

моконтроля, автоматизированные обучающие и контролирующие системы, информационные базы дисциплины или группы родственных дисциплин и другое. Это позволит организовать проблемное обучение, в котором студент является равноправным участником учебного процесса.

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля.

Список литературы

1. Байдак В. Ю. Содержание и методика адаптационной подготовки студентов-первокурсников математических специальностей вузов : дис. ... канд. пед. наук. Орел, 2000.
2. Мамаева Н. А. О преимущественности математического образования при переходе из школы в технический вуз // Вестник АГТУ. 2011. № 1. С. 73–78.
3. Мамаева Н. А. Обоснование методики корректирующего обучения математике студентов первого курса технического вуза // Вестник АГТУ. 2011. № 2. С. 154–158.
4. Горычева С. Н. Модульное обучение : метод. рекомендации. Новгород : НовГУ, 1997. 104 с.

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИВНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Т. Л. Тен, А. Н. Абилкаир

Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза

В данной статье авторы рассматривают комплекс теоретических и практических вопросов, связанных с формированием эффективной системы анализа и прогнозирования финансового состояния коммерческих организаций. Описывают разработку 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, модель множественной регрессии, коэффициент корреляции, финансовый показатель, коэффициент финансовой устойчивости, допустимая погрешность.

METHODS OF FORECASTING AND REGRESSION ANALYSIS DATA

T. L. Ten, A. N. Abilkair

Karaganda Economic University of Kazpotrebsouz

In this article authors examine the complex of the theoretical and practical questions related to forming of the effective system of analysis and prognostication of the financial state of commercial organizations. Describe development of the multivariable economic mathematical models of financial stability of enterprise, based on the groupment of mutually influences. Realization of model will allow to promote efficiency of the multilevel system of management and provide authenticity of prognoses.

Key words: factor analysis, model of multiple regression, coefficient of correlation, financial index, coefficient of financial stability, permissible error.

Введение

Одним из важных условий устойчивого развития финансовой системы Казахстана принято считать обеспечение финансовой устойчивости в коммерческих организациях, а также поддержание оптимальной структуры источников их финансирования в долгосрочной перспективе. Обеспечение финансовой устойчивости – это трудоемкий процесс слежения за основными показателями и прогнозирования их отклонений, а также мероприятия по результатам выявленных изменений.

Для совершенствования управления финансовой устойчивостью предприятий Казахстана в условиях экономики рынка нужно повысить требования к ее обеспечению, предложить новые способы, который позволят на ранней стадии диагностики предсказывать уровень и риски снижения финансовой устойчивости.

Несомненно важно и малоизученно множество аспектов проблемы анализа и многофакторных способов предсказания финансового состояния, необходимость формирования прогнозно-аналитической системы, позволяющей получать реальную и предполагаемую оценку эффективности работы коммерческих организаций, и установление ее составных компонентов, определяют актуальность данных исследований.

Прогнозирование финансовой устойчивости коммерческого предприятия представляет собой совокупность аналитических процедур, применяемых для диагностики финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта в перспективе при помощи разработанных методик анализа и прогнозирования финансовой устойчивости на основе действующих методов и приемов экономического анализа и прогнозирования. Значение прогнозирования заключается в обеспечении информацией процесса управления финансами коммерческого предприятия.

Сейчас разработано огромное количество различных моделей, направленных на определение прогнозной величины финансовой устойчивости организации. Большая часть моделей, построенных на основе тренда ряда индикаторов, появляются признаки развития финансового положения организации. С другой стороны, функционирование любой экономической системы происходит в условиях взаимодействия сложного комплекса внешних и внутренних факторов [1].

При изучении закономерностей экономических явлений большое значение имеет выявление связей между взаимосвязанными, развивающимися явлениями во времени, проведение анализа динамики. С этой же целью строятся модели множества факторов, взаимосвязанных временным рядом.

Факторный анализ – это методика комплексного и системного изучения и измерения факторного воздействия на величину показателей, влияющих на результат.

Многофакторная модель – это модель, построенная по нескольким временным рядам, значения которых относятся к одинаковым временным отрезкам или же датам. При моделировании многомерных временных линий особый смысл содержит корреляционный и регрессионный тест. Моделирование связанных линий динамики основано на применении уравнений регрессии [2]. Похожие модели отражают образовавшиеся меж исследуемыми показателями связи с необходимой степенью точности и дают возможность расценить уровень воздействия отдельных моментов на действенный симптом, а еще эффективность воздействия всех факторных признаков.

Основная часть

Для разработки модели оптимизации финансовой устойчивости в работе воспользуемся методом корреляционно-регрессионного анализа. Корреляция представляет собой возможную зависимость меж показателями, которые не находятся в функциональной зависимости. Этот метод применяется для определения тесноты взаимосвязи меж показателями финансовой устойчивости [3].

Введем такие 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 средствами оборота.

Составляем экономическую модель множественной регрессии в таком виде:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \cdot x_1 + \dots + a_n \cdot x_n$$

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

Коэффициенты a_i иллюстрируют, насколько изменится результативный показатель при смене факторного на единицу.

На основании вышеизложенного выделяются основные целевые характеристики финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта, которые необходимо учитывать при построении модели прогнозирования.

Нужные исходные данные берутся из табл. 1 и рассчитываются параметры уравнения регрессии.

Таблица 1

Параметры уравнения регрессии

Год	y – Коэф. финансовой устойчивости	x_1 - Коэф. финансового риска (коэф. задолженности, соотношения заемных и собственных средств, рычага)	x_2 - Коэф. долга	x_3 - Коэф. Автономии	x_4 - Коэф. маневренности собственных средств	x_5 - Коэф. устойчивости структуры мобильных средств	x_6 - Коэф. обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования
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

* Таблица составлена на основе расчета автором

Составляем экономическую модель по данным таблицы 1 и получаем систему многофакторных моделей формирующих показатель коэффициента финансовой устойчивости:

$$\begin{cases} y = a_0 + x_2 a_1 \\ x_2 = a_0 + x_1 a_1 + x_6 a_2 \\ x_1 = a_0 + x_3 a_1 \\ x_6 = a_0 + x_4 a_1 + x_5 a_2 \end{cases}$$

Таким образом, решается задача максимизации показателя y при указанных ограничениях, то есть, находится оптимальное решение коэффициента финансовой устойчивости для организации при разнообразии значений других коэффициентов.

Оценки a_0, a_1, a_2 рассчитываются по МНК:

Уравнение регрессии с оценками параметров выглядят так:

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

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

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

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

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

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1} \quad (3)$$

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

Приведенную форму записи индексов можно трактовать таким образом:

$\sigma_{y_{12\dots m}}^2$ – 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_j располагаются в сравнении с линией регрессии, тем меньше остаточная дисперсия и больше факторная дисперсия и больше величина r_y .

Так, коэффициент множественной корреляции охарактеризовывает качество подбора уравнения регрессии, как и величина остаточной дисперсии.

Квадрат величины r_y – коэффициент множественной детерминации, характеризует долю воздействия выбранных признаков на результативный фактор:

$$B_y = r_y^2 = \frac{\sigma_{y_{12\dots m}}^2}{\sigma_y^2} \quad (4)$$

По данным сквозного примера имеем:

$$\sigma_{y_{12}}^2 = 0,0346; \quad \sigma_{y(12)}^2 = 0,0138; \quad \sigma_y^2 = 0,0484$$

$$r_y = 0,8457; \quad r_y^2 = 0,7151$$

В соответствии с таблицей Чеддока, взаимосвязь результативных признаков считается высокой (0,71). Регрессия y на x_1 на 71 % объясняет изменение показателя: Коэффициент долга.

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

В отсутствие взаимосвязи меж результативными и факторными признаками факторная дисперсия приравнивается нулю, коэффициент множественной корреляции приравнивается нулю и линия регрессии совпадает с прямой $\hat{y} = \bar{y}$. При функциональной взаимосвязи факторная дисперсия совпадает с общей дисперсией, а коэффициент корреляции приравнивается 1.

Оценка значимости коэффициента детерминации определяется с использованием критерия Фишера. По данным расчетов критерий Фишера имеет следующий вид:

$$F = \frac{r_{y12}^2 (n - m - 1)}{m(1 - r_{y12}^2)} = 15,0625 \quad (5)$$

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 значение коэффициента детерминации и значение коэффициента множественной корреляции считаются значимыми ($F > F_{кр}$).

Для оценки вклада во множественный коэффициент корреляции каждого из факторов используют частные коэффициенты корреляции [4].

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

$$R_{y_{m(12\dots m-1)}} = \sqrt{\frac{\sigma_{y12\dots m}^2 - \sigma_{y12\dots m-1}^2}{\sigma_{y(12\dots m-1)}^2}} = \sqrt{\frac{\sigma_{y12\dots m}^2 - \sigma_{y12\dots m-1}^2}{\sigma_y^2 - \sigma_{y12\dots m-1}^2}} \quad (6)$$

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 находится в пределах от 0 до 1, а знак определяется знаком соответствующих параметров регрессии.

Принимая вместо σ^2 его оценку S^2 :

$$S^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 / (n - m - 1) \quad (7)$$

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

Тогда

$$S_{aj}^2 = S^2 \cdot b_{jj}, \quad (8)$$

где b_{jj} – диагональные элементы матрицы оценки параметров уравнения регрессии [5].

Квадратическая ошибка S_{aj} равна:

$$S_{aj} = S\sqrt{b_{jj}} \quad (9)$$

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

Учитывая, что $S^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 / (n - m - 1)$, имеем: $S = 0,4625$

$$Sa_0 = 0,0998$$

$$Sa_1 = 0,0511$$

Расчетный критерий t_i равен: $t_0 = \frac{a_0}{Sa_0} = 8,1034$; $t_1 = \frac{a_1}{Sa_1} = 3,8843$.

Для доверительной вероятности $p = 0,95$ и числа степеней свободы $k = 8$ по таблице Стьюдента находим $t_{кр} = 2,57$. По этому 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.

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	$t_1 = 3,8834$

* Таблица составлена на основе расчета автором

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

Таблица 3

Прогнозные значения коэффициента долга на период 2013–2016 гг.

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 составлена на основе расчета автором

Таблица 4

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

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

* Таблица составлена на основе расчета автором

Таблица 5

Прогнозные значения коэффициента обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования на период 2013–2016 гг.

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	$S_y = 0,1925$ $F_{\text{табл}} = 4,4600$
	2015	0,519	$t_{\text{кр}} = 2,57$ $t_0 = 5,7499$
	2016	0,578	$t_1 = 5,4518$ $t_2 = 7,6027$

* Таблица составлена на основе расчета автором

Проанализировав полученные данные, приведем список многофакторных регрессионных уравнений. В общем прогнозные значения, полученные на основе решения многофакторных регрессионных уравнений и рассчитанные на основе одиарных уравнений регрессии от временного тренда, имеют большее предпочтение, так как последние в большинстве случаев отражают только трендовую перспективу развития, но находятся в пределах допустимой погрешности.

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. в соответствии с уравнением $X_1 = 0,556 - 0,204 X_3$ 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

Так, прогнозные значения, полученные по системе многофакторных регрессионных уравнений, могут служить основой для индикации планирования финансовой стратегии развития организации на последующие годы. Отклонения вполне допустимы, если учитывать структуру исходных статистических рядов.

При стремлении максимизировать значение коэффициента финансовой устойчивости, полученные прогнозные сведения свидетельствуют, что у организации коэффициент финансового риска и долга должен быть приближен или равняться нулю. Коэффициент маневренности при этом имеет направленность к снижению, что говорит о не гибком применении собственных источников. Данные решения вполне реализуемы и применимы на практике, в случае привлечения заемных средств для нормальной функциональности организации.

Так, при правильной работе с коэффициентами финансовой устойчивости можно активно воздействовать на степень финансовой устойчивости, повышать ее до минимально необходимой, а если она по факту превышает минимально необходимую степень, – использовать эту ситуацию для улучшения структуры активов и пассивов.

Список литературы

1. Ковалев В. В. Анализ финансового состояния и прогнозирование банкротства. СПб. : Аудит Ажур, 1994. 163 с.
2. Черныш Е. А., Молчанова Н. П., Новикова А. А., Салтанова Т. А. Прогнозирование и планирование в условиях рынка : учеб. пособие. М. : ПРИОР, 1999. 176 с.
3. Piech K. Knowledge and innovation processes in Central and East European economies. Warsaw, 2007.
4. Cruz, Inês, Scapens, Robert W., Major, Maria The localisation of a global management control system. In Accounting, Organizations and Society 2011; 36 (7). P. 412–427.
5. Coram, Paul J., Mock, Theodore J., Monroe, Gary S. An investigation into financial analysts' evaluation of enhanced disclosure of non-financial performance indicators // The British Accounting Review. 2011; 43 (2). P. 87–101.