4$	$k_{тл}$
Коэффициент регрессии	2,0237	0,3648
Ошибка коэффициента регрессии	0,5248	0,0456
t-критерий	3,8559	8,0053
R – множественный коэффициент корреляции	0,9737	–
Коэффициент детерминации	0,9482	–

Для точек устойчивого состояния (n = 22):

	$k_{об} \cdot \pi_4$	$k_{тл}$
Коэффициент регрессии	2,3984	0,2536
Ошибка коэффициента регрессии	0,3134	0,0261
t-критерий	7,6530	9,7166
R – множественный коэффициент корреляции	0,9807	–
Коэффициент детерминации	0,9617	–

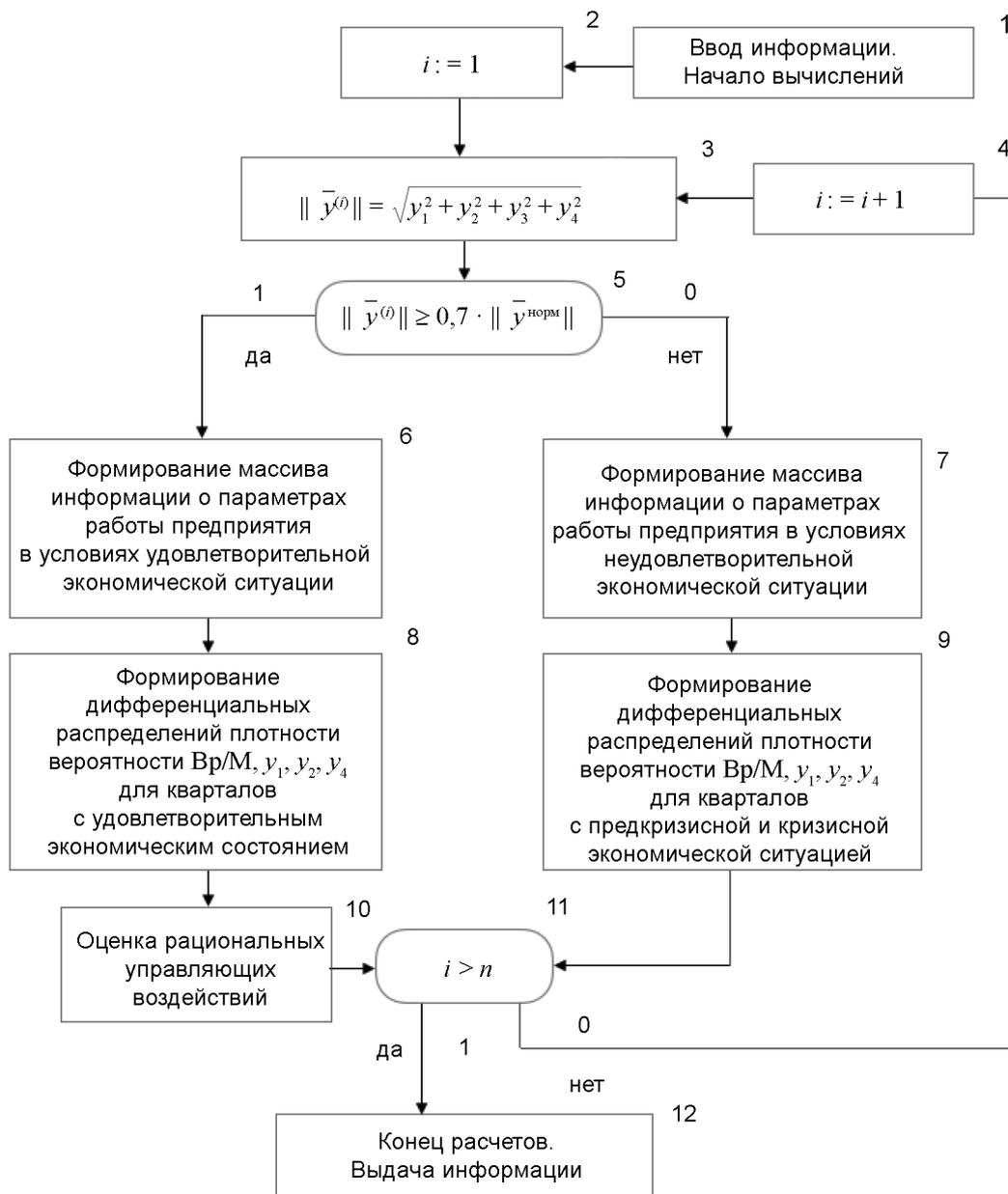


Рис. 2. Расчет оценочного вектора и определение рациональных значений управляющих воздействий
 [Calculation of the estimated vector and determination of rational values of control actions]

Как уже отмечалось, для каждой группы точек строятся распределения соответствующих показателей. Параметры распределений оцениваются с применением пакета прикладных программ *Oracle Crystal Ball*. Используются распределения логарифмически нормальное, нормальное, бета, гамма, Стьюдента, логистическое, Вейбулла и равномерное. Нахождение рациональных значений управляющих воздействий осуществляется путем имитационного моделирования возможных значений финансовых коэффициентов $k_{об}$, $k_{тл}$ и π_4 ,

используемых при управлении основным показателем. Здесь кроме семидесятипроцентного ограничения от максимальной длины оценочного вектора учитывается также пятипроцентная граница этих распределений. Применение семи распределений необходимо, чтобы в качестве рационального значения соответствующего показателя принять максимальную величину этой границы.

Фактические характеристики перечисленных распределений, найденные после осуществления имитационного моделирования, имеют следующий вид:

Для точек кризиса ($n = 21$):

Вид распределения	Процент покрытия распределения основного показателя, доли ед.	Левая граница распределения управляющего воздействия (5 %)		
		$k_{об}$	$k_{гЛ}$	π_4
Лог. нормальное	0,797	0,39	0,89	0,09
Нормальное	0,774	0,35	1,07	0,11
Бета	0,738	0,40	1,08	0,10
Гамма	0,792	0,40	0,93	0,12
Стьюдента	0,732	0,36	0,58	-0,06
Логистическое	0,807	0,35	0,91	0,09
Мин. экстремум	0,740	0,23	0,87	0,06
Вейбулла	0,784	0,36	0,97	0,10
Равномерное	0,717	0,34	1,15	0,09
Макс. экстремум	0,747	0,41	1,11	0,13

Для точек устойчивого состояния ($n = 22$):

Вид распределения	Процент покрытия распределения основного показателя, доли ед.	Левая граница распределения управляющего воздействия (5 %)		
		$k_{об}$	$k_{гЛ}$	π_4
Лог. нормальное	0,588	0,60	1,15	0,10
Нормальное	0,529	0,14	0,45	0,10
Бета	0,473	0,17	1,33	0,10
Гамма	0,580	0,60	1,17	0,12
Стьюдента	0,573	0,34	-2,42	-0,09
Логистическое	0,807	0,23	0,11	0,10
Мин. экстремум	0,493	-0,97	-1,83	0,00
Вейбулла	0,568	0,60	1,24	0,08
Равномерное	0,452	0,61	1,03	0,08
Макс. экстремум	0,509	0,55	0,95	0,11

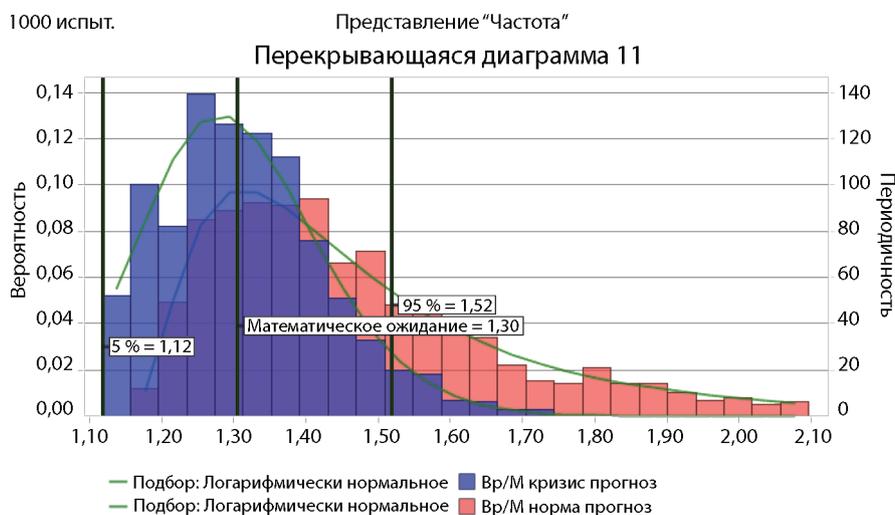


Рис. 3. Результаты двух серий имитационных экспериментов по разделению логарифмически нормального распределения показателя Vp/M для ПАО «ММК» на две группы точек – кризисное и устойчивое состояния предприятия [The results of two series of simulation experiments on dividing the logarithmically normal distribution of the Vp/M indicator for PJSC «ММК» into two groups of points – the crisis and stable state of the enterprise]

Заметим, что идея разделения статистических распределений на две группы точек, положенная в основу алгоритма, представленного на рис. 2, принадлежит украинскому академику Б.Е. Патону, который использовал ее при реализации систем управления качеством металла [15–17].

Продолжим рассмотрение результатов предлагаемой процедуры имитационных экспериментов.

В качестве ее иллюстрации на рис. 3 представлены результаты двух серий имитационных экспериментов по разделению логарифмически нормальных распределений показателя Vp/M на две группы точек: кризисное состояние для условий ММК (показано синим цветом) и устойчивое функционирование предприятия (показано красным цветом). Фиолетовым цветом обозначено пересечение полученных распределений.

На рис. 4 представлены результаты двух серий имитационных экспериментов по определению рациональных границ распределения $k_{об}$. Рациональные границы обеспечивают решение задачи при минимальных затратах ресурсов.

Если же ставить задачу нахождения оптимальных значений управляющих воздействий, то необходимо проводить имитационные эксперименты при осуществлении их математического планирования, не ориентируясь на левые границы соответствующих распределений, а обеспечивая планируемое увеличение значений управляющих воздействий в целях достижения, например, оптимального значения показателя Vp/M .

Заключение

В результате выполненного исследования получены следующие результаты:

1. В качестве важнейшей характеристики экономического состояния предприятия выбрана добавленная стоимость производимой им продукции, оцениваемая отношением его выручки к затратам сырья, материалов и услуг.

2. Предложена общая методика количественной оценки экономической ситуации на предприятии с применением новой оперативной характеристики – длины «оценочного» вектора. Методика включает следующие основные этапы:

- определение набора финансовых коэффициентов и их нормативов, характеризующих экономическую ситуацию на предприятии;
- введение координат «оценочного» вектора, в которых соответствующий финансовый коэффициент заменен на 1 в случае его удовлетворения заданным нормативом и 0 в противном случае;
- вычисление длины вектора;
- разделение массива информации на две части: удовлетворительные и неудовлетворительные состояния предприятия.

3. Проведено исследование с применением статистического пакета *Oracle Crystal Ball* найденных массивов, относящихся к удовлетворительному, а также предкризисному или кризисному состояниям предприятия, а также выбор максимальных значений управляющих воздействий, осуществляемый с учетом левой границы распределения финансовых коэффициентов удовлетворительных состояний.

4. Для получения рациональных значений управляющих воздействий рекомендовано проводить для них математически спланированный имитационный эксперимент в целях достижения оптимального значения добавленной стоимости производимой предприятием продукции.

Библиографический список

1. Рожков И.М., Ларионова И.А., Скрябин О.О., Трофимова Н.А., Зайцев И.М. Оптимизация относительных объемов и структуры ресурсов // Сталь. 2016. № 11. С. 65–68.

2. Рожков И.М., Трофимова Н.А., Ларионова И.А., Костюхин Ю.Ю., Брыкова П.О. Совершенствование коэффициентного метода оценки экономической ситуации на предприятии // Сталь. 2017. № 6. С. 77–81.

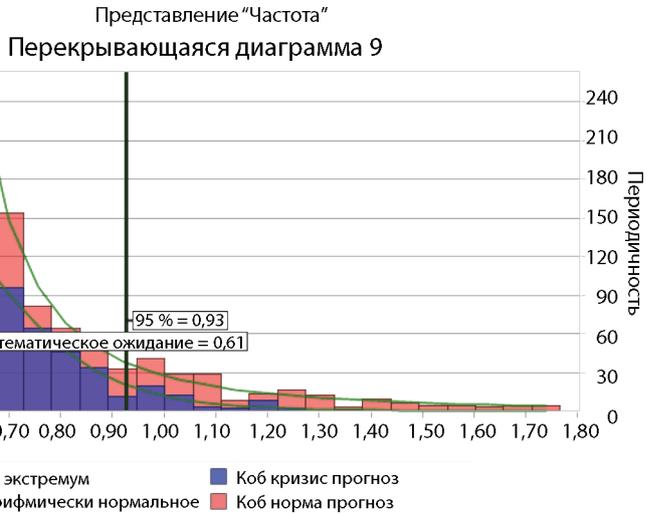


Рис. 4. Результаты двух серий имитационных экспериментов по разделению логарифмически нормального распределения показателя $k_{об}$ для ПАО «ММК» на две группы точек – кризисное и устойчивое состояния предприятия

[The results of two series of simulation experiments on the separation of the log-normal distribution of the kob index for PJSC «ММК» into two groups of points – the crisis and steady state of the enterprise]

3. Rozhkov I., Trofimova N., Larionova I., Kostyukhin Y. Management of the value added made by the entity using simulation modeling // International scientific conference Industry 4.0. Borovets: Scientific Technical Union of Mechanical Engineering, 2017. P. 236–237.

4. Шеремет А.Д., Сайфулин А.С., Негашев Е.В. Методика финансового анализа. М.: ИНФРА-М, 2001. 207 с.

5. Сухова Л.Ф., Чернова Н.А. Практикум по разработке бизнес-плана и финансовому анализу предприятия. Учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2001. 158 с.

6. Ларионова И.А., Рожков И.М., Елисеева Е.Н. Разработка новых методических приемов оперативного технико-экономического планирования и управления деятельностью металлургического предприятия // Черная металлургия. 2001. № 8(1220). С. 59–63.

7. Методические рекомендации по реформе предприятий (организаций). М.: ИНФРА-М, 2000. 96 с.

8. Самуэльсон П. Экономика. Т. 1. М.: АЛГОН, 1992. 335 с.

9. Рожков И.М., Бойков А.А., Кузнецова А.Е., Жагловская А.В., Петрова О.А. Оценка экономического потенциала предприятия с учетом величины добавленной стоимости производимой им продукции и прогноз кризисной ситуации // Экономика в промышленности. 2012. № 4. С. 53–57. DOI:10.17073/2072-1633-2012-4-53-57

10. Бойков А.А., Кузнецова А.Е., Рожков И.М., Жагловская А.В., Петрова О.А. Учет влияния внеоперационной деятельности предприятия на показатели его рентабельности и экономического потенциала // Экономика в промышленности. 2012. № 1. С. 81–83. DOI:10.17073/2072-1633-2012-1-81-83

11. Рожков И.М., Ларионова И.А., Жагловская А.В. Диагностика и оптимизация финансово-экономического состояния предприятия: учебное пособие. М.: Изд. дом МИСиС, 2014. 297 с.

12. Ларионова И.А., Рожков И.М., Скрябин О.О., Марков С.В. Диагностика и оптимизация стратегий управления оборотными средствами // *Металлург*. 2007. № 5. С. 19–22.

13. Ларионова И.А. Оптимизация оборотных средств металлургического предприятия: монография. М.: Изд-во МИСиС, 2010. 120 с.

14. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: учебник для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 311 с.

15. Максимов Ю.М., Рожков И.М., Саакян М.А. Математическое моделирование металлургических процессов. М.: Металлургия, 1978. 288 с.

16. Хотомлянский А.Л., Гроссман Л.П. Оценка качества металлопродукции // *Известия вузов. Черная металлургия*. 1979. № 4. С. 149–152.

17. Рожков И.М., Власов С.А., Мулько Г.Н. Математические модели для выбора рациональной технологии и управления качеством стали. М.: Металлургия, 1990. 184 с.

Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry

2018, vol. 11, no. 1, pp. 44–51

ISSN 2072-1633 (print)

ISSN 2413-662X (online)

Management of the value added made by the entity using imitating modelling

I.M. Rozhkov – nilim3@yandex.ru, N.A. Isaeva – nadedatrofimova@yandex.ru, I.M. Zaytsev – ivan_zaytsev@hotmail.com, I.A. Larionova – i_larionova@mail.ru, Yu.Yu. Kostyukhin – kostuhinyury@mail.ru
NUST MISiS, 4 Leninsky Prospect, Moscow 109049, Russia

Abstract. The research is directed to implementation of an automatic control system system by economy of the entity. Three stages of the solution of this task are allocated. The first stage – forming and the forecast of the integrated indicator characterizing an economic condition of the entity. As such indicator, the value added of products made by the entity is accepted. Private indicators, which influence the size of an integrated economic indicator, are considered. The second stage – creation of an estimative vector. The general technique of quantitative assessment of an economic situation in the entity using the new operational characteristic – lengths of the «estimative» vector determining financial and statistical ratios is offered. The vector allows to divide in dynamics an array of initial information into two parts relating to the satisfactory and pre-crisis periods of work of the entity that gives the chance to construct separately forecast models of a key indicator for points of crisis and for points of a steady condition. For each group of points distributions of the corresponding indicators are constructed. The final stage – the planned imitating experiment for the purpose of achievement of optimum value of value added of products made by the entity – stay using imitating modeling of the ranges of change of rational values of the financial ratios recommended for use as corrective actions for ensuring satisfactory sizes of a key indicator. Flowcharts of the following stages of the solution of an objective are provided in article: procedures of forming of the considered indicators and also procedures of calculation of an estimative vector and determination of rational values of corrective

actions. Results of two series of imitating experiments on separation of logarithmic normal distribution of the considered indicators for one of the metallurgical entities are shown.

Keywords: imitating modeling, value added, the sliding value of a vector of assessment of an economic situation; rational values of the financial ratios used as corrective actions

References

1. Rozhkov I.M., Larionova I.A., Skryabin O.O., Trofimova N.A., Zajcev I.M. Optimization of relative volumes and structure of resources. *Stal' = Steel*. 2016. No. 11. Pp. 65–68. (In Russ.)
2. Rozhkov I.M., Trofimova N.A., Larionova I.A., Kostyuhin Yu.Yu., Brykova P.O. Improvement of the coefficient method for assessing the economic situation in the enterprise. *Stal' = Steel*. 2017. No. 6. Pp. 77–81. (In Russ.)
3. Rozhkov I., Trofimova N., Larionova I., Kostyukhin Y. Management of the value added made by the entity using simulation modeling. *International scientific conference Industry 4.0*. Borovets: Scientific Technical Union of Mechanical Engineering, 2017. Pp. 236–237.
4. Sheremet A.D., Sajfulin A.S., Negashev E.V. *Metodika finansovogo analiza* [Methods of financial analysis]. Moscow: INFRA-M, 2001. 207 p. (In Russ.)
5. Suhova L. F., Chernova N.A. *Praktikum po razrabotke biznes-plana i finansovomu analizu predpriyatiya. Uchebnoe posobie* [Workshop on the development of a business plan and financial analysis of the enterprise. Tutorial]. Moscow: Finansy i statistika, 2001. 158 p. (In Russ.)
6. Larionova I.A., Rozhkov I.M., Eliseeva E.N. Development of new methodical techniques for operational technical and economic planning and management of the activities of a metallurgical enterprise. *Izvestiya Visshikh Uchebnykh Zavedenii. Chernaya Metallurgiya = Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2001. No. 8 (1220). Pp. 58–63. (In Russ.)

7. *Metodicheskie rekomendacii po reforme predpriyatij (organizacij)* [Methodological recommendations on the reform of enterprises (organizations)]. Moscow: INFRA-M, 2000. 96 p. (In Russ.)
8. Samuel'son P. *Ekonomika* [Economy]. Vol. 1. Moscow: ALGON, 1992. 335 p. (In Russ.)
9. Roghkov I.M., Boikov A.A., Kuznetsova A.E., Zhaglovskaya A.V., Petrova O.A. The added value approach appraisal of the economic potential and a crisis situation forecast. *Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry*. 2012. No. 4. Pp. 53–57. (In Russ.) DOI:10.17073/2072-1633-2012-4-53-57
10. Boikov A.A., Kuznetsova A.E., Rozhkov I.M., Zhaglovskaya A.V., Petrova O.A. Account the influence of non-operating activities of the enterprise for the profitability and relative economic potential. *Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry*. 2012. No. 1. Pp. 81–83. (In Russ.) DOI:10.17073/2072-1633-2012-1-81-83
11. Rozhkov I.M., Larionova I.A., Zhaglovskaya A.V. *Diagnostika i optimizatsiya finansovo-ekonomicheskogo sostoyaniya predpriyatiya: uchebnoe posobie* [Diagnostics and optimization of the financial and economic state of the enterprise: a textbook]. Moscow: Izdatel'skii dom MISiS, 2014. 297 p. (In Russ.)
12. Larionova I.A., Rozhkov I.M., Skryabin O.O., Markov S.V. Diagnosis and optimization of strategies for managing current assets. *Metallurg = Metallurgist*. 2007. No. 5. Pp. 19–22. (In Russ.)
13. Larionova I.A. *Optimizaciya oborotnyh sredstv metallurgicheskogo predpriyatiya: monografiya* [Optimization of working capital of a metallurgical enterprise: monograph]. Moscow: Izdatel'skii dom MISiS, 2010. 120 p. (In Russ.)
14. Kremer N.Sh., Putko B.A. *Ekonometrika: Uchebnik dlya vuzov* [Econometrics: Textbook for high schools.]. Moscow: YUNITI-DANA, 2002. 311 p. (In Russ.)
15. Maksimov Yu.M., Rozhkov I.M., Saakyan M.A. *Matematicheskoe modelirovanie metallurgicheskikh processov* [Mathematical modeling of metallurgical processes]. Moscow: Metallurgiya, 1978. 288 p. (In Russ.)
16. Hotomlyanskij A.L., Grossman L.P. Evaluation of the quality of metal products. *Izvestiya Visshikh Uchebnykh Zavedenii. Chernaya Metallurgiya = Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 1979. No. 4. Pp. 149–152. (In Russ.)
17. Rozhkov I.M., Vlasov S.A., Mul'ko G.N. Mathematical models for selection of rational technologies and quality management of steel. Moscow: Metallurgiya, 1990. 184 p. (In Russ.)

Information about the authors:

I.M. Rozhkov –Dr. Sci. (Eng.), *N.A. Isaeva* – Assistant, *I.M. Zaytsev* – Assistant, *I.A. Larionova* – Dr. Sci. (Econ.), *Yu. Yu. Kostyukhin* – Cand. Sci. (Econ.).