

**ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Самарский государственный аэрокосмический университет

Рассматривается проблема формирования управления финансово-хозяйственной деятельностью предприятия. Предложена модель экономического состояния предприятия, выражающая взаимосвязь показателей баланса и текущих производственно-финансовых операций предприятия и позволяющая проанализировать влияние различных экономических факторов на результаты производственной и финансовой деятельности. На основе принципа максимина разработан алгоритм многокритериального управления финансово-хозяйственной деятельностью предприятия.

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

Рассматривается функционирование предприятия, выпускающего продукцию, себестоимость которой равна  $C$ , и получающего прибыль  $P$  в составе выручки  $V$  от реализации. Предполагаются заданными ставка  $n_C$  налога, включаемого в отпускную цену продукции (налога на добавленную стоимость, акциза, налога с продаж и других), ставка  $n_P$  налога на прибыль от реализации продукции и сумма  $p$  налогов и обязательных платежей из валовой прибыли. Таким образом, выполняются следующие равенства для определения выручки от реализации продукции и чистой (остающейся после уплаты налогов) прибыли  $P_n$ :

$$V = (C + P)(1 + n_C), \quad (1)$$

$$P_n = (P - p)(1 - n_P). \quad (2)$$

Себестоимость реализованной продукции включает в себя условно переменные расходы  $C_V$  и условно постоянные расходы  $C_F$ :

$$C = C_V + C_F. \quad (3)$$

Эффективность финансово-хозяйственной деятельности предприятия определяется следующими показателями:

$$R_1 = P_n / V, \quad (4)$$

$$R_2 = P_n / C, \quad (5)$$

$$R_3 = P_n / K, \quad (6)$$

$$R_4 = P_n / F, \quad (7)$$

$$R_5 = P_n / B, \quad (8)$$

где  $R_1$  - рентабельность продаж,

$R_2$  - рентабельность производственных затрат,

$R_3$  - рентабельность собственного капитала,

$R_4$  - рентабельность основных фондов,

$R_5$  - рентабельность имущества,

$K$  - стоимость собственного капитала предприятия,

$F$  - остаточная стоимость основных производственных фондов,

$B$  - стоимость валюты баланса.

Эффективное функционирование производственной системы возможно при условии оптимального выбора соотношений между следующими основными факторами финансово-хозяйственной деятельности предприятия:

- соотношение  $\pi$  себестоимости и выручки от реализации продукции

$$\pi = \frac{V - P}{V}, \quad 0 \leq \pi \leq 1, \quad (9)$$

- удельный вес  $\alpha$  условно постоянных затрат в себестоимости продукции

$$\alpha = \frac{C_F}{C} = \frac{C - C_V}{C}, \quad 0 \leq \alpha \leq 1, \quad (10)$$

- коэффициент финансовой независимости  $k_n$ , показывающий соотношение стоимости заемного капитала и стоимости всего имущества предприятия

$$k_n = \frac{B - K}{B}, \quad 0 \leq k_n \leq 1, \quad (11)$$

- коэффициент распределения прибыли  $k_p$ , показывающий удельный вес собственных источников финансирования за исключением нераспределенной прибыли в стоимости собственного капитала предприятия

$$k_p = \frac{K - P_n}{K}, \quad 0 \leq k_p \leq 1. \quad (12)$$

На финансовое состояние предприятия накладываются ограничения в соответствии с требованиями /1/ финансовой устойчивости

$$G_1 = K - F - Z \geq 0 \quad (13)$$

и ликвидности баланса

$$G_2 = d - \Pi_{np} \geq 0, \quad (14)$$

$$G_3 = d_a - \Pi_t \geq 0, \quad (15)$$

$$G_4 = Z + F_T - \Pi_T \geq 0. \quad (16)$$

В этих формулах используются следующие обозначения показателей баланса на конец отчетного периода:  $Z$  - стоимость запасов и затрат предприятия, включая незавершенное строительство,  $d$  - сумма денежных средств в кассе, на расчетном и прочих счетах предприятия в банке,  $d_a$  -

сумма дебиторской задолженности и прочих активов,  $F_T$  - сумма долгосрочных финансовых вложений,  $\Pi_T$  - стоимость долгосрочных пассивов (кредитов и займов),  $\Pi_l$  - стоимость краткосрочных пассивов (кредитов и займов),  $\Pi_{np}$  - сумма кредиторской задолженности и прочих пассивов.

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ

В математической модели использованы следующие предположения:

1. Значения показателей финансово-хозяйственного состояния рассматриваются на конец отчетного периода.
2. Прибыль является результатом реализации продукции; внереализационная прибыль отсутствует; поэтому из валюты пассива баланса исключается сумма нераспределенной внереализационной прибыли и на соответствующую величину уменьшается сумма актива баланса.
3. Все основные фонды используются в процессе производства продукции; основные фонды непроизводственного назначения отсутствуют. Износ основных фондов начисляется по единой норме амортизации  $n_a$  способом уменьшаемого остатка  $/2/$ . Другие условно постоянные расходы, кроме затрат на амортизацию основных фондов, отсутствуют; следовательно

$$C_F = n_a F.$$

4. Предприятие уплачивает из суммы валовой прибыли только налог на имущество по ставке  $n_i$ , то есть

$$p = n_i (F + Z).$$

5. Долгосрочные финансовые вложения отсутствуют

$$F_T = 0;$$

поэтому выполняется балансовое уравнение

$$B = F + Z + d + d_a = K + \Pi_T + \Pi_l + \Pi_{np}. \quad (17)$$

Ограничения (15), (16), наложенные в связи с требованием ликвидности баланса, могут быть преобразованы к виду:

$$G_3 = d + d_a - \Pi_l - \Pi_{np} \geq 0, \quad (18)$$

$$G_4 = d + d_a + Z - \Pi_T - \Pi_l - \Pi_{np} \geq 0. \quad (19)$$

Неравенство (18) получено путем суммирования (14) и (15); неравенство (19) - путем суммирования (14) - (16).

Условия (18), (19) могут не рассматриваться как ограничения, поскольку, с учетом балансового уравнения (17)

$$G_3 = K - (F + Z) + \Pi_T = G_1 + \Pi_T,$$

$$G_4 = K - F = G_1 + Z,$$

то есть условия  $G_3 \geq 0$ ,  $G_4 \geq 0$  выполняются при выполнении условия (13).

Условие (14) с учетом балансового уравнения (17) преобразуется к неравенству

$$G_2 = K - (F + Z) + \Pi_T + \Pi_t - d_a = G_1 + \Pi_T + \Pi_t - d_a \geq 0, \quad (20)$$

которое может не выполняться при выполнении ограничения (13), только если

$$\Pi_T + \Pi_t < d_a.$$

Модель финансово-хозяйственного состояния включает в себя следующие соотношения:

- векторный критерий оптимальности

$$R = (R_1, R_2, R_3, R_4, R_5)^T, \quad (21)$$

компоненты которого определяются по формулам

$$R_1 = \left[ 1 + \frac{n_i(F+Z)}{\alpha n_a F} \right] (1-\pi)(1-n_p) - \frac{n_i(F+Z)}{1+n_c} (1-n_p),$$

$$R_2 = \frac{(1+n_c)(1-\pi)}{1-(1+n_c)(1-\pi)} (1-n_p) - \frac{n_i(F+Z)}{n_a F} \frac{1}{\alpha},$$

$$R_3 = 1 - k_p,$$

$$R_4 = \left[ \alpha \frac{n_a(1+n_c)(1-\pi)}{1-(1+n_c)(1-\pi)} - \frac{n_i(F+Z)}{F} \right] (1-n_p),$$

$$R_5 = (1-k_n)(1-k_p),$$

- вектор управления финансово-хозяйственным состоянием

$$u = (\pi, \alpha, k_n, k_p)^T, \quad (22)$$

- ограничения на управление, заданные условиями (9) - (12)

$$0 \leq u \leq 1, \quad (23)$$

- ограничения на состояние в соответствии с условиями (13), (20)

$$G_1 = B(1-k_n) \left[ 1 + \frac{(1-k_p)}{n_i(1-n_p)} \right] - \frac{\alpha n_a F(1+n_c)(1-\pi)}{n_i 1-(1+n_c)(1-\pi)} \geq 0, \quad (24)$$

$$G_2 = G_1 + \Pi_T + \Pi_t - d_a \geq 0. \quad (25)$$

Рассматривается следующая математическая формулировка задачи: определить управление (22) из условия выполнения ограничений (23)-(25) в соответствии с векторным критерием оптимальности (21).

## АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Производные критериев оптимальности и ограничений по параметрам управления определяются по формулам:

$$\frac{\partial R_1}{\partial \pi} = -1 - \frac{n_i(F+Z)}{\alpha n_a F}, \quad \frac{\partial R_1}{\partial \alpha} = -\frac{n_i(F+Z)}{\alpha^2 n_a F} (1-\pi)(1-n_p),$$

$$\frac{\partial R_1}{\partial k_u} = \frac{\partial R_1}{\partial k_p} = 0, \quad (26)$$

$$\frac{\partial R_2}{\partial \pi} = (1+n_c)(1-n_p) \left[ \frac{(1+n_c)^2(1-\pi)^2}{[1-(1+n_c)(1-\pi)]^2} - 1 \right],$$

$$\frac{\partial R_2}{\partial \alpha} = \frac{n_i(F+Z)}{n_a F} \frac{1}{\alpha^2}, \quad \frac{\partial R_2}{\partial k_u} = \frac{\partial R_2}{\partial k_p} = 0, \quad (27)$$

$$\frac{\partial R_3}{\partial \pi} = \frac{\partial R_3}{\partial \alpha} = \frac{\partial R_3}{\partial k_u} = 0, \quad \frac{\partial R_3}{\partial k_p} = -1, \quad (28)$$

$$\frac{\partial R_4}{\partial \pi} = \alpha n_a \frac{\partial R_2}{\partial \pi}, \quad \frac{\partial R_4}{\partial \alpha} = \frac{(1+n_c)(1-\pi)}{1-(1+n_c)(1-\pi)} (1-n_p),$$

$$\frac{\partial R_4}{\partial k_u} = \frac{\partial R_4}{\partial k_p} = 0, \quad (29)$$

$$\frac{\partial R_5}{\partial \pi} = \frac{\partial R_5}{\partial \alpha} = 0, \quad \frac{\partial R_5}{\partial k_u} = k_p - 1, \quad \frac{\partial R_5}{\partial k_p} = k_u - 1, \quad (30)$$

$$\frac{\partial G_1}{\partial \pi} = -\frac{\alpha F}{n_i(1-n_p)} \frac{\partial R_2}{\partial \pi} = -\frac{F}{n_i(1-n_p)} \frac{\partial R_4}{\partial \pi}, \quad \frac{\partial G_1}{\partial \alpha} = -\frac{F}{n_i} \frac{\partial R_4}{\partial \alpha}, \quad (31)$$

$$\frac{\partial G_1}{\partial k_u} = -B \left[ 1 - \frac{1-k_p}{n_i(1-n_p)} \right], \quad \frac{\partial G_1}{\partial k_p} = -B \frac{1-k_u}{n_i(1-n_p)}, \quad (32)$$

$$\frac{\partial G_2}{\partial u} = \frac{\partial G_1}{\partial u} \quad (33)$$

Из выражений (27), (29) следует, что

$$\frac{\partial R_2}{\partial \pi} \begin{cases} > 0, \text{ если } \pi > 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}, \\ < 0, \text{ если } \pi < 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}, \end{cases}$$

$$\frac{\partial R_4}{\partial \alpha} \begin{cases} > 0, \text{ если } \pi > 1 - \frac{1}{1+n_c} \\ < 0, \text{ если } \pi < 1 - \frac{1}{1+n_c} \end{cases} \quad (34)$$

В соответствии с формулами (26)-(34) построена матрица знаков производных:

	R	R <sub>2</sub>	R	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>
$\pi$	<0	$>0, \text{ при } \pi > 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$ $<0, \text{ при } \pi < 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$	0	$>0, \text{ при } \pi > 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$ $<0, \text{ при } \pi < 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$	0	$<0, \text{ при } \pi > 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$ $>0, \text{ при } \pi < 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$	$<0, \text{ при } \pi > 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$ $>0, \text{ при } \pi < 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$
$\alpha$	<0	>0	0	$>0, \text{ при } \pi > 1 - \frac{1}{1+n_c}$ $<0, \text{ при } \pi < 1 - \frac{1}{1+n_c}$	0	$<0, \text{ при } \pi > 1 - \frac{1}{1+n_c}$ $>0, \text{ при } \pi < 1 - \frac{1}{1+n_c}$	$<0, \text{ при } \pi > 1 - \frac{1}{1+n_c}$ $>0, \text{ при } \pi < 1 - \frac{1}{1+n_c}$
$k_n$	0	0	0	0	$\leq 0$	<0	<0
$k_p$	0	0	<0	0	$\leq 0$	<0	<0

Анализ матрицы знаков производных приводит к следующим выводам:

1. Снижение параметра  $\pi$  приводит к росту критерия  $R_1$ , однако при этом ограничения  $G_1, G_2$  могут быть нарушены, пока выполняется

$$\pi > 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}; \text{ также, пока } \pi > 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}, \text{ снижение } \pi$$

приводит к уменьшению критериев  $R_2, R_4$ . Если  $\pi < 1 - \frac{1}{2(1+n_c)}$ , то дальнейшее уменьшение  $\pi$  не снижает значения критериев  $R_2, R_4$  и не может вызвать нарушения ограничений  $G_1, G_2$ . Значения критериев  $R_3, R_5$  от параметра  $\pi$  не зависят.

2. Снижение параметра  $\alpha$  приводит к росту критерия  $R_1$  и уменьшению критерия  $R_2$ , однако темп роста критерия  $R_1$  превышает темп снижения критерия  $R_2$  в  $(1-\pi)(1-n_p)$  раз; при этом ограничения  $G_1, G_2$

$$\text{могут быть нарушены, если } \pi > 1 - \frac{1}{1+n_c}; \text{ также, пока } \pi > 1 - \frac{1}{1+n_c},$$

снижение  $\alpha$  приводит к уменьшению критерия  $R_4$ . Если  $\pi < 1 - \frac{1}{1+n_c}$ , то дальнейшее уменьшение  $\alpha$  не снижает значения критерия  $R_4$  и не может вызвать нарушения ограничений  $G_1, G_2$ . Значения критериев  $R_3, R_5$  от параметра  $\alpha$  не зависят.

3. Уменьшение параметра  $k_n$  сопровождается увеличением критерия  $R_5$ , не влияет на значения других критериев и не нарушает выполнения ограничений  $G_1, G_2$ .

4. Уменьшение параметра  $k_p$  приводит к увеличению критериев  $R_3, R_5$ , не влияет на значения других критериев и не нарушает выполнения ограничений  $G_1, G_2$ .

#### АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Алгоритм разработан на основе метода последовательной линеаризации, изложенного в /3/ и принципа гарантированного решения многокритериальных задач (максимина) /4/.

Алгоритм предполагает выполнение следующей последовательности операций:

1. Выбирается опорное управление  $u = u_0$ .
2. Выбирается малая окрестность управления  $\delta U$ .
3. Вычисляются значения критериев  $R_j(u), j = 1, \dots, 5$  и ограничений  $G_i(u), i = 1, 2$ .
4. Проверяются условия  $G_i(u) \geq 0, i = 1, 2$ ; если эти условия не выполняются, то определяется вариация управления  $\delta u$  из условий

$$\max \left( \frac{\partial G}{\partial u}, \delta u \right), \delta u \in \delta U,$$

где круглыми скобками обозначено скалярное произведение векторов, и вычисляется новое опорное управление  $u = u + \delta u$ .

5. Определяется  $R_{j^*} = \min_{1 \leq j \leq 5} R_j(u)$ .

6. Вычисляются производные  $\frac{\partial R_{j^*}}{\partial u}$ .

7. Определяется вариация управления  $\delta u$  из условий

$$\max \left( \frac{\partial R}{\partial u}, \delta u \right), \delta u \in \delta U$$

8. Вычисляется улучшенное управление  $u = u + \delta u$ .

9. Проверяется условие окончания вычислений: разность

$\max_{u \in U} \min_{1 \leq j \leq 5} R_j(u)$  при сформированном и опорном управлении не

превышает заданной точности  $\Delta$ ; если условие выполняется, то сформированное управление считается оптимальным; в противном случае работа алгоритма повторяется с пункта 3.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УПРАВЛЕНИЯ

Организация вычислений с использованием предложенного алгоритма требует задания констант  $n_c, n_i, n_p$ , данных об имуществе предприятия  $B, F, Z, d_a, \Pi_T, \Pi_t$ , параметра амортизации  $n_a$ , параметров алгоритма  $u_0, \delta U, \Delta$ .

При наличии сформированного управления расчет параметров состояния проводится в следующем порядке:

1. Определяется прибыль от реализации продукции

$$P = \alpha \frac{n_a F (1 + n_c) (1 - \pi)}{1 - (1 + n_c) (1 - \pi)}$$

2. Вычисляется выручка  $V = P / (1 - \pi)$ .

3. Рассчитывается себестоимость реализованной продукции

$$C = \frac{V}{1 + n_c} - P$$

4. Определяется сумма условно постоянных затрат в себестоимости

$$C_F = \alpha C$$

5. Устанавливается стоимость основных производственных фондов

$F = C_F / n_a$ ; если полученное значение  $F$  отличается от исходного значения, то вычисления повторяются, начиная с пункта 1, с новым значением  $F$ .

6. Определяется сумма условно переменных затрат  $C_v = C / (1 - \alpha)$ .

7. Рассчитывается стоимость собственного капитала  $K = B / (1 - k_n)$ .

8. Вычисляется сумма нераспределенной прибыли  $P_n = K / (1 - k_p)$ .

9. Определяется сумма денежных средств  $d = B - (F + Z + d_a)$ .

10. Определяется сумма прочих пассивов  $\Pi_{np} = B - (K + \Pi_T + \Pi_t)$ .



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Негашев Е.В. Анализ финансов предприятия в условиях рынка. - М.: "Высшая школа", 1997 г. 192 с.
2. Положение по бухгалтерскому учету "Учет основных средств" ПБУ 6/97, утвержденное приказом Министерства финансов РФ от 03.09.97 г. №65н.
3. Федоренко Р.П. Приближенное решение задач оптимального управления. - М.: "Наука", 1974 г. 480 с.
4. Машунин Ю.К. Методы и модели векторной оптимизации. - М.: "Наука", 1986 г. 142 с.