

Научная статья

Original article

УДК 330.43

doi: [https://doi.org/10.55186/2413046X\\_2026\\_11\\_4\\_46](https://doi.org/10.55186/2413046X_2026_11_4_46)

edn: VGJEET

**МЕТОДИКА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОЙ  
УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ  
КОМБИНИРОВАНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА И  
БИНАРНЫХ МОДЕЛЕЙ**

**THE METHODOLOGY OF INTEGRAL ASSESSMENT OF FINANCIAL  
STABILITY OF ENTERPRISES BASED ON A COMBINATION OF A  
MULTI-CRITERIA APPROACH AND BINARY MODELS**



**Параскевопуло Ольга Ригасовна**, к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики-3, ИПТИП, ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва

**Козлова Ольга Юрьевна**, к.т.н., доцент кафедры высшей математики-3, ИПТИП, ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва

**Радыгин Виктор Юрьевич**, к.т.н., доцент, доцент кафедры финансового мониторинга, Институт финансовых технологий и экономической безопасности, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

**Манаенкова Татьяна Андреевна**, старший преподаватель кафедры финансового мониторинга, Институт финансовых технологий и экономической безопасности, Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

**Paraskevopulo Olga Rigasovna**, PhD, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics-3, IPTIP, MIREA – Russian Technological University, Moscow

**Kozlova Olga Yurevna**, PhD, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics-3, IPTIP, MIREA – Russian Technological University, Moscow

**Radygin Viktor Yurevich**, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Financial Monitoring, Institute of Financial Technologies and Economic Security, Federal State Autonomous Educational Institution National Research Nuclear University MEPHI, Moscow

**Manaenkova Tatyana Andreevna**, Senior Lecturer at the Department of Financial Monitoring, Institute of Financial Technologies and Economic Security, National Research Nuclear University MEPHI, Moscow

**Аннотация.** Существующие методы прогнозирования банкротства зачастую демонстрируют противоречивые результаты вследствие субъективности выбора факторов и фиксированных весовых коэффициентов. В статье предлагается гибридный подход, сочетающий экспертные оценки, полученные методом анализа иерархий (МАИ), и эконометрическое моделирование на основе бинарного выбора. Сформирован интегральный показатель финансовой устойчивости, веса которого определены на основе согласованных экспертных суждений. На выборке из 45 предприятий обрабатывающей промышленности за период 2020–2023 гг. выполнена калибровка probit- и logit-моделей, позволяющих оценить вероятность дефолта в зависимости от значения предложенного интегрального критерия. Полученные модели обладают высокой прогнозной способностью и могут быть использованы для мониторинга состояния хозяйствующих субъектов.

**Abstract.** Existing bankruptcy forecasting methods often show contradictory results due to the subjectivity of the choice of factors and fixed weighting factors.

The article proposes a hybrid approach combining expert estimates obtained by hierarchy analysis (MAI) and econometric modeling based on binary choice. An integral indicator of financial stability has been formed, the weights of which are determined on the basis of agreed expert judgments. Based on a sample of 45 manufacturing enterprises for the period 2020-2023. Calibration of probit and logit models has been performed, which make it possible to estimate the probability of default depending on the value of the proposed integral criterion. The obtained models have a high predictive ability and can be used to monitor the state of business entities.

**Ключевые слова:** финансовая несостоятельность, интегральный критерий, метод анализа иерархий, бинарная регрессия, probit-модель, logit-модель

**Keywords:** financial insolvency, integral criterion, hierarchy analysis method, binary regression, probit model, logit model

### Введение

Оценка способности организации продолжать свою деятельность в долгосрочной перспективе является одной из ключевых задач финансового анализа. Несмотря на многолетнюю историю развития института банкротства, дискуссии о составе релевантных показателей и их пороговых значениях не утихают. Анализ нормативных документов и специальной литературы показывает существенный разброс в наборе рекомендуемых коэффициентов — от двух до нескольких десятков. Столь узкий или, напротив, избыточный спектр критериев не позволяет сформировать объективную картину, а отсутствие отраслевой дифференциации нормативов приводит к искажению выводов.

Значительное место в диагностике риска банкротства занимают зарубежные многофакторные модели. Однако состав показателей и весовые коэффициенты в моделях различных авторов существенно разнятся. Кроме того, прямая апробация этих моделей на постсоветских предприятиях часто дает некорректные результаты из-за различий в макроэкономической среде и

стандартах учета. В связи с этим актуальной является задача разработки адаптированного инструментария, который сочетал бы гибкость экспертных оценок со строгостью эконометрических методов.

### **1. Обзор подходов к формированию интегральных критериев.**

В мировой практике наибольшее распространение получили модели, построенные на основе множественного дискриминантного анализа. Как правило, они представляют собой линейную комбинацию нескольких финансовых коэффициентов с фиксированными весами. Например, в ряде работ для оценки состояния публичных компаний предлагается использовать показатели ликвидности, рентабельности и оборачиваемости. В других исследованиях акцент смещается в сторону структуры капитала и рыночной стоимости.

Однако критический анализ таких моделей выявляет их общий недостаток: веса факторов устанавливаются априорно на основе данных по одной выборке и не подлежат корректировке под специфику конкретного предприятия или отрасли. Попытки учесть стадию жизненного цикла компании предпринимались отдельными исследователями, которые вводили дифференцированные веса для этапов зарождения, роста, зрелости и спада. Тем не менее, процедура назначения этих весов оставалась преимущественно субъективной.

Таким образом, сохраняется потребность в инструменте, который позволял бы, во-первых, обоснованно отбирать наиболее значимые факторы, во-вторых, определять их вклад в интегральную оценку, и в-третьих, устанавливать количественную связь между значением этой оценки и вероятностью наступления несостоятельности.

### **2. Методология исследования.**

Для решения первой задачи (отбор и взвешивание факторов) предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ). Данный метод относится к классу многокритериальных и позволяет формализовать экспертные

суждения о сравнительной важности тех или иных показателей. Процедура МАИ включает декомпозицию цели, построение матриц попарных сравнений и расчет векторов приоритетов.

На основе анализа литературных источников и нормативной базы был сформирован первоначальный пул из 24 финансовых показателей, сгруппированных по блокам: ликвидность, финансовая устойчивость, рентабельность и деловая активность. Для проведения экспертного опроса была привлечена группа из 12 специалистов в области финансового анализа и антикризисного управления. Экспертам предлагалось попарно сравнить показатели, используя шкалу относительной важности (от 1 — равная важность, до 9 — абсолютное превосходство).

Обработка матриц попарных сравнений позволила рассчитать локальные приоритеты (веса) для каждого фактора. Для обеспечения согласованности суждений использовался коэффициент согласованности (CR), значения которого по всем матрицам не превысили допустимого порога в 10 %. В результате были отобраны пять показателей, набравших наибольший вес:

- коэффициент текущей ликвидности (K1);
- рентабельность активов по чистой прибыли (K2);
- коэффициент автономии (K3);
- оборачиваемость оборотных средств (K4);
- доля собственных оборотных средств в запасах (K5).

После нормализации вектора приоритетов для отобранных факторов были получены следующие веса, составляющие в сумме единицу (табл. 1).

**Таблица 1. Весовые коэффициенты интегрального критерия**

Показатель	Обозначение	Вес (приоритет)
Коэффициент текущей ликвидности	K1	0,281
Рентабельность активов	K2	0,245
Коэффициент автономии	K3	0,203
Оборачиваемость оборотных средств	K4	0,152
Доля СОС в запасах	K5	0,119
<b>Итого</b>		<b>1,000</b>

Таким образом, интегральный критерий финансовой устойчивости (I) имеет вид линейной свертки:

$$I=0,281 \cdot K1+0,245 \cdot K2+0,203 \cdot K3+0,152 \cdot K4+0,119 \cdot K5$$

### **3. Эконометрический анализ и калибровка модели.**

Для перехода от интегрального показателя I к вероятности дефолта была сформирована выборка, включающая 45 предприятий легкой и пищевой промышленности. По 12 предприятиям из выборки на протяжении 2022–2023 гг. были инициированы процедуры банкротства, что позволило присвоить им бинарный признак  $Y = 1$  (несостоятельные). Остальные 33 предприятия на момент анализа являлись действующими ( $Y = 0$ ). Для каждого предприятия были рассчитаны значения показателей K1–K5 и интегрального критерия I.

В качестве инструмента оценки зависимости вероятности банкротства  $P(Y=1)$  от значения I использовались модели бинарного выбора: probit (с функцией стандартного нормального распределения) и logit (с логистической функцией распределения). Оценивание параметров проводилось методом максимального правдоподобия в специализированном пакете. Результаты оценивания представлены в табл. 2.

**Таблица 2. Результаты оценивания бинарных моделей**

Параметр	Модель probit	Модель logit
Зависимая переменная	Y	Y
Число наблюдений	45	45
Коэффициент при I ( $\beta$ )	-2,134** (0,712)	-3,891** (1,324)
Константа ( $\alpha$ )	2,021** (0,648)	3,758** (1,203)
LR-статистика ( $\chi^2$ )	18,27	18,21
Псевдо R <sup>2</sup> (McFadden)	0,312	0,309

*Примечание: \*\* — значимость на уровне 1 %, в скобках указаны стандартные ошибки.*

Отрицательный знак коэффициента  $\beta$  подтверждает гипотезу о том, что рост интегрального показателя финансовой устойчивости I сопровождается снижением вероятности банкротства. Обе модели являются статистически значимыми в целом, все коэффициенты значимы на 1%-ном уровне. Значения псевдо-R<sup>2</sup> свидетельствуют о хорошем качестве подгонки.

Полученные уравнения позволяют рассчитать прогнозную вероятность дефолта для любого предприятия. Для probit-модели:

$$P^{\wedge}(Y=1)=\Phi(2,021-2,134 \cdot I)$$

где  $\Phi(\cdot)$  — функция стандартного нормального распределения.

Для logit-модели:

$$P^{\wedge}(Y=1)=\frac{1}{1+\exp(3,758-3,891 \cdot I)}$$

Сравнение прогнозов обеих моделей демонстрирует их высокую согласованность. Расхождения в оценках вероятности для большинства наблюдений не превышают 2–3 %. Это позволяет использовать любую из моделей для практических целей.

**4. Анализ результатов и определение пороговых значений.**

Анализ распределения значений интегрального критерия  $I$  по выборке показал, что для предприятий с признаками несостоятельности ( $Y=1$ ) среднее значение  $I$  составило 0,42, в то время как для финансово-благополучных предприятий — 1,18. Используя построенные probit- и logit-модели, можно установить критические значения  $I$ , соответствующие различным уровням толерантности к риску.

Например, вероятность банкротства в 50 % достигается при значении  $I \approx 0,95$  для probit-модели и  $I \approx 0,97$  для logit-модели. При  $I > 1,5$  вероятность банкротства составляет менее 10 %, что позволяет классифицировать предприятие как абсолютно устойчивое. При  $I < 0,5$  вероятность банкротства превышает 80 %, что сигнализирует о критическом состоянии.

Сопоставление полученных результатов с классическими зарубежными моделями показало, что последние часто завышают вероятность дефолта для отечественных предприятий, особенно в части недооценки фактора ликвидности. Предложенный интегральный критерий, веса которого адаптированы под местную специфику, демонстрирует более точную классификацию как для благополучных, так и для проблемных предприятий.

**Заключение**

В работе предложен и апробирован подход к формированию интегрального критерия финансовой устойчивости, лишенный основного недостатка классических моделей — жесткой фиксации весовых коэффициентов. Использование метода анализа иерархий позволило учесть мнение профессионального сообщества и адаптировать веса факторов под специфику конкретного сектора экономики. Последующее эконометрическое моделирование на основе бинарного выбора дало возможность не только подтвердить значимость предложенного критерия, но и количественно измерить связь между его значением и вероятностью наступления дефолта.

Разработанный инструментарий может найти применение в деятельности арбитражных управляющих, кредитных аналитиков и финансовых менеджеров для целей экспресс-диагностики и мониторинга состояния контрагентов. Дальнейшие исследования целесообразно направить на расширение выборки с дифференциацией по отраслям и на включение в модель нефинансовых факторов (качество корпоративного управления, рыночная позиция).

#### **Список источников**

1. Иванов П.Н., Сидорова Е.В. Многокритериальные методы в оценке финансового состояния хозяйствующих субъектов // Экономический анализ: теория и практика. – 2022. – Т. 21, № 8. – С. 1520–1538.
2. Петров А.И. Применение моделей бинарного выбора для прогнозирования банкротства предприятий реального сектора // Прикладная эконометрика. – 2023. – Т. 62, № 2. – С. 45–63.
3. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. – М.: ЛЕНАНД, 2020. – 360 с.
4. Козлов Д.Ф. Финансовые коэффициенты в системе антикризисного управления: отбор и обоснование пороговых значений // Финансы и бизнес. – 2021. – № 3. – С. 67–82.
5. Астафьев, Р. У. Многоаспектный анализ сложных иерархических систем / Р. У. Астафьев // ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ и ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: СОСТОЯНИЕ и ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ : сборник статей ЛШ Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 20 ноября 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 94-97. – EDN ALYBTH.
6. Астафьев, Р. У. Многомерное пространство методов сравнения иерархий / Р. У. Астафьев // Наука сегодня: актуальные исследования : Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции,

Петрозаводск, 17 ноября 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства "Новая Наука" (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 314-318. – EDN KGAYAZ.

7. Mathematical modeling of epidemic dynamics and disease spread using the SIR model / A. Sidorov, R. Astaf'ev, T. Gorshunova, T. Morozova // Moscow Economic Journal. – 2025. – Vol. 10, No. 11. – P. 45-66. – DOI 10.55186/2413046X\_2025\_10\_11\_246. – EDN HELSMS.

8. Сидоров, А. А. Вопросы нахождения коэффициентов характеристического уравнения матрицы большой размерности в курсе линейной алгебры для студентов технических вузов / А. А. Сидоров // Инновационные технологии в электронике и приборостроении : сборник докладов Российской научно-технической конференции с международным участием Физико-технологического института РТУ МИРЭА, Москва, 16–17 апреля 2020 года. Том 1. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2020. – С. 302-309. – EDN JNCUEM.

9. Sidorov, A. Market and credit risk in the modern banking system / A. Sidorov, T. Igonina // International Journal of Applied Sciences and Technology Integral. – 2025. – No. 4. – P. 50-61. – DOI 10.55186/2658-3569-2026-50-61. – EDN WCHWNL.

10. Сидоров, А. А. Вопросы нахождения формул сумм степенных рядов натуральных чисел в курсе линейной алгебры для студентов технических вузов / А. А. Сидоров // Перспективные материалы и технологии (ПМТ-2025): Сборник докладов Национальной научно-технической конференции с международным участием, Москва, 07–12 апреля 2025 года. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2025. – С. 1444-1454. – EDN IKYSTV.

## References

1. Ivanov P.N., Sidorova E.V. Mnogokriterial'ny'e metody` v ocenke finansovogo sostoyaniya khozyajstvuyushhix sub`ektov // E`konomicheskij analiz: teoriya i praktika. – 2022. – T. 21, № 8. – S. 1520–1538.
2. Petrov A.I. Primenenie modelej binarnogo vy`bora dlya prognozirovaniya bankrotstva predpriyatij real`nogo sektora // Prikladnaya e`konometrika. – 2023. – T. 62, № 2. – S. 45–63.
3. Saati T. Prinyatie reshenij pri zavisimostyax i obratny`x svyazyax: Analiticheskie seti. – M.: LENAND, 2020. – 360 s.
4. Kozlov D.F. Finansovy`e koef`ficienty` v sisteme antikrizisnogo upravleniya: otbor i obosnovanie porogovy`x znachenij // Finansy` i biznes. – 2021. – № 3. – S. 67–82.
5. Astaf`ev, R. U. Mnogoaspektny`j analiz slozhny`x ierarxicheskix sistem / R. U. Astaf`ev // FUNDAMENTAL'NAYA i PRIKLADNAYA NAUKA: SOSTOYANIE i TENDENCII RAZVITIYA : sbornik statej LIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Petrozavodsk, 20 noyabrya 2025 goda. – Petrozavodsk: Mezhdunarodny`j centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya I.I.), 2025. – S. 94-97. – EDN ALYBTX.
6. Astaf`ev, R. U. Mnogomernoe prostranstvo metodov sravneniya ierarxij / R. U. Astaf`ev // Nauka segodnya: aktual`ny`e issledovaniya : Sbornik statej II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Petrozavodsk, 17 noyabrya 2025 goda. – Petrozavodsk: Mezhdunarodny`j centr nauchnogo partnerstva Novaya Nauka (IP Ivanovskaya I.I.), 2025. – S. 314-318. – EDN KGAYAZ.
7. Mathematical modeling of epidemic dynamics and disease spread using the SIR model / A. Sidorov, R. Astafev, T. Gorshunova, T. Morozova // Moscow Economic Journal. – 2025. – Vol. 10, No. 11. – P. 45-66. – DOI 10.55186/2413046X\_2025\_10\_11\_246. – EDN HELSMS.
8. Sidorov, A. A. Voprosy` naxozhdeniya koef`ficientov xarakteristicheskogo uravneniya matricy bol`shoj razmernosti v kurse linejnoy algebry` dlya studentov texnicheskix vuzov / A. A. Sidorov // Innovacionny`e tekhnologii v e`lektronike i

priborostroenii : sbornik dokladov Rossijskoj nauchno-texnicheskoj konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem Fiziko-texnologicheskogo instituta RTU MIRE`A, Moskva, 16–17 aprelya 2020 goda. Tom 1. – Moskva: MIRE`A - Rossijskij texnologicheskij universitet, 2020. – S. 302-309. – EDN JNCUEM.

9. Sidorov, A. Market and credit risk in the modern banking system / A. Sidorov, T. Igonina // International Journal of Applied Sciences and Technology Integral. – 2025. – No. 4. – P. 50-61. – DOI 10.55186/2658-3569-2026-50-61. – EDN WCHWNL.

10. Sidorov, A. A. Voprosy` naxozhdeniya formul summ stepenny`x ryadov natural`ny`x chisel v kurse linejnoj algebry` dlya studentov texnicheskix vuzov / A. A. Sidorov // Perspektivny`e materialy` i texnologii (PMT-2025) : Sbornik dokladov Nacional`noj nauchno-texnicheskoj konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem, Moskva, 07–12 aprelya 2025 goda. – Moskva: MIRE`A - Rossijskij texnologicheskij universitet, 2025. – S. 1444-1454. – EDN IKYSTV.

© *Параскевопуло О.Р., Козлова О.Ю., Радыгин В.Ю., Манаенкова Т.А., 2026.*

*Московский экономический журнал, 2026, № 4.*