

УДК 33**DOI: 10.34670/AR.2023.95.19.043****Анализ вероятности банкротства предприятия на основе модели Бивера, дополненной интегральной оценкой риска банкротства****Бойков Владимир Алексеевич**

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник,
профессор кафедры математических методов и бизнес-информатики,
Одинцовский филиал, МГИМО МИД России,
143000, Российская Федерация, Одинцово, ул. Ново-Спортивная, 3;
e-mail: vboykov@inbox.ru

Зуйкова Евгения Валерьевна

Бакалавр экономики,
Одинцовский филиал, МГИМО МИД России,
143000, Российская Федерация, Одинцово, ул. Ново-Спортивная, 3;
e-mail: zuykova.e@odin.mgimo.ru

Лысенко Алина Альбертовна

Бакалавр экономики,
Одинцовский филиал, МГИМО МИД России,
143000, Российская Федерация, Одинцово, ул. Ново-Спортивная, 3;
e-mail: lysenko.a@odin.mgimo.ru

Аннотация

В современной экономической конъюнктуре конкуренция и риски играют ключевую роль при принятии финансовых решений. Оценка вероятности банкротства стала неотъемлемой частью финансового анализа. Банкротство организации может негативно сказаться на кредиторах, инвесторах и сотрудниках, поэтому предсказание и нивелирование финансовых рисков становится важной задачей для всех заинтересованных сторон. Существует ряд моделей оценки вероятности банкротства предприятий, включая международные и отечественные. В статье рассматривается модель Уильяма Бивера оценки вероятности банкротства предприятия. Индикаторные показатели модели У. Бивера включают такие факторы, как коэффициент Бивера, ликвидность, экономическая рентабельность, финансовый леверидж и рабочий капитал. Данная модель обладает трудно интерпретируемой системой выработки единой оценки вероятности банкротства. Для улучшения точности прогноза предлагается модифицировать систему показателей Уильяма Бивера, с помощью которых формулируются интегральные показатели для оценки риска банкротства. Описывается алгоритм расчетов, который может быть использован для проведения анализа. Приводятся результаты применения предложенного алгоритма для оценки риска банкротства конкретного предприятия. Вывод о банкротстве рассмотренного предприятия подтвержден сведениями из Бухгалтерской отчетности АО

«Водоканал-Мытищи». Кроме того, для сравнения оценок банкротства предприятия, были проведены расчеты по модели Альтмана. При этом получены близкие результаты.

Для цитирования в научных исследованиях

Бойков В.А., Зуйкова Е.А., Лысенко А.А. Анализ вероятности банкротства предприятия на основе модели Бивера, дополненной интегральной оценкой риска банкротства // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 7А. С. 396-409. DOI: 10.34670/AR.2023.95.19.043

Ключевые слова

Оценка финансового состояния, вероятность банкротства, индикаторные показатели. модель У. Бивера, модель Альтмана.

Введение

В современной экономической конъюнктуре конкуренция и риски играют ключевую роль при принятии финансовых решений. Оценка вероятности банкротства стала неотъемлемой частью финансового анализа. Банкротство организации может негативно сказаться на кредиторах, инвесторах и сотрудниках, поэтому предсказание и нивелирование финансовых рисков становится важной задачей для всех заинтересованных сторон. Существует ряд моделей оценки вероятности банкротства предприятий, включая международные (например, модель У. Бивера, модель Альтмана, модель Z-скора, модель Таффлера и Тишоу, модель Спрингейта) и отечественные, например, модель Беликова-Давыдовой учитывающие особенности российской практики [Обзор основных моделей оценки вероятности банкротства предприятий, [www](#)]. Однако они имеют некоторые недостатки, такие как сложность трактовки результатов и отсутствие учета отраслевых особенностей.

В данной статье мы рассмотрим модель оценки вероятности банкротства Уильяма Бивера и предложим ее модификацию, которая поможет предпринимателям, инвесторам и финансовым аналитикам более ясно интерпретировать результаты оценки вероятности банкротства по данной модели.

Основные понятия оценки вероятности банкротства по модели Уильяма Бивера

Рассмотрим основные понятия, используемые в оценке вероятности банкротства предприятия по методу У. Бивера.

Банкротство – это признанная арбитражным судом или наступившая в результате завершения процедуры внесудебного банкротства предприятия неспособность должника в полном объеме удовлетворить требования кредиторов по денежным обязательствам, о выплате выходных пособий и (или) об оплате труда лиц, работающих или работавших по трудовому договору, и (или) исполнить обязанность по уплате обязательных платежей.

Модель Уильяма Х Бивера [там же; Серебренников, 2018; Толпегина, 2020] – это модель, которая определяет вероятность банкротства с точки зрения величины чистой прибыли, которая является основным критерием платежеспособности предприятия.

Исходной информацией для анализа вероятности банкротства У. Бивер использует

следующие данные бухгалтерской отчетности предприятия: чистая прибыль (*ЧП*), амортизация (*A*), заемный капитал (*ЗК*), текущие обязательства (*ТО*), валюта баланса (*ВБ*), собственный капитал (*СК*), внеоборотные активы (*ВА*), оборотные активы (*ОА*).

На основе этой информации Бивер определил и рассматривал пять коэффициентов, каждый из которых определял вероятность банкротства по им же разработанной шкале. Назовем их индикаторными показателями модели Бивера.

Перечислим эти показатели.

Коэффициент Бивера (КБ) – коэффициент показывает способность фирмы покрывать текущие обязательства за счет получаемой прибыли. Рост значения *КБ* является индикатором финансовой безопасности фирмы.

Коэффициент текущей ликвидности (КТЛ) – показатель, иллюстрирующий возможность быстро конвертировать активы в денежные средства (то есть ликвидировать) при возникновении финансовых затруднений. Таким образом, *КТЛ* является индикатором платежеспособности фирмы.

Экономическая рентабельность (ЭР) – показатель, иллюстрирующий способность использовать активы для извлечения прибыли.

Кредитное плечо (КП) (финансовый левиредж) – показатель, отражающий зависимость прибыльности от использования заемных средств.

Рабочий капитал (РК) (коэффициент покрытия активов чистым оборотным капиталом) – это степень обеспечения активов оборотными средствами.

Вычисление индикаторных показателей модели Бивера

Коэффициент У. Бивера

$$KB \stackrel{\text{def}}{=} \frac{ЧП + A}{ЗК}. \quad (1)$$

Коэффициент текущей ликвидности

$$КТЛ \stackrel{\text{def}}{=} \frac{ОА}{ТО}. \quad (2)$$

Экономическая рентабельность

$$ЭР \stackrel{\text{def}}{=} \frac{ЧП}{ВБ}. \quad (3)$$

Рабочий капитал (коэффициент покрытия активов чистым оборотным капиталом)

$$РК \stackrel{\text{def}}{=} \frac{СК - ВА}{ОА}. \quad (4)$$

Кредитное плечо (финансовый левиредж)

$$КП \stackrel{\text{def}}{=} \frac{ЗК}{ВБ}. \quad (5)$$

Значения индикаторных показателей модели У. Бивера для оценки финансового состояния предприятий

Модель У. Бивера представляется в виде зависимостей, отраженных в таблице, полученной им в 1966 году [Финансовое состояние..., www].

Таблица 1 - Таблица Бивера

Индикаторные показатели модели Бивера	Значения			
	Номер показателя, формулы	III группа кризисное финансовое положение	II группа среднее (неустойчивое) финансовое положение	I группа нормальное финансовое положение
Коэффициент У. Бивера	(1)	$KB < -0,15$	$-0,15 \leq KB \leq 0,4$	$KB > 0,4$
Коэффициент текущей ликвидности	(2)	$КТЛ < 1,2$	$1,2 \leq КТЛ \leq 2$	$КТЛ > 2$
Экономическая рентабельность	(3)	$ЭР < 0,01$	$0,01 \leq ЭР \leq 0,068$	$ЭР > 0,068$
Рабочий капитал	(4)	$PK < 0,1$	$0,1 \leq PK \leq 0,4$	$PK > 0,4$
Кредитное плечо	(5)	$KП > 0,8$	$0,35 \leq KП \leq 0,8$	$KП < 0,35$

Структура правых трех столбцов одинакова, - в них задаются диапазоны значений каждого из рассматриваемых коэффициентов. В заголовках этих столбцов записаны характеристики финансового положения предприятия.

Отметим две особенности информации, описывающей финансовое состояние предприятия:

- границы диапазонов для всех коэффициентов разные;
- суждение о вероятности банкротства предприятия весьма расплывчато (отражено в названии столбцов) и не имеет числового выражения.

Кроме того, имеется принципиальная трудность – по пяти параметрам, каждый из которых может рассматриваться как критерий оценки вероятности банкротства, невозможно сделать однозначный вывод о вероятности банкротства. Далее предлагается рассмотреть некоторые интегральные критерии для модели Бивера и проверить их работоспособность на практическом примере.

Нормировка индикаторных показателей модели Бивера

После выявления данного недостатка модели, нами было принято решение разработать единый интегральный показатель, позволяющий путем агрегирования всех коэффициентов сделать четкий, однозначный вывод о финансовом состоянии организации относительно вероятности банкротства.

Как было сказано выше, одной из трудностей применения модели Бивера является разная масштабность значений индикаторных параметров.

Для разрешения этой ситуации был разработан следующий подход. На первом этапе все коэффициенты, рассчитанные в модели У. Бивера, *нормируются*. Предлагаемая процедура нормировки индикаторных показателей Бивера, позволяет с одной стороны уточнить численные значения вероятности банкротства по каждому из показателей, а с другой стороны переводит значения разных показателей в единую шкалу, позволяющую более точно судить о вероятности

банкротства ко каждому из показателей. То есть индикаторные показатели модели Бивера преобразуются в модифицированные коэффициенты: k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 , значения которых находятся в промежутке от 0 до 1, $0 \leq k_i \leq 1$ ($i = \overline{1, 5}$). Индекс i отвечает своему индикаторному показателю модели Бивера.

Пересчет каждого из индикаторных показателей модели Бивера в коэффициенты k_i ($i = \overline{1, 4}$) осуществляется по формулам

$$k_i = F_i(x_i) \stackrel{def}{=} \begin{cases} 1 & \text{при } x_i < a_i, \\ \frac{b_i - x_i}{b_i - a_i} & \text{при } a_i \leq x_i \leq b_i, \\ 0 & \text{при } x_i > b_i. \end{cases} \quad (6)$$

Здесь:

x_i - значение i -го индикаторного показателя модели Бивера;

a_i и b_i - соответственно нижняя и верхняя границы i -го показателя для среднего (неустойчивого) финансового положения фирмы (числовые значения заданы предпоследним столбцом таблицы 1).

Для показателя k_5 (кредитное плечо; $i = 5$) по экономическому смыслу используем другую функцию

$$k_5 = F_5(x_5) \stackrel{def}{=} \begin{cases} 0 & \text{при } x_5 < a_5, \\ \frac{x_5 - a_5}{b_5 - a_5} & \text{при } a_5 \leq x_5 \leq b_5, \\ 1 & \text{при } x_5 > b_5. \end{cases} \quad (7)$$

Смысл величин x_5, a_5, b_5 тот же, что и в предыдущих случаях.

Функции (6), (7) представляют собой аналог интегральной функции распределения (вероятность наступления банкротства) для равномерно распределенной случайной величины x_i (значение i -го индикаторного показателя модели Бивера), на отрезке $[a_i, b_i]$.

Линейная функциональная зависимость (6) от величины показателя x_i убывающая, означает, что вероятность банкротства тем выше, чем ближе величина x_i ($a_i \leq x_i \leq b_i, i = \overline{1, 4}$) к левой границе отрезка $[a_i, b_i]$ и, соответственно, –

ниже чем ближе величина x_i к правой границе того же отрезка. Для $i = 5$ функциональная зависимость (7) – противоположная (возрастающая).

Графически функции (6) и (7) изображаются следующим образом:

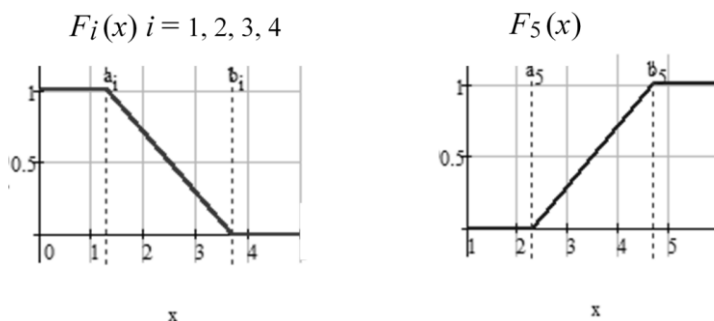


Рисунок 1 - Функции (6) и (7)

Агрегирование индикаторных показателей

На втором этапе производится агрегирование индикаторных показателей. Процедур агрегирования может быть много. При этом все они содержат то или иное суждение о неопределенности или значимости критериев (индикаторных показателей).

Например, критерий Лапласа, основанный на принципе недостаточного обоснования предпочтения среди рассматриваемых коэффициентов, в качестве интегральной оценки, использует среднее арифметическое значение показателей [Богоявленский, 2014; Костевич, 2008]. В нашем случае интегральным показателем считаем среднее арифметическое пяти коэффициентов

$$L = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 k_j \quad (8)$$

Далее, углубляясь в экономический смысл получившейся усовершенствованной модели, приходим к выводу о том, что коэффициенты, рассчитываемые по модели, вообще говоря, могут быть не равноправными и иметь каждый свой вес. Эти веса для предприятий в разных отраслях могут отличаться от отрасли к отрасли. В такой ситуации часто применяется метод экспертных оценок [Данелян, 2015]. В нашем случае он может быть построен следующим образом. Эксперты задают каждому коэффициенту модели Бивера вес от 0 до 10: $0 \leq P_i \leq 10$ ($i = \overline{1, 5}$). При этом эксперты учитывают особенности и специфику рассматриваемых предприятий (большое количество основных средств, важность такого показателя как амортизация и многие другие факторы). В этом случае интегральный показатель вычисляется по формуле

$$H = \sum_{i=1}^5 \lambda_i \cdot k_i, \text{ где } \lambda_i \stackrel{\text{def}}{=} \frac{P_i}{\sum_{j=1}^5 P_j} \quad (i = \overline{1, 5}). \quad (9)$$

Величины весовых коэффициентов λ_i очевидно удовлетворяют условиям:

$$0 \leq \lambda_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^5 \lambda_i = 1$$

. Интегральный показатель H является средней взвешенной коэффициентов модели Бивера.

В отличие от интегрального критерия Лапласа (L) обобщенный критерий Гурвица (H) учитывает неравнозначность коэффициентов k_i .

После введения в рассмотрение интегральных показателей L или H получаем однозначную оценку вероятности банкротства.

Вывод о вероятности банкротства предприятия делаем путем сравнения интегральных показателей L и H с числом $L_v = 0,5$ по следующему правилу:

а) если интегральные показатели H и $L \geq L_v$ - предприятие финансово не устойчиво относительно вероятности банкротства;

б) если интегральные показатели H и $L < L_v$ - финансово устойчиво относительно вероятности банкротства;

в) в остальных случаях требуется дополнительное исследование.

Таким образом, основе полученных результатов, мы можем оценить состояние компании с учетом вероятности ее банкротства и принять необходимые меры для улучшения финансовой ситуации.

Оценка вероятности банкротства конкретного предприятия

Рассмотрим пример применения изложенной методики для анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия АО «Водоканал-Мытищи» в городе Мытищи Московской области.

Исходные данные для расчетов взяты из открытых источников [Бухгалтерская отчетность..., www]. Экономические показатели в тыс. Р за шесть лет, приведенные ниже, расположены в столбцах, что соответствует годам с 2017 года по 2022 год.

Таблица 2 - Данные бухгалтерского баланса АО «Водоканал-Мытищи»

$ЧП: = \begin{pmatrix} 2982 \\ 41912 \\ 6150 \\ 36663 \\ 1854 \\ 864 \end{pmatrix}$	$A: = \begin{pmatrix} -1199181 \\ -1304622 \\ -1337327 \\ -1401154 \\ -1423542 \\ -1575383 \end{pmatrix}$	$ЗК: = \begin{pmatrix} 262092 \\ 288639 \\ 284346 \\ 328013 \\ 497235 \\ 686459 \end{pmatrix}$	$ОА: = \begin{pmatrix} 608971 \\ 660598 \\ 656136 \\ 712370 \\ 832409 \\ 1036133 \end{pmatrix}$
$ТО: = \begin{pmatrix} 262092 \\ 288639 \\ 224074 \\ 327731 \\ 443198 \\ 644815 \end{pmatrix}$	$ВБ: = \begin{pmatrix} 717939 \\ 786398 \\ 788255 \\ 893508 \\ 1070273 \\ 1256149 \end{pmatrix}$	$СК: = \begin{pmatrix} 455847 \\ 497759 \\ 506909 \\ 565495 \\ 573038 \\ 569690 \end{pmatrix}$	$ВА: = \begin{pmatrix} 108968 \\ 125800 \\ 132119 \\ 181138 \\ 237864 \\ 220016 \end{pmatrix}$

Содержание таблицы использует нотацию математического пакета Mathcad [Черняк, 2003]. Дальнейшие расчеты, построение графиков производились также в Mathcad.

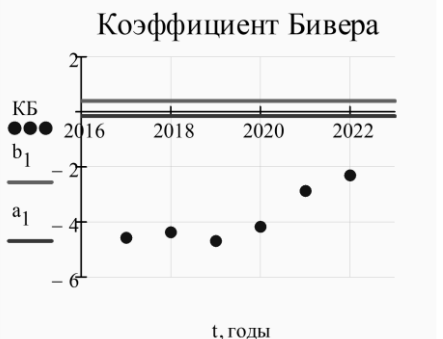
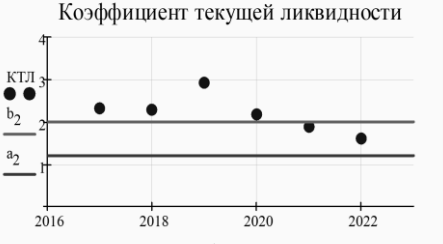
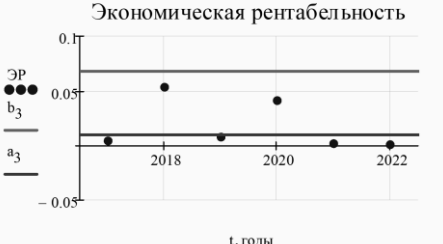
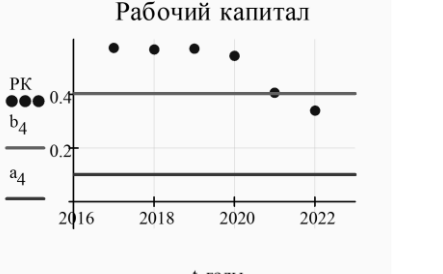
Обозначим граничные значения индикаторных переменных модели Бивера, находящиеся в предпоследнем столбце таблицы 1, через векторы **a** и **b** :

$$a = (a_1 = -0,15 \quad a_2 = 1,2 \quad a_3 = 0,01 \quad a_4 = 0,1 \quad a_5 = 0,35),$$

$$b = (b_1 = 0,4 \quad b_2 = 2 \quad b_3 = 0,068 \quad b_4 = 0,4 \quad b_5 = 0,80).$$

Вычислим индикаторные переменные модели Бивера по формулам (1) – (5). Последовательность и результаты вычислений представлены в Таблице 3.

Таблица 3 - Алгоритм вычисления нормированных показателей

№ формулы соответствующего показателя, числовые значения, упорядоченные по годам	Динамика показателей по годам	Нормированный <i>i</i> -й показатель с числовыми значениями, упорядоченными по годам
$(1) \quad KB := \frac{ЧП + A}{3K} = \begin{pmatrix} -4,564 \\ -4,375 \\ -4,682 \\ -4,16 \\ -2,859 \\ -2,294 \end{pmatrix}$		$(6) \Rightarrow_{i=1} k_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$
$(2) \quad KTL := \frac{OA}{TO} = \begin{pmatrix} 2,324 \\ 2,289 \\ 2,928 \\ 2,174 \\ 1,878 \\ 1,607 \end{pmatrix}$		$(6) \Rightarrow_{i=2} k_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0,152 \\ 0,491 \end{pmatrix}$
$(3) \quad ЭР := \frac{ЧП}{ВБ} = \begin{pmatrix} 0,004 \\ 0,053 \\ 0,008 \\ 0,041 \\ 0,002 \\ 0,001 \end{pmatrix}$		$(6) \Rightarrow_{i=3} k_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0,254 \\ 1 \\ 0,465 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$
$(4) \quad РК := \frac{СК - ВА}{OA} = \begin{pmatrix} 0,57 \\ 0,563 \\ 0,567 \\ 0,54 \\ 0,403 \\ 0,337 \end{pmatrix}$		$(6) \Rightarrow_{i=4} k_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0,208 \end{pmatrix}$

№ формулы соответствующего показателя, числовые значения, упорядоченные по годам	Динамика показателей по годам	Нормированный <i>i</i> -й показатель с числовыми значениями, упорядоченными по годам
$(5) \quad КП := \frac{ЗК}{ВБ} = \begin{pmatrix} 0,004 \\ 0,053 \\ 0,008 \\ 0,041 \\ 0,002 \\ 0,001 \end{pmatrix}$	<p style="text-align: center;">Кредитное плечо</p>	$(7) \quad \Rightarrow_{i=5} k_5 = \begin{pmatrix} 0,033 \\ 0,038 \\ 0,024 \\ 0,038 \\ 0,255 \\ 0,437 \end{pmatrix}$

После этого вычислим интегральные показатели (критерии) *L* и *H* по формулам (8) и (9) для рассматриваемых шести моментов времени:

$$L: = \frac{1}{5} (k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5) = \begin{pmatrix} 0,407 \\ 0,258 \\ 0,405 \\ 0,301 \\ 0,481 \\ 0,627 \end{pmatrix}_{t=2017 \dots t=2022}.$$

Для вычисления интегрального показателя *H* используем экспертные оценки степени важности коэффициентов k_i по изложенному выше методу. Весовые коэффициенты полагаем равными:

$$P_1 = 8, P_2 = 6, P_3 = 3, P_4 = 5, P_5 = 4 \xrightarrow{(9)} \lambda_1 = \frac{4}{13}, \lambda_2 = \frac{3}{13}, \lambda_3 = \frac{3}{26}, \lambda_4 = \frac{5}{26}, \lambda_5 = \frac{2}{13}.$$

По формуле (9) для шести моментов времени получим

$$H: = \lambda_1 \cdot k_1 + \lambda_2 \cdot k_2 + \lambda_3 \cdot k_3 + \lambda_4 \cdot k_4 + \lambda_5 \cdot k_5 = \begin{pmatrix} 0,428 \\ 0,343 \\ 0,427 \\ 0,367 \\ 0,497 \\ 0,644 \end{pmatrix}_{t=2017 \dots t=2022}.$$

Изобразим на графике динамику вероятности банкротства АО «Водоканал-Мытищи» по критериям *L* и *H*:

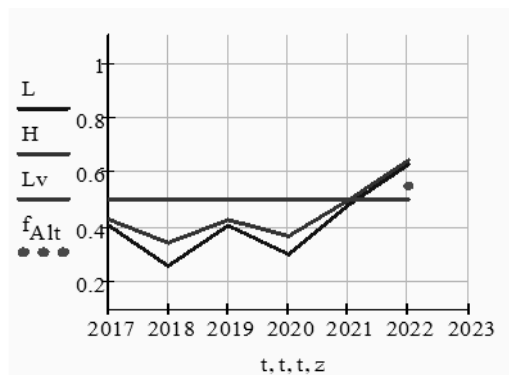


Рисунок 3 - Динамика вероятности банкротства

Содержательный анализ результатов решения задачи об оценке вероятности банкротства предприятия на основе предложенного метода

По результатам проделанных вычислений можно сделать вывод, что на предприятии финансовое состояние АО «Водоканал-Мытищи» в период с 2017 по 2020 год вероятность банкротства была ниже уровня $L_v = 0,5$.

Об этом говорят интегральные показатели L и H поскольку за шесть рассматриваемых лет (2017-2022) графики L и H не пересекают порог в 0,5.

На рисунке 3 за 2021 и 2022 гг. финансовое состояние АО «Водоканал-Мытищи» ухудшилось по сравнению с предыдущими годами. А для $t = 2022$ показатели L и H превышают порог $L_v = 0,5$ ($L > L_v$ и $H > L_v$), т.е. наши критерии указывают на то, что вероятность банкротства выше нежели вероятность его не наступления. Этому есть содержательное объяснение. Согласно бухгалтерской отчетности, наблюдается постепенное устаревание основных средств пиком которого явился 2022 год, этому свидетельствует увеличение амортизации. Вероятно, с целью обновления основных фондов были взяты кредиты и займы, вследствие чего мы и наблюдаем существенное увеличение заемного капитала в 2021 и 2022 годах, а также увеличение текущих обязательств в аналогичном периоде. В сочетании со значительным снижением чистой прибыли и отсутствием увеличения собственного капитала вышеописанные факторы подводят предприятие в 2021-2022 к неустойчивому финансовому состоянию относительно вероятности банкротства.

Заметим, что вывод о банкротстве данной организации в последние два года подтверждается финансовым анализом АО «Водоканал-Мытищи» [Финансовый анализ..., www], что подтверждает работоспособность предложенного метода оценки вероятности банкротства.

Для сравнения вывода о вероятности банкротстве АО «Водоканал-Мытищи» проведем вычисления по пятифакторной модели Альтмана [Перерва, Степанов, Незимова, 2017; Altman, 1984].

Данная модель представляет собой оценку вероятности банкротства для компаний, не представленных на фондовых рынках, по формуле

$$Z = 0,717 \cdot K_1 + 0,847 \cdot K_2 + 3,107 \cdot K_3 + 0,420 \cdot K_4 + 0,998 \cdot K_5, \quad (10)$$

где факторы K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 вычисляются по данным бухгалтерской отчетности предприятия:

$$K_1 \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\text{собственный оборотный капитал}}{\text{сумма активов}} = \frac{569690}{1256149} = 0,454;$$

$$K_2 \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\text{нераспределенная прибыль}}{\text{сумма активов}} = \frac{-452784}{1256149} = -0,36;$$

$$K_3 \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\text{операционная прибыль}}{\text{сумма активов}} = \frac{77532}{1256149} = 0,062;$$

$$K_4 \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\text{собственный капитал}}{\text{обязательства}} = \frac{569690}{686459} = 0,83;$$

$$K_5 \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\text{выручка}}{\text{сумма активов}} = \frac{1783680}{1256149} = 1,42.$$

Подставим найденные значения факторов в формулу (10)

$$Z = 0,717 \cdot K_1 + 0,847 \cdot K_2 + 3,107 \cdot K_3 + 0,420 \cdot K_4 + 0,998 \cdot K_5 = 1,977.$$

По величине Z судят о вероятности банкротства предприятия по следующему правилу (см. Таблицу 4.)

Таблица 4 - Таблица Альтмана

Границы значений коэффициента Альтмана (10)		
Зона финансового риска «красная зона»	Зона неопределенности «серая зона»	Зона финансовой устойчивости «зеленая зона»
$Z < 1,23$	$1,23 \leq Z \leq 2,289$	$Z > 2,289$

Найденное значение $Z = 1,977$ попадает в зону неопределенности. Нормируем функцию Z по формуле (6). Для этого используем граничные значения функции серой зоны ($a_{Alt} = 1,23$, $b_{Alt} = 2,289$) для функции.

Нормированная функция Альтмана имеет вид:

$$f_{Alt}(Z) \stackrel{\text{def}}{=} \begin{cases} 1 & \text{при } Z < a_{Alt}, \\ \frac{b_{Alt}-Z}{b_{Alt}-a_{Alt}} & \text{при } a_{Alt} \leq x_i \leq b_{Alt}, \\ 0 & \text{при } x_i > b_{Alt}. \end{cases} \quad (11)$$

Функция (11) построена по тому же принципу, который применялся для нормировки индикаторных показателей модели Бивера (см. (6)).

Значения нормированной функции Альтмана, очевидно, удовлетворяют неравенствам $0 \leq f_{Alt}(Z) \leq 1$, что позволяет более точно говорить о вероятности банкротства предприятия, в то время как Таблица 4 дает лишь качественный ответ (в терминах: «красная», «серая», «зеленая» зоны) на поставленный вопрос.

Итак, в нашем случае $f_{Alt}(1,977) \stackrel{\text{def}}{=} 0,55 = f_{Alt} > Lv$.

На рисунке 3 значение показателя f_{Alt} обозначено точкой для 2022 года. Как видно из рисунка 3 значение показателя f_{Alt} близко к значениям L и H для того же года. Что свидетельствует о работоспособности предложенного алгоритма оценки банкротства.

Заключение

Описывается алгоритм расчетов, который может быть использован для проведения анализа. Приводятся результаты применения предложенного алгоритма для оценки риска банкротства конкретного предприятия. Вывод о банкротстве рассмотренного предприятия подтвержден сведениями из Бухгалтерской отчетности АО «Водоканал-Мытищи». Кроме того, для сравнения оценок банкротства предприятия, были проведены расчеты по модели Альтмана. При этом получены близкие результаты.

Библиография

1. Богоявленский С.Б. Теоретические и практические аспекты принятия решений в условиях неопределенности и риска. СПб., 2014. 119 с.
2. Бухгалтерская отчетность АО «Водоканал-Мытищи». URL: https://www.testfirm.ru/result/5029088173_aovodokanal-mytishchi?utm_source=audit-it
3. Данелян Т.Я. Формальные методы экспертных оценок // Статистика и экономика. 2015. № 1. С. 183-187.
4. Костевич Л.С. Исследование операций. Теория игр. Минск, 2008. 368 с.
5. Обзор основных моделей оценки вероятности банкротства предприятий. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35684867>
6. Перерва О.Л., Степанов С.Е., Незимова С.С. Сравнение эконометрических моделей и методов бизнесаналитики предсказания банкротства предприятий // Наукоедение. 2017. Том 9. № 6. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/82EVN617.pdf>
7. Серебренников С.С. Основы бухгалтерского учета и анализа. М., 2018. 448 с.
8. Толпегина О.А. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности. Часть 2: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2020. 182 с.
9. Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» от 26.10.2002 № 127-ФЗ (последняя редакция).
10. Финансовое состояние АО «ВОДОКАНАЛ-МЫТИЩИ». URL: https://www.testfirm.ru/result/5029088173_aovodokanal-mytishchi?utm_source=audit-it
11. Финансовый анализ АО «Водоканал-Мытищи». URL: https://www.testfirm.ru/result/5029088173_aovodokanal-mytishchi?utm_source=audit-it
12. Черняк А.А. Математика для экономистов на базе Mathcad. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 496 с.
13. Altman E.I. A further empirical investigation of the bankruptcy cost question // The Journal of Finance. 1984. Vol. 39. № 4. P. 1067-1089.
14. Beaver W. Financial Ratios as Predictors of Failure // Journal of Accounting Research. 1966. Vol. 4. P. 71-111.

Analysis of the probability of bankruptcy of an enterprise based on the William Beaver financial ratios system, supplemented by an integral estimation of the risk of bankruptcy

Vladimir A. Boikov

PhD in Applied Mathematics, Senior Researcher,
Professor of the Department of Mathematical Methods and Business Informatics,
Odintsovo Branch,
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
143000, 3, Novo-Sportivnaya str., Odintsovo, Russian Federation;
e-mail: vboikov@inbox.ru

Evgeniya V. Zuikova

Bachelor of Economics,
Odintsovo Branch,
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
143000, 3, Novo-Sportivnaya str., Odintsovo, Russian Federation;
e-mail: zuykova.e@odin.mgimo.ru

Alina A. Lysenko

Bachelor of Economics,
Odintsovo Branch,
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
143000, 3, Novo-Sportivnaya str., Odintsovo, Russian Federation;
e-mail: lysenko.a@odin.mgimo.ru

Abstract

In today's economic environment, competition and risk play a key role in making financial decisions. Estimating the probability of bankruptcy has become an integral part of financial analysis. The bankruptcy of an organization can negatively affect creditors, investors and employees, so the prediction and leveling of financial risks becomes an important task for all stakeholders. There are a number of models for assessing the probability of bankruptcy of enterprises, including international and domestic ones. The article considers William Beaver's model for estimating the probability of bankruptcy of an enterprise. The indicator indicators of the W. Beaver model include such factors as the Beaver ratio, liquidity, economic profitability, financial leverage and working capital. This model has a system that is difficult to interpret for developing a unified assessment of the probability of bankruptcy. To improve the accuracy of the forecast, it is proposed to modify the system of indicators of William Beaver, with the help of which integral indicators are formulated to assess the risk of bankruptcy. A calculation algorithm is described that can be used for analysis. The results of applying the proposed algorithm for assessing the risk of bankruptcy of a particular enterprise are presented. The conclusion about the bankruptcy of the considered enterprise is confirmed by the information from the accounting statements of JSC "Vodokanal-Mytishchi". In addition, to compare estimates of the bankruptcy of the enterprise, calculations were carried out using the Altman model. At the same time, similar results were obtained.

For citation

Boikov V.A., Zuikova E.A., Lysenko A.A. (2023) Analiz veroyatnosti bankrotstva predpriyatiya na osnove modeli Bivera, dopolnennoi integral'noi otsenkoi riska bankrotstva [Analysis of the probability of bankruptcy of an enterprise based on the William Beaver financial ratios system, supplemented by an integral estimation of the risk of bankruptcy]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (7A), pp. 396-409. DOI: 10.34670/AR.2023.95.19.043

Keywords

Financial analysis, probability of bankruptcy, indicator ratios, William Beaver's model, Altman model.

References

1. Altman E.I. (1984) A further empirical investigation of the bankruptcy cost question. *The Journal of Finance*, 39, 4, pp. 1067-1089.
2. Beaver W. (1966) Financial Ratios as Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research*, 4, pp. 71-111.
3. Bogoyavlenskii S.B. (2014) *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty prinyatiya reshenii v usloviyakh neopredelennosti i riska* [Theoretical and practical aspects of decision making under conditions of uncertainty and risk]. St. Petersburg.

4. *Bukhgalterskaya otchetnost' AO «Vodokanal-Mytishchi»* [Accounting statements of JSC Vodokanal-Mytishchi]. Available at: https://www.testfirm.ru/result/5029088173_ao-vodokanal-mytishchi?utm_source=audit-it [Accessed 06/06/2023]
5. Chernyak A.A. (2003) *Matematika dlya ekonomistov na baze Mathcad* [Mathematics for economists based on Mathcad]. St. Petersburg: BKhV-Peterburg Publ.
6. Danelyan T.Ya. (2015) Formal'nye metody ekspertnykh otsenok [Formal methods of expert assessments]. *Statistika i ekonomika* [Statistics and Economics], 1, pp. 183-187.
7. *Federal'nyi zakon «O nesostoyatel'nosti (bankrotstve)» ot 26.10.2002 № 127-FZ (poslednyaya redaktsiya)* [Federal Law “On Insolvency (Bankruptcy)” dated October 26, 2002 No. 127-FZ (last edition)].
8. *Finansovoe sostoyanie AO «VODOKANAL-MYTISHCHI»* [Financial condition of JSC VODOKANAL-MYTISHCHI]. Available at: https://www.testfirm.ru/result/5029088173_ao-vodokanal-mytishchi?utm_source=audit-it [Accessed 06/06/2023]
9. *Finansovyi analiz AO «Vodokanal-Mytishchi»* [Financial analysis of JSC Vodokanal-Mytishchi]. Available at: https://www.testfirm.ru/result/5029088173_ao-vodokanal-mytishchi?utm_source=audit-it [Accessed 06/06/2023]
10. Kostevich L.S. (2008) *Issledovanie operatsii. Teoriya igr* [Operations research. Game theory]. Minsk.
11. *Obzor osnovnykh modelei otsenki veroyatnosti bankrotstva predpriyatii* [Review of the main models for assessing the probability of bankruptcy of enterprises]. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35684867> [Accessed 06/06/2023]
12. Pererva O.L., Stepanov S.E., Nezimova S.S. (2017) *Sravnenie ekonometricheskikh modelei i metodov biznesanalitiki predskazaniya bankrotstva predpriyatii* [Comparison of econometric models and methods of business analytics for predicting the bankruptcy of enterprises]. *Naukovedenie* [Science of science], 9, 6. Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/82EVN617.pdf> [Accessed 06/06/2023]
13. Serebrennikov S.S. (2018) *Osnovy bukhgalterskogo ucheta i analiza* [Fundamentals of accounting and analysis]. Moscow.
14. Tolpegina O.A. (2020) *Kompleksnyi ekonomicheskii analiz khozyaistvennoi deyatelnosti. Chast' 2: uchebnik i praktikum dlya vuzov* [Comprehensive economic analysis of economic activity. Part 2: textbook and workshop for universities]. Moscow: Yurait Publ.