

ПОВЕРИНОВ А. И., КИРЕЙЧЕВА Е. Ю.
ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Описано построение математической модели оценки финансового состояния предприятия с использованием метода наименьших квадратов. Данная математическая модель позволяет проводить расчеты элементов актива и пассива бухгалтерского баланса. Предложенный подход позволяет выявлять факторы, способствующие повышению эффективности деятельности предприятия.

Ключевые слова: математическая модель, балансовые уравнения, финансовая устойчивость, метод наименьших квадратов.

POVERINOV A. I., KIREYCHEVA E. YU.
FORMATION OF MATH MODEL FOR ASSESSMENT
OF ENTERPRISE FINANCIAL CONDITION

Abstract. The article deals with the formation of a mathematical model for assessment of the financial condition of an enterprise by the least square method. This mathematical model allows to calculate the elements of assets and liabilities of the balance sheet. The suggested approach allows to identify the factors contributing to the increase of efficiency of the enterprise activities.

Keywords: mathematical model, balance equation, financial stability, least square method.

В современных условиях развития экономики актуально использование аналитического моделирования финансового состояния организации, которое наиболее полно характеризует финансовое состояние предприятия.

В данной статье рассматриваются аспекты формирования математической модели оценки финансового состояния предприятия с целью определения ликвидности и финансовой устойчивости организации.

Первым этапом комплексной оценки финансового состояния организации является разработка системы экономических показателей.

Разработанные финансовые показатели должны задаваться пользователем на основе определенных критериев, которые необходимы предприятию. Условно этот процесс представлен на рис. 1.



Рис. 1. Процесс формирования активов и пассивов предприятия через задаваемые значения финансовых показателей.

Отсюда следует, что, определяя значения финансовых коэффициентов, можно определить значения статей баланса, то есть составить модель бухгалтерского баланса, которая отвечала бы всем требованиям разработанной системы показателей.

Рассмотрим теоретические аспекты разработки данной модели.

Для записи математической модели примем следующие обозначения:

- 1) $Y_{ТА}$ – текущие активы;
- 2) $Y_{КП}$ – краткосрочные пассивы;
- 3) $Y_{СОС}$ – собственные оборотные средства;
- 4) $Y_{ДС}$ – денежные средства;
- 5) $Y_{ДБ}$ – дебиторская задолженность;
- 6) $Y_{ЗЗ}$ – запасы и прочее;
- 7) Y_3 – запасы;
- 8) $Y_{ПР.ТА}$ – прочие текущие активы;
- 9) $Y_{ВА}$ – внеоборотные активы;
- 10) $Y_{ПК}$ – привлеченный капитал;
- 11) $Y_{ДП}$ – долгосрочные пассивы;
- 12) $Y_{СК}$ – собственный капитал;
- 13) $Y_{ФР}$ – фонды и резервы;
- 14) $Y_{ПР.ВА}$ – прочие внеоборотные активы;
- 15) $Y_{ОС}$ – основные средства;

В качестве постоянных статей баланса в математической модели будут валюта баланса и уставный капитал.

Помимо этого, в модель необходимо включить некоторые балансовые уравнения, которые выражают связь между основными статьями баланса. В результате получим следующую систему уравнений.

Уравнения (ограничения) в математической модели и их экономический смысл

№ п/п	Ограничение	Экономический смысл
1	$Y_{TA} - Y_{KP} = Y_{COC}$	Определение величины собственных оборотных средств
2	$\frac{Y_{DC}}{Y_{COC}} = MFK$	Маневренность функционирующего капитала
3	$\frac{Y_{TA}}{Y_{KP}} = K_{TL}$	Коэффициент текущей ликвидности
4	$\frac{Y_{DC} + Y_{DB}}{Y_{KP}} = K_{BL}$	Коэффициент быстрой ликвидности
5	$\frac{Y_{DC}}{Y_{KP}} = K_{AL}$	Коэффициент абсолютной ликвидности
6	$Y_{DC} + Y_{DB} + Y_{33} = Y_{TA}$	Балансовое уравнение
7	$\frac{Y_{COC}}{Y_3} = D_3^{COC}$	Доля СОС в запасах
8	$Y_{33} - Y_3 = Y_{ПР.ТА}$	Балансовое уравнение
9	$Y_{TA} + Y_{BA} = БА$	Балансовое уравнение (размер актива)
10	$Y_{KP} + Y_{ДП} = Y_{ПК}$	Балансовое уравнение
11	$Y_{33} - Y_3 = Y_{ПР.ТА}$	Балансовое уравнение
12	$Y_{ПК} + Y_{СК} = БП$	Балансовое уравнение (размер пассива)
13	$\frac{Y_{СК}}{Y_{ПК}} = C_{ПК}^{СК}$	Соотношение собственных и привлеченных средств
14	$\frac{Y_3}{Y_{TA}} = D_{TA}^3$	Доля запасов в текущих активах
15	$\frac{Y_{COC}}{Y_{СК}} = MCK$	Коэффициент маневренности собственного капитала
16	$\frac{Y_{ДП}}{Y_{BA}} = K_{CDV}$	Коэффициент структуры долгосрочных вложений
17	$\frac{Y_{ДП}}{Y_{ПК}} = K_{C3K}$	Коэффициент структуры заемного капитала
18	$Y_{OC} + Y_{ПР.ВА} = Y_{BA}$	Балансовое уравнение
19	$\frac{Y_3 + Y_{OC}}{BA} = K_{ИПН}$	Коэффициент имущества производственного назначения
20	$Y_{COC} - Y_{DC} = TFP$	Текущие финансовые потребности
21	$\frac{Y_{TA}}{Y_{BA}} = C_{BA}^{TA}$	Соотношение оборотных и внеоборотных активов

Из вышеперечисленных уравнений (ограничений) получается следующая система уравнений.

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_{ТА} - Y_{КП} - Y_{СОС} = 0 \\ Y_{ДС} - МФК(Y_{СОС}) = 0 \\ Y_{ТА} - (K_{ТЛ})Y_{КП} = 0 \\ Y_{ДС} - Y_{ДБ} - K_{БЛ}(Y_{КП}) = 0 \\ Y_{ДС} - (K_{АЛ})Y_{КП} = 0 \\ Y_{ДС} - Y_{ДБ} - Y_{ЗЗ} - Y_{ТА} = 0 \\ Y_{СОС} - Y_3(D_3^{СОС}) = 0 \\ Y_{ЗЗ} - Y_3 - Y_{ПР.ТА} = 0 \\ Y_{ТА} - Y_{ВА} = БА \\ Y_{КП} - Y_{ДП} - Y_{ПК} = 0 \\ Y_{СК} - Y_{ФР} = УК \\ Y_{ПК} - Y_{СК} = БП \\ Y_{СК} - C_{ПК}^{СК}(Y_{ПК}) = 0 \\ Y_3 - D_{ТА}^3(Y_{ТА}) = 0 \\ Y_{СОС} - МСК(Y_{СК}) = 0 \\ Y_{ДП} - K_{СДВ}(Y_{ВА}) = 0 \\ Y_{ДП} - K_{СЗК}(Y_{ПК}) = 0 \\ Y_{ОС} - Y_{ПР.ВА} - Y_{ВА} = 0 \\ Y_3 - Y_{ОС} - K_{ИПН}(БА) = 0 \\ Y_{СОС} - Y_{ДС} = ТФП \\ Y_{ВА} - C_{ВА}^{ТА}(Y_{ТА}) = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

В системе уравнений (1) имеется 15 неизвестных и 21 уравнение. В этом случае имеем переопределенную систему, то есть такую, в которой количество уравнений больше количества неизвестных. Для ее решения мы будем искать псевдорешение с помощью метода наименьших квадратов:

$$\sum_{j=1}^n b_{jk} y_k = f_k, \quad k = \overline{1, \dots, m}, \quad m > n \quad (2)$$

в матричном виде:

$$Ay = f, \quad (3)$$

где $A - (m \times n)$ матрица, $y \in R^n$, $f \in R^m$, $m > n$.

Так как ранг основной матрицы A не равен рангу расширенной матрицы $\bar{A}$, то по теореме Кронекера-Капелли в обычном смысле система не имеет решений.

Согласно методу наименьших квадратов под обобщенным решением системы (3) понимается набор чисел $y_1, y_2, \dots, y_n$, для которых минимальна сумма минимизируемой функции:

$$F(y_1, y_2, \dots, y_n) = \sum_{k=1}^n (b_{ik} y_k - f_i)^2, \quad F \rightarrow \min. \quad (4)$$

Решение задачи (4) находится следующим образом. Запишем необходимые условия минимума:

$$0 = \frac{1}{2} \frac{\delta F}{\delta y_i} = \sum_{j=1}^n (\sum_{k=1}^n b_{ik} y_k - f_i) b_{ij}, j = \overline{1, n}.$$

Меняем порядок суммирования по i и по k

$$\sum_{k=1}^n (y_k \sum_{i=1}^n b_{ik} b_{ij} - \sum_{i=1}^n b_{ik} f_i) = 0$$

и обозначая

$$x_{jk} = \sum_{i=1}^n b_{ik} b_{ij}, g_k = \sum_{i=1}^n b_{ik} f_i \quad (5)$$

получаем для определения $y_1, y_2, \dots, y_n$

$$\sum_{i=1}^n b_{jk} y_k = f_j, j = \overline{1, n}. \quad (6)$$

или в матричном виде:

$$By = g, B = B_{n \times n} = y \in R^n, g \in R^n, \quad (7)$$

из (1) следует:

$$B = A^T \times A, g = A^T \times f, \quad (8)$$

Систему (5) в матричном виде, при условии (7), (8) имеет вид:

$$A^T \times A \times y = A^T \times f \quad (9)$$

Решив уравнение (9), получим *псевдорешение*.

В результате решения системы уравнений (1) определяются значения 15-ти переменных. Полученные значения будут соответствовать такому финансовому состоянию предприятия, при котором оно наиболее полным образом будет удовлетворять необходимым значениям показателей ликвидности и финансовой устойчивости.

Данные значения будем считать оптимальными с точки зрения заданных критериев, и обозначим верхним индексом Р.

Обозначим фактически имеющиеся на данный период времени значения балансовых статей верхним индексом Е.

Сравнивая отклонения фактически имеющихся значений ДС^Е, ДБ^Е, ЗЗ^Е, ОС^Е, ПР. ВА^Е, ФР^Е, УК^Е, КП^Е, ДП^Е, соответственно со значениями рассчитанного баланса, будем получать отклонения Δ_j от рассчитанного состояния по каждому из девяти элементов (статей) бухгалтерского баланса.

Эти отклонения могут быть положительными или отрицательными. Для того, чтобы избавиться от влияния знака, необходимо возвести каждое полученное отклонение в квадрат.

Таким образом, получим суммарное отклонение по девяти статьям бухгалтерского баланса Δ_s в общем виде:

$$\Delta_s = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z^P - Z^E)^2},$$

где Z^P и Z^E – соответственно рассчитанные и фактические значения показателя баланса.

Из этого следует, что имеется возможность оценки финансового состояния предприятия всего через один показатель – Δ_s , что существенно облегчает задачу оценки финансового состояния предприятия.

В дополнение к данному абсолютному показателю необходимо рассчитать величину относительного показателя, который рассчитывается как отношение показателя Δ_s к максимально возможному отклонению – Δ_s^{max} .

Верна следующая мысль. Максимально возможное отклонение (Δ_s^{max}) от заданного состояния предприятия равно удвоенной валюте баланса предприятия:

$$\Delta_s^{max} = 2ВБ$$

Тогда в виде относительного показателя оценка финансового состояния предприятия примет вид:

$$\psi = \frac{\Delta_s}{\Delta_s^{max}} = \frac{\Delta_s}{2 \times ВБ},$$

где показатель ψ позволяет оценить состояние предприятия с точки зрения ликвидности и финансовой устойчивости.

Для оценки адекватности модели финансового состояния предприятия, то есть проверки адекватности расчетных данных, используем среднее относительное линейное отклонение, которое используется для расчета отклонения фактических значений каких-либо характеристик от значений соответствующих характеристик, рассчитанных на основе данного уравнения регрессии, которое рассчитывается по следующей формуле:

$$\mu = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n \frac{|Y_j - \bar{Y}_j|}{Y_j} \times 100\%,$$

где Y_j и $\bar{Y}_j$, – соответственно значения задаваемых финансовых показателей и значения финансовых показателей, рассчитанных по данным рассчитанного баланса.

Считается, что, если среднее относительное линейное отклонение не превышает 15%, построенная модель вполне может быть использована для расчетов. Если же среднее относительное линейное отклонение превысит 15%, потребуется корректировка исходных данных с целью исключения противоречивых результатов. Адекватность модели в данном случае позволит избежать получения противоречивых результатов.

Полученная математическая модель отвечает требованиям показателей ликвидности и финансовой устойчивости. Ее использование является эффективным, так как она позволяет

находить оптимальное финансовое состояние организации и нужные решения для его улучшения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сигидов Ю. И. и др. Методика анализа финансового состояния и оценка потенциальности банкротства сельскохозяйственных организаций: Монография. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 120 с.
2. Мамедова Т. Ф., Егорова Д. К., Десяев Е. В. Об управлении портфелем ценных бумаг // Аналитические и численные методы моделирования естественно-научных и социальных проблем: сборник статей X Международной научно-технической конференции / Под ред. И. В. Бойкова. – Пенза, 2015. – С. 87–90.
3. Мамедова Т. Ф., Егорова Д. К., Десяев Е. В. Анализ устойчивости математической модели Лукаса по части переменных // Журнал Средневолжского математического общества. – 2015. – Т. 17, № 3. – С. 30–36.
4. Мамедова Т. Ф., Ляпина А. А. Алгоритм исследования моделей нелинейной динамики // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2013. – №3 (27). – С. 48–57.
5. Мамедова Т. Ф., Егорова Д. К. Об асимптотическом равновесии некоторых экономических систем // Журнал Средневолжского математического общества. – 2013. – Т. 15, № 2. – С. 55–58.