УДК 330.4:519.86

М. К. Куманеева
Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово,
email: kmk.fk@kuzstu.ru

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ КОМПАНИЙ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО СЕКТОРА КУЗБАССА С ПОМОЩЬЮ ЭНТРОПИЙНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ключевые слова: угледобывающая компания, Кузбасс, энтропийная модель, фазовый портрет, финансовое положение.

Происходящие изменения на глобальных энергетических рынках не могли не отразиться на финансовом состоянии угольных компаний. Сокращение годового потребления угля, тенденция к замещению энергетического угля в совокупности с неустойчивостью цен на него привели к серьезным убыткам в работе многих компаний. Кузбасс как крупнейший регион добычи угля, объединяющий на своей территории ведущие угольные компании, также испытал на себе последствия происходящей энергетической трансформации. Риск массового банкротства угольных предприятий, увольнения десятков тысяч сотрудников перешел для Кузбасса в разряд реальной экономической угрозы. Данная статья посвящена проблеме идентификации сигналов, свидетельствующих о риске финансовой несостоятельности угледобывающих компаний. Инструментальный механизм решения задачи в данном исследовании представлен энтропийным моделированием. Использование данного метода позволяет выявить диагностические признаки на показателях различной природы и сравнить различные оценки состоятельности в общем фазовом пространстве с результатами работы действующих угольных предприятий Кузбасса.

M. K. Kumaneeva
Kuzbass State Technical University, Kemerovo, email: kmk.fk@kuzstu.ru

ASSESSMENT OF THE FINANCIAL STATE OF COMPANIES IN THE COAL MINING SECTOR OF KUZBASS USING ENTROPY SIMULATION

Keywords: coal mining company, Kuzbass, entropy model, phase portrait, financial position.

Changes in the global energy markets could not but affect the financial condition of coal companies. The reduction in the annual consumption of coal, the replacement of thermal coal, together with the volatility of prices for it, led to serious losses in the work of many companies. Kuzbass experienced the consequences of the ongoing energy transformation. The risk of massive bankruptcy of coal enterprises, dismissal of tens of thousands of employees has become a real economic threat for Kuzbass. This article is devoted to the problem of identifying signals indicating the risk of financial insolvency of coal mining companies. The instrumental mechanism for solving the problem in this study is represented by entropy modeling. The use of this method allows us to identify diagnostic signs on indicators of different nature and to compare various assessments of consistency in the general phase space with the results of the work of the operating coal enterprises of Kuzbass.

В последние годы топливно-энергетический комплекс России столкнулся с беспрецедентными по масштабу рисками. Происходящая трансформация на глобальных энергетических рынках неизбежно ведет к тому, что уголь становится первым углеводородом, попадающим «под нож» декарбонизации. Китайская программа декарбонизации в совокупности с отказом от потребления угля в ряде западноевропейских стран, ставит под сомнение жизнеспособность гипотезы о том, что Запад, а тем более Восток, еще долго будут зависимы от угля. В этих условиях конъюнктура угольных рынков все чаще демонстрирует отрыв в следовании за мировыми ценами на нефть и газ, а вместе с давлением финансового сектора, введением углеродного налога, политическими санкциями – обуславливает и наличие системных рисков угледобывающей отрасли. Такое давление неизбежно привело к банкротству угольных компаний по всему миру. Этот процесс охватил как крупнейшие угольные компании США,

так и обозначил тенденцию к росту убыточности ряда российских угледобывающих предприятий.

Финансовое положение угледобывающих компаний Кузбасса, переживающих не лучшее времена, еще больше усугубилось вследствие пандемии COVID-19. Согласно оценкам Международного энергетического агентства на фоне вводимых мер по противодействию пандемии мировой спрос на энергию во втором квартале 2020 г. упал на рекордные 20%. В результате сокращения спроса годовое потребление угля в мире к концу 2020 г. уменьшилось на 7% в сравнении с прошлым периодом. На фоне неутешительной динамики в угольном секторе, был отмечен рост спроса на возобновляемые источники энергии. Все эти факторы, безусловно, послужили катализатором процесса глобальной энергетической трансформации.

Проблемы, с которыми столкнулась угольная отрасль, не могли не сказаться на текущем финансовом положении кузбасских угледобывающих компаний. В 2020 г. вследствие ухудшения финансово-экономической ситуации и значительного сокращения объемов реализации угля приостановила работу компания «Сибэнергоуголь». Шахтоуправление «Карагайлинское», признанное несостоятельным в середине прошлого года, прекратило добычу угля, сократив более 900 работников. В целом, за последнее время ввиду убыточности были закрыты 12 угледобывающих предприятий региона.

В связи с трансформацией влияния на угледобывающую отрасль внешних и внутренних факторов, актуализируется проблема раннего обнаружения деструктивных явлений, развивающихся внутри компаний данного сектора. Решение проблемы идентификации сигналов, свидетельствующих о риске финансовой несостоятельности угледобывающих компаний, является важнейшим аспектом комплексной задачи диагностики состояния финансово-хозяйственной системы.

Цель исследования

Целью работы является проведение функциональной диагностики состояния угольных компаний Кузбасса по идентификации признаков и сигналов, свидетельствующих о предкризисном финансовом состоянии на основе собственных фазовых портретов элементов.

Материал и методы исследования

Инструментальный механизм решения задачи в данном исследовании представлен энтропийным моделированием. Это позволит выявить показатели, которые могут быть использованы для идентификации предкризисного финансового состояния угольной компании и обеспечить своевременное принятие управленческих решений. Кроме того, использование данного метода позволяет обнаружить диагностические признаки на показателях различной природы и сравнить различные оценки состоятельности в общем фазовом пространстве с результатами работы действующих предприятий.

В процессе анализа научных работ, посвященных использованию энтропийного метода для выявления диагностических состояний предприятий, были изучены разработки ученых ИУУ СО РАН Логова А.Б.[1], Замараева Р.Ю. [2] и др. Вопросы энтропийного моделирования предприятий разных отраслей экономики рассматривались и в работах таких исследователей как Тырсин А.Н. [3], Ворфоломеева О.В. [4], Аникин А.В. [5] и др. Зарубежные авторы также не обошли вниманием рассматриваемые проблемы, что нашло отражение в работах М. Тойванен [6], Дж Ли и др. [7].

Вместе с тем, в современных условиях функционирования угледобывающих организаций поиск достаточно простых инструментальных решений, связывающих преимущества использования энтропийного подхода с практическими результатами работы данных компаний, остается актуальным направлением исследования.

Объектом исследования выступила группа организаций угледобывающей отрасли Кемеровской области, ликвидированных в период 2015-2020 гг. или проходящих процедуру банкротства (конкурсное производство) в 2020 г., согласно сведениям, размещенном в Едином Федеральном реестре сведений о банкротстве [8]. Данная группа представлена шестнадцатью компаниями, удовлетворяющими заявленным усло-

виям, 77 сочетаний «организация – отчетный год» получено из ресурсов, находящихся в открытом доступе в сети Интернет. В анализ было включено 128 показателей по каждой организации за каждый год анализируемого периода, полученных по данных годовой бухгалтерской (финансовой) отчетности.

В качестве предпосылки исследования рассматривается положение о соответствии данных бухгалтерской отчетности общему экономическому состоянию организации на отчетную дату. Термин «общее экономическое состояние» рассматривается в градации трех возможных состояний: стабильное функционирование; функционирование с признаками нестабильности и угроза несостоятельности. При этом указанные состояния организации могут не совпадать с ее фактическим юридическим статусом.

Рассматривая систему объектов угольной отрасли региона нужно понимать, что ее структурные элементы не являются строго упорядоченным множеством ввиду неоднородности проявления ими определенных свойств (функций). Так, система компаний угольной отрасли может включать такие элементы как шахты, разрезы, обогатительные фабрики и др. Применяемый метод позволяет использовать экономические показатели различной размерности без эмпирических правил комбинирования и экспертных оценок, моделировать и анализировать существенно неоднородные совокупности данных (не допускающие использование большинства методов математической статистики), отражающие пребывание в разных состояниях организации. Проведение анализа может осуществляться для неупорядоченных в каком-либо строгом смысле списков элементов объектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Решение обозначенной в настоящей статье задачи предполагает отражение выборки функциональных показателей работы угольных компаний $i=\overline{1,A}$ в двумерном фазовом пространстве состояний, на так называемой «фазовой плоскости». Для отображения на фазовой плоскости аддитивных показателей

$$\sum_{i=1}^{A} Q(i/j) = Q(l)$$

и характеристик необходимо получить фазовую абсциссу и фазовую ординату. Опустив подробные преобразования в схеме энтропийного метода, детально изложенные, в частности в [2, 3], получим следующие модели:

1) для абсциссы фазовой плоскости:

$$U_{x(i/j)} = -V_{(i/j)} \cdot \log\left(V_{(i/j)}\right)$$

2) для ординаты фазовой плоскости:

$$U_{y(i/j)} = \log\left(V_{(i/j)}\right)$$

Таким образом, для всей совокупности анализируемых данных были получены фазовые портреты вида $(U_x;U_y)$.

Исследуемые экономические показатели проходят такие процедуры преобразования как стандартизация (в том числе – центрирование и нормирование), алгоритм реализации которых представлен в таблице 1.

Процедура нормировки по столбцам необходима для выявления диагностических признаков, т.е. тех экономических показателей, которые наилучшим образом информировали бы о состоянии организации.

Помимо нормирования по столбцам, осуществляется и аналогичная процедура по строкам, что позволяет, с одной стороны, диагностировать фрагменты по времени, на которых происходит изменение состояния организации, с другой стороны, дает возможность сравнивать значимость элемента в аспекте отдельного показателя.

Графическая интерпретация полученного фазового портрета организаций угольной отрасли Кузбасса представлена на рис. 1.

Для реализации графической интерпретации на фазовую плоскость накладываются изображения с эллиптическими и гиперболическими границами. Внутри эллипса лежат наиболее «типичные» значения для исследуемой совокупности организаций, которые представляют диагностическую ценность. Такие значения окрашены в зеленый цвет (Таблица 2), в отличие от экстремальных значений, которые максимально удалены от средних значений.

Таблица 1

Алгоритм отображения наборов данных в столбцах на фазовую плоскость

Энтропийная модель – абсцисса	Логарифмическая модель – ордината

1. Выравниваем нижнюю границу данных до уровня экспоненты:

$$Q(i/j) = Q_0(i/j) - \min_j(Q_0(i/j)) + \exp^1$$

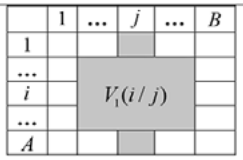
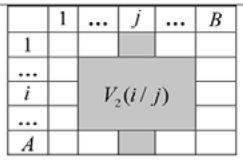
Сумма чисел в каждом столбце: $Q(i/j) = \sum_{i=1}^{A} Q(i/j)$

Удельные веса (по столбцам):

$$q(i/j) = Q(i/j) \big/ Q(/j)$$

2. Контроль – суммы по столбцам:

$$\sum_{i=1}^{A} q(i/j) \equiv 1$$

$V_1(i/j) = -q(i/j)\ln q(i/j)$	$V_2(i/j) = \ln Q(i/j)$
	

Энтропия элемента составила:

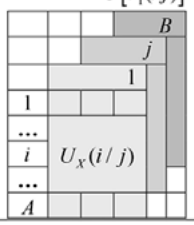
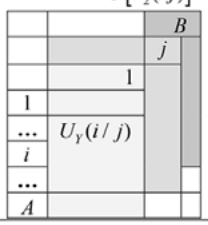
$$H(/j) = \sum_{i=1}^{A} V_1(i/j)$$

Характеристики моделей по столбцам:

$$\hat{M}[V(/j)] = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{A} V(i/j)$$

$$\sigma[V(/j)] = \sqrt{\frac{1}{A-1}\sum_{i=1}^{A}\left[V(i/j) - \hat{M}[V(/j)]\right]^2}$$

Отображение на оси координат:
центрирование и нормирование

$U_X(i/j) = \dfrac{V_1(i/j) - \hat{M}[V_1(/j)]}{\sigma[V_1(/j)]}$	$U_Y(i/j) = \dfrac{V_2(i/j) - \hat{M}[V_2(/j)]}{\sigma[V_2(/j)]}$
	

Коэффициент связи

$$r = \frac{1}{AB}\sum_{j=1}^{B}\sum_{i=1}^{A} U_X(i/j)\cdot U_Y(i/j)$$

Эллипс

$$U_Y = \frac{r(D^2 - d^2)\cdot U_X \pm Dd(1+r^2)\sqrt{\dfrac{D^2 + d^2r^2}{1+r^2} - U_X^2}}{D^2 + d^2r^2},$$

где

$$D = \sqrt{2\left(\frac{AB-1}{AB} + \frac{2r^2}{1+r^2}\right)}$$

$$d = \sqrt{2\left(\frac{AB-1}{AB} - \frac{2r^2}{1+r^2}\right)}$$

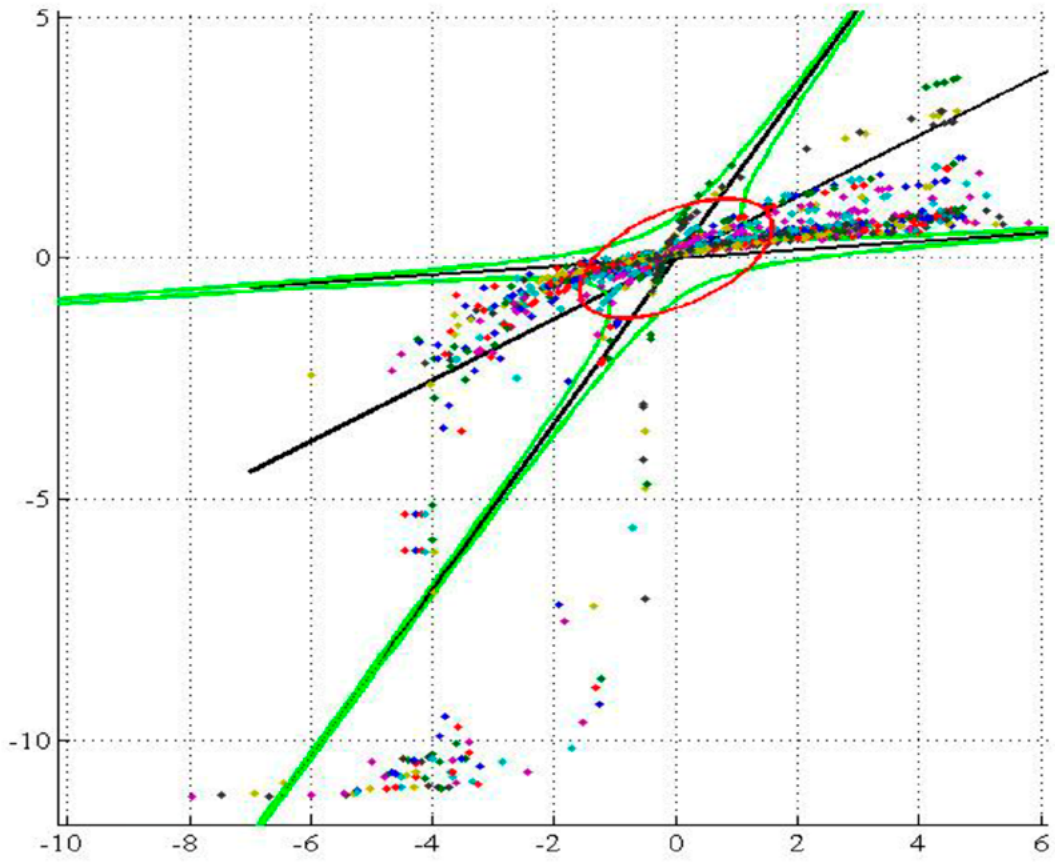


Рис. 1. Графическая интерпретация общего фазового портрета организаций угольной отрасли Кузбасса, 2015-2020 гг.

Таблица 2

Фрагмент выборки полученных экстремальных значений для одной из угледобывающих компаний Кузбасса по энтропийной модели

		j=8	j=9	j=10	j=11	j=12	j=13
	Наименование показателя / год	2020	2019	2018	2017	2016	2015
i=2	Дебиторская задолженность	1,14	1,03	0,83	1,40	0,29	0,90
i=6	Проценты к уплате	1,45	1,36	1,15	1,91	0,60	0,27
i=13	Проценты к получению	-1,51	-1,60	-1,58	-2,25	-1,46	-2,25
i=16	Нераспределенная прибыль (непокрытый убыток)	2,06	2,21	2,28	3,22	2,09	2,20
i=22	Заемные средства	0,59	0,45	0,01	0,48	-0,10	-0,11
i=23	Кредиторская задолженность	-0,52	-0,74	-0,88	-1,14	-1,09	-1,35
i=27	Текущие (краткосроч-ные) обязательства	0,35	0,15	-0,25	0,16	-0,45	-0,34
i=28	Стоимость активов	1,23	1,14	0,94	1,68	0,41	1,14

продолжение табл. 2

окончание табл. 2

		j=8	j=9	j=10	j=11	j=12	j=13
	Наименование показателя / год	2020	2019	2018	2017	2016	2015
i=29	Выручка	2,54	2,57	2,54	2,28	2,41	2,61
i=30	Себестоимость продаж	0,63	0,62	0,65	-0,23	0,80	0,58
i=31	Валовая прибыль (убыток)	-0,95	-0,99	-0,95	-2,12	-0,73	-1,23
i=39	Прочие расходы	-2,16	-1,77	-1,62	-1,31	-0,08	-1,16
i=40	Прибыль (убыток) до налогообложения	-2,00	-2,70	-2,70	-1,44	-0,14	-0,85
i=66	Чистые активы	2,55	2,81	2,91	3,97	2,24	2,26

Также с точки зрения решения задачи поиска точки перехода одного состояния организации в другое интересны показатели, лежащие по разные стороны границ на фазовой плоскости (в первую очередь эллиптических и скелетной, во вторую – гиперболических, в третьих – функциональных, после их идентификации).

Для большинства рассмотренных компаний выручка от реализации находится в «зеленой зоне», т.е. выступает ярким диагностическим признаком, в отличие от, например, величины прочих расходов. Только для двух шахт показатель выручки в логарифмической модели не является диагностическим признаком, что, однако, может означать непопадание «переломного» момента в рассматриваемые периоды – случай, когда в течение всего рассматриваемого периода шахты находились в стадии угрозы несостоятельности.

Таким образом, для выборки угледобывающих компаний Кузбасса был выявлен ряд параметров, позволяющих идентифицировать предкризисное финансовое состояние. В качестве наиболее показательных диагностических признаков, отмеченных удалением от асимптоты эллиптической границы с ухудшением финансового положения, выступают: показатели нераспределенной прибыли (непокрытого убытка), кредиторской задолженности, краткосрочных обязательств и упомянутая выше выручка от реализации угля. Себестоимость реализованного угля также выступает сильным отрицательным диагностическим признаком, демонстрируя тенденцию приближения к эллиптической границе и последующего приближения к центру координат фазового портрета. Интересным представляется результаты анализа данного показателя по логарифмической модели: в зону экстремальных значений попадают точки соответствующие 2017 и 2018 году для 9 организаций. Можно предположить, что показатель характеризует ситуация в отрасли или какой-то ключевой общий признак функционирования (например, рынок сбыта или закупку оборудования у одного поставщика).

Помимо выявленных диагностических признаков, которые позволяют производить построение модели признания компании несостоятельной, также были выделены неинформативные параметры – например, не удалось определить общие для всех угольных компаний закономерности по показателю «чистая прибыль» и «коммерческие расходы».

Выводы

Таким образом, в рамках данного исследования была решена задача функциональной диагностики состояния угольных компаний Кузбасса по идентификации признаков и сигналов, свидетельствующих о предкризисном финансовом состоянии на основе собственных фазовых портретов элементов. В ходе исследования были выявлены показатели деятельности угольных компаний, являющиеся перспективными для ранней диагностики. Формирование данных информационных показателей при решении поставленной диагностической задачи осуществлялось в рамках энтропийного моделирования.

Библиографический список

1. Логов А.Б., Кочетков В.Н., Рожков А.А. Энтропийный подход к моделированию процесса реструктуризации угольной отрасли. М.: Недра, 2001. 324 с.

2. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А. Анализ функционального состояния промышленных объектов в фазовом пространстве. Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2004. 168 с.

3. Тырсин А.Н. Энтропийное моделирование многомерных стохастических систем: Монография. Воронеж: Издательство «Научная книга», 2016. 156 с.

4. Тырсин А.Н., Ворфоломеева О.В. Энтропийное моделирование работы автотранспортного предприятия // Вестник Южного Российского государственного технического университета (НПИ). Социальные и экономические науки. 2011. № 3. С. 145-150.

5. Аникин А.В., Чеснокова Л.А., Моисеев И.А., Кравченко А.С., Баландина О.И. Оценка финансового состояния банковского сектора РФ с помощью энтропийного моделирования // Фундаментальные исследования. 2020. № 12. С. 9-14.

6. Toivanen M. Financial Interlinkages and Risk of Contagion in the Finnish Inter-bank Market. University of Vaasa, Department of Economics Working Papers. 2009. vol. 11. P. 38.

7. Li J., Liang C., Zhu X., Sun X., Wu D. Risk Contagion in Chinese Banking Industry: A Transfer Entropy-Based Analysis. Entropy. 2013. vol. 15. P. 5549-5564.

8. Единый федеральный реестр сведений о банкротстве. [Электронный ресурс]. URL: https://bankrot.fedresurs.ru (дата обращения 04.07.2021).