

УДК 338.27

Т.А. Кокодей, канд. экон. наук

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: tkl78@sevcable.netРАСЧЁТ РЕЙТИНГА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

В данном исследовании предложен алгоритм формирования рейтинга устойчивого развития предприятия (обобщённого показателя устойчивости) на примере компаний Ford Motor Company и Toyota Motor Co. с использованием эконометрического метода главных компонент, что позволяет провести сравнительную оценку общего уровня устойчивости двух рассматриваемых предприятий.

Постановка проблемы

Экономический кризис 2008 года в Украине явился следствием мирового финансового кризиса, осложняясь политическим кризисом и кризисом потребительского кредитования. В ноябре 2008 году ВВП Украины по сравнению с ноябрем прошлого года сократился на 14,4 %, Украина взяла займ МВФ в размере 16,5 млрд долларов. По данным Госкомстата, уровень безработицы в ноябре 2008 года по сравнению с октябрём 2008 года увеличился на 20,7 % — до 639,9 тыс. чел. Кредиторская задолженность предприятий Украины (текущая) в январе-сентябре 2008 году выросла на 31 % - до 781 млрд. 216 млн. грн., дебиторская (текущая) - 33,4 % - до 669 млрд. 520,5 млн. грн. В результате роста задолженности внешний долг Украины в третьем квартале 2008 года согласно отчёту НБУ вырос на \$7,425 млрд. до \$105,429 млрд. В связи с данной ситуацией как показало исследование "Эрнст энд Янг" на тему "Влияние экономического кризиса на украинские компании", украинское бизнес-сообщество прогнозирует существенное снижение финансовых результатов предприятия в 2009 г. По данным аналитиков компании Euler Hermes в 2009 году ожидается рекордное количество банкротств, как на Украине, так и в мире. В данных условиях актуальным становится нивелирование негативных влияний и последствий мирового экономического кризиса на предприятие и вывод его в устойчивое состояние. Для этого необходима разработка инструментария оценки общего уровня устойчивости предприятия для последующего анализа динамики и сравнения рейтингов различных предприятий.

Анализ последних исследований и публикаций

Вопросы устойчивости и устойчивого развития экономических систем нашли отражение в работах Ю.П. Анискина, Р. Брейлн, А. Дайана, Я. Дитриха, О.Д. Евсеева, В.С. Ефремова, К. Иссикавы, В.Л. Кардаша, Н.Д. Кондратьева, Р. Коуза, Д.С. Львова, С. Майерса, М. Мароши, Н.К. Моисеевой, Дж. Николиса, С.Л. Оптнера, М. Питерса, В.П. Пугачева, К. Татеиси, А.И. Тишина, Р. Уотермена, Р. Фостера, Г. Хакена, С.В. Чупрова и др., однако данные работы не затрагивают проблему расчёта рейтинга устойчивого развития предприятия.

Цель и задачи работы

Целью данной статьи является разработка инструментария для оценки и сравнения уровней устойчивости предприятий, для этого решаются задачи по построению алгоритма формирования рейтинга устойчивого развития предприятия с использованием метода главных компонент на примере компаний Ford Motor Company и Toyota Motor Co.

Основное содержание

В рамках данного исследования предположим, что устойчивое предприятие - это компания, существующая более 50 лет, а к составляющим устойчивого развития относятся следующие компоненты:

1. Финансовая составляющая, y_1 .
2. Продукт и потребители, y_2 .
3. Качество отношений с персоналом, y_3 .
4. Окружающая среда и безопасность, y_4 .

Тогда предприятие - это многомерный объект, характеризующийся вектором функций $a = (y_1, y_2, y_3, y_4)'$, где каждый элемент вектора y_i - главная компонента (с наибольшим вкладом), определяемая набором исходных признаков $x_1, \dots, x_p$, формула (1):

$$y_j(x) = w_{1j}x_1 + \dots + w_{pj}x_p. \quad (1)$$

Тогда собственное число λ_i , соответствующее каждому y_i ($i=1..4$), является рейтингом предприятия в соответствующей области (1, 2, 3 или 4), а средняя арифметическая значений собственных чисел (соответствующих y_1, y_2, y_3, y_4) составит обобщённый показатель (рейтинг) устойчивого развития

предприятия в целом. Сравним данные рейтинги для компаний Ford Motor Company и Toyota Motor Co. с использованием эконометрического Open Source пакета GRETL.

Автомобильная корпорация Ford Motor Company (ОАО) [1] была основана в 1903 году Генри Фордом и одна из немногих пережила Великую Депрессию, постоянно находясь под контролем одной семьи в течение более 100 лет, стала одной из крупнейших и наиболее прибыльных автомобилестроительных компаний мира. Компания получила известность как первая в мире применившая классический автосборочный конвейер. Штаб-квартира Ford находится в Мичигане (США), компания является производителем и дистрибьютором автомобильной техники на 200 рынках в шести странах мира, имеет более 280000 работников и более 100 заводов по всему миру. Компания выпускает широкий спектр легковых и коммерческих автомобилей под марками Ford, Jaguar, Land Rover, Lincoln, Mercury, Volvo, Aston Martin, Mazda. Ford - третий по объёму выпуска автопроизводитель в мире после Toyota Motor Co. и Toyota. В настоящее время президентом компании и исполнительным директором является Alan Mulally, а председателем совета директоров - William Clay Ford. Основными конкурентами предприятия являются Toyota Motor Co., Toyota Motor Corp, DaimlerChrysler, PSA/Peugeot-Citroën, Hyundai Motor, Honda Motor Co., Nissan Motor Co., Renault SA. Выручка компании в 2007 году составила \$172,455 млрд, чистый убыток - \$2,7 млрд.

Toyota Motor Co. [2] - одна из крупнейших японских автомобильных корпораций, имеющая 316000 работников, является одним из основных конкурентов Ford Motor Company, основана в 1934 году и включает 522 филиала по всему миру.

Определим исходные признаки $x_1, \dots, x_p$ для каждой составляющей устойчивого развития предприятия;

1. Финансовая составляющая (y_1):

X_{11} - Net income, bln\$ (Чистая прибыль, млрд. \$);

X_{21} - Sales&Revenues, bln\$ (Выручка, млрд.\$);

X_{31} - Stockholders' Equity, bln\$ (Акции, млрд.\$);

X_{41} - Gross cash, bin\$ (Валовая наличность, млрд.\$);

X_{51} - Cash dividends, \$ (Наличные дивиденды, \$);

X_{61} - Total assets, bln\$ (Совокупные активы, млрд.\$);

X_{71} - Shareholders return, % (Доход акционеров, %).

2. Продукт и потребители (y_2):

X_{12} - Market share US, % (Доля рынка в США, %);

X_{22} - Market share Europe (Доля рынка в США, %);

X_{32} - Customer satisfaction, % (Удовлетворённость потребителя, %);

X_{42} - Customer Loyalty, US % (Верность потребителя, США %);

X_{52} - Vehicles sold, units (Объём продаж, шт.).

3. Качество отношений с персоналом (y_3):

X_{13} - Personnel full-time (Численность персонала на полной ставке, чел.);

X_{23} - Employee satisfaction, % (Удовлетворённость работников, %);

X_{33} - Laybor cost per hour, \$ (З.пл. в час, \$).

4. Окружающая среда и безопасность (y_4):

X_{14} - U.S. Corporate Average Fuel Economy (Экономия топлива, США, миль на галлон);

X_{24} - Energy efficiency index, % (Индекс эффективности энергопотребления, %);

X_{34} - Charitable contributions, mm \$ (Благотворительные взносы, млн. \$);

X_{44} - Global Fatalities (Число смертельных случаев на производстве).

Фактические значения вышеперечисленных показателей для компании Ford Motor Company представлены в таблицах 1-4 соответственно, источником данных являются годовые отчёты по устойчивому развитию [3] и финансовые отчёты [4] предприятия, размещённые на его веб-сайте.

Таблица 1 – Показатели финансовой составляющей компании Ford

Year	Net income, bln\$	Sales& Revenues, bln\$	Stockholders equity, bln\$	Gross cash, bln\$	Cash dividends, \$	Total assets, bln\$	Shareholders return, %
2002	0.9	167	7.633	25.3	0.4	281.851	-39
2003	0.2	166.095	13.459	25.9	0.4	303.361	79
2004	3.038	172.316	17.437	23.6	0.4	299.686	-6
2005	1.44	176.896	13.442	25.1	0.4	275.936	-45
2006	-12.613	160.123	3.465	33.9	0.25	290.217	1
2007	-2.7	172.5	5.628	34.6	0	285.727	-10
2008	-14.7	146.3	17.311	13.4	0	222.977	-37

Таблиця 2 - Показатели составляющей «Продукт и потребители» компании Ford

Year	Market share US, %	Market share Europe, %	Customer satisfaction, %	Customer loyalty US, %	Vehicles sold, units
2002	21.1	10.9	72	48.5	6973000
2003	20.5	10.7	73	49.9	6720000
2004	19.3	10.9	74	47.5	6842000
2005	18.2	10.8	73	45.2	6767000
2006	17.1	10.6	74	43.3	6597000
2007	14.6	8.5	76	*	6553000
2008	14.2	8.6	77	*	

Таблиця 3 --Показатели составляющей «Качество отношений с персоналом» компании Ford

Year	Personnel full-time	Employee satisfaction, %	Labor cost per hour, \$
2002	350321	59	52.6
2003		58	61.4
2004	*	61	62.9
2005	300000	62	64.9
2006	283000	62	70.5
2007	*	64	*
2008		66	*

Таблиця 4 --Показатели составляющей «Окружающая среда и безопасность» компании Ford

Year	Fuel economy, US	Energy efficiency index, %	Charitable contributions, mln\$	Global Fatalities
2002	23.2	89.7	84	1
2003	23.6	91.7	78	2
2004	22.8	87.8	78	2
2005	24.1	83.4	80	2
2006	23.8	78.4	58	6
2007	25.3	74.4	37	8
2008	26	69.9	33	14

Используем пакет Gretl для расчёта главных компонент и собственных чисел по каждой составляющей компании Ford:

Поскольку метод главных компонент основан на коррелированности исходных признаков, перед построением главных компонент необходимо проверить наличие корреляции между $X_1 \dots X_p$ для каждой составляющей устойчивого развития. Построим матрицу корреляций, используя соответствующие функции пакета Gretl.

Оценив коэффициенты корреляции, отражённые в появившемся окне, отметим, что большинство признаков коррелированы между собой за исключением:

Total assets (Совокупные активы) - Net Income (Чистая прибыль);

Total assets (Совокупные активы) - Gross Cash (Валовая наличность);

Total assets (Совокупные активы) - Cash Dividends (Наличные дивиденды);

Shareholders return (Доход акционеров) - Net Income (Чистая прибыль);

Shareholders return (Доход акционеров) - Gross Cash (Валовая наличность);

Shareholders return (Доход акционеров) --Cash Dividends (Наличные дивиденды);

для которых коэффициент корреляции примерно равен 0.

Таким образом, необходимо исключить из рассмотрения переменные Total assets и Shareholders Return.

Построим главные компоненты по сокращённому пространству исходных признаков $X_{11} \dots X_{15}$ (рисунок 1).

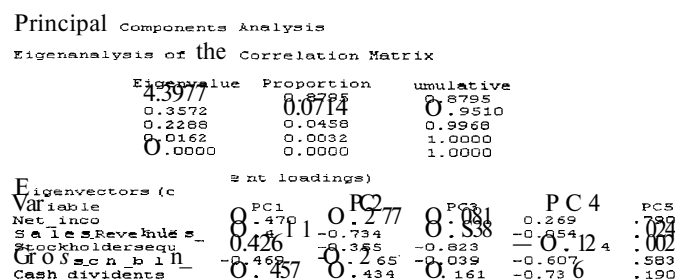


Рисунок 1 - Построение главных компонент для финансовой составляющей Ford

По финансовой составляющей выберем главную компоненту PC_1 (или y_1) с максимальным собственным числом Eigenvalue (λ_1) (рисунок 1).

Столбцы PC_i показывают значения коэффициентов главных компонент $W_j = (w_{1j}, \dots, w_{pj})'$, по данным столбца PC_1 построим первую главную компоненту y_1 , формула (2).

$$y = 0.47 \text{ Net Income} + 0.411 \text{ Sales Revenues} + 0.426 \text{ Stockholders Equity} - 0.469 \text{ Gross Cash} + \text{Cash Dividends}; \quad (2)$$

где X_{11} – Net Income, bln\$ (Чистая прибыль, млрд. \$);

X_{21} – Sales Revenues, bln\$ (Выручка, млрд. \$);

X_{31} – Stockholder Equity, bln\$ (Акционерный капитал, млрд. \$);

X_{41} – Gross Cash, bln\$ (Валовая наличность, млрд. \$);

X_{51} – Cash Dividends, \$ (Наличные дивиденды, \$).

Первое (наибольшее) значение столбца Eigenvalue рисунка 1 показывает абсолютный вклад $\lambda_1 = 4.3977$ первой главной компоненты PC_1 (или y_1) в общую дисперсию наблюдаемых признаков $X_{11} \dots X_{51}$.

Первое (наибольшее) значение столбца Proportion рисунка 1 показывает относительный вклад первой главной компоненты PC_1 (или y_1) равный 87,95 % ($= 4.3977 / (4.3977 + 0.3572 + 0.2288 + 0.0162 + 0.0000) * 100\%$) в общую дисперсию наблюдаемых признаков $X_{11} \dots X_{51}$, следовательно, остальными главными компонентами $PC_2 \dots PC_5$ (с незначительными вкладами в общую дисперсию) можно пренебречь, а PC_1 рассматривать как главную компоненту с наибольшей значимостью (весомостью).

Тогда выбираем PC_1 (или y_1), формула (2), как первый элемент вектора функций Ford Motor Company, характеризующий финансовую составляющую устойчивого развития в целом, а соответствующее собственное число $\lambda_1 = 4.3977$ будем рассматривать как финансовый рейтинг предприятия.

Аналогичным описанному выше способу построим главные компоненты для остальных составляющих устойчивого развития «продукт и потребители» (y_2), «качество отношений с персоналом» (y_3), «окружающая среда и безопасность» (y_4) и получим следующие значения, представленные формулами (3-5).

$$y_2 = 0.492 \text{ Market Share US} + 0.416 \text{ Market Share Europe} - 0.405 \text{ Customer Satisfaction} + 0.432 \text{ Customer Loyalty} + 0.483 \text{ Vehicles Sold}$$

где $\lambda_2 = 3.6503$ рейтинг составляющей «Продукт и потребители»;

X_{12} – Market Share US, % (Доля рынка в США, %);

X_{22} – Market Share Europe (Доля рынка в США, %);

X_{32} – Customer Satisfaction, % (Удовлетворённость потребителя, %);

X_{42} – Customer Loyalty, US % (Верность потребителя, США %);

X_{52} – Vehicles Sold, units (Объём продаж, шт.).

$$y_3 = -0.582 \text{ Personnel full-time} + 0.572 \text{ Employee Satisfaction} + 0.578 \text{ Labor Cost per hour}, \quad (4)$$

где $\lambda_3 = 2.9468$ рейтинг составляющей «Качество отношений с персоналом»;

X_{13} – Personnel full-time (Численность персонала на полной ставке, чел.);

X_{23} – Employee Satisfaction, % (Удовлетворённость работников, %);

X_{33} – Labor Cost per hour, \$ (З.пл. в час, \$).

$$y_4 = -0.512 \text{ Fuel Economy} - 0.623 \text{ Energy Efficiency Index} + 0.592 \text{ Global Fatalities}, \quad (5)$$

где $\lambda_4 = 2.1022$ «Окружающая среда и безопасность»;

X_{14} – Ford U.S. Corporate Average Fuel Economy (Экономия топлива, США, миль на галлон);

X_{24} – Energy Efficiency index, % (Индекс эффективности энергопотребления, %);

X_{44} – Global Fatalities (Число смертельных случаев на производстве).

Таким образом, получен вектор функций $a = (y_1, y_2, y_3, y_4)'$, для предприятия Ford Motor Company.

Рассчитаем общий рейтинг устойчивого развития Ford $\lambda_{CP-ford} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4) / 4 = 3.27425$,

как среднее арифметическое вышеперечисленных рейтингов отдельных составляющих. Данный показатель будем использовать для сопоставления значений рейтингов нескольких предприятий при сравнительном анализе их уровня устойчивого развития.

Проведём аналогичные расчёты для компании Toyota Motor Co., (1 yen = 0.00863 US\$), Таблицы 5-6).

Таблица 5 – Показатели финансовой составляющей компании Toyota Motor Co.

Year	Net Income, bln yen	Net Revenues, bln yen	Return on capital, %	Dividends per share, yen	Return on equity, %	Return on assets, %
2002	615.8	15000	5.4	28	7.8	3.1
2003	750	15501	6.2	36	10.4	3.8
2004	1162	17294	8.4	45	15.2	5.5
2005	1171	18551	7.6	65	13.6	5.1
2006	1372	21036	7.9	90	14	5.2
2007	1644	23948	7.8	120	14.7	5.4
2008	1717	26289	7.5	140	14.5	5.3

Таблица 6 - Показатели составляющей «Продукт и потребители» Toyota Motor Co.

Year	Domestic Market Share, %	Vehicles Sold, units	Vehicles produced, units
2002	38.1	5909000	5983000
2003	*	6113000	5850000
2004	40.8	6719000	6513000
2005	*	7408000	7232000
2006	37.5	7974000	7711000
2007	45.8	8524000	8180000
2008		8913000	8547000

1. Финансовая составляющая:

$$y_1 = -0.412 \text{ Net Income} - 0.458 \text{ Net Revenues} - 0.454 \text{ Return on capital} - 0.455 \text{ Dividends per share} + 0.399 \text{ Return on equity} + 0.221 \text{ Return on assets} \quad ; (6)$$

$$\lambda_1 = 4.6377.$$

2. Продукт и потребители:

$$y_2 = 0.577 \text{ Domestic Market Share} + 0.577 \text{ Vehicles Sold} + 0.577 \text{ Vehicles produced}; \lambda_2 = 3. \quad (7)$$

Таким образом, общий рейтинг устойчивого развития TOYOTA MOTOR CO. составит $\lambda_{CP-T} = 3.8189$.

Выводы

В данном исследовании предложен алгоритм расчёта рейтинга устойчивого развития предприятия с использованием метода главных компонент для определения общего уровня устойчивости предприятия, оценки динамики и сравнения данных рейтингов. В результате апробации алгоритма на примере предприятий Ford Motor Company и Toyota Motor Co. можно сделать вывод, что общий рейтинг устойчивого развития TOYOTA MOTOR CO. превышает рейтинг FORD.: $\lambda_{CP-ford} = 3.27425 < \lambda_{CP-T} = 3.8189$, т.е. TOYOTA MOTOR CO. является более устойчивым предприятием.

Библиографический список

1. Официальный вебсайт компании Ford Motor Company [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http:// www.ford.com](http://www.ford.com).
2. Официальный вебсайт компании Toyota Motor Co. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.toyota.com>.
3. Отчёты по устойчивому развитию Ford Motor Company [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http:// www.ford.com/go/sustainability](http://www.ford.com/go/sustainability).
4. Финансовые отчёты Ford Motor Company [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ford.com/about-ford/investor-relations/company-reports>.

Поступила в редакцию 22.06.2009 г.