УДК: 51:334:336.7

ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ПЯТИФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ АЛЬТМАНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АППАРАТА НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ И СРЕДНЕКВАДРАТИЧНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ

Бамадио Бурейма
аспирант, кафедра вычислительной математики и информатики

Кузякина Марина Викторовна
к.ф.-м.н., преподаватель кафедры геоинформатики географического факультета

Лебедев Константин Андреевич
д.ф.-м.н. *Профессор кафедры вычислительной математики и информатики,*
Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

В данной работе предложена методика, использующая аппарат теории нечетких множеств совместно с пятифакторной моделью Альтмана для оценки кредитоспособности предприятия. Модель Альтмана усовершенствована в двух отношениях: применяется среднеквадратичное интегральное приближение для точного вычисления количественной оценки кредитоспособности (вероятности банкротства) и применения аппарата нечётких множеств для упорядочения множеств по степени доверия полученной вероятности

Ключевые слова ОЦЕНКА КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ, МОДЕЛИ АЛЬТМАНА, НЕЧЁТКИЕ МНОЖЕСТВА, ИНТЕГРАЛЬНОЕ СРЕДНЕКВАДРАТИЧНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ, ФУНКЦИЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

UDC: 51:334:336.7

ESTIMATION OF A CREDIT STATUS OF THE COMPANY BASED ON THE ALTMAN FIVE-FACTOR MODEL USING FUZZY SETS AND INTEGRAL MEAN-SQUARE APPROXIMATION

Bamadio Boureima
postgraduate student of the Faculty of applied mathematics and informatics

Kuzyakina Marina Viktorovna
Cand.Phys-Math.Sci., lecturer of the Faculty of geoinformatics

Lebedev Konstantin Andreyevich
Dr.Phys-Math.Sci., Professor of the department of computational mathematics and Informatics
Kuban state university, Krasnodar, Russia

In this article we have proposed a method using the apparatus of fuzzy sets theory in conjunction with the five-factor model of Altman to assess the creditworthiness of the investigated companies. The Altman model was improved in two ways: by using RMS integral approximation for the exact calculation of the quantitative credit assessment (probability of bankruptcy) and the application of the apparatus of fuzzy sets for ordered sets by the degree of confidence resulting probability

Keywords: ESTIMATION OF CREDIT STATUS COMPANY, ALTMAN MODEL, FUZZY SETS, INTEGRAL MEAN-SQUARE APPROXIMATION, FUNCTION FACILITIES, SIMULATION

1. Введение

Проблема своевременного возвращения кредитов актуальна для деятельности любой кредитующей организации (банка). Надёжное решение проблемы в значительной мере зависит от «качества» достоверной оценки кредитоспособности потенциальных заёмщиков, осуществляемой экспертами на основе бухгалтерской отчетности. Она дает достаточно полную информацию о финансовом состоянии предприятия и позволяет разработать объективные и достоверные методики принятия решения о выдаче предприятию кредита с минимальным риском [1]. Несмотря на наличие большого количества всевозможных моделей и методик (Д. Фулмер; Р. Таффлер; У. Бивер; Л.В. Донцова; А.Д Шеремет., Р.С. Сайфулин, Е.В. Негашев; П.А. Фомина; О.П. Зайцева; Г.В. Савицкая; и другие) [2,3,4,5,6,7,8,9,10], позволяющих оценивать кредитоспособность предприятия, тем не менее, в реальной практике не существует единой и универсальной методики оценки кредитоспособности (предсказания вероятности банкротства).

В современной практике финансово-хозяйственной деятельности зарубежных фирм для оценки вероятности банкротства наиболее широкое применение получили модели, разработанные Э. Альтманом и У. Бивером [4,8,11]. Модель Альтмана была построена при помощи множественного дискриминантного анализа (Multiple discriminant analysis — MDA). Первым российским опытом применения подхода Альтмана является сравнительно недавно разработанная модель Давыдовой-Беликова [12,13]. Модель Альтмана является дискретной моделью оценки, значения её функции попадают в непересекающиеся отрезки на множестве [0,1] вероятностной меры.

В настоящее время теория нечетких множеств является развитым научным направлением, имеющим большое прикладное значение. Теория широко применяется при решении технических проблем [14]. Расширяется использование теории нечетких множеств в экономике и управлении предприятиями [15,16]. Также одним из наиболее перспективных направлений научных исследований в области анализа, прогнозирования и моделирования экономических явлений и процессов является нечеткая логика (fuzzy logic) [17]. Но применение меры нечеткости множеств ещё недостаточно применяется при анализе и оценке кредитоспособности предприятия. Однако такой подход помогает не только адекватно оценить кредитоспособность предприятия, но и дать обоснование наиболее рационального решения для лица, принимающего решения. В данной работе будет применяться аппарат теории нечетких множеств и среднеквадратичное интегральное приближение для точного вычисления количественной оценки кредитоспособности (вероятности банкротства) для оценки кредитоспособности предприятия.

Таким образом, цель данной работы состоит в том, чтобы, используя аппарат теории нечетких множеств, с помощью модели Альтмана усовершенствовать эффективную методику оценки кредитоспособности **(**банкротства) предприятия, предложить непрерывный аналог модели Альтмана усовершенствованный методом среднеквадратичного приближения в функциональном пространстве L_2 интегрируемых с квадратом функций. Разработать способ упорядочения нечетких множеств X_i по вычисленной мере предпочтения. Проверить адекватность модели на примере реального предприятия**.**

2. Постановка задачи

Наибольшее распространение получила пятифакторная модель Альтмана **(** z –модель**)**, позволяющая оценить возможность банкротства предприятия, которая, применительно к экономике США, имеет следующий вид [8]:

$$z = 1.2k_1 + 1.4k_2 + 3.3k_3 + 0.6k_4 + 1.0k_5, \qquad (1)$$

где k_1 – отношение собственного оборотного капитала к сумме активов, k_2 – отношение нераспределенной прибыли к сумме активов, k_3 – отношение прибыли до уплаты процентов к сумме активов, k_4 – отношение рыночной стоимости собственного капитала к заемному капиталу, k_5 – отношение объема продаж к сумме активов. Веса при коэффициентах

$k_1,..,k_5$, рассчитывались на основе множественного дискриминантного анализа (MDA-анализ) применительно к экономике США.

Имеются примеры применения модели и к российской экономике, например, проведённые исследования в работе [18] подтвердили приемлемость использования критерия Альтмана в отечественных условиях бизнеса для диагностики кредитоспособности сельскохозяйственных предприятий. Экономисты из множества стран, проверяющие на практике модель, соглашаются с ее универсальностью и надежностью, адаптируя веса при коэффициентах в модели для своих государств и отраслей. Для успешного применения модели Альтмана в России, вообще говоря, необходима корректировка весов при коэффициентах k_i, $i=1,..,5$, с учетом специфики российской экономики [19,20]. Модель Альтмана вводит функцию $p(z)$, которая равна вероятности банкротства. Вероятность банкротства рассчитывается согласно эмпирически установленной зависимости

$$p(z)=\begin{cases}[0.80,1.0] \text{ если } 0\le z\le 1.8\\ [0.35,\,0.5] \text{ если } 1.81\le z\le 2.77\\ [0.15,\,0.2] \text{ если } 2.8\le z\le 2.99\\ [0,\ \varepsilon] \text{ если } 3\le z<\infty\end{cases}, \qquad (2)$$

при $z\ge 3$ вероятность банкротства предприятия $p=\varepsilon$ достаточно мала ($\varepsilon\to 0$ при $z\to\infty$) и считается приблизительно равной нулю. При дальнейшем изложении проблемы примем $\varepsilon=0{,}05$. На рисунке 1 представлен график функции $p(z)$ модели Альтмана (1). Определим две функции $f_1(z)=\min\limits_{\forall z} p(z)$, $f_2(z)=\max\limits_{\forall z} p(z)$.

После этого решим задачу интегрального среднеквадратичного приближения [21] множеств Альтмана полиномом достаточно высокой n – й степени, представленной следующим образом:

$$L_n(z)=\sum_{i=0}^{n}(a_i z^i) \qquad (3)$$

на отрезке $z \in [0, z_4]$, $z_4 = 3.5$. На обосновании выбора степени полинома мы останавливаемся здесь. Коэффициенты находились из минимизационной задачи в n – мерном пространстве R^n коэффициентов полинома,

$$a = \arg\left\{ \min_{a \in R^m} F(a) \right\} \qquad (4)$$

где $F(a) = \sum_{i=1}^{2} \int_0^{z4} \left(L_m(z) - f_i(z)\right)^2 dz$, $a = \{a_0, a_1, a_2, .., a_n\}^T$, при дополнительных естественных ограничениях.

3. Задача интегрального среднеквадратичного приближения множеств Альтмана полиномом достаточно высокой n –й степени

Рассмотрим непрерывный аналог модели Альтмана усовершенствованный методом среднеквадратичного приближения (3) в функциональном пространстве L_2 интегрируемых с квадратом функций и сравним результаты применения полиномов разных степеней.

a. Полином третьей (3-й) степени

В трехмерном пространстве R^4, полином (3) имеет следующий вид:

$$L_3(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3, \quad (5)$$

С помощью специальной разработанной программы в математическом пакете **MATHCAD** коэффициенты находились из минимизационной задачи в трехмерном пространстве R^4 коэффициентов полинома

$$a = \arg\left\{ \min_{a \in R^3} F(a) \right\}, \qquad (6)$$

где $F(a) = \sum_{i=1}^{2} \int_0^{z4} \left(L_3(z) - f_i(z)\right)^2 dz$, $a = \{a_0, a_1, a_2, a_3\}^T$, при дополнительных естественных ограничениях

$$\left.\frac{dL_3(z)}{dz}\right|_{z=0} = 0, \qquad a_1 = 0,$$

$$L_3(z)\big|_{z=z4}=0, \qquad a_0+a_1z_4+a_2{z_4}^2+a_3{z_4}^3=0,$$

$$\left.\frac{dL_3(z)}{dz}\right|_{z=z4}=0, \qquad a_1+2a_2z_4+3a_3{z_4}^2=0.$$

У отрезка, на котором производится аппроксимация, правая крайняя точка выбрана $z_4=3.5$. Выбор этой точки до некоторой степени произволен, однако прямые l_1, l_2 ограничивающие область, в которой содержатся прямоугольники, пересекаются на оси z в одной точке с координатой $z=3.5$ [22]. Минимизационная задача решалась с помощью математического пакета **MathCAD** $a=\{a_0,a_1,a_2,a_3\}^T=\{0.984;-0.056;-0.061;-3.576*10^{-3}\}$ и разработанной программы минимизации рис.1 а).

b. Полином пятой (5-й) степени

В шестимерном пространстве R^6, полином (3) имеет следующий вид:

$$L_5(z)=a_0+a_1z+a_2z^2+a_3z^3+a_4z^4+a_5z^5, \quad (6)$$

Из минимизационной задачи в шестимерном пространстве R^6 находятся коэффициенты полинома

$$a=\arg\left\{\min_{a\in R^6}F(a)\right\}, \quad (7)$$

где $F(a)=\sum_{i=1}^{2}\int_0^{z4}\left(L_4(z)-f_i(z)\right)^2dz$, $a=\{a_0,a_1,a_2,a_3,a_4,a_5\}^T$, при

дополнительных естественных ограничениях

$$\left.\frac{dL_5(z)}{dz}\right|_{z=0}=0, \qquad a_1=0,$$

$$L_5(z)\big|_{z=z4}=0, \qquad a_0+a_1z_4+a_2{z_4}^2+a_3{z_4}^3+a_4{z_4}^4+a_5{z_4}^5=0,$$

$$\left.\frac{dL_5(z)}{dz}\right|_{z=z4}=0, \qquad a_1+2a_2z_4+3a_3{z_4}^2+4a_4{z_4}^3+5a_5{z_4}^4=0.$$

Минимизационная задача решалась с помощью математического пакета MathCAD $a = \{a_0, a_1, a_2, a_3\}^T = \{0.889; 2.5 \cdot 10^{-7}; 0.195; –0.222; 0.05; -2.262 \cdot 10^{-3}\}$, рис.1 b).

c. Полином шестой (6-й) степени

Полином, представлен в (3) в семимерном пространстве R^7 будет иметь следующий вид:

$$L_6(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + a_4 z^4 + a_5 z^5 + a_6 z^6, \quad (8)$$

Решение задачи (8) для нахождения коэффициентов полинома $a = \arg\left\{ \min_{a \in R^7} F(a) \right\}$ производится с помощью её минимизации в R^7.

Минимизируемая функция:

$F(a) = \sum_{i=1}^{2} \int_0^{z4} \left(L_6(z) - f_i(z)\right)^2 dz$, $a = \{a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}^T$ при дополнительных естественных ограничениях

$$\left.\frac{dL_6(z)}{dz}\right|_{z=0} = 0, \qquad a_1 = 0,$$

$$L_6(z)\big|_{z=z4} = 0, \qquad a_0 + a_1 z_4 + a_2 z_4{}^2 + a_3 z_4{}^3 + a_4 z_4{}^4 + a_5 z_4{}^5 + a_6 z_4{}^6 = 0,$$

$$\left.\frac{dL_6(z)}{dz}\right|_{z=z4} = 0, \qquad a_1 + 2a_2 z_4 + 3a_3 z_4{}^2 + 4a_3 z_4{}^3 + 5a_5 z_4{}^4 + 6a_5 z_4{}^5 = 0.$$

Решение:

$a = \{a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}^T = \{0.936; 2.5 \cdot 10^{-7}; –0.022; –0.019; –0.011; 2.483*10^{-3}; 2.99 \cdot 10^{-4}\}$ рис.1c).

d. Полином седьмой (7-й) степени

Полином (3) в восьмимерном пространстве R^8 имеет следующий вид:

$$L_7(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + a_4 z^4 + a_5 z^5 + a_6 z^6 + a_7 z^7, \quad (9)$$

Решая задачу (9) с применением минимизационной задачи с помощью математического макета **MathCAD,** находятся коэффициенты $a = \arg\left\{ \min\limits_{a \in R^8} F(a) \right\}$ в R^8.

где $F(a) = \sum\limits_{i=1}^{2} \int\limits_{0}^{z4} \left(L_7(z) - f_i(z)\right)^2 dz$, $a = \{a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\}^T$ при дополнительных естественных ограничениях

$$\left.\frac{dL_7(z)}{dz}\right|_{z=0} = 0, \qquad a_1 = 0,$$

$$L_7(z)\big|_{z=z4} = 0,\ a_0 + a_1 z_4 + a_2 {z_4}^2 + a_3 {z_4}^3 + a_4 {z_4}^4 + a_5 {z_4}^5 + a_6 {z_4}^6 + a_7 {z_4}^7 = 0,$$

$$\left.\frac{dL_7(z)}{dz}\right|_{z=z4} = 0,\ a_1 + 2a_2 z_4 + 3a_3 {z_4}^2 + 4a_4 {z_4}^3 + 5a_5 {z_4}^4 + 6a_6 {z_4}^5 + 7a_7 {z_4}^6 = 0.$$

Получили решение

$a = \{a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}^T$
$= \{0.949; 2.5 \cdot 10^{-7}; -0.032; -0.026; -0.011; 0.11, -3.533 \cdot 10^{-3}; 4.791 \cdot 10^{-4}\}$, рис.1d).

e. Полином девятой (9-й) степени

В десятимерном пространстве R^{10}, полином (3) имеет следующий вид:

$$L_9(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + a_4 z^4 + a_5 z^5 + a_6 z^6 + a_7 z^7 + a_7 z^8 + a_7 z^9, \qquad (10)$$

Коэффициенты полинома (10) находились из минимизационной задачи в девятимерном пространстве R^7 коэффициентов полинома

$$a = \arg\left\{ \min_{a \in R^{10}} F(a) \right\}, \qquad (11)$$

где $F(a) = \sum\limits_{i=1}^{2} \int\limits_{0}^{z4} \left(L_3(z) - f_i(z)\right)^2 dz$, $a = \{a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9\}^T$, при дополнительных ограничениях. При больших степенях полиномов, можно задать большее количество конкретных условий, для более точной аппроксимации. Например, зададим условия прохождения аппроксимационного полинома через центры прямоугольников.

$$\left.\frac{dL_9(z)}{dz}\right|_{z=0}=0, \qquad a_1=0,$$

$$L_9(z)\big|_{z=z1}=0.85, \qquad z1=1,$$

$$L_9(z)\big|_{z=z1}=0.39, \qquad z2=2.4,$$

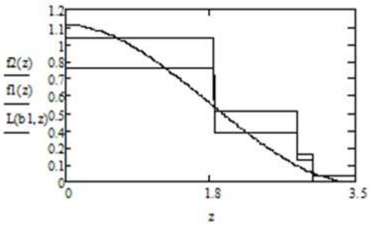
$$L_9(z)\big|_{z=z3}=0.18, \qquad z3=2.9,$$

$$L_9(z)\big|_{z=z4}=0, \qquad z4=3.5,$$

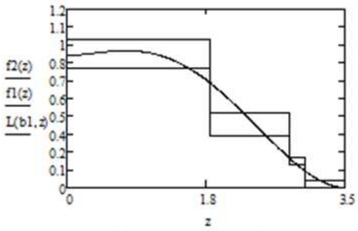
$$\left.\frac{dL_9(z)}{dz}\right|_{z=z4}=0, \qquad z4=3.5.$$

Получено решение на рис 1 e)

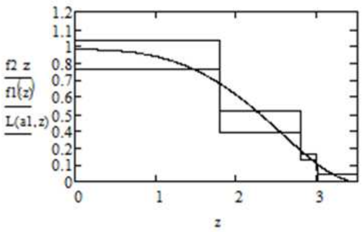
$$a=\{a_0,a_1,a_2,a_3,a_4,a_5,a_6\}^T$$
$$=0.9;0;-0.03;-7.326\cdot 10^{-3};0.022;-0.073;0.05;-0.013;1.224\cdot 10^{-3};1.362\cdot 10^{-6}$$



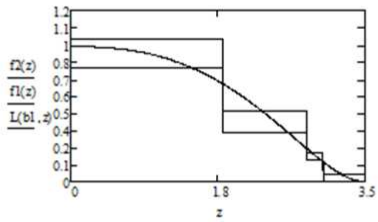
а) График полинома $L_3(z)$



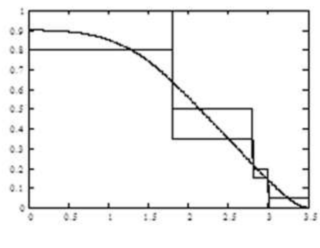
а) График полинома $L_5(z)$



c) График полинома $L_6(z)$



d) График полинома $L_7(z)$



e) График полинома $L_9(z)$

Рис.1. График функции нечеткой переменой $p(z)$ модели Альтмана. По графикам функций $f_1(z)=\min\limits_{\forall z} p(z)$, $f_2(z)=\max\limits_{\forall z} p(z)$ интегральным методом среднеквадратичного приближения построены полиномы $L_n(z)$ при различных степенях полинома *n*: a) 3, b)5 , c)6, d)7, e)9.

Из рис.1 видно, что полиномы при *n*=6 и *n=7* пересекают все четыре области. В случае малых или больших n имеются некоторые особенности: n=3 в виде недостаточной гладкости, кривая больше похожа на прямую и не отслеживает особенностей функций Альтмана; *n*= 5 имеется максимум и при некоторых различных z имеются одинаковые значения *p*; *n*=9 получается слишком узкая зона изменения *z* вне которой значения функции Альтмана равны 0 или 1.

В модели (1) параметры не могут быть измерены точно. Следовательно, модель (1) порождает нечеткие множества, которым принадлежат значения величины *p*, а значения функций принадлежности этих множеств совпадают с вероятностями банкротства предприятия. Модель Альтмана, позволяет в первом приближении разделить предприятия на четыре класса с вероятностью банкротства X_i, $i=1,\cdots,4$. $X_1=[0.8, 1.0]$ – «вероятность банкротства велика», $X_2=[0.35, 0.50]$ – «вероятность банкротства средняя», $X_3=[0.15, 0.20]$ – «вероятность банкротства не велика», $X_4=[0, \varepsilon]$ – предприятия «вероятность банкротства маленькая».

В рассматриваемом случае $p\in[0,1]$. Для нечётких множеств X_{i} задаётся функция принадлежности μ_{Xi} (p): $U\rightarrow\mu\in M=[0,1]\in R$, [23]. Если величина вероятности *p*, найденная по модели Альтмана (1) с применение $L_n(z)$ попадает в одно из множеств X_i, то значение функции принадлежности будет равняться $\mu=1$. Эта ситуация показана на рисунке 2. В этом случае, вероятности банкротства приписывается полученное значение $p=L_n(z)\in X_i$. Если $p=L_n(z)\notin X_i$, то $\mu=0$.

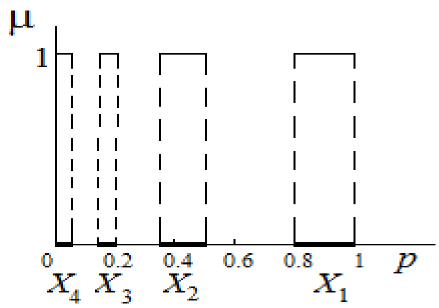


Рис. 2. Значения функции принадлежности при $p \in X_i$.

Множества X_i заданы своими μ функциями распределения четко.

Когда величина вероятности p, найденная по модели Альтмана (1) с применением $L_n(z)$ не попадает ни в одно из множеств $p = L_n(z) \notin X_i$, то значение функции принадлежности будет находиться с помощью разработанной методики [23] на основе аппарата нечётких множеств. В настоящее время нечеткие множества активно используются на практике при анализе рисков банкротства [24]. Новизна данной работы состоит в том, что впервые методика оценки меры нечеткости множеств использована при анализе показателей, влияющих (согласно модели Альтмана) на кредитоспособность рассматриваемых предприятий. Результаты применения теории нечётких множеств будут опубликованы в нашей следующей работе.

4. Пример использования модели

Рассмотрим конкретный пример применения модели Альтмана с применением разработанных полиномов n-й степени $L_n(a,z)$, $n = \{3,5,6,7,9\}$, как метода оценки вероятности банкротства при оценке кредитоспособности.

Используя бухгалтерский баланс предприятия **ОАО «Ленмолоко»** [25] за 2010-й г., вычислим значения коэффициентов k_i и величины z–

Альтмана (1) с применением разработанных n-й полиномов степени $L_n(a,z)$, $n = \{3{,}5{,}6{,}7{,}9\}$ (см. таб. 1).

Таблица 1. Значения показателей z - Альтмана, полинома $L_n(a,z)$ и функции принадлежности $I(p = L_n(a,z))$ **ОАО «Ленмолоко»**

	z	Функции полинома $L_n(a,z)$ и функции принадлежности $I(p = L_n(a,z))$		Множество X_i
2010 г.	2.46	$L_3(a,z)$ =0.423	$I(p{=}L_3){=}2$	X_2
		$L_5(a,z)$ =0.373	$I(p{=}L_5){=}2$	X_2
		$L_6(a,z)$ =0.385	$I(p{=}L_6){=}2$	X_2
		$L_7(a,z)$ =0.406	$I(p{=}L_7){=}2$	X_2
		$L_9(a,z)$ =0.405	$I(p{=}L_9){=}2$	X_2

С применением среднеквадратического приближения полинома $n-$й степени $L_n(a,z) \in [0;1]$, $n = \{3{,}5{,}6{,}7{,}9\}$, полученные результаты показывают, что именно расчеты полинома 6 или 7 степени достаточно хорошо аппроксимируют функцию Альтмана без излишних условий налагаемых на аппроксимирующую функцию $L_n(z)$. Аппроксимирующие полиномы степени меньшей пяти не дают возможности адекватно оценить область значений вероятности p.

Выводы

Описанная выше математическая модель дополняет модель Альтмана процедурой непрерывного вычисления вероятности банкротств предприятий при его оценке кредитоспособности с помощью полинома высокой степени, полученного методом интегрального среднеквадратичного приближения, а также в модель возможно ввести процедуру вычисления значений функции принадлежности нечётких множеств, что позволяет указать, какое из подмножеств является более четко или нечётко заданным. Показано, что наиболее благоприятным значением степени полинома является $n = 6$ или 7. Более низкие степени имеют малые значения второй производной и поэтому недостаточно гладко располагаются на координатной системе с функциями $f_1(x)$ и $f_2(x)$. Более высокие – дают меньшие значения целевой функции, но происходит это за счёт того, что концевые области отрезка $z \in [0;3.5]$ плохо аппроксимируются. Используя предлагаемую модель, кредитор сможет более точно оценивать величину вероятности p банкротства, причём имеются различные возможности построения полиномов разной степени. Вопрос о точном выборе степени полинома остаётся проблемой противоречивой, хотя можно уже сказать, что эта проблема не носит принципиального характера, так как вне зависимости от степени полинома (если она достаточно высока) результаты будут близкими. Но требование фундаментальной, теоретически точной оценки противоречивых требований, нуждается ещё в дополнительных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов Л.А., Перевозчиков А.В. Оценка кредитной истории физических лиц на основе нечетких моделей // Управление большими системами. Выпуск 21. М.: ИПУ РАН, 2008. с.84-106.
2. Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С., Негашев Е.В. Методика финансового анализа. М.: ИНФРА-М., 2000, 343 с
3. Fulmer J. (1984): A Bankruptcy Classification Model For Small Finns // Journal of Commercial Bank Lending. 1984, №6. с. 25-37
4. Beaver W. Financial Ratio as Predictors of Failure, Empirical Research in Accounting // Journal of Accounting Research. - № 4. 1967 с. 71-111
5. Донцова Л. В. Анализ финансовой отчетности. Никифорова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело и Сервис 2006. с. 298
6. Taffler R.J. (1997): Going, going, gone - four factors which predict // Accountancy. №3 1977, с. 50-54
7. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия // 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: ООО «Новое знание». 2000, с. 416
8. Altman E.I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy // journal of finance. 1968 23 (4), 589-609;
9. Зайцева О.П.: Антикризисный менеджмент в российской фирме // Сибирская финансовая школа. №11-12. 1998, с. 66-77
10. Фомин, П. А. Особенности учета финансовых рисков при прогнозе динамики развития хозяйствующего субъекта // Финансы и кредит. 2003 №4, с.7-12
11. Салькова М.В. Методика анализа и прогнозирования деятельности организации в целях выявления и предупреждения несостоятельности (банкротства) //

Материалы VI Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» URL: http://www.scienceforum.ru/2014/576/1184. 2014

12. Давыдова Г.В., Беликов А.Ю. Методика количественной оценки риска банкротства предприятий // Управление риском. № 3. 1999, с.13-20

13. Барановская Т.П., Коваленко А.В., Уртенов М.Х., Кармазин В.Н. Современные математические методы анализа финансово-экономического состояния предприятия: монография. КубГАУ 2009, 250 с

14. Hiyama T., Sameshima T. Fuzzy logic control scheme for an-line stabilization of multi-machine power system // Fuzzy Sets and Systems. Vol. 39. 1991, с. 181-94.

15. Дилигенский Н., В., Дымова Л. Г., Севастьянов П. В. Нечеткое Моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: Технология, Экономика, Экология М.: «Издательство Машиностроение−1» 2004, 575 с

16. Кофман А., Алуха Х. Хил. (1992): Введение теории нечетких множеств в управлении предприятием. Минск: Высшая школа. 1992, 223с

17. Deluca A., Termini S. A definition of a non-probabilistic entropy the of fuzzy sets theory // Information and Control. № 4. 1972, P.301-312

18. Патласов О.Ю. Применение моделей и критериев Альтмана в анализе финансового состояния сельхозпредприятий] // Финансовый менеджмент. №6, 2006. [Электронный ресурс] // — Режим доступа: URL: http://dis.ru/library/699/26221/. 2006, №6.

19. Коваленко А. В. Математические модели и инструментальные средства комплексной оценки финансово-экономического состояния предприятия: Дис. канд. экон. наук: 06.03.2009 // Кубанский государственный аграрный университет. – Краснодар, 2009, 235с.

20. Жданов В. Ю. Диагностика риска банкротства промышленных предприятий: на примере предприятий авиационно-промышленного комплекса: Дисс. канд. экон. наук: 08.00.05. Москва. 2012, 193 с

21. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. Наука, 3-е издание. М. 1967, 368 с.

22. Бамадио Б., Лебедев К.А. (2014): Свидетельство о государственной регистрации №…. от … 2014 г. программы для ЭВМ от 2014 г «Программа для принятия решений по оценке кредитоспособности предприятий (PDMSC)». (Программа отправлена в орган государственной регистрации. Приложен документ об отправке. Ксерокс о регистрации ПрЭВМ).

23. Бамадио Б., Семенчин Е.А. Меры нечеткости множеств, порождаемых моделью Альтмана / Б. Бамадио, Е.А. Семенчин // Фундаментальные исследования. 2013. № 1. – С. 750 – 753.

24. Конышева Л. К., Назаров Д. М. Основы теории нечетких множеств. СПб: Питер, 2011, с. 170-179

25. Бухгалтерская отчетность предприятия О.А.О. «Ленмолоко» (2013): [Электронный ресурс] // — Режим доступа: URL: http://www.len-moloko.spb.ru/documents/balance.html/.

References

1. Kuznecov L.A., Perevozchikov A.V. Ocenka kreditnoj istorii fizicheskih lic na osnove nechetkih modelej // Upravlenie bol'shimi sistemami. Vypusk 21. M.: IPU RAN, 2008. s.84-106.

2. Sheremet A.D., Sajfulin R.S., Negashev E.V. Metodika finansovogo analiza. M.: INFRA-M., 2000, 343 s
3. Fulmer J. (1984): A Bankruptcy Classification Model For Small Finns // Journal of Commercial Bank Lending. 1984, №6. s. 25-37
4. Beaver W. Financial Ratio as Predictors of Failure, Empirical Research in Accounting // Journal of Accounting Research. - № 4. 1967 s. 71-111
5. Doncova L. V. Analiz finansovoj otchetnosti. Nikiforova. – 4-e izd., pererab. i dop. – M.: Delo i Servis 2006. s. 298
6. Taffler R.J. (1997): Going, going, gone - four factors which predict // Accountancy. №3 1977, s. 50-54
7. Savickaja, G. V. Analiz hozjajstvennoj dejatel'nosti predprijatija // 4-e izd., pererab. i dop. – Minsk: OOO «Novoe znanie». 2000, s. 416
8. Altman E.I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy // journal of finance. 1968 23 (4), 589-609;
9. Zajceva O.P.: Antikrizisnyj menedzhment v rossijskoj firme // Sibirskaja finansovaja shkola. №11-12. 1998, s. 66-77
10. Fomin, P. A. Osobennosti ucheta finansovyh riskov pri prognoze dinamiki razvitija hozjajstvujushhego sub#ekta // Finansy i kredit. 2003 №4, s.7-12
11. Sal'kova M.V. Metodika analiza i prognozirovanija dejatel'nosti organizacii v celjah vyjavlenija i preduprezhdenija nesostojatel'nosti (bankrotstva) // Materialy VI Mezhdunarodnoj studencheskoj jelektronnoj nauchnoj konferencii «Studencheskij nauchnyj forum» URL: http://www.scienceforum.ru/2014/576/1184. 2014
12. Davydova G.V., Belikov A.Ju. Metodika kolichestvennoj ocenki riska bankrotstva predprijatij // Upravlenie riskom. № 3. 1999, s.13-20
13. Baranovskaja T.P., Kovalenko A.V., Urtenov M.H., Karmazin V.N. Sovremennye matematicheskie metody analiza finansovo-jekonomicheskogo sostojanija predprijatija: monografija. KubGAU 2009, 250 s
14. Hiyama T., Sameshima T. Fuzzy logic control scheme for an-line stabilization of multi-machine power system // Fuzzy Sets and Systems. Vol. 39. 1991, s. 181-94.
15. Diligenskij N., V., Dymova L. G., Sevast'janov P. V. Nechetkoe Modelirovanie i mnogokriterial'naja optimizacija proizvodstvennyh sistem v uslovijah neopredelennosti: Tehnologija, Jekonomika, Jekologija M.: «Izdatel'stvo Mashinostroenie−1» 2004, 575 s
16. Kofman A., Aluha H. Hil. (1992): Vvedenie teorii nechetkih mnozhestv v upravlenii predprijatiem. Minsk: Vysshaja shkola. 1992, 223s
17. Deluca A., Termini S. A definition of a non-probabilistic entropy the of fuzzy sets theory // Information and Control. № 4. 1972, P.301-312
18. Patlasov O.Ju. Primenenie modelej i kriteriev Al'tmana v analize finansovogo sostojanija sel'hozpredprijatij] // Finansovyj menedzhment. №6, 2006. [Jelektronnyj resurs] // — Rezhim dostupa: URL: http://dis.ru/library/699/26221/. 2006, №6.
19. Kovalenko A. V. Matematicheskie modeli i instrumental'nye sredstva kompleksnoj ocenki finansovo-jekonomicheskogo sostojanija predprijatija: Dis. kand. jekon. nauk: 06.03.2009 // Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Krasnodar, 2009, 235s.
20. Zhdanov V. Ju. Diagnostika riska bankrotstva promyshlennyh predprijatij: na primere predprijatij aviacionno-promyshlennogo kompleksa: Diss. kand. jekon. nauk: 08.00.05. Moskva. 2012, 193 s
21. Demidovich B.P., Maron I.A., Shuvalova Je.Z. Chislennye metody analiza. Priblizhenie funkcij, differencial'nye i integral'nye uravnenija. Nauka, 3-e izdanie. M. 1967, 368 s.

22. Bamadio B., Lebedev K.A. (2014): Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii №…. ot … 2014 g. programmy dlja JeVM ot 2014 g «Programma dlja prinjatija reshenij po ocenke kreditosposobnosti predprijatij (PDMSC)». (Programma otpravlena v organ gosudarstvennoj registracii. Prilozhen dokument ob otpravke. Kseroks o registracii PrJeVM).

23. Bamadio B., Semenchin E.A. Mery nechetkosti mnozhestv, porozhdaemyh model'ju Al'tmana / B. Bamadio, E.A. Semenchin // Fundamental'nye issledovanija. 2013. № 1. – S. 750 – 753.

24. Konysheva L. K., Nazarov D. M. Osnovy teorii nechetkih mnozhestv. SPb: Piter, 2011, s. 170-179

25. Buhgalterskaja otchetnost' predprijatija O.A.O. «Lenmoloko» (2013): [Jelektronnyj resurs] // — Rezhim dostupa: URL: http://www.len-moloko.spb.ru/documents/balance.html/.