

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА БЛИЗОСТИ К БАНКРОТСТВУ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ЭКОНОМЕТРИКИ

Сергей Васильевич БУХАРИН<sup>а\*</sup>, Виктория Викторовна ПАРАСКЕВИЧ<sup>б</sup>

<sup>а</sup> доктор технических наук, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Российская Федерация  
svbuharin@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2997-3634>  
SPIN-код: 9330-2964

<sup>б</sup> студентка 5 курса факультета экономики и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Российская Федерация  
viktoriyparaskevic@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2598-6673>  
SPIN-код: 7908-6738

\* Ответственный автор

### История статьи:

Получена 28.03.2018  
Получена в доработанном виде 02.04.2018  
Одобрена 16.04.2018  
Доступна онлайн 27.06.2018

УДК 330.4

JEL: C01, C13, G33, G34

### Аннотация

**Предмет.** Анализируется методика сравнения результатов различных методов оценки степени близости к банкротству. Отмечено, что отсутствие единого подхода не позволяет повысить надежность полученных результатов за счет сопоставления двух или более методов, выявления причин расхождения оценок и соответствующей их коррекции.

**Цели.** Разработка единого подхода к сравнению результатов различных методов оценки степени близости к банкротству путем введения обобщенного показателя финансового состояния на основе современных методов эконометрики.

**Методология.** Методы теории экспертных систем, нечетких множеств, анализа иерархий Т. Саати, ранговых статистик, корреляционного анализа.

**Результаты.** С использованием теории экспертных систем предложен единый обобщенный показатель финансового состояния предприятий. На основе современного метода анализа иерархий для метода Бивера, традиционно оценивающего лишь разрозненные признаки, введено интегральное рейтинговое число, в скоринговом анализе доказана обоснованность выбора весовых балльных оценок, для метода Р.С. Сайфуллина, Г.Г. Кадыкова в целях учета различной значимости признаков в рейтинговом числе введен вектор приоритетов. В итоге показано, что результаты всех трех методов удовлетворяют введенному обобщенному показателю и могут сравниваться с единых позиций. Для сравнения использовались различные модели корреляционного анализа: коэффициент корреляции Пирсона и коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

**Выводы.** Введение обобщенного показателя финансового состояния позволило на единой методологической основе сравнить результаты трех распространенных методов анализа степени близости к банкротству: системы показателей Бивера, скорингового анализа, метода Р.С. Сайфуллина, Г.Г. Кадыкова. Показано, что научно обоснованный выбор весовых коэффициентов обобщенного показателя финансового состояния может быть успешно осуществлен на основе современного метода анализа иерархий. Установлено, что все три метода дают качественно одинаковую картину разделения предприятий на «нормальные» и «неудовлетворительные».

### Ключевые слова:

банкротство, рейтинг, Бивер, скоринг, корреляция

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

**Для цитирования:** Бухарин С.В., Параскевич В.В. Повышение эффективности анализа близости к банкротству на основе методов эконометрики // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2018. – Т. 17, № 6. – С. 1178 – 1196.  
<https://doi.org/10.24891/ea.17.6.1178>

## Введение

Актуальность проблемы оценки вероятности банкротства подтверждается появлением в настоящее время все большего количества работ, посвященных законодательным аспектам процедуры банкротства, в том числе процессуальным вопросам оценки финансового состояния предприятий и прогнозирования банкротства (см., например, работы [1–3]).

Кроме общетеоретических вопросов анализа финансового состояния предприятий, оценки структуры капитала, финансовой устойчивости и степени близости к банкротству [4, 5] все большее внимание уделяется развитию и сравнению различных моделей риска банкротства<sup>1</sup>. Разрабатываются различные методики предупреждения банкротства, анализируются методы и модели оценки финансовой устойчивости предприятий. Особо следует отметить то, что в настоящее время наблюдается тенденция интеграции различных подходов к анализу устойчивости, основанная на поиске обобщенных показателей оценки финансового состояния предприятий [6–9].

Разумеется, сравнительный анализ подходов к прогнозированию вероятности банкротства различных организаций должен проводиться с учетом их специфики. Так, выделяются области применения методов анализа финансового состояния в промышленности, сельском хозяйстве, коммерческих торговых организациях. Даже при анализе промышленных предприятий выбор наиболее информативных финансовых коэффициентов и их относительная значимость при построении рейтинговых оценок различаются, например, в металлургии и в сахарном производстве [10–14].

Важным средством повышения эффективности и надежности методов анализа близости к банкротству является совместное (комиссионное) использование разных методов. Однако сравнительный анализ

результатов нескольких методов для выявления различий оценок и их коррекции является серьезной проблемой. Это связано с использованием различных множеств, используемых финансовых коэффициентов, разными способами нормировки этих коэффициентов, выбором весовых коэффициентов результирующих рейтинговых оценок (если они вообще используются).

Среди зарубежных методов оценки близости предприятий к банкротству рассмотрим методы показателей Бивера и скорингового анализа, а среди отечественных – метод Р.С. Сайфуллина, Г.Г. Кадыкова. Все эти методы используют общие принципы теории экспертных систем: выбор наиболее информативных финансовых коэффициентов (признаков), нормировку признаков на границы соответствующих нормальных ограничений, классификацию финансового состояния предприятий<sup>2</sup> [15].

Вместе с тем прямое сравнение результатов оценки этих методов невозможно по следующим причинам: в скоринговом анализе определяется единое рейтинговое число, выраженное в баллах, а методом Бивера оцениваются разрозненные финансовые коэффициенты. Часть из этих коэффициентов может удовлетворять нормальным ограничениям (соответствующим неравенствам), а другая часть – не удовлетворять. В результате невозможно сделать уверенный вывод о качестве финансового состояния в целом. Метод Р.С. Сайфуллина, Г.Г. Кадыкова предполагает построение рейтингового числа, однако комплексные весовые коэффициенты этого числа построены так, что все признаки финансового состояния считаются равнозначными.

Поэтому первостепенной задачей является введение обобщенного показателя финансового состояния предприятия, которое позволило бы на единой методологической основе сравнить результаты различных методов анализа близости к банкротству. В основе построения и использования такого

<sup>1</sup> Попова Л.В., Маслова И.А. Учет и анализ банкротств. М.: Дело и сервис, 2009. 240 с.; Ендовицкий Д.А., Любушин Н.П., Бабичева Н.Э. Финансовый анализ. М.: КноРус, 2015. 256 с.

<sup>2</sup> Попова Л.В., Маслова И.А. Учет и анализ банкротств. М.: Дело и сервис, 2009. 240 с.

показателя лежат современные методы эконометрики, в том числе методы интеллектуального анализа (data mining) [16]: нечетко-множественная лингвистическая шкала, метод анализа иерархий Т. Саати, теория экспертных систем, ранговые статистики, корреляционный анализ [15–18].

Основными задачами, решаемыми в данном случае, являются построение рейтингового числа для метода показателей Бивера, модификация рейтингового числа метода Р.С. Сайфуллина, Г.Г. Кадыкова и балльной оценки скорингового анализа в целях обоснования их соответствия введенному обобщенному показателю финансового состояния. При решении этих задач сочетается учет наиболее информативных финансовых показателей с определением весовых коэффициентов рейтинга научно обоснованным методом анализа иерархий Т. Саати. В качестве информационной базы использованы данные бухгалтерской отчетности отечественных промышленных предприятий.

Важным этапом верификации предложенной методики является установление соответствия между оценками финансового состояния предприятий, оцениваемых на основе системы показателей Бивера, метода Р.С. Сайфуллина, Г.Г. Кадыкова и соответствующими оценками скорингового анализа Д. Дюрана. Эффективным инструментом установления такого соответствия является корреляционный анализ. Для повышения надежности оценивания связи множества результатов следует использовать два различных подхода: расчет коэффициента корреляции Пирсона и коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

### Обобщенный показатель системы Бивера

Система Бивера не предполагает построения рейтингового числа. Поэтому исследование сводится к расчету разрозненных финансовых коэффициентов, часть из которых может удовлетворять нормальным ограничениям, а часть – не удовлетворять. Общая оценка при этом оказывается неоднозначной. Для устранения этого недостатка предложим

методику построения обобщенного показателя финансового состояния, которую распространим далее и на другие методы. Для сравнимых методов оценки степени близости предприятий к банкротству согласно теории экспертных систем [15] введем единый обобщенный показатель финансового состояния по следующей формуле:

$$J = \frac{\sum_{i=1}^m V_i \hat{x}_i}{\sum_{i=1}^m V_i}, \quad (1)$$

где  $m$  – общее количество учитываемых признаков;

$V_i$  – весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность отдельных признаков;

$x_i$  – переменные (финансовые коэффициенты), называемые признаками;

$\hat{x}_i$  – признаки, нормированные делением на границу нормальных ограничений  $x_i^{\text{норм}}$ .

При анализе конкретных методов признаки  $x_i$  и показатель (1) будут иметь различный смысл. Так, при исследовании системы Бивера обозначим обобщенный показатель как  $J_B$ , а используемые финансовые коэффициенты  $V_i$  и нормальные ограничения  $V_i^{\text{норм}}$  имеют следующий вид<sup>3</sup> [15].

*Коэффициент Бивера  $V_1$ :*

$$V_1 = \frac{\text{Чистая прибыль} + \text{Амортизация}}{\text{Заемный капитал}}, \quad (2)$$

$$V_1^{\text{норм}} > 0,35.$$

*Коэффициент текущей ликвидности  $V_2$ :*

$$V_2 = \frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Текущие обязательства}}, \quad (3)$$

$$V_2^{\text{норм}} > 2.$$

*Экономическая рентабельность  $V_3$ :*

$$V_3 = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Валюта баланса}} 100\%, \quad (4)$$

$$V_3^{\text{норм}} > 6\%.$$

<sup>3</sup> Попова Л.В., Маслова И.А. Учет и анализ банкротств. М.: Дело и сервис, 2009. 240 с.

Финансовый рычаг (леверидж)  $B_4$ :

$$B_4 = \frac{\text{Заемный капитал}}{\text{Валюта баланса}}, \quad (5)$$

$$B_4^{\text{норм}} < 0,35.$$

Коэффициент покрытия оборотных активов собственными оборотными средствами  $B_5$ :

$$B_5 = \frac{\text{СОС}}{\text{Оборотные активы}}, \quad (6)$$

$$B_5^{\text{норм}} > 0,4,$$

где СОС = Собственный капитал – Внеоборотные активы.

Рассчитаем финансовые коэффициенты системы Бивера для 10 предприятий по статьям балансов (табл. 1).

Перейдем к расчету нормированных признаков, используемых в формуле (1), для обобщенного показателя системы Бивера.

Согласно теории экспертных систем [15], признаки  $x_1$ – $x_3$ ,  $x_5$  относятся к признакам положительного эффекта, то есть с их увеличением обобщенный показатель  $J$  также возрастает.

Такие признаки нормируются делением на соответствующие границы нормальных ограничений  $B_i^{\text{норм}}$ ,  $i = 2$ – $4$ .

Признак же  $x_4$  является признаком отрицательного эффекта, то есть с его увеличением значение показателя  $J$  уменьшается.

Для признаков отрицательного эффекта используется «обратная» нормировка: граница нормального ограничения  $B_4^{\text{норм}}$  (в нашем случае 0,35) делится на значение признака  $x_4$ .

Значение этих нормировок состоит в следующем: исходные финансовые коэффициенты  $\{B_i\}$  и соответствующие признаки  $\{x_i\}$  могут иметь различные интервалы изменения, а все нормированные признаки  $x_i$  единообразно принимают значение единицы на границе соответствующих нормальных ограничений [15]:

$$\hat{x}_1 = B_1 / B_1^{\text{норм}} = B_1 / 0,35;$$

$$\hat{x}_2 = B_2 / B_2^{\text{норм}} = B_2 / 2;$$

$$\hat{x}_3 = B_3 / B_3^{\text{норм}} = B_3 / 6;$$

$$\hat{x}_4 = B_4^{\text{норм}} / B_4 = 0,35 / B_4;$$

$$\hat{x}_5 = B_5 / B_5^{\text{норм}} = B_5 / 0,4. \quad (7)$$

Рассчитанные значения нормированных признаков для рассматриваемых предприятий представлены в табл. 2.

Следующим этапом является определение весовых коэффициентов  $V_i$ , учитываемых в формуле (1). Для научно обоснованной оценки  $V_i$  используем современный метод анализа иерархий Т. Саати [17, 18].

В основе этого метода лежит разработанная на теории нечетких множеств лингвистическая шкала относительной важности основного признака по сравнению с другими, менее значимыми признаками (табл. 3).

Выберем в качестве основного (опорного) признака нормированный коэффициент Бивера. Признаки  $x_2$ – $x_5$  имеют меньшую значимость. По методике Т. Саати выберем их ранги  $R$  (степень снижения значимости по сравнению с основным признаком) равными 2, 3, 4, 5 соответственно. В результате матрица парных сравнений примет следующий вид:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0,5 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0,33 & 0,5 & 1 & 2 & 3 \\ 0,25 & 0,33 & 0,5 & 1 & 2 \\ 0,2 & 0,25 & 0,33 & 0,5 & 1 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Для определения вектора приоритетов  $V$  согласно методу Т. Саати необходимо решить уравнение для собственных чисел и векторов [17]:

$$WV = \lambda V, \quad (9)$$

где  $\lambda$  – вектор собственных чисел.

Воспользовавшись программой Mathcad, определим максимальное собственное число для матрицы  $W$ :  $\lambda_{\text{max}} = 5,053$ . Тогда индекс и

отношение согласованности матрицы парных сравнений определяются формулами:

$$IS = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}; OS = \frac{IS}{SS}, \quad (10)$$

где  $m$  – порядок матрицы;

$SS$  – согласованность случайной матрицы того же порядка (в нашем случае  $SS = 1,12$ ).

Для матрицы (8) получим  $IS = 0,0157$  и  $SS = 0,0141$ , то есть имеют значительно меньшие значения, чем допустимый уровень 0,1. Это означает, что матрица  $W$  хорошо согласована.

Применяя процедуру *eigenvecs* ( $W$ ) программы Mathcad, определим собственные векторы матрицы  $W$ , первый из которых и является вектором приоритетов:

$$V = (0,787 \ 0,494 \ 0,301 \ 0,183 \ 0,116). \quad (11)$$

Воспользовавшись данными табл. 2 и формулами (1), (11), рассчитаем для исследуемых предприятий значения обобщенного показателя системы Бивера (последний столбец табл. 2). Ограничив чрезмерно большие значения показателя для второго и восьмого предприятий уровнем 2, представим результаты в виде вектора:

$$J_B = (0,540 \ 2,000 \ 1,096 \ 0,127 \ 1,111 \\ -0,462 \ -1,228 \ 2,000 \ 0,486 \ 0,938). \quad (12)$$

Как видим, согласно терминологии Бивера, предприятия 4, 6, 7 имеют кризисное финансовое положение (за год до банкротства), предприятия 1, 3, 5, 9, 10 – среднее или неустойчивое финансовое положение (за 5 лет до банкротства); а предприятия 2, 8 – нормальное (устойчивое) финансовое положение.

С учетом формулы (12) построим график обобщенных показателей системы Бивера для всех предприятий (рис. 1).

### Скоринговый анализ

После введения обобщенного показателя системы Бивера  $J_B$  по формуле (1) появилась возможность сравнения полученных

результатов с другими методами рейтинговой оценки.

Для сравнения с предыдущим методом рассмотрим интегральную оценку финансовой устойчивости на основе скорингового анализа. Сущность этой методики – классификация предприятий по степени риска, исходя из фактического уровня показателей финансовой устойчивости и рейтинга каждого показателя, выраженного в баллах на основе экспертных оценок.

Нашей целью является установление связи результатов, полученных на основе обобщенного показателя финансового состояния  $J_B$ , полученного с помощью системы Бивера и интегральных оценок скорингового анализа  $S$ , выраженных в баллах.

Простая скоринговая модель с тремя финансовыми показателями Д. Дюрана предполагает разбиение финансового состояния предприятий на пять классов, где первый класс – предприятия с хорошим запасом финансовой устойчивости, позволяющим быть уверенным в возврате заемных средств, а последний, пятый класс – предприятия высочайшего риска, практически несостоятельные. Исходная таблица деления предприятий на классы согласно оценкам отдельных показателей приведена в работах<sup>4</sup> [15] и поэтому здесь не дублируется.

По методике Д. Дюрана выберем в качестве признаков объектов экспертизы:  $x_1$  – рентабельность совокупного капитала, %;  $x_2$  – коэффициент текущей ликвидности;  $x_3$  – коэффициент финансовой независимости.

Анализируя границы финансовых показателей  $x_{i,гр} = x_i^{\text{норм}}$  для первого класса финансового положения  $x_1^{\text{норм}} = 30\%$ ,  $x_2^{\text{норм}} = 2$ ,  $x_3^{\text{норм}} = 0,7$  и соответствующее количество баллов  $S_{i,гр}$  [15, 19], можно ввести формулы для расчета конкретных значений этих показателей и их балльной оценки:

$$\hat{x}_i = x_i / x_{i,гр}; S_i = S_{i,гр} \hat{x}_i, \quad i = 1 - 3, \quad (13)$$

где  $\hat{x}_i$  – нормированные значения признаков.

<sup>4</sup> Попова Л.В., Маслова И.А. Учет и анализ банкротств. М.: Дело и сервис, 2009. 240 с.

Итак, первое условие соответствия формуле (1), то есть условие нормировки, выполнено.

Второе условие заключается в задании весовых коэффициентов  $V_i$ . Для этого воспользуемся методом анализа иерархий и выберем в качестве основного признака рентабельность совокупного капитала  $x_1$ . Ранги остальных признаков согласно лингвистической шкале (табл. 3) выберем равными 2, 3 и построим матрицу парных сравнений:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0,5 & 1 & 2 \\ 0,333 & 0,5 & 1 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Для определения максимального собственного числа из уравнения (9) воспользуемся процедурой *eigenvals* ( $W$ ) и получим  $\lambda_{\max} = 0,009$ . Тогда, согласно уравнению (10) индекс согласованности  $IS$  равен 0,0045 и не превышает критического значения 0,1. Поэтому матрица  $W$  является хорошо согласованной и можно применить процедуру *eigenvecs* ( $W$ ) для вычисления собственных векторов. Первый из них и является искомым собственным вектором и после нормировки на сумму его элементов примет вид

$$V = (0,540 \ 0,297 \ 0,163).$$

Традиционно в простой скоринговой модели используются весьма похожие весовые коэффициенты 0,5; 0,3; 0,2. Оставим их без изменения и сделаем вывод о том, что и скоринговая модель соответствует обобщенному показателю (1).

Окончательное суждение о принадлежности финансового состояния предприятия тому или иному классу в скоринговом анализе выносится на основании суммирования значений баллов  $S_i$ :

$$S = \sum_i S_i = 50\hat{x}_1 + 30\hat{x}_2 + 20\hat{x}_3. \quad (15)$$

Используем формулы (13), (15) и рассчитаем значения признаков и соответствующих им балльных оценок для десяти сравниваемых предприятий (табл. 4).

Представим результаты скорингового анализа графически (рис. 2).

Сравнивая результаты анализа обобщенного показателя системы Бивера (формула (12)) и скорингового анализа финансового состояния (последний столбец табл. 4), видим, что они дают качественно похожую картину разделения предприятий на «нормальные» и «неудовлетворительные». Оценим сходство полученных результатов количественно.

Вычислим с помощью программы Mathcad обычный коэффициент корреляции (коэффициент Пирсона) показателей  $J_B$  и  $S$ :

$$k = \text{corr}(J_B, S) = 0,827, \quad (16)$$

что свидетельствует о сильной корреляционной связи.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена широко используется в экономике для выявления и оценки тесноты связи между двумя рядами сопоставляемых количественных показателей. В том случае, если ранги (порядок) показателей, упорядоченных по степени возрастания или убывания, совпадают, делается вывод о наличии прямой корреляционной связи.

Коэффициент Спирмена для  $N$  предприятий определяется по следующей формуле [19]:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N(N^2 - 1)}, \quad (17)$$

где  $d$  – разности рангов каждой пары сопоставляемых значений.

При сопоставлении последовательностей значений  $J_B$  и  $S$  получим, что коэффициент Спирмена равен 0,818. Таким образом, связь между показателями – прямая, теснота (сила) связи по шкале Чеддока – весьма высокая. Зависимость признаков для нашей задачи статистически значима.

#### Метод Р.С. Сайфуллина и Г.Г. Кадыкова

По мнению некоторых авторов, метод Р.С. Сайфуллина и Г.Г. Кадыкова<sup>5</sup> является

<sup>5</sup> Попова Л.В., Маслова И.А. Учет и анализ банкротств. М.: Дело и сервис, 2009. 240 с.

одним из эффективных при оценке финансового состояния. В дальнейшем для краткости изложения будем называть его методом СК. Достоинством этого метода является наличие рейтинговой оценки финансового состояния, которую нужно привести к форме обобщенного показателя (1):

$$J_{СК} = 2K_1 + 0,1K_2 + 0,08K_3 + 0,45K_4 + K_5, \quad (18)$$

где используемые финансовые коэффициенты  $K_i$  и нормальные ограничения  $K_i^{\text{норм}}$  имеют следующий вид.

*Коэффициент обеспеченности собственными средствами  $K_1$ :*

$$K_1 = \frac{\text{СОС}}{\text{Оборотные активы}}, \quad (19)$$

$$K_1^{\text{норм}} > 0,1.$$

*СОС = Собственный капитал – Внеоборотные активы.*

*Коэффициент текущей ликвидности  $K_2$ :*

$$K_2 = \frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Текущие обязательства}}, \quad (20)$$

$$K_2^{\text{норм}} > 2.$$

*Коэффициент оборачиваемости активов  $K_3$ :*

$$K_3 = \frac{\text{Выручка}}{\text{Валюта баланса}}, \quad (21)$$

$$K_3^{\text{норм}} > 2,5.$$

*Коммерческая маржа (рентабельность реализации продукции)  $K_4$ :*

$$K_4 = \frac{\text{Прибыль (убыток) от продаж}}{\text{Выручка}}, \quad (22)$$

$$K_4^{\text{норм}} > 0,444.$$

*Рентабельность собственного капитала  $K_5$ :*

$$K_5 = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Собственный капитал}}, \quad (23)$$

$$K_5^{\text{норм}} > 0,2.$$

В методе СК в явном виде не предполагается нормировка признаков на соответствующие границы нормальных ограничений. Однако такая нормировка на самом деле осуществляется и вместе с весовыми коэффициентами  $V_i$  формирует значения коэффициентов  $V_{СК} = (2; 0,1; 0,08...)$  в формуле рейтинга (18). Покажем это путем следующих расчетов:

$$V_1 / 0,1 = 2; V_1 = 0,2; V_2 / 2 = 0,1; V_2 = 0,2; \quad (24)$$

$$V_3 / 2,5 = 0,08; V_3 = 0,2; V_4 / 0,444 = 0,45; V_4 = 0,2; \quad (25)$$

$$V_5 / 0,2 = 1; V_5 = 0,2. \quad (26)$$

Сравнив формулы (24)–(26), получим обобщенное выражение

$$V_i / K_i^{\text{норм}} = V_{СК}, i = 1, 2, \dots, 5, \quad (27)$$

связывающее относительные веса отдельных признаков  $V_i$  и границы нормальных ограничений  $K_i^{\text{норм}}$  с коэффициентами  $V_{СК}$  рейтинговой модели (18).

Вводя признаки  $x_i = K_i, i = 1, 2, \dots, 5$  и нормированные признаки

$$\hat{x}_i = x_i / K_i^{\text{норм}}$$

и используя веса  $V_i$ , убедимся, что рейтинговое число (18) метода СК может быть приведено к виду обобщенного показателя качества финансового состояния (1). Последнее обстоятельство открывает возможность сравнения данного метода с рассмотренными ранее методами системы Бивера и скорингового анализа.

Для предприятий, данные бухгалтерской отчетности которых приведены в табл. 1, рассчитаем признаки  $x_i$  и нормированные признаки  $\hat{x}_i$  согласно формулам (19)–(23). Для коэффициента обеспеченности собственными средствами  $K_1$  вместо нормального ограничения 0,1 будем использовать величину 0,4 так, как это принято в системе Бивера и в скоринговом анализе (табл. 5).

Чтобы применить далее формулу обобщенного показателя финансового

состояния (1), необходимо определить весовые коэффициенты  $V_i$ . Заметим, что согласно формулам (24)–(26) в исходной модели СК (18) все весовые коэффициенты одинаковы и равны 0,2. Это означает, что все нормированные признаки считаются равнозначимыми и одинаково влияют на величину обобщенного показателя.

Однако в действительности значимость признаков различна: первые два коэффициента  $x_1, x_2$  действительно важны для оценки финансового состояния, а коэффициенты  $x_3-x_5$  играют лишь второстепенную роль. Воспользуемся для определения весов  $V_i$  методом анализа иерархий, примененным в первой части статьи. Тогда по-прежнему матрица парных сравнений  $W$  имеет вид (8), а вектор приоритетов – вид (11). Предполагая, что признак текущей ликвидности  $x_2$  имеет большее значение для оценки финансового состояния, чем признак покрытия СОС оборотных активов  $x_1$ , изменим в выражении (11) порядок первых двух элементов и получим окончательный вектор весов для модели СК:

$$V_{СК} = (0,494 \ 0,787, \ 0,301 \ 0,183 \ 0,116). \quad (28)$$

Воспользовавшись рассчитанными значениями нормированных признаков  $\hat{x}_i$  (табл. 5) и вектором весов (28), рассчитаем по формуле (1) обобщенные показатели финансового состояния:

$$J_{СК} = (0,569 \ 1,754 \ 0,838 \ 0,261 \ 1,154 \\ -0,793 \ -1,190 \ 2,001 \ 0,476 \ 0,350) \quad (29)$$

и построим соответствующий график (рис. 3).

Сравнивая результаты анализа финансового состояния по модифицированному методу СК (формула (29)), системе Бивера (формула (12)) и скоринговому анализу (последний столбец табл. 4), видим, что все три метода дают качественно похожую картину разделения предприятий на «нормальные» и «неудовлетворительные». Оценим сходство полученных результатов количественно.

Степень связи результатов системы Бивера и скорингового анализа уже была оценена ранее,

и показано, что коэффициент корреляции Пирсона равен 0,827, а коэффициент ранговой корреляции Спирмена равен 0,818. Поэтому оценим далее лишь корреляционную связь результатов модифицированного метода СК с результатами двух других методов.

Вычислим далее коэффициенты корреляции оценок  $J_{СК}$  модифицированного метода СК с оценками (баллами)  $S$  скорингового анализа и оценками  $J_B$  системы Бивера.

$$k_{СК-S} = \text{corr}(J_{СК}, S) = 0,784; \quad (30)$$

$$k_{СК-J_B} = \text{corr}(J_{СК}, J_B) = 0,971, \quad (31)$$

что свидетельствует об очень сильной корреляционной связи.

При вычислении коэффициента ранговой корреляции в том случае, если ранги показателей, упорядоченных по степени возрастания или убывания, совпадают, делается вывод о наличии прямой корреляционной связи. При сопоставлении последовательностей значений  $J_{СК}$  и  $S$  коэффициент  $\rho_{СК-S} = 0,685$ , а при сопоставлении  $J_{СК}$  и  $J_B$  получим  $\rho_{СК-J_B} = 0,964$ . Таким образом, связь между показателями – прямая, теснота (сила) связи по шкале Чеддока – весьма высокая. Зависимость признаков статистически значима.

Полученные по трем методам оценки качественно схожи между собой, а количественное различие определяется использованием разных наборов признаков (финансовых показателей). Так, в скоринговом анализе не используется коэффициент покрытия СОС оборотных активов, а в двух других методах он используется. Однако в отношении предприятий с низкой степенью финансовой устойчивости, а это главное, выводы, полученные по трем методам, совпадают. Так, предприятия 4, 6, 7 считаются финансово неустойчивыми.

Проведенное исследование показывает, что использование эконометрики позволило повысить эффективность применения методов оценки близости предприятий к банкротству путем введения обобщенного показателя качества финансового состояния  $J$ ,

нормировки признаков  $x_i$ , определения весовых коэффициентов  $V_i$  современным методом анализа иерархий, корреляционного анализа результатов различных методов и коррекции этих результатов в целях повышения надежности оценок финансового состояния.

### **Выводы**

Введение обобщенного показателя финансового состояния позволило на единой методологической основе сравнить результаты трех распространенных методов анализа степени близости к банкротству: системы показателей Бивера, скорингового анализа, метода Р.С. Сайфуллина, Г.Г. Кадыкова.

Показано, что научно обоснованный выбор весовых коэффициентов обобщенного показателя финансового состояния может быть успешно осуществлен на основе современного метода анализа иерархий.

Установлено, что все три метода дают качественно одинаковую картину разделения предприятий на «нормальные» и «неудовлетворительные». Количественное сравнение проведено на основе двух различных методов корреляционного анализа и показало высокую степень связи результатов: коэффициент корреляции Пирсона равен 0,784–0,971, а коэффициент ранговой корреляции Спирмена равен 0,685–0,964.

**Таблица 1**

Данные бухгалтерской отчетности сравнимых предприятий за 2016 г., млн руб.

**Table 1**

Financial statement data of compared enterprises for 2016, million RUB

Строка отчетности	Оргнефтехимзаводы	БКМЗ	Чугунолитейный БКМЗ	МЭЗ Лискинский	Хлебозавод № 1
А	1	2	3	4	5
1100	247,5	43,7	67,6	338,2	74,2
1200	1 875,6	67,5	55,9	1 657,7	50,4
1300	539,2	98,5	85,5	196,2	76
1530	0,007	–	0,55	–	–
1540	1,01	–	–	3,5	4,9
1500	1 304,9	12,3	24,8	1 796,5	16,9
1600	2 123,1	111,2	123,4	1 995,9	124,6
<b>Выручка</b>					
2110	3 223,9	100,7	212,1	3 378,1	417,8
<b>Прибыль (убыток) от продаж</b>					
2200	211,7	5,3	17,3	92,7	16,6
<b>Чистая прибыль</b>					
2400	95,1	3,6	5,16	6,4	5,9

Продолжение таблицы

Строка отчетности	Воронежская кондитерская фабрика	Каширская земля	Разнооптторг	Хлебозавод № 2	Газпром газораспределение Воронеж
А	6	7	8	9	10
1100	2 636,4	31,33	15,34	47,55	4 037,9
1200	595,7	8,35	33,93	36,85	1 322,7
1300	1 734,6	15,82	44,08	36,75	3 771
1530	–	–	–	–	485,2
1540	28	–	–	6,47	303,5
1500	1 468,6	23,85	5,18	35,25	1 549,3
1600	3 232,2	39,68	49,27	84,41	5 360,7
<b>Выручка</b>					
2110	3 422,6	1,42	15,6	451,8	4 258,3
<b>Прибыль (убыток) от продаж</b>					
2200	207,4	–	2,72	12,05	602,8
<b>Чистая прибыль</b>					
2400	185,2	2,38	2,51	6,15	448,4

Источник: Росстат

Source: The Rosstat data

**Таблица 2**  
**Нормированные признаки системы показателей Бивера**

**Table 2**  
**Standard attributes of metrics of W. Beaver**

Предприятие	Нормированные признаки					$J_B$
	$\hat{x}_1$	$\hat{x}_2$	$\hat{x}_3$	$\hat{x}_4$	$\hat{x}_5$	
1. Оргнефтехимзаводы	0,214	0,719	0,747	0,469	1,56	0,54
2. БКМЗ	1,766	2,723	0,551	3,07	8,13	2,342
3. Чугунолитейный БКМЗ	0,894	1,152	0,697	1,136	3,2	1,096
4. МЭЗ Лискинский	0,029	0,463	0,054	0,388	-0,86	0,127
5. Хлебозавод № 1	0,766	2,109	0,793	0,897	0,37	1,111
6. Воронежская кондитерская фабрика	0,457	0,207	0,955	0,756	-15,14	-0,462
7. Каширская земля	-0,06	0,175	-1,003	0,582	-18,57	-1,228
8. Разнооптторг	2,234	3,27	0,85	3,333	8,47	2,776
9. Хлебозавод № 2	0,583	0,641	1,215	0,619	-2,93	0,486
10. Газпром газораспределение Воронеж	1,186	0,87	1,394	1,178	-2,02	0,938

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 3**  
**Лингвистическая шкала относительной важности признаков**

**Table 3**  
**A linguistic scale of relative importance of attributes**

Лингвистическая оценка по Т. Саати	Ранг R
Одинаковая значимость	1
Слабая значимость	3
Существенная или сильная значимость	5
Очень сильная или очевидная значимость	7
Абсолютная значимость	9
Промежуточные (уточняющие) значения	2, 4, 6, 8

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 4**  
**Результаты скорингового анализа**

**Table 4**  
**Scoring analysis results**

Предприятие	$\hat{\chi}_1$	$\hat{\chi}_2$		$\hat{\chi}_3$		Сумма баллов	
	Число, %	Балл $S_1$	Число, коэфф.	Балл $S_2$	Число, коэфф. $S_3$		
1. Оргнефтехимзаводы	4,481	7,48	1,438	21,57	0,254	7,26	36,31
2. БКМЗ	3,307	5,52	5,446	30	0,886	20	55,52
3. Чугунолитейный БКМЗ	4,184	6,99	2,303	30	0,692	19,77	56,76
4. МЭЗ Лискинский	0,322	0,54	0,925	13,88	0,098	0	14,41
5. Хлебозавод № 1	4,759	7,95	4,218	30	0,61	17,43	55,38
6. Воронежская кондитерская фабрика	5,732	9,57	0,414	0	0,537	15,34	24,91
7. Каширская земля	-6,02	0	0,350	0	0,399	11,4	11,4
8. Разнооптторг	5,101	8,52	6,539	30	0,895	20	58,52
9. Хлебозавод № 2	7,29	12,17	1,281	19,22	0,435	12,43	43,82
10. Газпром газораспределение Воронеж	8,364	13,97	1,739	26,09	0,703	20	60,05

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 5**  
**Нормированные признаки модели СК**

**Table 5**  
**Standard attributes the СК model**

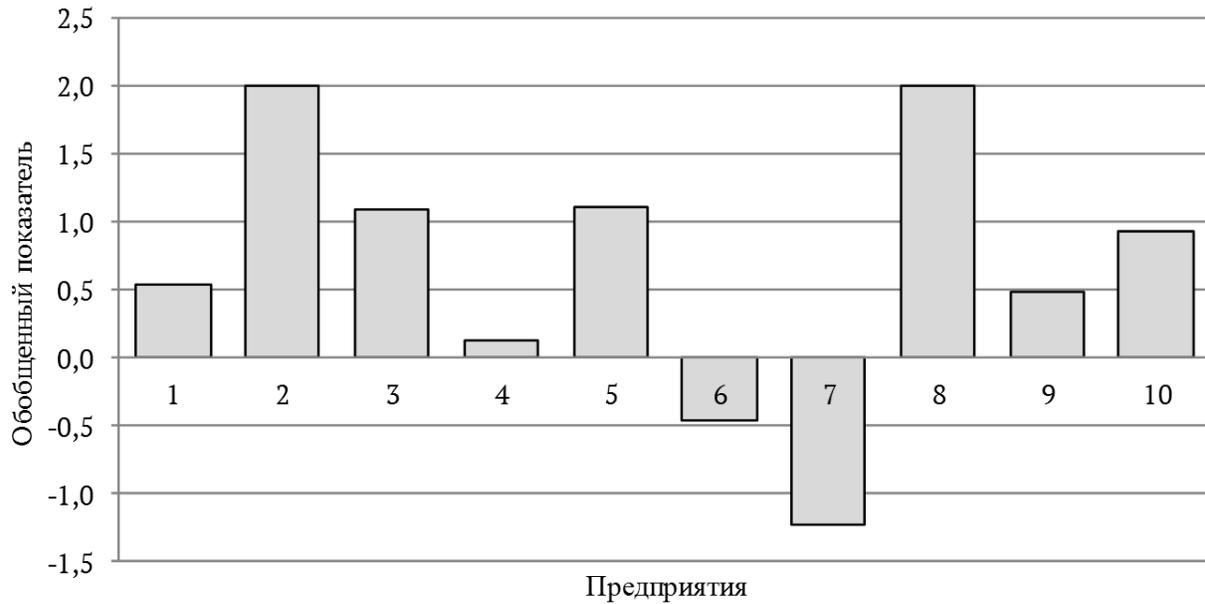
Предприятие	Нормированные признаки					$J_{СК}$
	$\hat{\chi}_1$	$\hat{\chi}_2$	$\hat{\chi}_3$	$\hat{\chi}_4$	$\hat{\chi}_5$	
1. Оргнефтехимзаводы	0,39	0,719	0,607	0,149	0,881	0,569
2. БКМЗ	2,032	2,723	0,362	0,119	0,185	1,754
3. Чугунолитейный БКМЗ	0,801	1,151	0,687	0,182	0,299	0,838
4. МЭЗ Лискинский	-0,215	0,463	0,677	0,061	0,165	0,261
5. Хлебозавод № 1	0,093	2,109	1,342	0,091	0,39	1,154
6. Воронежская кондитерская фабрика	-3,785	0,207	0,424	0,137	0,535	-0,793
7. Каширская земля	-4,643	0,175	0,014	0	-0,755	-1,19
8. Разнооптторг	2,117	3,269	0,126	0,387	0,285	2,001
9. Хлебозавод № 2	-0,732	0,64	2,141	0,061	0,835	0,476
10. Газпром газораспределение Воронеж	-0,505	0,87	0,318	0,319	0,595	0,35

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 1**  
**Значения обобщенного показателя  $J_B$  для 10 предприятий**

**Figure 1**  
**Values of composite index  $J_B$  for ten enterprises**

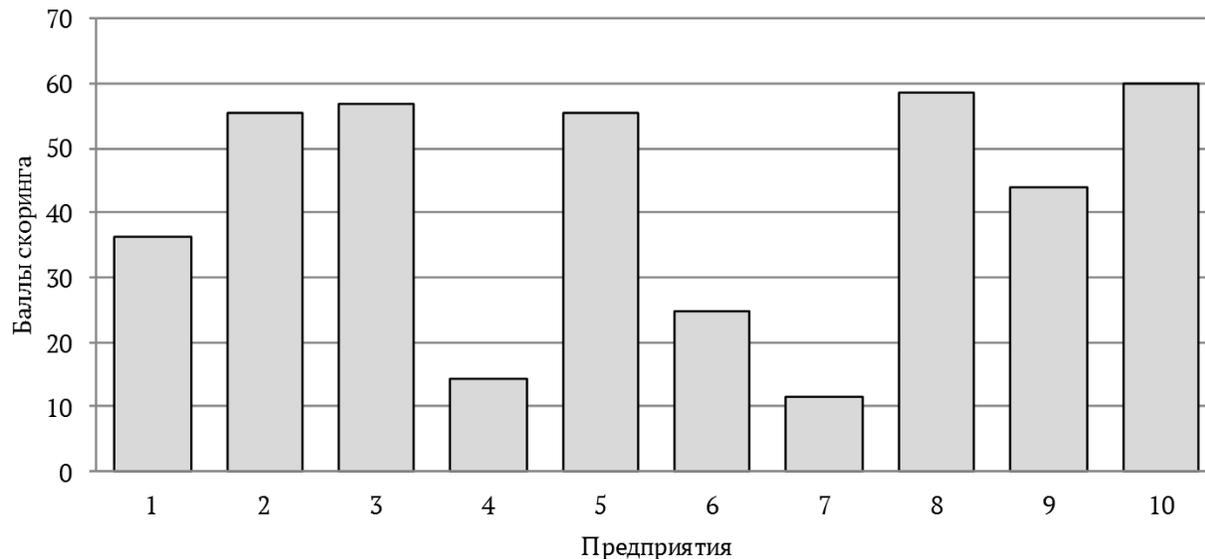


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 2**  
**Баллы скорингового анализа финансового состояния в целом**

**Figure 2**  
**Points of the scoring analysis of overall financial standing**

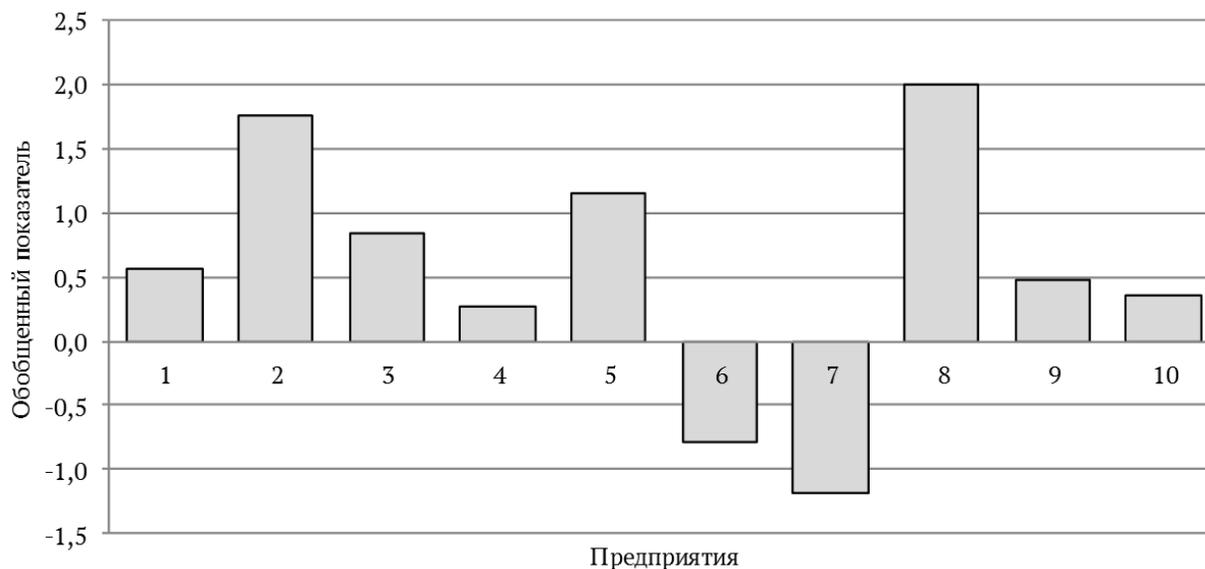


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 3**  
**Обобщенные показатели финансового состояния для модифицированного метода СК**

**Figure 3**  
**Composite indices of financial standing for the modified CK method**



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

## Список литературы

1. Новоселова С.А., Истомина О.А. Анализ финансового состояния при процедуре банкротства: законодательный аспект // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2014. № 8. С. 82–86.
2. Федорова Е.А., Чухланцева М.А., Чекризов Д.В. Оценка эффективности прогнозирования банкротства предприятий на основе российского законодательства // Финансы и кредит. 2017. Т. 23. Вып. 13. С. 732–746. URL: <https://doi.org/10.24891/fc.23.13.732>
3. Анисимов А., Бармаков Д., Устюкова В. Актуальные проблемы правового регулирования банкротства сельских товаропроизводителей // Хозяйство и право. 2013. № 4. С. 64–72.
4. Bordeianu G.D. et al. Analysis Models of the Bankruptcy Risk. *Economy Transdisciplinarity Cognition*, 2011, vol. XIV, iss. 1, pp. 248–259.
5. Хайдаршина Г.А. Комплексная модель оценки риска банкротства // Финансы. 2009. № 2. С. 67–69.
6. Александрова М.В., Проскурина З.Б. Особенности применения различных методик для предупреждения банкротства отечественных предприятий // Экономика, социология и право. 2014. № 3. С. 12–14.
7. Любушин Н.П., Черкасова О.Г. Интеграция подходов к анализу устойчивости хозяйствующих субъектов // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 34. С. 2–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/integratsiya-podhodov-k-analizu-ustoychivosti-hozyaystvuyuschih-subektov>
8. Любушин Н.П., Бабичева Н.Э., Галушкина А.И., Козлова Л.В. Анализ методов и моделей оценки финансовой устойчивости организаций // Экономический анализ: теория и практика. 2010. № 1. С. 3–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-metodov-i-modeley-otsenki-finansovoy-ustoychivosti-organizatsiy>
9. Бойкова А.В. Прогнозирование возможного банкротства предприятия: подходы и модели // Экономические и гуманитарные исследования регионов. 2010. № 4. С. 106–117.
10. Карпунин А. Развитие методик прогнозирования риска банкротства организаций и их применение в сельском хозяйстве // РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2012. № 4. С. 397–401.
11. Рыгин В.Е. Модель оценки риска банкротства предприятий металлургической отрасли // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Сер.: Социально-экономические науки. 2013. № 5. С. 84–91.
12. Богомолова И.П., Рукин Б.П., Тепикина Е.И. Оценка финансовой устойчивости и платежеспособности промышленных организаций // Экономический анализ: теория и практика. 2006. № 19. С. 5–6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/otsenka-finansovoy-ustoychivosti-i-platezhesposobnosti-promyshlennyh-organizatsiy>
13. Бердников В.В., Гавель О.Ю. Сравнительный анализ подходов прогнозирования вероятности банкротства коммерческих организаций // Наука и Мир. 2014. № 8. С. 92–96.

14. Прудников А.Г. и др. Проблемы рейтинговой оценки финансовой деятельности хозяйствующих субъектов аграрной сферы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 115(01). С. 20–33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/problemy-reytingovoy-otsenki-finansovoy-deyatelnosti-hozyaystvuyuschih-subektov-agrarnoy-sfery>
15. Бухарин С.В., Мельников А.В. Кластерно-иерархические методы экспертизы экономических объектов: монография. Воронеж: Научная книга, 2012. 276 с.
16. Witten I.H., Frank E., Hall M.A. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Burlington, Massachusetts, Morgan Kaufmann, 2011, 664 p.
17. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. М.: ЛКИ, 2008. 360 с.
18. Saaty T.L. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making. Why pairwise comparisons are central in Mathematics for the measurement of intangible factors. The analytic hierarchy/network process. *RACSAM- Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*, 2008, vol. 102, iss. 2, pp. 251–318. URL: <https://doi.org/10.1007/BF03191825>
19. Хорев А.И., Баркалова И.И., Бухарин С.В. Обобщенный показатель и классификация структуры капитала промышленных предприятий // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 3. С. 187–193. URL: <http://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-187-193>

#### **Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## INCREASING THE EFFICIENCY OF EXPOSURE TO BANKRUPTCY ANALYSIS UNDER ECONOMETRIC METHODS

Sergei V. BUKHARIN<sup>a\*</sup>, Viktoriya V. PARASKEVICH<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russian Federation  
svbukharin@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2997-3634>

<sup>b</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russian Federation  
viktoriyparaskevic@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2598-6673>

\* Corresponding author

### Article history:

Received 28 March 2018  
Received in revised form  
2 April 2018  
Accepted 16 April 2018  
Available online  
27 June 2018

**JEL classification:** C01, C13,  
G33, G34

**Keywords:** bankruptcy, rating,  
scoring, correlation

### Abstract

**Importance** The article analyzes the methodology for comparing the results of various methods to assess bankruptcy exposure.

**Objectives** The purpose of the study is to develop a single approach to comparing the results of various methods through the introduction of a composite index of financial standing on the basis of modern econometric methods.

**Methods** We employ methods of the theory of expert systems, fuzzy sets, the analytic hierarchy process by Thomas Saaty, rank statistician, correlation analysis.

**Results** Using the theory of expert systems, we offer a single composite index of enterprise financial condition; based on the modern method of analytic hierarchy process for the W. Beaver method, which traditionally estimates only separate attributes, we introduce an integrated rating number; for the R.S. Saifullin and G.G. Kadykov method, we introduce the vector of priorities to account for various importance of attributes in the rating. The findings show that the results of these three methods comply with the introduced composite index and can be compared from a unified position.

**Conclusions** The introduced composite index of financial condition enabled to compare the results of three widespread methods of exposure to bankruptcy analysis on a uniform methodological basis. The paper shows that the said three methods provide a qualitatively identical picture of separating the enterprises into 'normal' and 'unsatisfactory'.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

**Please cite this article as:** Bukharin S.V., Paraskevich V.V. Increasing the Efficiency of Exposure to Bankruptcy Analysis under Econometric Methods. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 6, pp. 1178–1196.  
<https://doi.org/10.24891/ea.17.6.1178>

### References

1. Novoselova S.A., Istomina O.A. [Financial analysis at bankruptcy: Legislative aspects]. *Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova = The Bulletin of Saratov State Agrarian University in honor of N.I. Vavilov*, 2014, no. 8, pp. 82–86. (In Russ.)
2. Fedorova E.A., Chukhlantseva M.A., Chekrizov D.V. [Assessing the efficiency of enterprise bankruptcy prediction on the basis of the Russian legislation]. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 2017, vol. 23, iss. 13, pp. 732–746. URL: <https://doi.org/10.24891/fc.23.13.732> (In Russ.)
3. Anisimov A., Bashmakov D., Ustyukova V. [Current problems of legal regulation of rural producers' bankruptcy]. *Khozyaistvo i pravo = Business and Law*, 2013, no. 4, pp. 64–72. (In Russ.)

4. Bordeianu G.D. et al. Analysis Models of the Bankruptcy Risk. *Economy Transdisciplinarity Cognition*, 2011, vol. 14, iss. 1, pp. 248–259.
5. Khaidarshina G.A. [An integrated model to assess the risk of bankruptcy]. *Finansy = Finance*, 2009, no. 2, pp. 67–69. (In Russ.)
6. Aleksandrova M.V., Proskurina Z.B. [Specifics of applying various techniques to prevent bankruptcy of domestic enterprises]. *Ekonomika, sotsiologiya i pravo = Economics, Sociology and Law*, 2014, no. 3, pp. 12–14. (In Russ.)
7. Lyubushin N.P., Cherkasova O.G. [Integration of approaches to analyze business entities' sustainability]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 34, pp. 2–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/integratsiya-podhodov-k-analizu-ustoychivosti-hozyaystvuyuschih-subektov> (In Russ.)
8. Lyubushin N.P., Babicheva N.E., Galushkina A.I., Kozlova L.V. [Analysis of methods and models to evaluate the financial stability of organizations]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2010, no. 1, pp. 3–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-metodov-i-modeley-otsenki-finansovoy-ustoychivosti-organizatsiy> (In Russ.)
9. Boikova A.V. [Predicting of bankruptcy at the enterprise: Approaches and models]. *Ekonomicheskie i gumanitarnye issledovaniya regionov*, 2010, no. 4, pp. 106–117. (In Russ.)
10. Karpunin A. [Developing the techniques to forecast the risk of bankruptcy of organizations and their application in agriculture]. *RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzhenie, Konkurentsia = RISK: Resources, Information, Supply, Competition*, 2012, no. 4, pp. 397–401. (In Russ.)
11. Rygin V.E. [A model to assess the risk of bankruptcy of metal manufacturers]. *Vestnik Yuzhno-Rossiiskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Novocherkasskogo politekhnicheskogo instituta). Ser.: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*, 2013, no. 5, pp. 84–91. (In Russ.)
12. Bogomolova I.P., Rukin B.P., Tepikina E.I. [Assessing the financial stability and solvency of industrial organizations]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2006, no. 19, pp. 5–6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/otsenka-finansovoy-ustoychivosti-i-platezhesposobnosti-promyshlennyh-organizatsiy> (In Russ.)
13. Berdnikov V.V., Gavel' O.Yu. [Comparative analysis of approaches to forecast probability of bankruptcy of commercial organizations]. *Nauka i Mir = Science and World*, 2014, no. 8, pp. 92–96. (In Russ.)
14. Prudnikov A.G. et al. [Problems of rating of financial activity of managing subjects of agrarian sphere]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, no. 115(01), pp. 20–33. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/problemy-reytingovoy-otsenki-finansovoy-deyatelnosti-hozyaystvuyuschih-subektov-agrarnoy-sfery>
15. Bukharin S.V., Mel'nikov A.V. *Klasterno-ierarkhicheskie metody ekspertizy ekonomicheskikh ob"ektov: monografiya* [Cluster-and-hierarchical methods of economic object examination: a monograph]. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2012, 276 p.
16. Witten I.H., Frank E., Hall M.A. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Burlington, Massachusetts, Morgan Kaufmann, 2011, 664 p.

17. Saaty T.L. *Prinyatie reshenii pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh: analiticheskie seti* [Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process]. Moscow, LKI Publ., 2008, 360 p.
18. Saaty T.L. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making. Why pairwise comparisons are central in Mathematics for the measurement of intangible factors. The analytic hierarchy/network process. *RACSAM- Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*, 2008, vol. 102, iss. 2, pp. 251–318.  
URL: <https://doi.org/10.1007/BF03191825>
19. Khorev A.I., Barkalova I.I., Bukharin S.V. [Generalized indicator and classification of structures of the capital of the industrial enterprises]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2017, vol. 79, no. 3, pp. 187–193.  
URL: <http://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-187-193> (In Russ.)

### **Conflict-of-interest notification**

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.