

**Анализ финансовой устойчивости российских авиакомпаний
на основе теории нечетких множеств**

Д.В. Тимошенко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.А. Мицель
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30а, 634050
E-mail: dvt39@tpu.ru

Analysis of financial stability of Russian airlines based on the theory of fuzzy sets

D.V. Timoshenko

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.A. Mitsel
Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: dvt39@tpu.ru

Abstract. *In a market economy, it is extremely important to be aware of the financial situation of the organizations with which daily activities are carried out, as well as how they perceive their own company. It is often useful to have an idea of the attractiveness of a company to potential partners or creditors, especially in situations where additional resources need to be raised to develop or maintain a business.*

Key words: *market economy, financial stability analysis, profitability asset, asset turnover, investment activity.*

Введение

В условиях рыночной экономики крайне важно осознавать финансовое положение организаций, с которыми осуществляется повседневная деятельность, а также то, как они воспринимают собственное предприятие. Часто полезно иметь представление о привлекательности компании для потенциальных партнеров или кредиторов, особенно в ситуациях, когда требуется привлечение дополнительных ресурсов для развития или поддержания бизнеса. Проведение такого анализа становится особенно актуальным в условиях экономической нестабильности или кризиса, когда конкуренция усиливается, а риск ошибок возрастает.

Экспериментальная часть

В рамках работы будет использоваться методика анализа финансовой устойчивости российских авиакомпаний на основе теории нечетких множеств (ПАО "АЭРОФЛОТ-РОССИЙСКИЕ АВИАЛИНИИ", Россия, S7 Airline (Сибирь), Победа, Уральские авиалинии). Подход к анализу риска банкротства учитывает количественные (финансовые) и качественные (индикаторные) показатели в анализе.

Для расчета количественно финансовых показателей используются открытые бухгалтерские отчеты [1].

Для определения качественных показателей в анализе привлекается независимая группа экспертов.

Метод носит матричный характер, где по строкам матрицы располагаются отдельные количественные показатели, характеризующие различные стороны финансовой деятельности компании, а по столбцам располагаются качественные уровни данных показателей, выраженные на естественном языке (например, «низкий», «средний», «высокий»). На пересечении столбцов и строк располагается степень текущего количественного уровня фактора качественному подмножеству, измеренная определенным образом. Тогда

результатирующий финансовый показатель получается, как двойная свертка компонент построенной матрицы с предопределенными весами [2].

Результаты исследования

1. В ходе исследования работы рассчитываются коэффициенты авиакомпаний за 2018–2023 гг:

- Коэффициент автономии (X1);
- Коэффициент промежуточной ликвидности (X2);
- Коэффициент абсолютной ликвидности (X3);
- Оборачиваемость активов (X4);
- Рентабельность основной деятельности (X5);
- Рентабельность активов (X6).

2. Определение системы весов показателей экспертным мнением.

В качестве членов экспертной группы было привлечено 8 экспертов, которые определили степень значимости коэффициентов от 1 до 6.

3. На основе полученных данных о значимости показателей в результате экспертного опроса была дана оценка согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации (W).

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^m d_j^2}{n^2(m^2-1)}, \quad (1)$$

где n – количество экспертов ($n=8$), m – количество параметров (оцениваемых объектов ($m = 6$)), d_j^2 – отклонение суммы рангов по j -ому параметру от среднего значения рангов

$$d_j^2 = \left(\sum_{i=1}^n R_{ji} - \frac{n(m+1)^2}{2} \right)^2, \quad (2)$$

где $R_{ji} \in \{1, 2, \dots, m\}$ – ранг j -го параметра i -го эксперта ($i = 1, 2, \dots, n$) [2].

Степень согласованности экспертов считается приемлемой, если она не менее 0,7, что является достаточной согласованной.

4. Оценка границ интервалов значений показателей. Построение функций принадлежности.

Экспертному сообществу в качестве исходной информации предлагается интервал по каждому показателю. Необходимо в рамках этого интервала выполнить внутреннее разбиение на 5 уровней (например, «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий»).

Результатом опроса является 8 интервалов вещественной оси $[a, b]$, $i = 1, \dots, 8$.

Определим четыре точки трапециевидные функции принадлежности:

$$a1 = \min\{a_i\} \quad a2 = \min\{\max(a_i), \min(b_i)\} \quad \text{и} \quad a3 = \max\{\max(a_i), \min(b_i)\}, \quad a4 = \max\{b_i\}.$$

В результате мы получим опорные точки трапециевидных функций принадлежности.

5. Строим функцию принадлежности для показателей X1–X6 с использованием трапециевидных чисел вида $(a1, a2, a3, a4)$, где $a1$ и $a4$ – абсциссы нижнего основания, $a2$ и $a3$ – абсциссы верхнего основания трапеции. Верхнее основание трапеции соответствует уверенности эксперта в правильности своей классификации, а ее ребра задают интервал неуверенности.

Если значение фактора точно попадает в верхнее основание трапеции, то с уверенностью равной 1, значение показателя соответствует одной из пяти зон и нулю для всех остальных нижней оснований трапеции.

Если значение фактора лежит в зоне неуверенности, то для двух смежных классов формируются значения, сумма которых равна единице. Вычисление значений идет по правилу вычисления ординаты наклонного ребра трапециевидной функции принадлежности по заданной абсциссе точки на нижнем основании трапеции.

6. Устанавливаем соответствия между значениями показателя степени риска (g) и нечеткими подмножествами множества G .

7. Анализ результатов. Определение степени риска банкротства по следующей формуле [3].

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j v_j = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (3)$$

следовательно, $g_j = 0,9-0,2(j-1)$ (табл. 1).

Таблица 1

Полученные показатели g_i и r_i

i	1	2	3	4	5
r_i	0,16666667	0,16666667	0,16666667	0,16666667	0,16666667
g_i	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1

В результате получили график степени риска банкротства авиакомпаний ПАО "АЭРОФЛОТ-РОССИЙСКИЕ АВИАЛИНИИ", Россия, S7 Airline (Сибирь) (рис. 1).

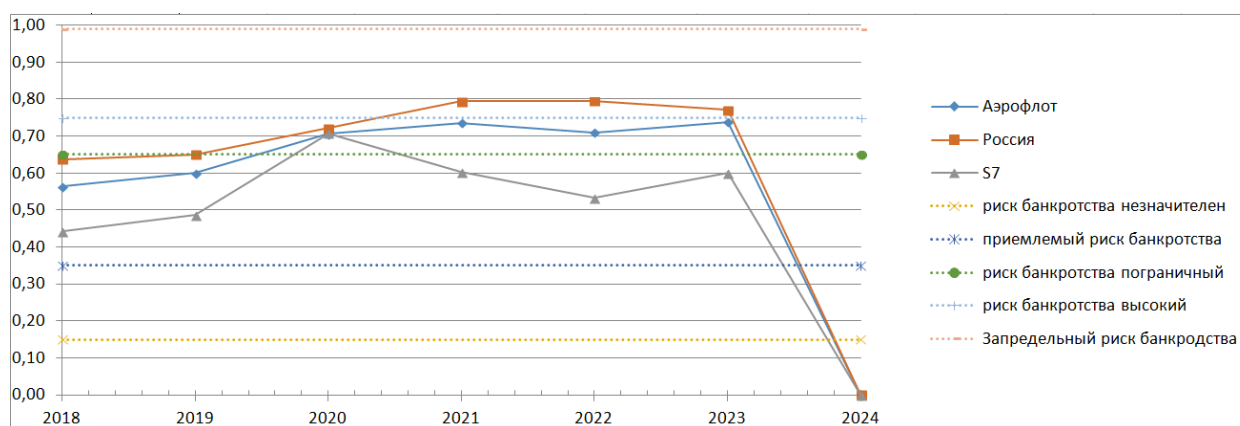


Рис. 1. Степень риска банкротства авиакомпаний
ПАО «АЭРОФЛОТ-РОССИЙСКИЕ АВИАЛИНИИ», Россия, S7 Airline (Сибирь)

Заключение

В результате анализа финансовой устойчивости с использованием теории нечетких множеств была оценена степень риска банкротства авиакомпаний, что позволяет на графике визуально определить их рыночное состояние. Данный подход может быть полезен в различных сферах, включая банковский сектор и инвестиционную деятельность.

Список литературы

1. Открытый каталог юридических лиц России. Сайт B2Book [Электронный ресурс] – URL: <https://b2book.ru/> (дата обращения: 04.03.2025).
2. Мицель А.А. Математические методы финансового анализа: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2019. – 93 с.
3. Недосекин А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ifel.ru/br7/3.pdf> (дата обращения: 04.03.2025).