

Татьяна Л. Тен, Галина Д. Когай, Владимир Г. Дрозд
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МНОГОФАКТОРНЫХ
МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ**

В статье рассмотрен комплекс теоретических и практических вопросов, связанных с формированием эффективной системы анализа и прогнозирования финансового состояния коммерческих организаций. Описана разработка многофакторных экономико-математических моделей финансовой устойчивости предприятия, основанных на группировке взаимовлияющих факторов. Реализация модели позволит повысить эффективность многоуровневой системы менеджмента и обеспечить достоверность прогнозов.

Ключевые слова: факторный анализ; множественная регрессия; коэффициент корреляции; финансовый показатель; коэффициент финансовой устойчивости.

Форм. 12. Табл. 5. Лит. 10.

Тетяна Л. Тен, Галина Д. Когай, Володимир Г. Дрозд,
**ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА
НА ОСНОВІ БАГАТОФАКТОРНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ**

У статті розглянуто комплекс теоретичних і практичних питань, пов'язаних з формуванням ефективної системи аналізу та прогнозування фінансового стану комерційних організацій. Описано розробку багатofакторних економіко-математичних моделей фінансової стійкості підприємства, заснованих на групуванні взаємодіючих факторів. Реалізація моделі дозволить підвищити ефективність багаторівневої системи менеджменту і забезпечити достовірність прогнозів.

Ключові слова: факторний аналіз; множинна регресія; коефіцієнт кореляції; фінансовий показник; коефіцієнт фінансової стійкості.

Tatyana L. Ten¹, Galina D. Kogay², Vladimir G. Drozd³
**FORECASTING FINANCIAL STABILITY OF AN ENTERPRISE
BASING ON MULTIVARIATE METHODS OF MANAGEMENT**

In this article the authors examine the complex theoretical and practical issues related to the formation of an effective system for analysis and forecasting of financial condition of commercial organizations. The development of multivariate econometric models of enterprise financial sustainability is described, based on the grouping of interdependent factors. The realization of such a model will increase the efficiency of multilevel management system to ensure the accuracy of forecasts.

Keywords: factor analysis; multiple regression; correlation coefficient; financial indicator; financial stability ratio.

Постановка проблемы. Важным условием устойчивого развития финансовой системы Казахстана является обеспечение финансовой устойчивости коммерческих организаций, поддержание долгосрочной оптимальной структуры источников их финансирования. Обеспечение финансовой устойчивости представляет собой трудоемкий процесс анализа, мониторинга и прогнозирования ее основных показателей, а также реализации мероприятий по результатам выявленных отклонений [1].

¹ Karaganda Economic University, Kazakhstan.

² Karaganda Economic University, Kazakhstan.

³ Karaganda Economic University, Kazakhstan.

С целью совершенствования управления финансовой устойчивостью казахстанских предприятий в условиях рыночной экономики необходимо повысить требования к ее обеспечению, предложить инструментарий, который позволит прогнозировать ее уровень и риски снижения финансовой устойчивости на ранней стадии диагностики.

Несомненная важность и недостаточная изученность многоаспектных проблем анализа и многофакторных методов прогнозирования финансового состояния, необходимость формирования прогнозно-аналитической системы, позволяющей получать реальную и потенциальную оценку эффективности деятельности коммерческих организаций, и установление ее составных компонентов определяют актуальность данного исследования.

Анализ последних публикаций. В разной степени изучению этих проблем посвящены работы многих известных ученых: И.Т. Балабанова [1], О.Н. Волковой [4], В.В. Ковалева [3; 4], А.Д. Шеремета [9] и др.

Прогнозирование финансовой устойчивости коммерческой организации представляет собой совокупность аналитических процедур, применяемых для диагностики финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта на перспективу посредством разработанных методик анализа и прогнозирования финансовой устойчивости на основе действующей методологии (методов и приемов) экономического анализа и прогнозирования. Значение прогнозирования финансовой устойчивости заключается в информационном обеспечении процесса управления финансами коммерческой организации.

В настоящее время разработано большое число различных моделей для определения прогнозной величины финансовой устойчивости предприятия. Большинство моделей строятся на основе тренда ряда индикаторов, выявляются признаки тенденций развития финансового положения предприятия. Однако функционирование любой экономической системы происходит в условиях сложного взаимодействия комплекса внутренних и внешних факторов [6].

При изучении закономерностей экономических явлений большое значение имеет выявление связей между взаимосвязанными, развивающимися во времени явлениями, проведение связанного анализа динамики. С этой целью строятся многофакторные модели взаимосвязанных временных рядов.

Под факторным анализом понимается методика комплексного и системного изучения и измерения воздействия факторов на величину результативных показателей.

Многофакторной моделью называют модель, построенную по нескольким временным рядам, уровни которых относятся к одинаковым временным отрезкам или датам. При моделировании многомерных временных рядов особое значение имеет корреляционный и регрессионный анализ [8]. Моделирование связанных рядов динамики основано на использовании уравнений регрессии. Подобные модели отображают сложившиеся между исследуемыми показателями взаимосвязи с достаточной степенью точности и позволяют оценить степень влияния отдельных факторов на результативный признак, а также эффективность влияния всех факторных признаков.

Цель исследования. Как показали исследования разных авторов, результаты прогнозов экономических процессов по модели, построенной по рядам динамики, вполне удовлетворительные. Поэтому представляется целесообразным более подробно рассмотреть именно эту методику построения динамической модели многофакторного прогнозирования [10].

Для каждого года l изучаемого периода L строится многофакторная модель с учетом исключения мультиколлинеарности и обоснования аналитического вида модели. Необходимо, чтобы оценки главного фактора были несмещенными, состоятельными и эффективными на рассматриваемом отрезке времени. Запишем в виде линейной модели (1) [5]:

$$\hat{Y}_l = a_0 x_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m, \quad (1)$$

где Y_l – моделируемый показатель l -го года; x_i – факторы, влияющие на данный показатель, $i = \overline{0, m}$; a_i – параметры модели, $i = \overline{0, m}$; m – число факторных признаков.

Получаем систему из L таких моделей, каждая из которых проверяется на адекватность по F-критерию и t-критерию. Для прогнозирования зависимой переменной (результативного признака) на L шагов вперед необходимо знать прогнозные значения всех входящих в модель факторов. Эти значения могут быть получены на основе трендовых моделей, например, с использованием метода экстраполяции или непосредственно заданы исследователем экономического процесса. Прогнозные значения факторов подставляют в модель и получают точечные прогнозные оценки изучаемого показателя.

Для определения области возможных значений результативного показателя при известных значениях факторов, т.е. доверительного интервала прогноза, необходимо учитывать два возможных источника ошибок. Ошибки первого рода вызваны рассеиванием наблюдений относительно линии регрессии, их можно учесть, в частности, величиной среднеквадратической ошибки изучаемого показателя с помощью регрессионной модели $S_{\hat{y}}$. Ошибки второго рода обусловлены тем, что заданные в модели коэффициенты регрессии являются случайными величинами, распределенными по нормальному закону. Эти ошибки учитываются вводом поправочного коэффициента при расчете ширины доверительного интервала; формула для его расчета включает табличное значение t-статистики при заданном уровне значимости и зависит от вида регрессионной модели.

Основные результаты исследования. Для разработки модели оптимизации финансовой устойчивости используем метод корреляционно-регрессионного анализа. Корреляция представляет вероятную зависимость между показателями, не находящимися в функциональной зависимости. Данный метод используется для определения тесноты связи между показателями финансовой устойчивости [2].

Для этого введем следующие обозначения: x_1 – коэффициент автономии; x_2 – коэффициент финансового риска; x_3 – коэффициент долга; x_4 – коэффициент финансовой устойчивости; x_5 – коэффициент маневренности; x_6 – коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами.

Составляем экономическую модель множественной регрессии в виде:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \times x_1 + \dots + a_n \times x_n, \quad (2)$$

определим оценки a_0, a_1, \dots, a_n параметров по методу наименьших квадратов (МНК).

Коэффициенты a_i показывают, насколько изменится результативный показатель при изменении факторного на единицу.

На основании изложенного выделяем основные целевые показатели финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта, которые считаем необходимым учитывать при построении модели прогнозирования.

Необходимые исходные данные берём из табл. 1 и рассчитываем параметры уравнения регрессии.

Таблица 1. Параметры уравнения регрессии, авторская разработка

Год	Коэффициент финансовой устойчивости	Коэффициент финансового риска (коэффициент задолженности, соотношения заемных и собственных средств, рычага)	Коэффициент долга	Коэффициент автономии	Коэффициент маневренности собственных средств	Коэффициент устойчивости структуры мобильных средств	Коэффициент обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования
	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
2006	0,80	0,42	0,29	0,71	-0,03	0,07	-0,08
2007	0,30	0,60	2,00	0,01	0,50	0,40	0,30
2008	0,30	0,50	2,10	0,12	1,00	0,50	0,3
2009	0,40	0,50	2,80	0,15	1,40	0,60	0,20
2010	0,50	0,50	2,40	0,16	1,30	0,60	0,30
2011	0,30	0,60	2,00	0,01	0,50	0,40	0,30
2012	0,30	0,50	2,10	0,12	1,00	0,50	0,3

Составляем экономическую модель (3) по данным табл. 1 и получаем систему многофакторных моделей, формирующих показатель коэффициента финансовой устойчивости [3]:

$$\begin{cases} y = a_0 + x_2 a_1 \\ x_2 = a_0 + x_1 a_1 + x_6 a_2 \\ x_1 = a_0 + x_3 a_1 \\ x_6 = a_0 + x_4 a_1 + x_5 a_2. \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом решается задача максимизации показателя y при заданных ограничениях, т.е. находим оптимальное решение коэффициента финансовой устойчивости для предприятия при варьировании значениями других коэффициентов.

Оценки a_0, a_1, a_2 рассчитываем по МНК.

Уравнение регрессии с оценками параметров имеет вид:

$$\hat{y} = 0.809 - 0,198 \times x_2.$$

Совокупный коэффициент множественной корреляции r_y характеризует тесноту связи результативного y и факторных x_1, x_2, \dots, x_m признаков и в общем случае определяется по формуле:

$$r_y = \sqrt{\frac{\sigma_{y12\dots m}^2}{\sigma_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{y(12\dots m)}^2}{\sigma_y^2}} \quad (4)$$

где $\sigma_{y12\dots m}^2$ – факторная дисперсия; $\sigma_{y(12\dots m)}^2$ – остаточная дисперсия (5); σ_y^2 – дисперсия результативного признака (6):

$$\sigma_{y12\dots m}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n-1}; \quad \sigma_{y(12\dots m)}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}; \quad (5)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (6)$$

где \hat{y}_i – расчетное значение результативного признака; \bar{y} – среднее значение результативного признака.

Приведенная форма записи индексов трактуется следующим образом:

$\sigma_{y12\dots m}^2$ – дисперсия \hat{y} , полученная с учетом факторов x_1, x_2, \dots, x_m ;

$\sigma_{y(12\dots m)}^2$ – дисперсия y , полученная с учетом факторов x_1, \dots, x_m .

Чем плотнее фактические значения y_i располагаются относительно линии регрессии, тем меньше остаточная дисперсия (больше факторная дисперсия) и, следовательно, больше величина r_y .

Таким образом, коэффициент множественной корреляции, как и величина остаточной дисперсии, характеризует качество подбора уравнения регрессии [5].

Квадрат величины r_y является коэффициентом множественной детерминации и характеризует долю влияния выбранных признаков на результативный фактор:

$$B_y = r_y^2 = \frac{\sigma_{y12\dots m}^2}{\sigma_y^2}. \quad (7)$$

По данным сквозного примера имеем: $\sigma_{y12}^2 = 0,0346$; $\sigma_{y(12)}^2 = 0,0138$; $\sigma_y^2 = 0,0484$; $r_y = 0,8457$; $r_y^2 = 0,7151$.

В соответствии с таблицей Чеддока связь результативного признаков считается высокой (0,71). Регрессия y на x_1 объясняет на 71% изменение показателя «коэффициент долга».

Значение коэффициентов находится в пределах $0 \leq r_y \leq 1$.

При отсутствии связи между результативными и факторными признаками факторная дисперсия равна нулю, коэффициент множественной корреляции равен нулю и линия регрессии совпадает с прямой $\hat{y} = \bar{y}$. При функцио-

нальной связи факторная дисперсия совпадает с общей дисперсией, а коэффициент корреляции равен 1.

Оценка значимости коэффициента детерминации определяется с использованием критерия Фишера. По данным проводимых расчетов критерий Фишера имеет следующее значение:

$$F = \frac{r_{y12}^2 (n - m - 1)}{m(1 - r_{y12}^2)} = 15,0625. \quad (8)$$

По таблице F-распределения находим для степеней свободы $f_1 = m = 2$ и $f_2 = n - m - 1 = 7 - 2 - 1 = 4$, $\alpha = 5\%$, $F_{кр} = 5,32$, и, следовательно, значение коэффициента детерминации и значение коэффициента множественной корреляции являются значимыми ($F > F_{кр}$).

Для оценки вклада во множественный коэффициент корреляции каждого из факторов применяют частные коэффициенты корреляции.

Частный коэффициент корреляции — это показатель, характеризующий тесноту связи между признаками при элиминации всех остальных признаков. В общем случае формула для определения частного коэффициента корреляции между факторами y и x при элиминации влияния факторов x_1, \dots, x_{m-1} имеет вид:

$$R_{ym(12\dots m-1)} = \sqrt{\frac{\sigma_{y12\dots m}^2 - \sigma_{y12\dots m-1}^2}{\sigma_{y(12\dots m-1)}^2}} = \sqrt{\frac{\sigma_{y12\dots m}^2 - \sigma_{y12\dots m-1}^2}{\sigma_y^2 - \sigma_{y12\dots m-1}^2}}, \quad (9)$$

где $\sigma_{y12\dots m}^2$ — факторная дисперсия регрессии y на x_1, x_2, \dots, x_m ; $\sigma_{y(12\dots m)}^2$ — факторная дисперсия y , полученная с учетом факторов x_1, \dots, x_{m-1} ; $\sigma_{y(12\dots m-1)}^2$ — остаточная дисперсия регрессии y , полученная с учетом факторов x_1, x_2, \dots, x ; σ_y^2 — дисперсия результативного фактора.

Величина частного коэффициента корреляции лежит в пределах от 0 до 1, а знак определяется знаком соответствующих параметров регрессии.

Принимая вместо σ^2 его оценку S^2 :

$$S^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 / (n - m - 1), \quad (10)$$

где n — число наблюдений; m — число объясняющих переменных.

Тогда

$$S_{aj}^2 = S^2 \times b_{jj}, \quad (11)$$

где b_{jj} — диагональные элементы матрицы оценки параметров уравнения регрессии (11).

Квадратическая ошибка S_{aj} равна:

$$S_{aj} = S \sqrt{b_{jj}}. \quad (12)$$

Полученные квадратические ошибки могут быть использованы для расчета доверительных интервалов оценок параметров регрессии и для проверки значимости их отличия от нуля.

Беря во внимание формулу (10), имеем: $S = 0,4625$, $S_{a_0} = 0,0998$, $S_{a_1} = 0,0511$.

Расчетный критерий t_i равен: $t_0 = a_0 / S_{a_0} = 8,1034$; $t_1 = a_1 / S_{a_1} = 3,8843$.

Для доверительной вероятности $p = 0,95$ и числа степеней свободы $k = 8$ по таблице Стьюдента находим $t_{кр} = 2,57$. Поэтому критерию в уравнении регрессии значимыми являются все параметры: a_0 , a_1 , a_2 .

$$t_0 = 8,1034 > t_{кр} = 2,57;$$

$$t_1 = 3,8834 > t_{кр} = 2,57.$$

Таблица 2. Прогнозные значения коэффициента финансовой устойчивости на период 2013–2016 гг., авторская разработка

Фактор	Год	Прогноз	Характеристики уравнения	
Коэффициент финансовой устойчивости	Уравнение модели: $Y = 0,809 - 0,198 X_2$			
	2013	0,265	$R^2 = 0,7151$	$F_{расч} = 15,0625$
	2014	0,181	$Sy = 0,4625$	$F_{табл} = 5,3200$
	2015	0,115	$t_{кр} = 2,57$	$t_0 = 8,1034$
	2016	0,102		$t_1 = 3,8834$

Для остальных финансовых показателей модели разработан ряд многофакторных моделей и получены следующие расчетные характеристики этих уравнений.

Таблица 3. Прогнозные значения коэффициента долга на период 2013–2016 гг., авторская разработка

Фактор	Год	Прогноз	Характеристики уравнения	
Коэффициент долга	Уравнение модели: $X_2 = 1,760 - 2,154 X_1 + 5,584 X_6$			
	2013	2,859	$R^2 = 0,8151$	$F_{расч} = 11,0224$
	2014	3,230	$Sy = 1,7475$	$F_{табл} = 4,4600$
	2015	3,473	$t_{кр} = 2,57$	$t_0 = 0,8261$
	2016	3,751	$t_1 = 0,4547$	$t_2 = 3,0805$

Таблица 4. Прогнозные значения коэффициента финансового риска (коэф. задолженности, соотношения заемных и собственных средств, рычага) на период 2013–2016 гг., авторская разработка

Фактор	Год	Прогноз	Характеристики уравнения	
Коэффициент финансового риска (коэффициент задолженности, соотношения заемных и собственных средств, рычага)	Уравнение модели: $X_1 = 0,556 - 0,204 X_3$			
	2013	0,581	$R^2 = 0,7557$	$F_{расч} = 18,5560$
	2014	0,601	$Sy = 0,5050$	$F_{табл} = 5,3200$
	2015	0,618	$t_{кр} = 2,45$	$t_0 = 32,6939$
	2016	0,635		$t_1 = 4,4356$

Проанализируем цифровые данные, приведенные в списке многофакторных регрессионных уравнений. В целом, прогнозные значения, полученные на основе решения многофакторных регрессионных уравнений, и прогнозные значения, рассчитанные на основе одинарных уравнений регрессии от временного тренда, имеют более доверительное предпочтение, т.к. последние

в большинстве случаев отражают только трендовую перспективу развития, хотя и находятся в пределах допустимой погрешности.

Таблица 5. Прогнозные значения коэффициента обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования на период 2013–2016 гг., авторская разработка

Фактор	Год	Прогноз	Характеристики уравнения	
Коэффициент обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования	Уравнение модели: $X_6 = -0,270 - 0,637 X_4 + 2,323 X_5$			
	2013	0,369	$R^2 = 0,9817$	$F_{\text{расч}} = 35,7374$
	2014	0,452	$Sy = 0,1925$	$F_{\text{табл}} = 4,4600$
	2015	0,519	$t_{\text{кр}} = 2,57$	$t_0 = 5,7499$
	2016	0,578	$t_1 = 5,4518$	$t_2 = 7,6027$

Уравнение $Y = 0,809 - 0,198 X_2$ свидетельствует о снижении коэффициента финансовой устойчивости на 0,198 единиц (далее – ед.) в случае повышения X_2 – коэффициента долга на 1,0 ед. Уравнение $X_2 = 1,760 - 2,154 X_1 + 5,584 X_6$ также свидетельствует о том, что коэффициент долга меняет свое значение на 1,0 ед. под воздействием изменения параметров коэффициента финансового риска на 2,154 ед. и коэффициента обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования на 5,584 ед.

В случае снижения коэффициента автономии на 1,0 ед., согласно уравнения $X_1 = 0,556 - 0,204 X_3$ происходит снижение коэффициента финансового риска на 0,204 ед.

Уравнение $X_6 = -0,270 - 0,637 X_4 + 2,323 X_5$ показывает зависимость коэффициента обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования от коэффициента маневренности собственных средств на 0,637 ед. и коэффициента устойчивости структуры мобильных средств на 2,323 ед.

Выводы. Прогнозные значения, полученные по системе многофакторных регрессионных уравнений, могут служить основой для индикативного планирования финансовой стратегии развития предприятия на соответствующие годы. Отклонения вполне допустимые, если учесть структуру исходных статистических рядов.

При стремлении максимизировать значение коэффициента финансовой устойчивости, который является основным из рыночных коэффициентов финансовой устойчивости, полученные прогнозные значения свидетельствуют о том, что у предприятия коэффициент финансового риска и долга должен быть приближен или равен нулю. Коэффициент маневренности при этом имеет тенденцию к снижению, что свидетельствует о негибком использовании собственных источников. Данные решения вполне реализуемы и применимы на практике, в случае привлечения заемных средств, необходимых для нормальной работы предприятия.

1. Балабанов И.Т. Финансовый анализ и планирование хозяйствующего субъекта. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 208 с.

2. Галицкая С.В. Финансовый менеджмент. Финансовый анализ. Финансы предприятия. – М.: Эксмо, 2008. – 652 с.

3. *Ковалев В.В.* Финансовый менеджмент: теория и практика. – М.: Проспект, 2010. – 1024 с.
4. *Ковалев В.В., Волкова О.Н.* Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – М.: Проспект, 2000. – 424 с.
5. *Маркарьян Э.А., Герасименко Г.П., Маркарьян С.Э.* Экономический анализ хозяйственной деятельности. – М.: Кнорус, 2008. – 552 с.
6. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учеб. пособие / Е.А. Черныш, Н.П. Молчанова, А.А. Новикова, Т.А. Салтанова. – М.: ПРИОР, 2009. – 176 с.
7. *Савчук В.П.* Управление финансами предприятия. – М.: Бином, 2010. – 480 с.
8. *Фридман А.М.* Финансы организации (предприятия). – М.: Дашков и Ко, 2011. – 488 с.
9. *Шеремет А.Д., Негашев Е.В.* Методика финансового анализа. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 250 с.
10. Экономика и финансы предприятия / Под ред. Т.С. Новатиной. – М.: Маркет ДС, 2010. – 344 с.

Стаття надійшла до редакції 13.11.2014.