ISSN 2311-8768 (Online) ISSN 2073-4484 (Print)

Математический анализ и моделирование в экономике

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ МЕТОДОМ СОБСТВЕННЫХ СОСТОЯНИЙ*

Владимир Викторович МОКЕЕВа,*, Елена Вячеславовна БУНОВА

- $^{\rm a}$ доктор технических наук, заведующий кафедрой информационных систем, Южно-уральский государственный университет, Челябинск, Российская Федерация mokeyev@mail.ru
- ^b кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем, Южно-уральский государственный университет, Челябинск, Российская Федерация albv70@mail.ru
- * Ответственный автор

История статьи:

Принята 17.06.2015 Одобрена 13.07.2015

УДК 338.27

Ключевые слова: финансовая устойчивость, анализ главных компонент, метод собственных состояний, модель

Аннотапия

Предмет. Законы рыночной экономики требуют от предприятия постоянного мониторинга и анализа состояния финансово-хозяйственной деятельности. Одной из важных характеристик деятельности предприятия является его финансовая устойчивость. На финансовую устойчивость оказывает влияние множество факторов, что обусловливает необходимость в разработке модели финансовой устойчивости предприятия.

Цели. Целью исследования является разработка методологии анализа и построение модели финансовой устойчивости предприятия. Исследование путей решения задачи управления финансовой устойчивостью предприятия требует создания таких моделей, которые позволяли бы не только анализировать состояние предприятия, но и прогнозировать его развитие.

Методология. Методологической основой исследования послужили результаты фундаментальных работ ученых в области моделирования социально-экономических систем методом собственных состояний.

Результаты. Разработанная модель финансовой устойчивости используется для определения значений показателей финансово-устойчивой (эталонной) деятельности предприятия. Комплексный индикатор финансовой устойчивости определяется путем сопоставления фактической и эталонной деятельности предприятия с использованием метода штрафных функций. Приводятся формулы для вычисления коэффициента финансовой устойчивости предприятия. Эффективность методологии демонстрируется на примере анализа финансовой устойчивости металлургического предприятия.

Выводы. В рыночных условиях построить эффективную систему управления предприятием, основанную только на интуиции, невозможно. Предложенная методология анализа финансовой устойчивости позволяет разработать модель финансовой устойчивости предприятия вне зависимости от его размера и специфики деятельности. Использование модели позволяет осуществлять как анализ финансовой устойчивости предприятия, так и прогнозировать его устойчивое развитие.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

Отечественные предприятия трудно адаптируются к новым реалиям жизни в условиях функционирования рыночной экономики. Экономические законы требуют от предприятия постоянного мониторинга одного из наиболее важных показателей финансовохозяйственной деятельности — финансовой устойчивости.

Внешняя среда, хозяйственные операции, совершаемые ежедневно, постоянно оказывают

влияние на состояние финансовой устойчивости компании. Недостаточная финансовая устойчивость может привести к отсутствию у них денежных средств для финансирования текущей и инвестиционной деятельности, а при усугублении финансового состояния — и к банкротству. Избыточное состояние финансовой устойчивости препятствует развитию предприятий за счет излишних запасов и резервов.

Знание предельных границ по финансовой устойчивости конкретной компании и логикоматематической модели влияния показателей

^{*} Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-01-00054).

внешней и внутренней среды предприятия на финансовую устойчивость позволяет формировать такие потоки хозяйственных операций, которые ведут к улучшению финансового состояния предприятия, повышению его устойчивости.

Теоретические и методические положения определения финансовой устойчивости описаны в трудах ведущих экономистов М.С. Абрютиной [1], Л.А. Богдановской [2], В.В. Бочарова [3], В.А. Бекреневой [4], Л.Т. Гиляровской [5], А.В. Грачева [6], В.В. Ковалева [7], М.В. Мельника [8], А.Д. Шеремета [9], Л.Л. Игониной 1, В.В. Печаткина 2, А.А. Мицель 3, Б.Н. Авдонина, А.М. Батьковского и К.Н. Мингалиева 4, А.В. Пенюгаловой 5, А.В. Агибалова 6, Н.С. Васина 7, Е.В. Корчагина [10] и других авторов.

Несмотря на то, что понятие финансовой устойчивости является общепринятой ключевой характеристикой финансового состояния, нет единого взгляда на методику определения этого показателя. Большинство методов, используемых для анализа финансовой устойчивости, базируется на анализе абсолютных и относительных показателей.

В работе под финансовой устойчивостью будем понимать способность предприятия поддерживать свою деятельность в течение длительного времени благодаря наличию определенных свободных средств и сбалансированности финансовых потоков. Деятельность предприятия обычно представляет набор различных процессов. Одни улучшают

финансовую устойчивость, другие, наоборот, дестабилизируют работу предприятия. Основной задачей управления финансовой устойчивостью является ограничение влияния процессов, уменьшающих прибыль предприятия.

По данным, приведенным в работе [4], методика анализа финансовой устойчивости, включающая оценку обеспеченности запасов и затрат источниками формирования, используется в большинстве методик из 16 рассмотренных. В остальных методиках используются относительные показатели, такие как:

- коэффициенты структуры капитала;
- коэффициенты обеспеченности активов источниками покрытия;
- коэффициенты покрытия, платежеспособности и др. [4].

В работе [11] строится модель для прогнозирования риска неплатежей при кредитовании физических лиц с помощью метода главных компонент и регрессионного анализа. Авторы работы [12] описывают подход к анализу финансовой устойчивости компании на основе метода собственных состояний.

Основная идея метода собственных состояний состоит в том, чтобы сложный процесс развития социально-экономической системы (предприятия) отразить в упрощенной форме (модели) и провести анализ ее развития в реальной ситуации с помощью разработанной модели.

Анализ финансовой устойчивости включает в себя построение модели, использующей только те собственные состояния, которые удовлетворяют условию финансовой устойчивости компании. Этот подход был апробирован в целом ряде научных работ при анализе таких сложных систем, как компания (предприятие), город, регион.

Например, в работах [13, 14] были рассмотрены вопросы устойчивого функционирования компаний в рыночных условиях при эффективном использовании ресурсов предприятия в зависимости от целевых установок и параметров производственной деятельности.

Успешный опыт использования метода собственных состояний для оценки эффективности работы энергосбытовых предприятий приведен в работе [15]. Автором получены сравнительные коэффициенты эффективности филиалов, а также показаны источники их неэффективной деятельности.

 $^{^1}$ *Игонина Л.Л., Базык Е.Ф.* Модель управления финансовой устойчивостью страховых организаций на основе системнофакторного подхода // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2010. № 9. С. 13–19.

² Печаткин В.В. Финансовая устойчивость и конкурентоспособность региона: методологические и прикладные аспекты оценки // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2013. № 42. С. 19–27.

³ *Мицель А.А., Соболева М.А.* Анализ финансовой устойчивости предприятий сотовой связи России // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2015. № 6. С. 24–31.

⁴ Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Мингалиев К.Н., Батьковский М.А. Развитие инструментария оценки финансовой устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 10. С. 2–13.

⁵ Пенюгалова А.В. Качественные методы анализа финансовой устойчивости страховой организации // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2011. № 35. С. 2–11.

⁶ *Агибалов А.В., Линькова Н.Н.* Проблемы оценки устойчивого финансового развития коммерческих организаций // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2012. № 31. С. 3–11.

⁷ Васин Н.С. Прогнозирование устойчивого развития и функционирования предприятия // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 48. С. 12–19.

В работе [16] была построена модель социальноэкономического развития города Челябинска до 2020 г., позволяющая определить такие пропорции общественного воспроизводства, которые в максимальной степени способствуют удовлетворению потребностей населения и повышению его жизненного уровня. С использованием метода собственных состояний О.С. Буслаевой [17] исследуется регион — Челябинская область — с точки зрения его инвестиционной привлекательности, а в работе [18] предлагается методика оценки устойчивого развития регионов РФ, апробация которой на тестируемой группе регионов позволила определить их параметры приближенности к траектории устойчивого развития.

Эффективность процессов развития города исследуется в работе [19]. Анализ базируется на построении «совершенного образа» бизнеспроцессов. Для выделения состояний, которые соответствуют совершенному образу поведения, используется метод собственных состояний.

Построить эффективную систему управления предприятием, основанную только на интуиции и опыте, не представляется возможным. Эффективная система управления предприятием обеспечивает оперативную и адекватную реакцию на изменения, произошедшие при функционировании предприятия.

Таким образом, требуется дальнейшее исследование путей решения задачи управления финансовой устойчивостью предприятия с точки зрения создания таких моделей, которые позволяли бы не только анализировать состояние предприятия, но и прогнозировать его развитие.

В исследовании описана методология анализа финансовой устойчивости, в основе которой лежит метод собственных состояний, позволяющий построить модель финансовой устойчивости.

Анализ финансовой устойчивости заключается в сравнении показателей фактической и финансовоустойчивой деятельности предприятия. Последние получают с использованием модели финансовой устойчивости. Анализ отклонений параметров, выявление причин отклонений позволяют принимать обоснованные корректирующие решения при управлении финансовой устойчивостью предприятия.

Методология анализа финансовой устойчивости предприятия. Методология анализа финансовой

устойчивости предприятия включает несколько шагов:

- 1. Формирование набора показателей, описывающих развитие предприятия.
- 2. Формулировку требований к финансовой устойчивости предприятия, которые представляют собой либо ограничения на изменения ряда показателей, характеризующих финансовую устойчивость, либо набор индикаторов устойчивости с их нормативными значениями.
- 3. Вычисление весовых коэффициентов собственных состояний предприятия. Весовые коэффициенты собственных состояний определяются по собственным векторам матрицы вторых моментов набора показателей. Каждый собственный вектор имеет ту же размерность, что и вектор состояния экономической системы.

Коэффициенты собственного вектора интерпретируются как весовые коэффициенты показателей собственного состояния. Таким образом, каждый собственный вектор описывает собственное состояние предприятия, которое характеризует определенную тенденцию развития предприятия.

Все выделенные собственные состояния являются независимыми (первое свойство собственных состояний [19]), т.е. развитие одной тенденции (собственного состояния) не влияет на развитие других тенденций (собственных состояний). Таким образом, удаление одних собственных состояний не приведет к изменению других собственных состояний.

В рамках каждой тенденции (собственного состояния) показатели меняются пропорционально весовым коэффициентам собственного состояния (второе свойство собственных состояний [19]).

 Построение модели устойчивого развития на основе собственных состояний, полученных на предыдущем шаге. В процессе построения модели выполняется проверка соответствия собственных состояний требованиям финансовой устойчивости предприятия.

Если требования представлены в виде ограничений на изменения ряда показателей, то проверяются на соответствие изменения исходных показателей в рамках каждого собственного состояния требованиям финансовой устойчивости предприятия с использованием второго свойства собственных состояний.

Если требования финансовой устойчивости представлены в виде индикаторов устойчивости с их нормативными значениями, то для каждого собственного состояния вычисляются значения индикаторов.

Пусть индикатор устойчивости представляет отношение показателей x_i и x_j . В рамках h-го собственного состояния значения этих показателей определяются по формуле:

$$x_{ki}^{h} = V_{hi} z_{kh} \mathbf{M} \ x_{ki}^{h} = V_{hi} z_{kh},$$

где V_{hi} — коэффициент h-го собственного состояния i-го показателя;

 $z_{\it kh}$ — главная компонента $\it h$ -го собственного состояния для $\it k$ -го наблюдения.

Тогда коэффициент устойчивости процесса, описываемого h-м собственным состоянием, вычисляется по формуле $K_h = V_{hi} Z_{kh} / V_{hj} Z_{kh} = V_{hi} / V_{hj}$. Таким образом, показатель устойчивости h-го собственного состояния равен отношению весовых коэффициентов x_i и x_j переменных. При сравнении значения показателя с его нормативным значением принимается решение о выборе собственного состояния для модели финансовой устойчивости компании.

Выбранные собственные состояния используются для формирования модели финансовой устойчивости компании (эталонной модели). Полученная модель является идеализацией реальной деятельности и служит эталоном для исследуемого предприятия с точки зрения его финансовой устойчивости. Показатели, описывающие деятельность предприятия в рамках модели устойчивого развития, определяются по формуле

$$x_{ki}^{et} = \overline{x}_i + \sum_{h=1}^P V_{hi} z_{kh},$$

где P — число собственных состояний, используемых для построения модели.

5. Вычисление индикаторов финансовой устойчивости предприятия. Значения индикаторов определяются путем сравнения фактических и эталонных значений показателей. Эталонные значения показателей вычисляются с помощью модели финансово устойчивого предприятия. Большие отклонения от эталонных показателей деятельности интерпретируются как признаки дестабилизации системы и оцениваются с использованием штрафных функций.

Значения штрафных функций для показателей вычисляются по формуле

$$f_{kj} = \begin{cases} 0 & \text{, если } \left| (x_{kj} - x_{kj}^{et}) / x_{kj} \right| \leq \epsilon_{\text{доп}}, \\ \left| (x_{kj} - x_{kj}^{et}) / x_{kj} \right| - \epsilon_{\text{доп}}, \text{ если } \left| (x_{kj} - x_{kj}^{et}) / x_{kj} \right| > \epsilon_{\text{доп}}, \end{cases}$$

где x_{kj} — фактические значения показателей;

 x_{kj}^{et} — эталонные значения показателей;

 $\epsilon_{\text{поп}}$ — допустимые отклонения.

Анализ формулы свидетельствует о том, что штраф назначается тогда, если отклонения превышают допустимую величину.

Таким образом, основными задачами управления являются:

- своевременное выявление отклонений, дестабилизирующих деятельность;
- определение возможных угроз;
- исследование источников и причин их возникновения, а также их оперативное устранение для поддержания финансовой устойчивости компании.

Комплексный индикатор финансовой устойчивости предприятия может быть получен по формуле

$$I_{v} = 1 - \overline{f}_{k}$$

где $\overline{f_k}$ — среднеквадратическое значение штрафных функций показателей, которое в свою очередь определяется по формуле

$$\overline{f}_k = \sqrt{\frac{1}{r} \sum_{j=1}^r f_{kj}^2},$$

где f_{kj} обозначает значение штрафной функции j-го показателя для k-го наблюдения;

r — количество показателей, используемых для построения комплексного индикатора устойчивости.

Исследование финансовой устойчивости металлургической компании. Исследуем финансовую устойчивость металлургической компании ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», которая входит в число крупнейших мировых производителей стали и занимает лидирующие позиции среди предприятий черной металлургии России. Активы компании в России представляют собой крупный металлургический комплекс с полным производственным циклом, начиная с подготовки железорудного сырья и заканчивая глубокой переработкой черных металлов.

Данные о деятельности компании взяты с электронного ресурса ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»⁸.

Финансовая устойчивость аккумулирует в себя финансовые, экономические и организационные аспекты деятельности компании, которые описываются 29 показателями функционирования компании за 10 лет (с 2004 по 2013 г.) и разбиваются на следующие группы: финансовые, производственные, социально-экологические и внешние факторы.

В группу финансовых факторов входят:

- чистая прибыль, млн руб.;
- основные средства, млн руб.;
- долгосрочные финансовые вложения, млн руб.;
- выручка от реализации, млн руб.;
- внеоборотные активы, млн руб.;
- оборотные активы, млн руб.;
- собственный капитал, млн руб.;
- краткосрочные обязательства, млн руб.;
- долгосрочные обязательства, млн руб.;
- прибыль от операционной деятельности, млн руб.;
- валовая прибыль, млн руб.;
- запасы, млн руб.;
- добавочный капитал, тыс. руб.;
- нераспределенная прибыль, тыс. руб.;
- кредиторская задолженность, тыс. руб.;
- дебиторская задолженность, тыс. руб.

Группу производственных факторов составляют следующие показатели:

- объем производства металлопродукции, тыс. т;
- объем производства агломерата, тыс. т;
- объем производства кокса, тыс. т;
- объем производства чугуна, тыс. т;
- объем производства стали, тыс. т;
- объем производства сортового проката, тыс. т;
- объем производства листового проката, тыс. т;
- объем производства изделий дальнейшего передела, тыс. т;
- среднесписочная численность персонала, чел.;
- производительность труда, тыс. руб./чел.

Таблииа 1

Индикаторы финансовой устойчивости и их нормативные значения

Индикатор	Нормативное
индикатор	значение
Коэффициент финансовой	Более 0,5
независимости	
Коэффициент обеспеченности	Более 0,1
собственными оборотными средствами	
Коэффициент маневренности	От 0,5 до 0,8
Коэффициент финансового рычага	Менее 1
Коэффициент текущей ликвидности	Более 2

В показатели группы социально-экологических факторов входят среднемесячная заработная плата (руб.) и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (т).

Группу внешних факторов представляет среднегодовой курс доллара.

Финансовую устойчивость компании можно оценить с помощью индикаторов, нормативные значения которых представлены в табл. 1.

Коэффициент финансовой независимости показывает достаточность у предприятия собственных средств, необходимых для финансирования текущей деятельности. Чем больше значение коэффициента финансовой независимости, тем лучше считается финансовое состояние предприятия. Однако излишне высокое (близкое к единице) значение коэффициента может говорить о сдерживании темпов развития предприятия. Отказавшись от привлечения заемного капитала, организация лишается дополнительного источника финансирования — прироста активов, за счет которых можно увеличить доходы.

Низкое значение коэффициента маневренности означает, что большая часть собственных средств предприятия закреплена в ценностях, которые являются менее ликвидными. Слишком низкое значение коэффициента финансового рычага говорит об упущенной возможности использования финансового рычага — повышение рентабельности собственного капитала за счет привлечения заемных средств.

Коэффициент текущей ликвидности показывает, достаточно ли у предприятия средств, которые могут быть использованы для погашения краткосрочных обязательств. Нижняя граница обусловлена тем, что оборотных средств должно быть достаточно для погашения краткосрочных обязательств, иначе компания окажется под угрозой банкротства. Превышение оборотных средств над краткосрочными обязательствами более чем в три

⁸ URL: http://www.mmk.ru/for investor/financial statements.

Таблица 2 Коэффициенты финансовой устойчивости предприятия

Год	Коэффициент независимости	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	Коэффициент маневренности	Коэффициент финансового рычага	Коэффициент текущей ликвидности
2004	0,78	0,68	0,23	0,35	1,94
2005	0,77	0,64	0,22	0,34	2,17
2006	0,73	0,51	0,19	0,35	2,19
2007	0,83	0,73	0,37	0,21	3,73
2008	0,72	0,46	0,22	0,38	1,85
2009	0,71	0,63	0,27	0,40	2,71
2010	0,64	0,69	0,31	0,56	3,29
2011	0,57	0,66	0,34	0,77	2,95
2012	0,59	0,39	0,20	0,70	1,63
2013	0,52	0,09	0,04	0,93	1,10

раза также является нежелательным, поскольку может свидетельствовать о нерациональной структуре активов. Изменение коэффициентов финансовой устойчивости, вычисленных по фактическим значениям показателей деятельности предприятия, представлено в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 свидетельствует, что индикаторы финансовой устойчивости обладают достаточно высокой изменчивостью, что связано с воздействием как внешних, так и внутренних факторов.

Построим модель финансовой устойчивости предприятия. При этом будем накладывать ограничения на величину коэффициентов финансовой устойчивости собственных состояний.

Для коэффициента независимости значения должны находиться в пределах от 0,4 до 0,7; для коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами — от 0,5 и выше; для коэффициента маневренности — от 0,2 и выше; для коэффициента финансового рычага — больше 0, а для коэффициента текущей ликвидности — больше 2.

Модель строится из собственных состояний, вычисленных по матрице начальных вторых моментов (данные не центрируются).

Коэффициенты первых девяти собственных состояний представлены в табл. 3, а значения индикаторов финансовой устойчивости, вычисленных для первых восьми собственных состояний, — в табл. 4.

Таблица 3 Коэффициенты собственных состояний

Поморожети		Собственное состояние										
Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Объем производства металлопродукции	0,021	-0,001	-0,009	-0,008	0,049	-0,019	0,021	0,022	0,070			
Объем производства агломерата	0,020	-0,002	-0,003	0,006	0,016	0,017	-0,006	0,031	-0,009			
Объем производства кокса	0,010	0,002	-0,003	0,000	0,019	-0,003	-0,003	0,006	-0,012			
Объем производства чугуна	0,018	0,002	-0,003	-0,001	0,031	0,000	0,009	0,014	-0,004			
Объем производства стали	0,022	0,000	-0,012	-0,007	0,053	-0,012	0,007	0,019	0,080			
Объем производства сортового проката	0,003	-0,001	-0,001	0,001	0,013	-0,006	0,008	0,002	0,011			
Объем производства листового проката	0,017	-0,008	-0,008	-0,008	0,036	-0,009	0,006	0,045	0,112			
Объем производства изделий	0,003	0,000	0,0004	-0,0018	0,010	-0,005	0,007	0,014	0,005			
дальнейшего передела												
Чистая прибыль	0,284	-0,343	-0,130	-0,483	0,048	-0,092	-0,180	0,137	0,175			
Основные средства	0,180	-0,234	0,452	0,104	0,440	-0,137	0,381	-0,313	-0,053			
Долгосрочные финансовые вложения	0,081	-0,171	0,206	-0,164	0,108	0,155	0,067	0,207	-0,154			
Выручка от реализации	0,445	-0,512	-0,175	0,519	-0,436	0,118	0,051	-0,139	0,036			
Внеоборотные активы	0,424	0,371	0,480	0,174	-0,148	0,015	-0,150	0,356	0,250			
Оборотные активы	0,172	0,089	-0,041	-0,285	-0,063	-0,284	0,229	-0,392	0,287			
Собственный капитал	0,406	0,485	-0,091	-0,181	-0,309	-0,145	0,034	-0,187	-0,243			
Краткосрочные обязательства	0,080	0,043	0,066	0,222	0,120	-0,515	0,260	0,306	-0,129			
Долгосрочные обязательства	0,114	-0,035	0,457	-0,127	0,047	0,373	-0,356	-0,342	0,002			
Прибыль от операционной деятельности	0,037	0,085	-0,095	-0,068	-0,012	0,236	0,298	-0,050	0,193			

Окончание табл. 3

Показатель -		Собственное состояние										
показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Валовая прибыль	0,107	0,122	-0,107	-0,121	0,023	0,477	0,567	0,153	0,236			
Запасы	0,039	-0,050	0,074	-0,018	0,084	0,006	-0,031	-0,022	0,084			
Добавочный капитал	0,059	-0,034	-0,195	-0,048	0,138	-0,102	-0,177	0,046	0,529			
Нераспределенная прибыль	0,204	-0,289	0,059	-0,417	-0,148	-0,021	0,057	0,356	-0,327			
Кредиторская задолженность, тыс. руб.	0,033	-0,062	0,017	0,074	0,065	-0,210	-0,195	0,027	0,329			
Дебиторская задолженность, тыс. руб.	0,057	-0,095	0,057	-0,175	-0,111	-0,259	0,080	-0,255	-0,007			
Среднесписочная численность персонала	0,111	-0,002	-0,076	-0,009	0,171	-0,039	-0,149	0,000	-0,054			
Среднемесячная заработная плата	0,056	-0,073	0,076	0,044	0,141	-0,024	0,066	0,260	0,199			
Производительность труда	0,001	-0,001	0,001	0,001	0,004	-0,003	-0,001	0,004	0,009			
Выбросы загрязняющих веществ в	0,456	0,155	-0,411	0,125	0,585	0,141	-0,160	-0,051	-0,242			
атмосферу												
Среднегодовой курс доллара	0,006	-0,001	0,0005	0,004	0,004	0,009	0,001	0,015	-0,025			

Таблица 4
Коэффициенты финансовой устойчивости собственных состояний

Коэффициент -		Собственное состояние										
		2	3	4	5	6	7	8	9			
Финансовой независимости	0,68	1,05	-0,21	1,63	1,46	0,54	0,44	5,19	-0,45			
Обеспеченности собственными	0,56	0,89	2,79	1,69	1,80	-0,75	-0,75	2,26	-1,71			
оборотными средствами												
Маневренности	0,24	0,16	1,26	2,66	0,37	-1,46	-5,02	4,73	2,02			
Финансового рычага	0,48	0,02	-5,75	-0,53	-0,54	0,98	-2,80	0,19	0,52			
Текущей ликвидности	2,15	2,07	-0,62	-1,28	-0,53	0,55	0,88	-1,28	-2,22			

Первое собственное состояние характеризует основную тенденцию развития предприятия. Значения главных компонент первого собственного состояния положительны, поэтому все показатели в рамках этого состояния увеличиваются.

Весовые коэффициенты первого собственного состояния могут интерпретироваться следующим образом: на каждые 22 т стали приходится выпуск 21 т металлопродукции, 10 т кокса, 20 т агломерата, 18 т чугуна. При этом такие темпы производства привели к выбросу 456 кг загрязняющих веществ в атмосферу и получению 456 тыс. руб. чистой прибыли.

Коэффициенты финансовой устойчивости этой основной тенденции развития предприятия лежат в допустимых пределах, поэтому первое собственное состояние используется при построении модели финансовой устойчивости предприятия.

Второе собственное состояние описывает тенденцию развития предприятия, в рамках которой в основном изменяется производство чугуна. Коэффициенты финансовой устойчивости второго собственного состояния находятся в допустимых пределах, главные компоненты имеют как положительные, так и отрицательные значения.

Рост производства чугуна происходит при отрицательных значениях главной компоненты,

при этом производство стали немного падает, прибыль растет. При положительных значениях главных компонент второе собственное состояние описывает убыточный процесс, в рамках которого производство чугуна падает вместе с выручкой и прибылью. Поэтому при построении модели финансовой устойчивости будем использовать второе собственное состояние только в случае, если значения главных компонент этого состояния отрицательные.

Коэффициенты финансовой устойчивости остальных собственных состояний (см. табл. 4) не соответствуют требования финансовой устойчивости и поэтому не используются при построении модели финансовой устойчивости предприятия.

Модель финансовой устойчивости описывает деятельность предприятия, которую в дальнейшем будем называть эталонной. Коэффициенты финансовой устойчивости эталонной деятельности предприятия представлены в табл. 5. Видно, что в процессе эталонной деятельности предприятия коэффициенты финансовой устойчивости находятся в оптимальных диапазонах и меняются незначительно.

Комплексный индикатор финансовой устойчивости определяется по формуле $I_y=1-\overline{f}_k$. Для анализа финансовой устойчивости предприятия строятся два

Таблица 5 Коэффициенты финансовой устойчивости эталонной деятельности предприятия

Год	Коэффициент независимости	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	Коэффициент маневренности	Коэффициент финансового рычага	Коэффициент текущей ликвидности
2004	0,68	0,56	0,24	0,48	2,15
2005	0,68	0,56	0,24	0,48	2,15
2006	0,68	0,56	0,24	0,48	2,15
2007	0,66	0,55	0,25	0,53	2,16
2008	0,63	0,54	0,25	0,58	2,16
2009	0,61	0,53	0,26	0,62	2,16
2010	0,65	0,54	0,25	0,55	2,16
2011	0,64	0,54	0,25	0,57	2,16
2012	0,63	0,53	0,26	0,59	2,16
2013	0,63	0,54	0,25	0,58	2,16

комплексных индикатора. Первый определяется на основе следующих финансовых показателей:

- долгосрочные финансовые вложения;
- внеоборотные активы;
- оборотные активы;
- запасы;
- собственный капитал;
- долгосрочные обязательства;
- краткосрочные обязательства;
- себестоимость проданных товаров;
- коммерческие расходы;
- прибыль до налогообложения;
- текущий налог на прибыль;
- чистые активы.

Величина допустимых отклонений устанавливается равной 10%. Второй комплексный индикатор строится на основе группы финансовых (первый комплексный индикатор) и производственных показателей.

В эту группу входят параметры объемов производства металлопродукции, агломерата, кокса, чугуна, стали, сортового проката, листового проката, изделий дальнейшего передела. Величина допустимых отклонений устанавливается такой же, как и для первого комплексного индикатора, т.е. равной 10%.

Рейтинги дефолта эмитента являются оценкой его относительной подверженности дефолту по финансовым обязательствам. Рейтинги категории «ВВ» обозначают повышенную уязвимость к риску дефолта, особенно в случае негативных воздействий внешних рынков. Тем не менее рейтинг предприятия растет, несмотря на неблагоприятные условия в 2008–2009 гг. (табл. 6).

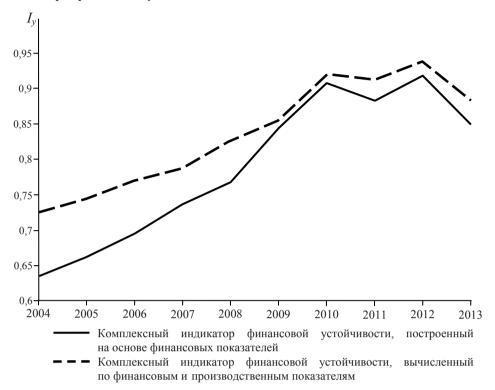
Предлагаемые в работе комплексные индикаторы также могутиспользоваться для оценки риска дефолта. Графики изменения комплексных индикаторов финансовой устойчивости представлены на рисунке.

Значения штрафных функций финансовых и производственных показателей представлены

Таблица 6 Рейтинг ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» в 2004–2013 гг.

Гол	Рейтинг аге	нтства Fitch Ratings Ltd	Рейтинг по модели финансовой
Год	Значение	Прогноз изменения	устойчивости
2004	BB-	Стабильный	0,6356
2005	BB-	Стабильный	0,6621
2006	BB	Стабильный	0,6947
2007	BB	Стабильный	0,7371
2008	BB	Стабильный	0,7674
2009	BB	Стабильный	0,8444
2010	BB	Стабильный	0,9079
2011	BB+	Стабильный	0,8826
2012	BB+	Стабильный	0,9179
2013	BB+	Негативный	0,8488

Комплексные индикаторы финансовой устойчивости



соответственно в табл. 7, 8. В целом финансовая устойчивость предприятия имеет положительную динамику за 2004–20013 гг. При этом производственные показатели, как правило, соответствуют нормативным значениям, полученным с помощью модели финансовой устойчивости.

Основным фактором, дестабилизирующим финансовую устойчивость в 2004—2007 гг., являлась активная инвестиционная стратегия, которая требует дополнительных финансовых средств. Анализ данных табл. 7 свидетельствует, что отклонения от значений, определенных с помощью модели финансовой устойчивости, достигают значительных величин для показателей «долгосрочные финансовые вложения»,

«кредиторская задолженность». К 2008 г. эти отклонения существенно уменьшаются, что приводит к росту индикатора финансовой устойчивости. Комплексный индикатор финансовой устойчивости растет.

С 2008 г. мировой экономический спад вошел в активную фазу. На предприятии были приняты антикризисные меры, которые привели к сокращению производства и инвестиционных программ, к жесткой экономии средств по всем направлениям деятельности. Благодаря консервативной политике в области привлечения заемных средств, в рамках которой для развития собственных активов и финансирования приобретений предприятие использует преимущественно собственные

 Таблица 7

 Значения штрафных функций финансовых показателей предприятия за 2004–2013 гг.

Показатель	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Основные средства	0,33	0,33	0,33	0,24	0,19	0,20	0	0,12	0,07	0,16
Долгосрочные финансовые вложения	0,65	0,60	0,57	0,13	0,36	0,15	0,08	0,10	0,03	0,04
Внеоборотные активы	0,12	0,12	0,15	0,23	0,06	0	0	0	0	0,04
Оборотные активы	0,01	0,04	0,07	0,02	0	0	0	0	0	0,19
Собственный капитал	0,19	0,19	0,18	0	0	0	0	0	0	0,06
Краткосрочные обязательства	0,10	0,03	0,06	0,24	0,10	0,18	0,25	0,11	0,22	0,18
Долгосрочные обязательства	0	0,01	0	0,66	0,55	0,24	0,13	0,29	0	0,15
Запасы	0,35	0,34	0,32	0,12	0,11	0,20	0	0,10	0	0,10
Кредиторская задолженность	0,57	0,54	0,44	0,22	0,23	0,21	0	0	0	0,11
Дебиторская задолженность	0,54	0,45	0,37	0,10	0	0,08	0	0,08	0,12	0,29

Таблица 8 Значения штрафных функций производственных показателей предприятия за 2004–2013 гг.

Показатель	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Объем производства металлопродукции	0	0	0	0,13	0	0,09	0	0	0	0
Объем производства агломерата	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Объем производства кокса	0,03	0	0	0,06	0	0,02	0	0	0	0
Объем производства чугуна	0	0	0	0,05	0	0,01	0	0	0	0
Объем производства стали	0	0	0	0,14	0	0,08	0	0	0	0
Объем производства сортового проката	0,0	0,11	0,08	0,21	0,04	0,24	0,17	0	0	0,118
Объем производства листового проката	0,13	0,10	0	0,12	0	0,08	0	0	0	0
Объем производства изделий	0	0	0	0,10	0	0,22	0	0	0,03	0,057
дальнейшего передела										

денежные средства, финансовая устойчивость с 2008 по 2010 г. растет.

В связи с неблагоприятными рыночными условиями в 2013 г. предприятие проводит консервативную финансовую политику, направленную в основном на снижение долговой нагрузки. В связи со снижением денежного потока от операционной деятельности затраты на инвестиционную деятельность были сокращены, а на снижение долга было направлено больше средств, чем в 2012 г. Комплексный индикатор финансовой устойчивости снижается.

Таким образом, результаты приведенных расчетов с использованием построенной модели финансовой устойчивости показали эффективность этого подхода к анализу и прогнозированию финансовой устойчивости.

Выводы. Авторы считают, что построить эффективную систему управления предприятием, основанную только на интуиции, невозможно.

Поэтому для организации управления предприятием предложено использование методологии анализа финансовой устойчивости, в основе которой лежит построение модели финансовой устойчивости предприятия на основе метода собственных состояний.

Выбор собственных состояний при построении модели финансовой устойчивости осуществляется на основе анализа коэффициентов финансовой устойчивости. Комплексный индикатор финансовой устойчивости вычисляется с помощью метода штрафных функций.

Эффективность предлагаемой методологии демонстрируется на примере анализа финансовой устойчивости металлургической компании, для которой разработана модель. Предлагаемая методология может быть использована в различных сферах деятельности как инструмент управления финансовой устойчивостью.

Список литературы

- 1. *Абрютина М.С., Грачев А.В.* Анализ финансово-экономической деятельности предприятия. М.: Дело и сервис, 2007. 312 с.
- 2. *Богдановская Л.А.* Анализ хозяйственной деятельности в промышленности. Минск: Вышейшая школа, 2008. 265 с.
- 3. Бочаров В.В. Финансовый анализ. СПб: Питер, 2009. 278 с.
- 4. *Бекренева В.А.* Финансовая устойчивость организации. Проблемы анализа и диагностики: научное издание. М.: Дашков и К, 2012. 60 с.
- 5. *Гиляровская Л.Т., Ендовицкая А.В.* Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческих организаций. М.: ЮНИТИ, 2006. 167 с.
- 6. *Грачев А.В.* Финансовая устойчивость предприятия: критерии и методы оценки в рыночной экономике. М.: Дело и сервис, 2010. 134 с.
- 7. Ковалев В.В. Финансовый анализ. М.: Финансы и статистика, 2007. 247 с.
- 8. *Мельник М.В., Ефимова О.В.* Анализ финансовой отчетности. 3-е изд. М.: Омега-Л, 2010. 187 с.
- 9. *Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С., Негашев Е.В.* Методика финансового анализа. М.: ИНФРА-М, 2001. 214 с.

- 10. *Корчагина Е.В.* Экономическая устойчивость предприятия: виды и структура // Проблемы современной экономики. 2005. № 3/4. С. 23–27.
- 11. *Ефименко Л.В.*, *Журманова В.В.* Прогнозирование риска неплатежей при кредитовании физических лиц на основе метода главных компонент // Управление инвестициями и инновациями. 2014. № 2. С. 6–10.
- 12. *Мокеев В.В., Бунова Е.В., Крепак Н.А.* Анализ экономической устойчивости динамической системы на основе метода собственных состояний // Вестник ЮУрГУ. Сер. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2014. Т. 14. № 4. С. 73–81.
- 13. Шикина С.А., Плужников В.Г. К вопросу об анализе параметров бизнес-процессов производства методом собственных состояний на примере промышленного предприятия // Управление экономическими системами. 2014. № 10. URL: http://www.uecs.ru/uecs70-702014/item/3087-2014-10-18-08-24-48 (дата доступа 18.10.2014)
- 14. *Бунова Е.В., Крепак Н.А.* Экономическая устойчивость компании в рыночных условиях // Наука ЮУрГУ: материалы 66-й научной конференции. Секция экономики, управления и права. Челябинск: ЮУрГУ, 2014. С. 594–597.
- 15. *Мокеев В.В.* Об оценке деятельности предприятий методом собственных состояний // Научнотехническая информация. Сер. 2. Информационные процессы и системы. 2014. № 9. С. 3–14.
- 16. Мокеев В.В. Метод главных компонент и метод собственных состояний в задачах анализа и прогнозирования. Челябинск: ЮУрГУ, 2014. 144 с.
- 17. *Буслаева О.С.* Использование метода собственных состояний для оценки инвестиционной привлекательности региона // Проблемы современной экономики. 2014. № 3. С. 6–24.
- 18. *Карпушкина А.В., Воронина С.В.* Устойчивое развитие региона: теоретические и методические аспекты // Управление экономическими системами. 2014. № 10. URL: http://www.uecs.ru/marketing/item/3064-2014-10-07-06-51-40 (дата доступа 06.10.2014)
- 19. *Mokeyev V.V., Vorobiev D.A.* Analysis of socio-economic system processes performance with the help of eigenstate models // Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. 2015. Vol. 8. № 1. P. 47—56.

ISSN 2311-8768 (Online) ISSN 2073-4484 (Print)

Mathematical Analysis and Modeling in Economics

ANALYZING THE FINANCIAL STABILITY OF ENTERPRISE BY USING THE EIGENSTATE METHOD

Vladimir V. MOKEEV a,*, Elena V. BUNOVAb

- ^a South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation mokeyev@mail.ru
- ^b South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation albv70@mail.ru

Article history:

Received 17 June 2015 Accepted 13 July 2015

Keywords: financial stability, analysis, main components, eigenstate method, model

Abstract

Importance Considering the market economy laws, entities have to monitor and analyze their financial and business position on an ongoing basis. Financial stability is one of the most important business indicators. Many factors influence financial stability of the firm, thus necessitating a corporate financial stability model.

Objectives The research pursues devising methods for analyzing and designing a corporate financial stability model. While searching for approaches to financial stability management, entities may need such models that would forecast the corporate position, rather than analyze it only.

Methods A methodological underpinning of the research comprises fundamental proceedings on modeling of socio-economic systems using the eigenstate method.

Results The proposed financial stability model is used to determine financially sustainable business indicators. A comprehensive financial stability indicator is assessed by comparing the factual and model corporate performance through the penalty function method. The article provides formulas for assessing the financial stability coefficient. The analysis of the metallurgical enterprise's financial stability reveals the efficiency of the methodology.

Conclusions and Relevance We conclude that, under the market conditions, it is impossible to set up an effective corporate management mechanism, being guided by intuition only. The proposed methodology for analyzing the financial stability allows formulating a corporate financial stability model irrespective of the company size and specifics of its operations. The model will help analyze the financial stability and forecast sustainable development.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project No. 14-01-00054.

References

- 1. Abryutina M.S., Grachev A.V. *Analiz finansovo-ekonomicheskoi deyatel 'nosti predpriyatiya* [Analyzing the financial and business activities of the entity]. Moscow, Delo i servis Publ., 2007, 312 p.
- 2. Bogdanovskaya L.A. *Analiz khozyaistvennoi deyatel 'nosti v promyshlennosti* [Analyzing business activity in the industry]. Minsk, Вышэйшая школа, 2008, 265 р.
- 3. Bocharov V.V. Finansovyi analiz [Financial analysis]. St. Petersburg, Piter Publ., 2009, 278 p.
- 4. Bekreneva V.A. *Finansovaya ustoichivost' organizatsii. Problemy analiza i diagnostiki* [Financial stability of the organization. Issues of analysis and diagnostics]. Moscow, Dashkov i K Publ., 2012, 60 p.
- 5. Gilyarovskaya L.T., Endovitskaya A.V. *Analiz i otsenka finansovoi ustoichivosti kommercheskikh organizatsii* [Analyzing and assessing the financial sustainability of profit-making entities]. Moscow, YUNITI-DANA Publ., 2006, 167 p.
- 6. Grachev A.V. *Finansovaya ustoichivost' predpriyatiya: kriterii i metody otsenki v rynochnoi ekonomike* [Financial stability of the enterprise: assessment criteria and methods in the market economy]. Moscow, Delo i servis Publ., 2010, 134 p.

^{*} Corresponding author

- 7. Kovalev V.V. Finansovyi analiz [Financial analysis]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2007, 247 p.
- 8. Mel'nik M.V., Efimova O.V. *Analiz finansovoi otchetnosti* [Analysis of financial statements]. Moscow, Omega-L Publ., 2010, 187 p.
- 9. Sheremet A.D., Saifulin R.S., Negashev E.V. *Metodika finansovogo analiza* [Financial analysis methodology]. Moscow, INFRA-M Publ., 2001, 214 p.
- 10. Korchagina E.V. Ekonomicheskaya ustoichivost' predpriyatiya: vidy i struktura [Economic sustainability of the enterprise: types and structure]. *Problemy sovremennoi ekonomiki = Problems of Modern Economics*, 2005, no. 3-4, pp. 23–27.
- 11. Efimenko L.V., Zhurmanova V.V. Prognozirovanie riska neplatezhei pri kreditovanii fizicheskikh lits na osnove metoda glavnykh komponent [Forecasting the default risk when providing loans to individuals using the methods of principal components]. *Upravlenie investitsiyami i innovatsiyami = Investment and Innovation Management*, 2014, no. 2, pp. 6–10.
- 12. Mokeev V.V., Bunova E.V., Krepak N.A. Analiz ekonomicheskoi ustoichivosti dinamicheskoi sistemy na osnove metoda sobstvennykh sostoyanii [Analyzing the economic sustainability of the dynamic system based on the eigenstate method]. *Vestnik YuUrGU. Ser. Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika* = *Bulletin of South Ural State University. Series: Computer Technologies, Management, Radio Electronics*, 2014, vol. 14, no. 4, pp. 73–81.
- 13. Shikina S.A., Pluzhnikov V.G. [On analyzing production business processes indicators using the eigenstate method with a case study of the industrial enterprise]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2014, no. 10. (In Russ.) Available at: http://www.uecs.ru/uecs70-702014/item/3087-2014-10-18-08-24-48. (accessed 18.10.2014)
- 14. Bunova E.V., Krepak N.A. [Economic sustainability of the company in the market environment]. *Nauka YuUrGU: materialy 66-i nauchnoi konferentsii. Sektsiya ekonomiki, upravleniya i prava* [Proc. 66th Sci. Conf. Science of the South Ural State University. Section of Economics, Management, Law]. Chelyabinsk, South Ural State University Publ., 2014, pp. 594–597.
- 15. Mokeev V.V. Ob otsenke deyatel'nosti predpriyatii metodom sobstvennykh sostoyanii [On assessing the corporate performance using the eigenstate method]. *Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya. Ser. 2. Informatsionnye protsessy i sistemy = Scientific and Technical Information. Series 2: Information Processes and Systems*, 2014, no. 9, pp. 3–14.
- 16. Mokeev V.V. Metod glavnykh komponent i metod sobstvennykh sostoyanii v zadachakh analiza i prognozirovaniya [The principal component analysis method and the eigenstate method for purposes of analysis and forecasting]. Chelyabinsk, South Ural State University Publ., 2014, 144 p.
- 17. Buslaeva O.S. Ispol'zovanie metoda sobstvennykh sostoyanii dlya otsenki investitsionnoi privlekatel'nosti regiona [Using the eigenstate method for evaluating the investment attractiveness of the region]. *Problemy sovremennoi ekonomiki = Problems of Modern Economics*, 2014, no. 3, pp. 6–24.
- 18. Karpushkina A.V., Voronina S.V. [Sustainable regional development: theoretical and methodological aspects]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2014, no. 10. (In Russ.) Available at: http://www.uecs.ru/marketing/item/3064-2014-10-07-06-51-40. (accessed 06.10.2014)
- 19. Mokeyev V.V., Vorobiev D.A. Analysis of Socio-Economic System Processes Performance with the Help of Eigenstate Models. *Bulletin of South Ural State University. Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software*, 2015, vol. 8, no. 1, pp. 47—56.