

**Ключевые слова:**

динамическая модель,  
финансово-экономические показатели,  
рыночная цена, инфляция,  
прогнозирование, эффективность,  
иерархия показателей эффективности

**А. И. Буравлев**, д. т. н., проф., вед. науч. сотр.  
46 ЦНИИ Минобороны России  
(e-mail: buravlev46@mail.ru)

**Н. А. Сердюкова**, д. э. н., доц.,  
зав. кафедрой «Высшая математика»  
Государственного университета Минфина России  
(e-mail: nsns25@yandex.ru)

# Динамическая модель оценки финансово-экономического состояния предприятия

Статья подготовлена в рамках проекта РФФИ № 06-09-13510-офи-ц.

*В условиях продолжающегося глобального финансово-экономического кризиса чрезвычайно актуальной представляется оценка реального экономического состояния предприятия и его прогнозирование на среднесрочный период. В настоящее время существует ряд международных и национальных методик прогнозирования, основанных на изучении динамики изменения агрегированных финансово-экономических показателей.*

В этих методиках используются финансовые и экономические показатели, рассчитываемые по результатам финансовых отчетов предприятий (балансовый отчет, отчет о прибылях и убытках и др.). Многие из них зависят друг от друга, и при их анализе неизбежно возникает проблема установления **приоритетности** как между группами, так и между отдельными показателями. Поскольку каждая группа показателей характеризует лишь определенную сторону хозяйственной деятельности, неизбежно возникает проблема формирования **интегральной** оценки эффективности.

Определенным недостатком существующих методик<sup>1</sup> является их **статичность**, которая не позволяет сделать **прогноз** динамики деятельности предприятия, оценить изменения его функциональных показателей (рентабельности, ликвидности, финансовой устойчивости) на некотором временном интервале. Это зачастую приводит к ошибочным решениям, например, относительно банкротства предприятия или его финансового оздоровления.

В данной статье рассматривается динамическая модель комплексной оценки и прогнозирования финансово-экономического состояния предприятия, учитывающая всю совокупность микроэкономических факторов и их изменение под действием случайного колебания рыночных цен, спроса и предложения продукции.

<sup>1</sup> См.: Голубович А. Д., Ситнин А. Р., Хенкин Б. Л. Анализ финансовых отчетов зарубежных компаний (рекомендации для аудиторов). — М.: Менатеп, 1991; Савицкая Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. — Минск: Новое знание, 2000; Шим Д. К., Сигал Д. Г. Финансовый менеджмент / Пер. с англ. — М.: Финансы, 1996.

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Входом рассматриваемой модели является **спрос** на товары и услуги предприятия, ресурсами выступают его **активы**, а выходом — **выручка (прибыль)**, получаемая от реализации продукции. Модель оперирует основными финансово-экономическими показателями предприятия, которые характеризуют источники финансирования его хозяйственной деятельности (пассивы), располагаемые хозяйственные средства (активы), затраты и результаты хозяйственной деятельности, приходы и расходы финансовых средств (cash flow).

Задающим процессом в модели служит программа производственной деятельности предприятия, определяющая динамику объемов выпуска  $Q(t)$ , ( $t = 1, 2, \dots, n$ ) товарной продукции в натуральном выражении по периодам отчетности (месяц, квартал, год) на период прогноза  $L$ .

Объем производимой продукции рассчитывается по результатам маркетингового исследования в зависимости от спроса на нее. Для описания динамики спроса и предложения используются линейные модели<sup>2</sup>:

$$Q_t = ap_{t-1} - b_t; S_t = -c_t p_t + s, \quad (1)$$

где предложение  $Q_t$  формируется на основе рыночных цен предыдущего периода. Коэффициенты  $b_t, c_t$  рассматриваются как переменные, т. к. именно они в наибольшей степени подвержены действию рыночной конъюнктуры и инфляции.

На основе равенства спроса и предложения формируется рыночная цена продукции

$$p_t = -\alpha_t p_{t-1} + \beta_t, \quad (2)$$

где параметры  $\alpha_t, \beta_t$  связаны с параметрами спроса и предложения соотношениями

$$\alpha_t = \frac{a}{c_t}; \beta_t = \frac{b_t + s}{c_t}.$$

Как известно, динамика изменения цены зависит от значения параметра цены  $\alpha_t$ . При  $\alpha_t < 1$  процесс (2) сходится к равновесному значению рыночной цены; при  $\alpha_t = 1$  — носит колебательный характер с постоянной амплитудой; при  $\alpha_t > 1$  — расходится.

При нестабильной экономике обеспечить безусловное выполнение неравенства  $\alpha_t < 1$  практически невозможно. Это связано с действием целого ряда непредсказуемых факторов: инфляции, рыночной конкуренции, теневой экономики и пр.

Инфляция вызывает падение реальных доходов населения и спроса на большинство потребительских товаров. Она ведет также к росту цен на сырье, материалы, топливо и электроэнергию и, в конечном итоге, к росту себестоимости продукции. С другой стороны, инфляция в отдельных случаях способствует некоторому оздоровлению реальной экономики, росту производства и повышению конкурентоспособности ряда товаров. Этот эффект наблюдался при дефолте 1998 г., то же самое происходило в некоторых секторах экономики ряда стран и в период кризиса 2008 г. Нахождение точной зависимости влияния инфляции на параметры производства  $a, b$  и спроса  $c$  представляет собой чрезвычайно сложную задачу, поэтому в рамках рассматриваемой модели мы ограничимся тем, что введем зависимость параметров  $c_t, b_t$  от уровня инфляции:

$$c_t = \frac{c}{(1 + E)^{\frac{1}{c_t}}}; b_t = \frac{b}{(1 + E)^{\frac{1}{c_t}}},$$

<sup>2</sup> См.: Лебедев В. В., Лебедев К. В. Математическое и компьютерное моделирование экономики. — М.: НТВ-Дизайн, 2002; Иванилов Ю. П., Лотов А. В. Математические модели в экономике. — М.: Наука, 1979; Математическая экономика на персональном компьютере / Пер. с яп., под ред. М. Кубониwa. — М.: Финансы и статистика, 1991.

где  $c, b$  — расчетные значения параметров;  
 $E$  — индекс инфляции;

$\xi_t$  — дискретная случайная величина, принимающая значение  $\xi_t = 1$  с вероятностью  $q$  и  $\xi_t = -1$  с вероятностью  $1 - q$ .

Случайная величина  $\xi_t$  является индикатором действия инфляции на параметры производства и спроса. При  $\xi_t = 1$  инфляция увеличивает колебание рыночных цен, при  $\xi_t = -1$  способствует их относительной стабильности. Оценка вероятности действия инфляции  $q$  производится в рамках маркетингового исследования. В результате получаем следующие зависимости параметров уравнения динамики цен:

$$\alpha_t = \alpha (1 + E)^{\xi_t}; \beta_t = \frac{b_t + s}{c_t} = \frac{b}{c} + s(1 + E)^{\xi_t},$$

где  $\alpha = \frac{a}{c}$  — расчетное значение коэффициента.

Поскольку сходимость процесса (2) к равновесным ценам зависит главным образом от параметра  $\alpha_t$ , а параметр  $s$  не зависит от уровня цены, для упрощения задачи коэффициент  $\beta_t$  принимается постоянным.

На рис. 1, 2 показаны графики изменения рыночной цены в зависимости от уровня инфляции и степени ее влияния на параметры производства и спроса.

Рисунок 1

**Прогноз динамики рыночных цен в зависимости от индекса инфляции (при  $q = 0,8$ )**

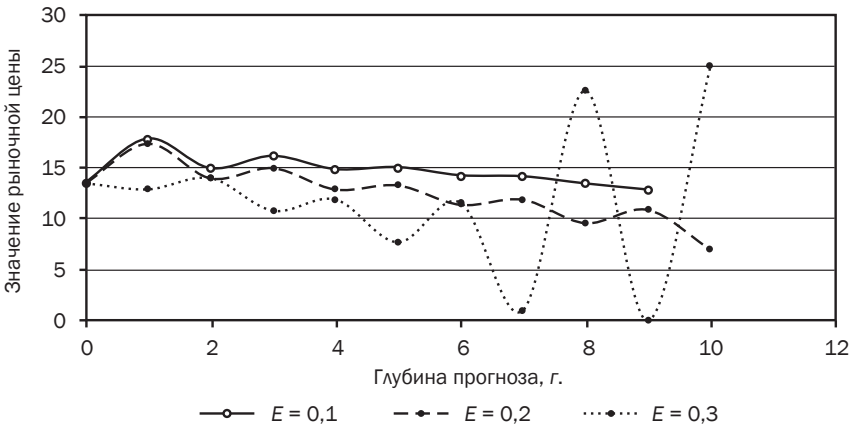
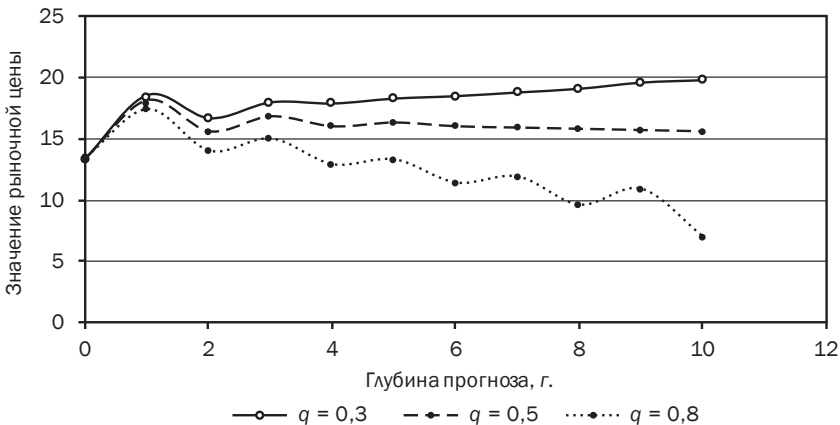


Рисунок 2

**Прогноз динамики рыночных цен  
 в зависимости от уровня действия инфляции (при  $E = 0,2$ )**



Как видно из этих графиков, при небольшом индексе инфляции ( $E \leq 0,1$ ) рыночные цены стремятся к равновесному значению; при высоком ( $E \geq 0,2$ ) процесс изменения рыночных цен носит колебательный характер с нарастанием амплитуды колебаний.

По результатам маркетингового исследования формируются три варианта производственной деятельности:  $Q_o(t)$  – оптимистический, при котором действие инфляции не учитывается ( $q = 0$ );  $Q_p(t)$  – пессимистический, при котором действие инфляции однозначно отрицательное ( $q = 1$ ), и  $Q_{mp}(t)$  – наиболее вероятный, когда действие инфляции неоднозначное и может оказывать как положительный, так и отрицательный эффект на производство ( $q = 0,5$ ).

Действие инфляции оценивается средним значением коэффициента инфляции

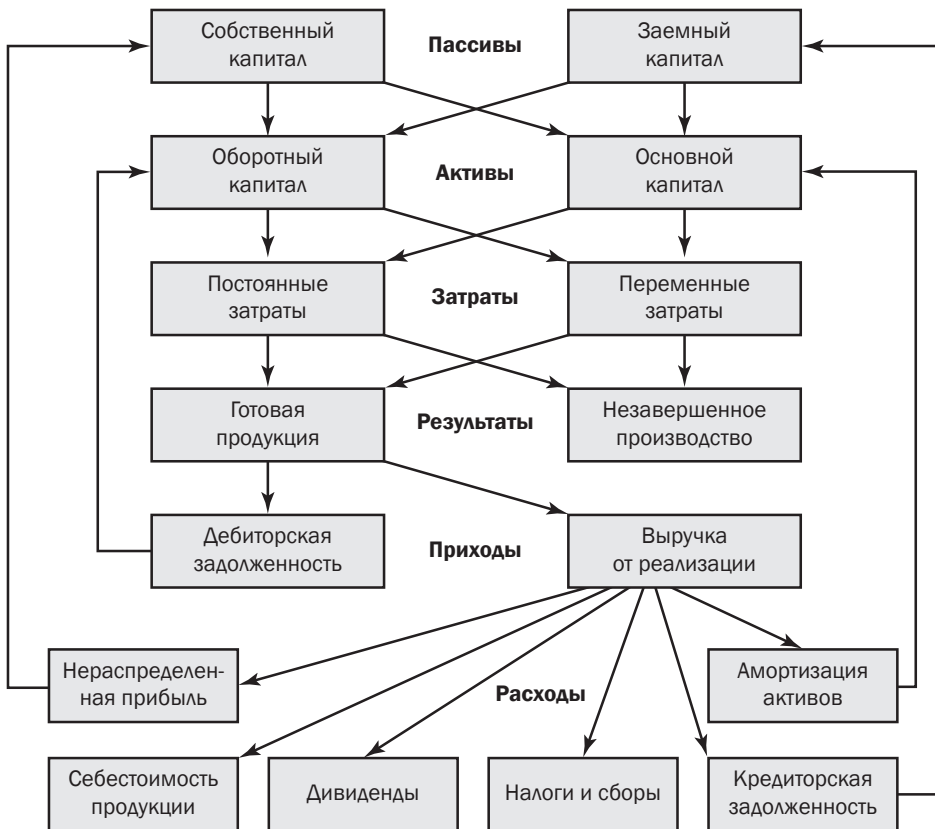
$$k_E = M[(1 + E)^{\xi}] = q(1 + E) + \frac{1 - q}{1 + E} \approx 1 + E(2q - 1). \tag{3}$$

С помощью этого коэффициента производится коррекция параметра ценообразования  $\alpha_t = k_E \alpha$  и расчет производственной программы  $Q(t)$  предприятия в зависимости от варианта прогноза.

Для каждого варианта производственной программы  $Q(t)$  рассчитываются основные производственные и финансово-экономические показатели предприятия на конец отчетного периода (рис. 3).

Рисунок 3

**Блок-схема расчета финансово-экономических показателей предприятия**



Источник: составлено авторами.

Основные показатели деятельности предприятия определяются в нашей работе следующим образом:

- Полная себестоимость продукции предприятия  $TC$  (Total cost) как квадратичная функция от объема производства  $Q(t)$ :

$$TC(t) = FC + V \cdot Q(t) + W \cdot Q^2(t), \quad (4)$$

где  $FC$  (Fixed cost) — постоянные издержки;

$V, W$  (Variable costs per unit) — переменные издержки производства, связанные с параметрами предложения соотношениями  $a = \frac{1}{2W}$ ;  $b = \frac{V}{2W}$ .

- Себестоимость готовой продукции  $C$  (Cost of good sold):

$$C(t) = \frac{TC}{Q(t)} Q^*(t), \quad (5)$$

где  $Q^*(t)$  — объем готовой к реализации товарной продукции.

- Объем незавершенного производства  $TC(t) - C(t)$ .
- Амортизационные отчисления  $AM$ :

$$AM(t) = PDF \cdot TC(t), \quad (6)$$

где  $PDF$  (Production assets depreciation's factor) — коэффициент амортизации производственных фондов.

- Фонд оплаты труда  $WF$  (Wage fund):

$$WF(t) = CWF \cdot (1 - UST) \cdot TC(t), \quad (7)$$

где  $CWF$  (Coefficient of assessments to wage fund) — коэффициент отчислений в фонд оплаты труда;

$UST$  (Uniform social tax) — величина единого социального налога.

- Объем продаж (выручка)  $S$  (Sales):

$$S(t) = p(t)Q^*(t), \quad (8)$$

где  $P$  (Price) — цена реализации продукции.

- Дебиторская задолженность  $AC$  (Account receivable):

$$AC(t) = \frac{S(t)}{RTR}, \quad (9)$$

где  $RTR$  (Account receivable turnover ratio) — коэффициент оборота дебиторской задолженности.

- Кредиторская задолженность предприятия  $AP$  (Account payable):

$$AP(t) = \frac{S(t)}{PTR}, \quad (10)$$

где  $PTR$  (Account payable turnover ratio) — коэффициент оборота кредиторской задолженности.

- Валовая прибыль  $GP$  (Gross profit):

$$GP(t) = S(t) - C(t) - AC(t). \quad (11)$$

- Операционная прибыль (прибыль от продаж)  $OP$  (Operating profit):

$$OP(t) = (\text{if } GP > 0 \text{ then } (1 - OPM)GP \text{ else } (1 + OPM)GP),$$

где  $OPM$  (Operating profit margin) — норма операционной прибыли. При отрицательной валовой прибыли убытки возрастают на величину торгово-административных расходов.

- Процентные платежи за краткосрочные и долгосрочные заемные средства  $IP$  (Interest payment):

$$IP(t) = \frac{OP(t)}{IC}, \quad (12)$$

где  $IC$  (Interest coverage ratio) — средний коэффициент покрытия процентов.

- Чистая прибыль  $NP$  (Net profit):

$$NP(t) = (\text{if } (OP - IP) > 0 \text{ then } (1 - T)(OP - IP) \text{ else } (OP - IP)), \quad (13)$$

где  $IT$  (Income taxes) — величина налога на прибыль.

- Нераспределенная прибыль  $RE$  (Retained earnings):

$$RE(t) = (\text{if } NP(t) > 0 \text{ then } (1 - RER) NP(t) \text{ else } 0), \quad (14)$$

где  $RER$  (Retained earnings ratio) — коэффициент реинвестиций  $RER = RER_1 + RER_2$  ( $RER_1$  — коэффициент реинвестиций в оборотные средства;  $RER_2$  — коэффициент реинвестиций в основной капитал).

- Собственные оборотные средства  $TCA$  (Total current assets):

$$TCA(t) = CF(t) + I(t) + TC(t) - C(t) + AC(t) + RER_1 \cdot RE(t), \quad (15)$$

где  $CF$  (Cash flow) — наличные деньги и ценные бумаги;

$I$  (Inventories) — материальные запасы.

- Текущие обязательства  $CL$  (Current liabilities):

$$CL(t) = AO(t) + IP(t) + AP(t) + T(OP(t) - IP(t)) + OCL(t), \quad (16)$$

где  $OCL$  (Other current liabilities) — прочие текущие обязательства.

- Долгосрочные обязательства  $LL$  (Long-term liabilities):

$$LL(t) = (\text{if } t < \theta \text{ then } LL(0)(1 - \frac{t}{\theta}) \text{ else } 0). \quad (17)$$

- Оборотный капитал  $CA$  (Current assets):

$$CA(t) = TCA(t) + AP(t). \quad (18)$$

- Основной капитал  $FA$  (Fixed assets):

$$FA(t) = (1 - CDF)FA(t - 1) + AM(t) + RER_2 \cdot RE(t) + LL(t), \quad (19)$$

где  $CDP$  (Depreciation' coefficient of production facilities) — коэффициент износа производственных фондов за отчетный период.

- Собственный капитал  $SE$  (Stockholders' equity):

$$SE(t) = FA(t) + TCA(t) - LL(t). \quad (20)$$

- Пассивы предприятия  $LSE$  (Liabilities and Stockholders' equity):

$$LSE(t) = SE(t) + AP(t) + LL(t). \quad (21)$$

- Активы предприятия  $A$  (Assets):

$$A(t) = FA(t) + CA(t). \quad (22)$$

- Баланс  $LSE(t) = A(t)$ .

$$(23)$$

Система уравнений (1) — (23) задает микроэкономическую модель предприятия.

## ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Для оценки эффективности и прогнозирования финансово-экономической деятельности предприятия (трех ее вариантов) рассматривается система агрегированных показателей, используемых в международном финансовом менеджменте<sup>3</sup>. В качестве **интегрального показателя** предлагается использовать **рентабельность активов ROA** (Return on total assets ratio), которая характеризует величину чистой прибыли  $NP$ , полученную на единицу затраченных активов предприятия  $A$ :

$$ROA = \frac{NP}{A}.$$

С помощью цепной подстановки получаем следующую мультипликацию показателей:

$$ROA = \frac{NP}{S} \cdot \frac{CA}{A} \cdot \frac{S}{CA} = NPM \cdot CATR \cdot CAR, \quad (24)$$

где  $NPM = \frac{NP}{S}$  — норма чистой прибыли (Net profit margin);

$CATR = \frac{S}{CA}$  — оборачиваемость оборотных активов (Current assets turnover ratio);

$WCA = \frac{CA}{A}$  — доля оборотных активов предприятия в общей величине активов (Working capital to total assets).

Показатели  $NPM$ ,  $CATR$  и  $WCA$  отражают различные стороны финансовой и хозяйственной деятельности предприятия. Так, например,  $NPM$  характеризует рентабельность. Она зависит от рентабельности продукции, рентабельности производства, эффективности системы маркетинга и сбыта, уровня налоговой и кредиторской нагрузки на предприятие. Показатель оборачиваемости текущих активов  $CATR$  характеризует скорость оборота активов, т. е. деловую активность предприятия. Доля оборотных активов  $WCA$  выступает общей характеристикой ликвидности предприятия.

Приведенные выше частные показатели являются **независимыми**, т. к. ни один из них не может быть выражен через остальные. Данный набор мы отнесем к показателям **первого уровня**.

В свою очередь каждый из частных показателей первого уровня можно представить в виде определенных соотношений показателей второго уровня, характеризующих эффективность предприятия в той или иной сфере (финансы, производство, менеджмент).

Например, норма чистой прибыли:

$$NPM = \frac{NP}{OP} \cdot \frac{OP}{S} = \left(1 - \frac{1}{IC}\right) \cdot OPM, \quad (25)$$

где  $IC$  (Interest coverage ratio) — коэффициент покрытия процентов;

$OPM = \frac{OP}{S}$  — операционная прибыль (Operation profit).

Коэффициент покрытия  $IC$  отражает возможность выплаты предприятием всех процентных платежей по кредитам и налогам из прибыли, что означает его высокую

<sup>3</sup> См.: Голубович, А. Д., Ситнин, А. Р., Хенкин, Б. Л. Анализ финансовых отчетов зарубежных компаний (рекомендации для аудиторов). — М.: Менатеп, 1991; Шим, Д. К., Сигал, Д. Г. Финансовый менеджмент / Пер. с англ. — М.: Финансы, 1996.

текущую платежеспособность и хорошие возможности для привлечения займов. Норма операционной прибыли *OPM* характеризует рентабельность производства и продаж продукции, ее рост означает повышение эффективности основной деятельности предприятия.

Для показателя оборачиваемости оборотных активов *CATR* выполняется следующее соотношение:

$$CATR = \frac{S}{NWC} \cdot \frac{NWC}{CA} = \frac{WCTR}{CA - \frac{1}{CR}}, \quad (26)$$

где  $WCTR = \frac{S}{NWC}$  – оборачиваемость чистых оборотных активов (Working capital turnover ratio);

$NWC = CA - CL$  – чистые оборотные активы (Net working capital);

$CR = \frac{CA}{CL}$  – коэффициент текущей ликвидности (Current ratio).

Показатель ликвидности предприятия *WCA* можно выразить следующим образом:

$$WCA = \frac{CA}{SE} \cdot \frac{SE}{LSE} = \frac{ER}{SECA}, \quad (27)$$

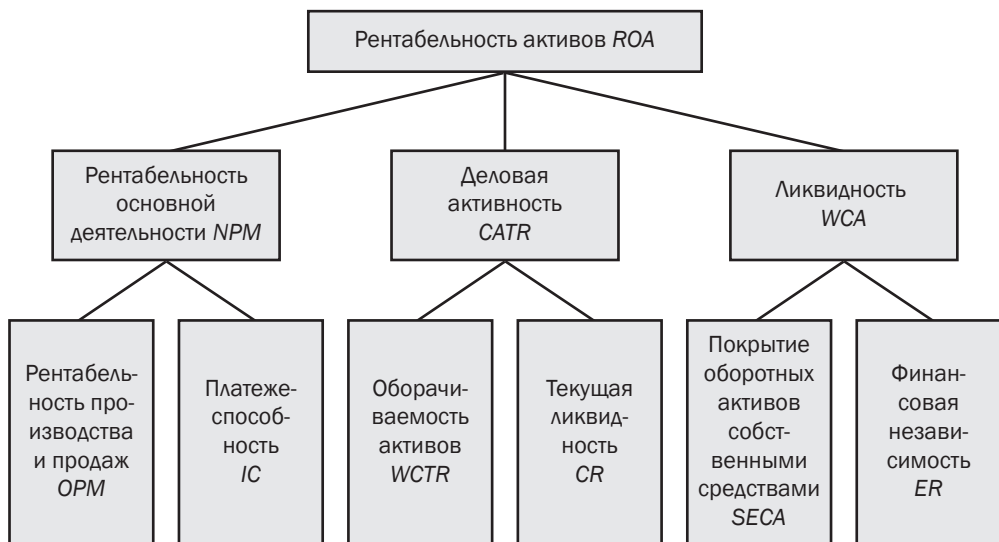
где  $SECA = \frac{SE}{CA}$  – коэффициент покрытия оборотных активов собственным капиталом;

$ER = \frac{SE}{LSE}$  – коэффициент финансовой независимости (Equity ratio).

В результате получаем иерархию из шести показателей, отражающих основные стороны финансово-хозяйственной деятельности предприятия, которые последовательно свертываются в один интегральный показатель эффективности предприятия *ROA* (рис. 4).

Рисунок 4

**Иерархия показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия**



Источник: составлено авторами.



С помощью рассмотренной выше модели можно проследить динамику изменения данных показателей и сделать прогноз финансово-экономического состояния предприятия для различных вариантов его производственной деятельности. На рис. 5–8 приведены расчетные данные по динамике  $ROA$ ,  $NPM$ ,  $CATR$ ,  $WCA$ ,  $SECA$ ,  $ER$  при уровне инфляции  $E = 0,2$  и вероятности отрицательного ее действия  $q = 0,8$ .

Рисунок 5

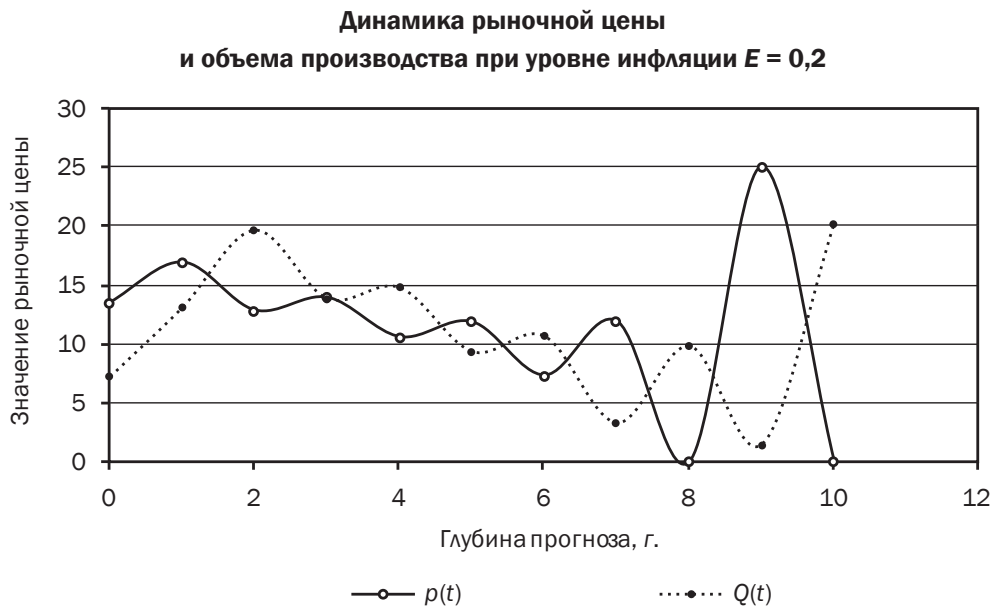


Рисунок 6

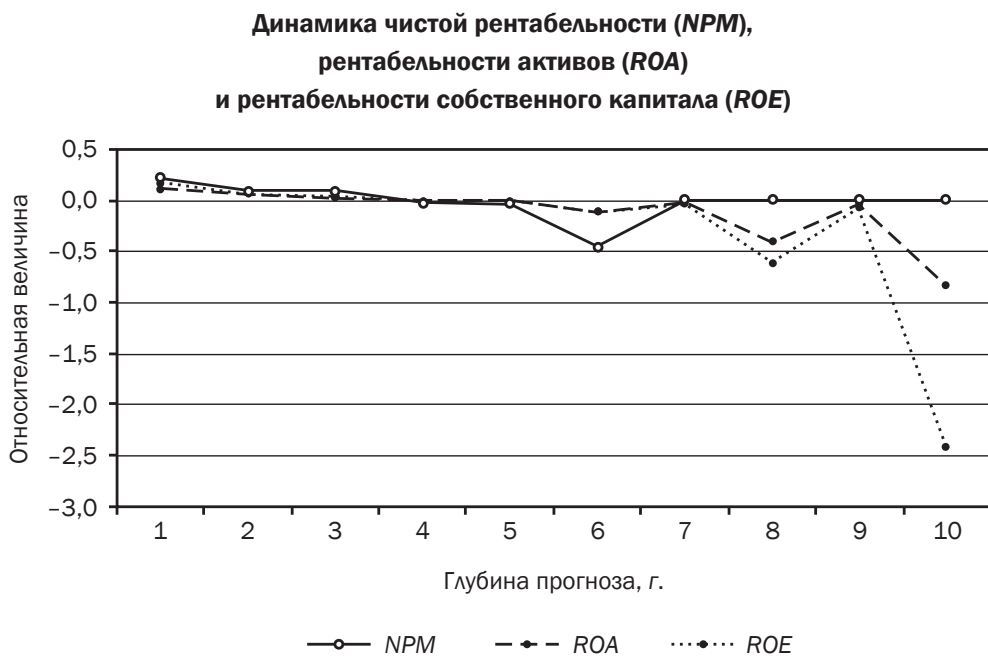


Рисунок 7

**Динамика ликвидности предприятия (WCA),  
коэффициента финансовой независимости (ER)  
и коэффициента текущей ликвидности (CR)**

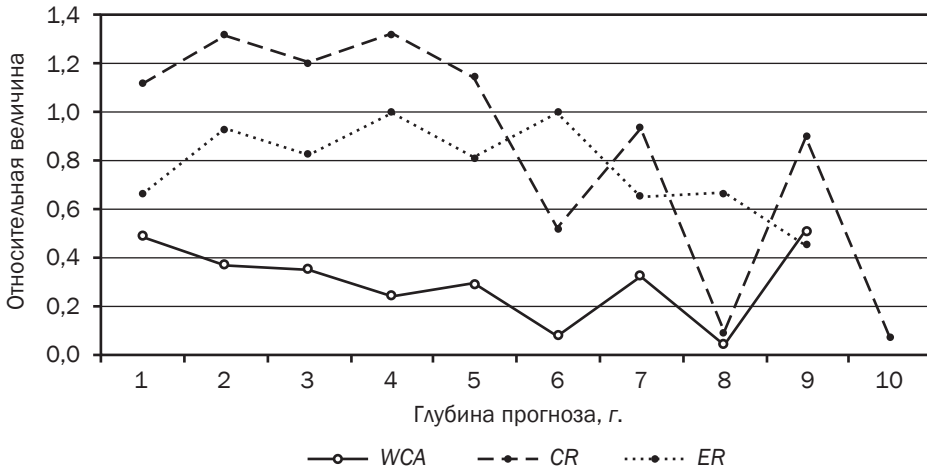
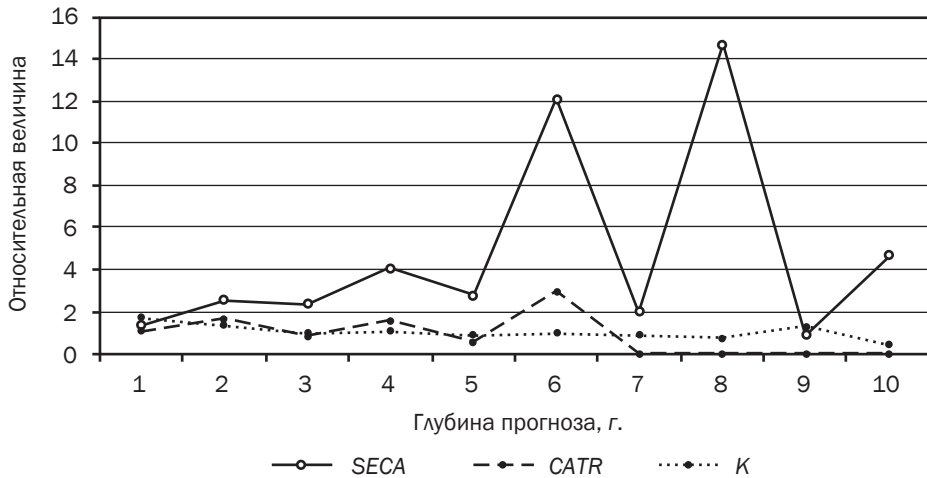


Рисунок 8

**Динамика коэффициента оборачиваемости оборотных активов (CATR),  
коэффициента покрытия оборотных активов (SECA)  
и капитализации (K)**



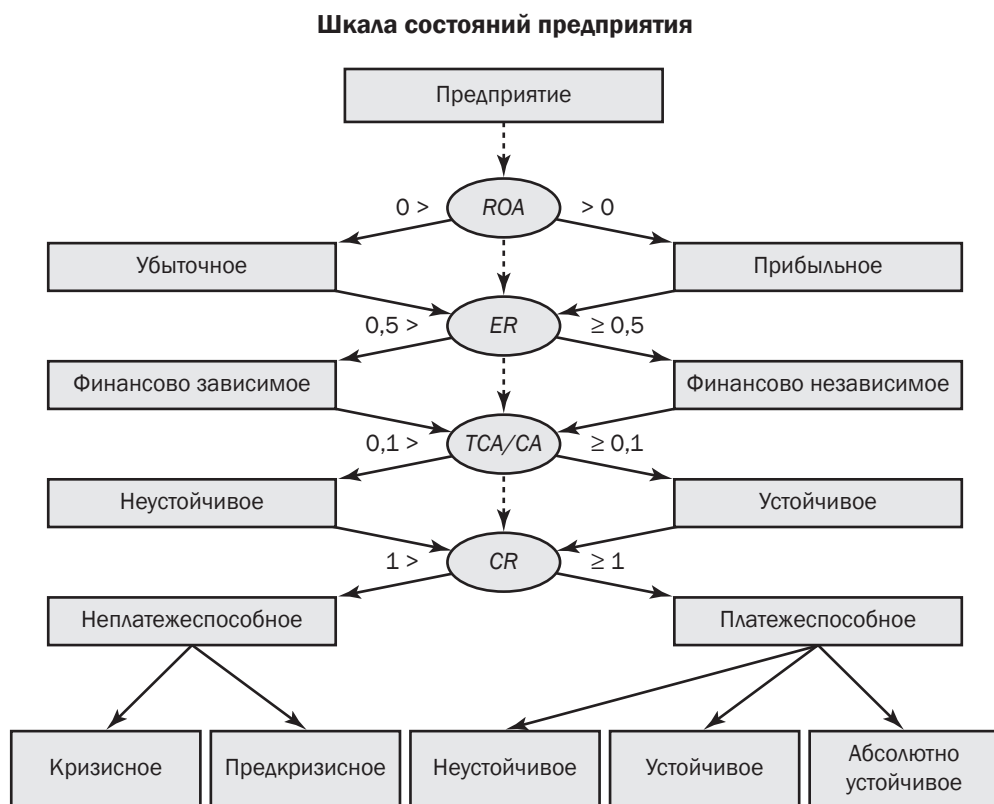
Как видно из графиков, уровень инфляции 20 % при негативном ее действии с вероятностью  $q = 0,8$  может резко снизить все показатели производственной деятельности предприятия.

Рассмотренные выше показатели позволяют провести диагностику состояния предприятия по определенной методике<sup>4</sup>, сравнивая текущие значения показателей с их

<sup>4</sup> См.: Математическая экономика на персональном компьютере / Пер. с яп., под ред. М. Кубониwa. — М.: Финансы и статистика, 1991.

нормативными значениями. На рис. 9 представлена схема классификации финансово-экономического состояния по шкале с пятью градациями: абсолютно устойчивое, устойчивое, неустойчивое, предкризисное, кризисное.

Рисунок 9

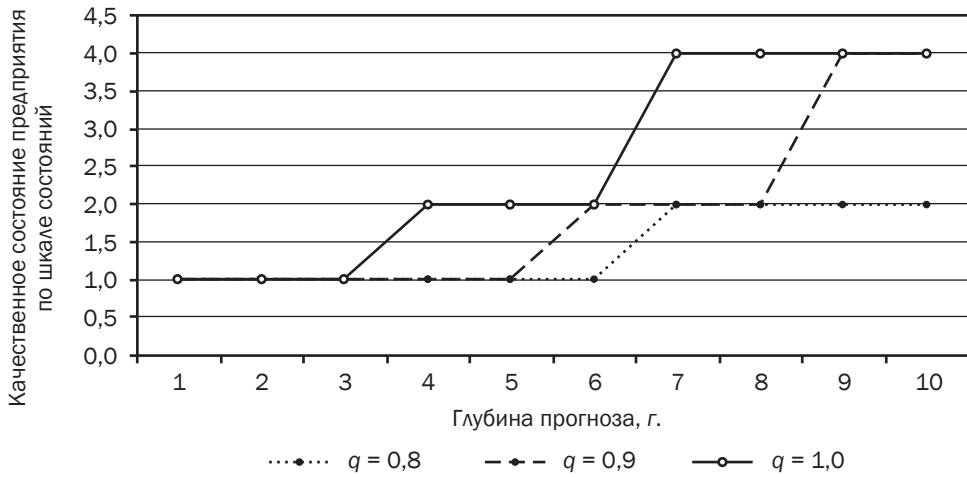


В таблице приведены алгоритмы определения данных состояний.

Состояние	Логическая формула
Абсолютно устойчивое	$Z_1 = (CR > 2) \& \left(\frac{TCA}{CA} > 0,1\right) \& (ER > 0,5) \& (ROA > 0)$
Устойчивое	$Z_2 = (1 \leq CR < 2) \& \left(\frac{TCA}{CA} > 0,1\right) \& (ER \geq 0,5) \& (ROA > 0)$
Неустойчивое	$Z_3 = \overline{Z_1 \cup Z_2 \cup Z_4 \cup Z_5}$
Предкризисное	$Z_4 = (CR < 1) \& \left(\frac{TCA}{CA} > 0,1\right) \& (ER < 0,5) \& (ROA \leq 0)$
Кризисное	$Z_5 = (CR < 1) \& \left(\frac{TCA}{CA} > 0,1\right) \& (ER < 0,5) \& (ROA < 0)$

На рис. 10 показан график динамики изменения состояний предприятия в зависимости от уровня экономической нестабильности  $q$ .

**Динамика состояний предприятия  
в нестабильной экономической среде**



Таким образом, рассмотренная динамическая модель позволяет осуществлять ситуационное моделирование производственной деятельности предприятия в условиях экономической нестабильности, прогнозировать изменение его основных финансово-экономических показателей в интересах принятия управленческих решений. Модель реализована в программной среде СИ++ и может быть легко встроена в известные программные средства управления предприятием.

**Библиография**

1. Голубович, А. Д., Ситнин, А. Р., Хенкин, Б. Л. Анализ финансовых отчетов зарубежных компаний (рекомендации для аудиторов). — М.: Менатеп, 1991.
2. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. — Минск: Новое знание, 2000.
3. Шим, Д. К., Сигал, Д. Г. Финансовый менеджмент / Пер. с англ. — М.: Филинь, 1996.
4. Лебедев, В. В., Лебедев, К. В. Математическое и компьютерное моделирование экономики. — М.: НТВ-Дизайн, 2002.
5. Иванов, Ю. П., Лотов, А. В. Математические модели в экономике. — М.: Наука, 1979.
6. Математическая экономика на персональном компьютере / Пер. с яп., под ред. М. Кубониwa. — М.: Финансы и статистика, 1991.
7. Буравлев, А. И., Горчица, Г. И., Саламатов, В. Ю., Степановская, И. А. Стратегическое управление промышленными предприятиями и корпорациями: методология и инструментальные средства. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.