

УДК 336.717

¹А.Д. Батрасова, ²Т.В. Коновалова, ³П.И. Комаров

¹ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», г. Смоленск,
email: batrasova@yandex.ru

²ФГБОУ ВО «Государственный технический университет МИРЭА», г. Москва,
email: tausha.konovalova@yandex.ru

³ ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», г. Смоленск,
email: PIKomarov@fa.ru

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ IT-КОМПАНИЙ

Ключевые слова: финансовая устойчивость, показатели финансовой устойчивости, кластер, кластеризация, метод К-средних

Интенсивное внедрение информационных технологий вызвало интенсивный рост количества IT-компаний. Государство и субъекты федерации оказывают различного рода поддержку таким компаниям: снижение налоговой нагрузки, льготное кредитование, льготы по аренде производственных помещений и т.д. В таких условиях важно оценить риск вложений, в том числе и с точки зрения финансовой устойчивости компаний. Хотя в настоящее время существует много моделей оценки финансовой устойчивости компаний и риска банкротства, большая часть моделей ориентирована или на производственные компании, или на компании финансового сектора. Данный подход ориентирован на IT -компании, которые обладают определенной спецификой: создают большей частью нематериальный продукт, сравнительно невысокая стоимость внеоборотных активов, на начальном этапе деятельности компании источником финансирования зачастую являются средства собственников компаний и т.д. Исследование проводилось на выборке из 65 российских IT -компаний. В статье на основании значений показателей финансовой устойчивости выполнена кластеризация компаний и определены нормативные значения показателей для финансово устойчивых компаний.

¹A.D. Batrasova, ²T.V. Konovalova, ³P.I. Komarov

¹FGOBU «Finance University under the Government of the Russian Federation», Smolensk,
email: batrasova@yandex.ru

²FGOBU «MIREA – Russian Technological University», Moscow,
email: tausha.konovalova@yandex.ru

³FGOBU «Finance University under the Government of the Russian Federation», Smolensk,
email: PIKomarov@fa.ru

CLUSTERING AS A METHOD OF STUDYING THE FINANCIAL STABILITY OF IT COMPANIES

Keywords: financial stability, financial stability indicators, cluster, clustering, K-means method

The intensive introduction of information technologies has caused an intensive growth in the number of IT companies. The state and the subjects of the Federation provide various kinds of support to such companies: reduction of the tax burden, preferential lending, benefits for renting industrial premises, etc. In such circumstances, it is important to assess the risk of investments, including from the point of view of the financial stability of companies. Although there are currently many models for assessing the financial stability of companies and the risk of bankruptcy, most of the models are focused either on manufacturing companies or on companies in the financial sector. This approach is focused on IT companies that have certain specifics: they mostly create an intangible product, a relatively low cost of non-current assets, at the initial stage of the company's activity, the source of financing is often the funds of the company's owners, etc. The study was conducted on a sample of 65 Russian IT companies. In the article, based on the values of financial stability indicators, clustering of companies was performed and normative values of indicators for financially stable companies were determined.

В производственно-хозяйственной деятельности хозяйствующего субъекта рациональное использование финансовых ресурсов имеет особую актуальность. В частности, особую важность

имеет проблема обеспечения оптимального уровня финансовой устойчивости предприятия. Недостаточная финансовая устойчивость зачастую является причиной неплатежеспособности

предприятия, препятствием для развития производства.

Финансовая устойчивость, с одной стороны, – важный фактор деловой активности, надежности предприятия. С другой стороны, финансовая устойчивость – результат управления всеми производственными, хозяйственными и финансовыми процессами субъекта экономической деятельности в прошлом, настоящем, будущем.

Финансовую устойчивость нужно рассматривать как некоторую синтетическую категорию, вбирающую в себя множество характеристик производственно-хозяйственной деятельности предприятия, в том числе платежеспособность, прибыльность, ликвидность, кредитоспособность. Единство элементов финансовой устойчивости – залог финансового благополучия предприятия. Потому обеспечение финансовой устойчивости – системный процесс управления финансовой деятельностью хозяйствующего субъекта.

Цель исследования

Кластеризация как метод исследования различных аспектов финансово-экономической деятельности компаний успешно используется в ряде работ [1-3].

Исследование финансовой устойчивости российских IT-компаний на основе метода кластерного анализа.

Материалы и методы исследования

Финансовое состояние компаний разные авторы описывают разными показателями. Общее число таких показателей превышает сотню. В рамках данного исследования выбраны следующие показатели (в скобках указаны формулы для расчета):

- коэффициент автономии (собственный капитал/активы);
- коэффициент капитализации $((стр1500+стр1400)/стр1300)$;
- коэффициент обеспеченности запасов (запасы/собственные оборотные средства);
- коэффициент финансовой зависимости (обязательства/активы);
- коэффициент финансового рычага (обязательства/собственный капитал);
- коэффициент финансовой устойчивости $((стр1300+стр1400)/стр1700)$.

Для анализа были выбраны случайным образом 65 российских IT-компаний, не перешедших на упрощенную систему налогообложения [4].

В качестве метода исследования предлагается кластерный анализ, что позволит выделить проблемные с точки зрения финансовой устойчивости компании.

Кластерный анализ – раздел науки, задачей которого является изучение и разработка методов разбиения исходного множества на подмножества, кластеры, объекты внутри которых «похожи» между собой, тогда как объекты из разных групп должны максимально отличаться друг от друга. Кластеризацию не следует отождествлять с классификацией. Характерным отличием кластеризации является заранее неизвестное число подмножеств, на которое разбивается исходное множество, и это число определяется в ходе решения задачи.

Под кластером (от англ. cluster – рой, скопление) принято понимать совокупность однородных элементов, которая может интерпретироваться как самостоятельная единица, обладающая определенными свойствами. При этом кластерам приписывают некоторые свойства, важнейшими из которых являются:

- плотность – свойство, характеризующее кластер как скопление точек в некоторой области пространства данных, обладающее более высокой концентрацией по сравнению с другими областями пространства;
- дисперсия – характеристика степени рассеивания точек относительно центра кластера;
- делимость – степень «перекрывания» кластеров и расстояние между кластерами в пространстве.

Данные, которые исследуются методами кластерного анализа, должны удовлетворять следующим условиям:

- показатели не должны коррелировать между собой;
- показатели должны быть безразмерными;
- случайные факторы не должны влиять на значения показателей («устойчивость» показателей);
- однородность выборки, т.е. отсутствие «выбросов».

Большинство алгоритмов кластеризации требуют нормализации данных, чтобы вклад всех компонент вектора характеристик в расчет расстояния был одинаков. Для этого все компоненты приводятся к одинаковому диапазону, чаще всего $[-1; 1]$ или $[0; 1]$.

Степень похожести для каждой пары объектов определяется «расстоянием» между объектами. Евклидово расстояние – наиболее распространенный подход, представляющий собой расстояние между точками в n -мерном пространстве:

$$\rho(x, x') = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x'_i)^2}$$

Обработка данных осуществлялась с использованием пакета R Studio. R Studio является свободно распространяемой средой с открытым исходным кодом и предназначен для разработки программного обеспечения статистической обработки данных и работы с графикой на языке R.

При разработке программ в R Studio использованы следующие библиотеки:

- tidyverse;
- magrittr;
- cluster.

Постановка задачи

Пусть $K = \{K_1, K_2, \dots, K_p, \dots, K_n\}$ – множество исследуемых компаний. Каждый элемент K_i множества K характеризуется набором показателей $P = \{P_1, P_2, \dots, P_p, \dots, P_m\}$. Пусть x_{ij} – значение измерения показателя P_j для элемента K_i . Тогда вектор $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}, \dots, x_{im})$ характеризует состояние компании K_i . Вектор $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ip}, \dots, x_{mj})$ – значения показателя j для всех элементов множества K .

В данной работе для кластеризации исходных данных использовался итеративный метод k -средних [5]. Сущность метода в том, что он минимизирует суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров кластеров:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} (x_j - \mu_i)^2,$$

- где k – число кластеров;
 S_i – полученные кластеры;
 $i = 1, 2, \dots, k$;
 μ_i – центры масс векторов $x_j \in S_i$

Существенным свойством рассматриваемого метода кластеризации является требование задание на первом шаге алгоритма числа кластеров и центров кластеров, что во многом определяет качество кластеризации. Среди методов определения числа кластеров укажем метод силуэта метод точки перегиба. Центры кластеров на первом шаге выбираются или случайным образом, или следуя определенному правилу. Например, центры кластеров выбирают таким образом, чтобы расстояние между кластерами было максимальным

Затем, каждое наблюдение относится к тому кластеру, расстояние до центра которого минимально по сравнению с расстояниями до центров других кластеров. После чего пересчитываются центры всех кластеров, и перераспределяются наблюдения. Алгоритм прерывается, когда центры всех кластеров перестанут меняться в пределах заданной точности:

$$|\mu_i^{шаг\ t+1} - \mu_i^{шаг\ t}| \leq \varepsilon,$$

где $\mu_i^{шаг\ t}$ – центр кластера i на шаге t ;
 ε – заданная точность;
 $i = 1, 2, \dots, k$.

Результаты и обсуждение

Для оценки наличия корреляции между парами используемых показателей были построены диаграммы рассеивания. На всех полученных диаграммах можно было выделить (рис. 1):

- область достаточно плотной группировки точек;
- одну или более областей с небольшим количеством точек.

Такое распределение говорит о неоднородном состоянии компаний с точки зрения финансовой устойчивости.

При кластеризации по методу K -средних важно определить число кластеров, на которое разбивается исходно множество. Часто оптимальное число кластеров оценивается методом точки перегиба. Сущность метода состоит в том, что строится зависимость суммы квадратов внутрикластерных расстояний от числа кластеров (рис. 2). Как видно из рисунка, увеличение числа кластеров выше 6 не дает существенного уменьшения суммы квадратов внутрикластерных расстояний. Следовательно, можно считать, что оптимальное число кластеров равно 6.

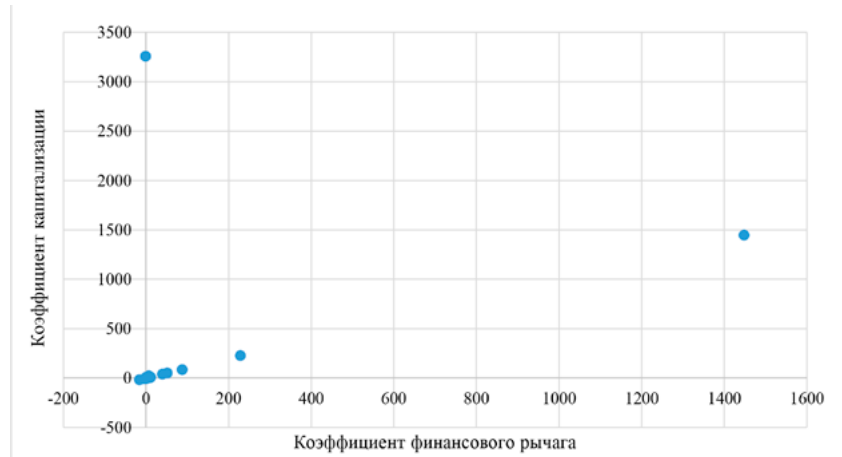


Рис. 1. Диаграмма рассеивания для пары коэффициент капитализации-коэффициент финансового рычага

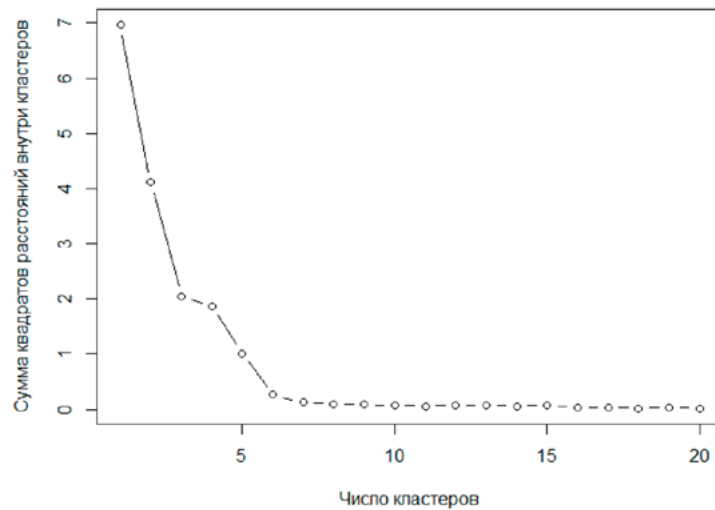


Рис. 2. Зависимость суммы квадратов внутрикластерных расстояний от числа кластеров

Реализация алгоритма дает следующие центры кластеров (табл. 1).

Таблица 1

Центры кластеров

Номер кластера	X1 (коэффициент автономии)	X2 (коэффициент капитализации)	X3 (коэффициент обеспеченности запасов)	X4 (коэффициент финансовой зависимости)	X5 (коэффициент финансового рычага)	X6 (коэффициент финансовой устойчивости)
1	-7.4016	-1.1351	-0.0003	8.1984	-1.1076	-7.4016
2	0.0043	-1.0762	75.6	14.1296	3259.7	-3.6788
3	-0.3371	34.0469	2.7849	1.1141	35.133	-0.3022
4	0.0007	1447.5	661.7	0.9993	1447.5	0.4838
5	11.11	-1.0755	0.0	12.6	1.140	-0.5556
6	0.5634	0.9100	0.1159	0.3196	1.0319	0.6442

Количество компаний, попавших в каждый из кластеров, приведено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение компаний по кластерам

Номер кластера	Количество компаний
1	1
2	1
3	1
4	13
5	1
6	48

Таблица 3

Рекомендуемые и рассчитанные значения финансовых показателей

Показатель	Рассчитанное	Рекомендуемое значение
Коэффициент автономии	0.5634	~0,5
Коэффициент капитализации	0.9100	<1,5
Коэффициент обеспеченности запасов	0.1159	~0,5
Коэффициент финансовой зависимости	0.3196	0,5 – 0,7
Коэффициент финансового рычага	1.0319	~1 max 2
Коэффициент финансовой устойчивости	0.6442	0,7 – 0,9

Как видно из таблицы 1, значения параметров, характеризующие центры некоторых кластеров, принимают отрицательные значения. Естественно, это происходит из-за того, что значения некоторых коэффициентов, характеризующих состояние компаний, принимают отрицательные значения. Причиной тому могут быть, например, непокрытые убытки на начало года. Компании, попавшие в кластеры с отрицательными значениями центров (кластеры 1, 2, 3, 5), классифицируются как находящиеся в кризисном состоянии.

Обратим внимание на тот факт, что в кластерах 2 и 4 ненормально высокие значения коэффициента обеспеченности запасов (рекомендуемое значение ~0,5). Как показал детальный анализ, такая ситуация имеет место в компаниях, которые занимаются поставкой под ключ компьютерного оборудования, монтаж локальных сетей. Такие компании зачастую имеют небольшой объем собственных оборотных средств, но вынуждены держать значительный объем оборудования под текущие или даже будущие контракты. Тем не менее, компании, входя-

щие в кластер 4 находятся в устойчивом финансовом состоянии.

Самым много численным оказался кластер 6, куда вошло 48 компаний. Значения факторов, соответствующие центру этого кластера, могут быть приняты в качестве значений соответствующих, финансово устойчивым ИТ-компаниям. Тем более, что они соответствуют рекомендуемым значениям, рекомендуемым экономической литературой (табл. 3).

Выводы

Получено распределение ИТ-компаний по уровню финансовой устойчивости методом К-средних, достоинство которого в том, что факторы кластеризации не подразделяются на независимые и зависимые, а используются таким образом, чтобы сгруппировать описываемые ими объекты по лежащему в их основе сходству.

Проведенный анализ распределения ИТ-компаний по уровню их устойчивости, позволил выделить группы компаний, требующих различного подхода к их поддержке со стороны государства.

Библиографический список

1. Кейсерухская У.К., Чачина Е.Г. Нормирование финансовых коэффициентов на основе методологии кластерного анализа // Молодой ученый. 2012. № 5. С. 161-164.
2. Подольская Т.О., Отделкина А.А. Использование кластерного анализа для характеристики финансовой устойчивости региональных коммерческих банков // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 11. С. 40-44.
3. Станик Н.А., Крайнюков Н.И. Методы и показатели для кластеризации коммерческих банков // Финансовые рынки и банки. 2020. № 1. С. 70-76.
4. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой отчетности). [Электронный ресурс]. URL: <https://bo.nalog.ru/> (дата обращения: 25.12.2021).
5. Дюран Б. Кластерный анализ. М.: Статистика, 2012. 130с.