

**Кендюхов Александр Владимирович,**

*д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры стратегического управления экономическим развитием Донецкого национального технического университета;*

**Толкачёв Дмитрий Олегович,**

*аспирант, ассистент кафедры стратегического управления экономическим развитием Донецкого национального технического университета*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Статья посвящена применению метода главных компонент для оценки конкурентоспособности машиностроительных предприятий. Определены недостатки существующих интегральных методов оценки конкурентоспособности предприятия. Сформирован перечень параметров, влияющих на конкурентоспособность, и с помощью метода главных компонент вычислено их соотношение. Произведён контрольный расчёт параметра конкурентоспособности для пяти машиностроительных предприятий.*

Ключевые слова: конкурентоспособность предприятия, метод главных компонент, железнодорожное машиностроение, бухгалтерская отчётность, показатели конкурентоспособности.

**Постановка проблемы в общем виде.** В настоящее время существует несколько групп методов оценки конкурентоспособности предприятия: табличный, матричный, графический, интегральный. Но только последний вид методов предполагает вычисление числового значения, что позволяет оперировать определёнными числами.

Основным выявленным недостатком существующих методов является практически повсеместное использование метода экспертных оценок, который не позволяет гарантировать достоверность весомости критериев, на основе которых рассчитывается показатель конкурентоспособности. Таким образом, необходимо уделить внимание поиску метода оценки конкурентоспособности предприятия, не использующего метод экспертных оценок.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Тематике оценки конкурентоспособности предприятия было посвящено немало работ. Особый интерес представляют работы таких учёных, как Р.А. Фатхутдинов [1], А.С. Шальминова [2], В.А. Мошнов [3], И. Максимов [4], Д.С. Воронов [5]. Однако данным работам присущи определённые недостатки: ограниченное число факторов конкурентоспособности, использование субъективных оценок, математическая необоснованность.

**Целью исследования** является разработка надежного и достоверного метода многофакторной оценки конкурентоспособности предприятия.

**Основная часть.** Учитывая основные недостатки существующих интегральных методов оценки конкурентоспособности, а именно: повсеместное использование метода экспертных оценок, расчёт конкурентоспособности на основании малого числа факторов, использование труднодоступных данных, предлагается применить такие требования к новому методу:

- не должно содержаться субъективной оценки при расчёте итогового показателя или какого-либо компонента;
- необходимо учитывать как можно большее количество факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность предприятия;

– информация, на которой базируется расчёт конкурентоспособности, должна находиться в бухгалтерской и финансовой отчетности. Этим обеспечивается простота доступа к данным предприятий-конкурентов;

– разрабатываемый метод должен быть математически обоснован.

Предлагается для объединения разрозненных показателей конкурентоспособности предприятия использовать метод факторного анализа [6].

Основная цель факторного анализа состоит в выявлении небольшого числа гипотетических величин, соответствующих гораздо большему числу исходных или экспериментальных факторов. Факторы должны быть по возможности простыми и достаточно точно описывать и объяснять наблюдаемые величины. Таким образом, факторный анализ является методом, упорядочивающим кажущуюся хаотичность изучаемого явления, который позволяет генерировать новые гипотезы. Набор методов факторного анализа в настоящее время достаточно велик: метод главных компонент, простые методы факторного анализа, аппроксимирующие методы факторного анализа.

Метод главных компонент имеет некоторое преимущество перед простыми методами факторного анализа, которое заключается в том, что он способен выявить достаточное число характерных факторов при анализе конкурентоспособности предприятия. Преимуществом использования метода главных компонент перед групповым методом является то, что он не требует предварительного отбора групп элементарных признаков, а это позволяет упростить анализ. Метод главных компонент отличается от метода главных факторов более простой логической конструкцией, и в то же время на его примере становятся понятными общая идея и целевые установки многочисленных методов факторного анализа.

На основе вычисленных главных компонент можно построить более простую и вместе с тем наиболее информативную систему описания конкурентоспособности предприятия, оценить силу причинно-следственной связи между факторами и выделенными главными компонентами, исследовать возможности изменения анализируемых факторов под влиянием главных компонент. Кроме того, результаты группировки по главным компонентам можно использовать для проведения сравнительного анализа факторов, за счет которых предприятие добилось наилучших результатов в увеличении конкурентоспособности. Это позволяет выявить прогрессивные тенденции повышения эффективности использования производственных ресурсов.

Метод главных компонент выявляет  $k$ -компонент – факторов, объясняющих всю дисперсию и корреляции исходных  $k$  случайных величин; при этом компоненты строятся в порядке убывания объясняемой ими доли суммарной дисперсии исходных величин, что позволяет зачастую ограничиться несколькими первыми компонентами [7]. Первая главная компонента  $F_1$  определяет такое направление в пространстве исходных признаков, по которому совокупность объектов (точек) имеет наибольший разброс (дисперсию). Вторая главная компонента  $F_2$  строится с таким расчетом, чтобы ее направление было ортогонально направлению  $F_1$  и она объясняла как можно большую часть остаточной дисперсии и т.д. вплоть до  $k$ -й главной компоненты  $F_k$ . Так как выделение главных компонент происходит в убывающем порядке с точки зрения доли, объясняемой ими дисперсии, то признаки, входящие в первую главную компоненту с большими коэффициентами, оказывают максимальное влияние на дифференциацию изучаемых объектов.

Такое преобразование позволяет понижать информацию путем отбрасывания координат, соответствующих направлениям с минимальной дисперсией.

#### Розділ 4 Проблеми управління інноваційним розвитком

Проанализировав работы [1-5], можно заключить, что основными факторами, влияющими на конкурентоспособность предприятия, являются: конкурентоспособность товара, финансовое состояние предприятия, организация сбыта товара.

Для отражения этих аспектов предлагается использовать показатели, которые базируются на финансовых результатах деятельности предприятия, поскольку в конечном итоге каждый из факторов (конкурентоспособность товара, финансовое состояние предприятия, организация сбыта товара) отражается в денежном эквиваленте в балансе предприятия:

– рентабельность активов ( $X_1$ ) – характеризует уровень прибыли от активов предприятия. Данный показатель в значительной мере зависит от спроса на продукцию предприятия [8, с. 338], а значит, может использоваться как показатель конкурентоспособности продукции, поскольку востребованность продукции предприятия покупателями свидетельствует о её высоких конкурентных свойствах [9];

– коэффициент текущей ликвидности ( $X_2$ ) – характеризует способность предприятия обеспечить свои краткосрочные обязательства путём реализации оборотных средств. Этот коэффициент даёт наиболее общую оценку ликвидности активов [8, с. 300];

– коэффициент финансовой автономии ( $X_3$ ). Данный коэффициент показывает, какую часть стоимости имущества составляет собственный капитал (насколько предприятие независимо от кредиторов);

– коэффициент общей оборотности активов ( $X_4$ ) – один из основных показателей деловой активности предприятия (характеризуют широту рынков сбыта, деловую репутацию) [8, с. 310];

– коэффициент обеспеченности оборота собственными оборотными средствами ( $X_5$ ) – даёт наиболее достоверную оценку обеспеченности предприятия собственными оборотными средствами, так как синтезирует показатели баланса и отчёта о финансовых результатах предприятия за анализируемый период.

Для определения коэффициента конкурентоспособности машиностроительных предприятий были выбраны заводы, которые работают в сфере железнодорожного машиностроения: ЧАО «Азовобшемаш», ЧАО «Днепровагонмаш», ОАО «Крюковский вагоностроительный завод», ОАО «Холдинговая компания «Лугансктепловоз»», ОАО «Стахановский вагоностроительный завод».

На первом этапе на основе годовой финансовой отчётности за 2010 год (П(С)БУ 2 «Баланс» и П(С)БУ 3 «Отчёт о финансовых результатах») в приложении *MS Excel* были рассчитаны показатели конкурентоспособности, табл. 1.

Таблица 1 – Показатели конкурентоспособности предприятий, (разработка автора)

Предприятие	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
ЧАО «Азовобшемаш»	0	0,839	-0,158	1,668	-0,233
ЧАО «Днепровагонмаш»	0,433	1,776	0,464	3,121	0,163
ОАО «Стахановский вагоностроительный завод»	0,1	1,407	0,245	1,455	0,132
ОАО «Холдинговая компания «Лугансктепловоз»»	0	0,734	-0,036	1,55	-0,256
ОАО «Крюковский вагоностроительный завод»	0,222	3,001	0,727	2,407	0,22

Данные показатели были обработаны в прикладном пакете для математического анализа *Statistica*, табл. 2.

*Таблиця 2 – Статистические показатели переменных*

Факторы конкурентоспособности	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение
X <sub>1</sub>	0,151137	0,182138
X <sub>2</sub>	1,551514	0,914716
X <sub>3</sub>	0,248564	0,361345
X <sub>4</sub>	2,040123	0,711232
X <sub>5</sub>	0,005131	0,230413

Тесноту связи между переменными определяем с помощью матрицы коэффициентов корреляций, табл. 3.

*Таблиця 3 – Корреляционная матрица*

Переменная \ Переменная	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
X <sub>1</sub>	1,000	0,606	0,757	0,946	0,767
X <sub>2</sub>	0,606	1,000	0,957	0,586	0,844
X <sub>3</sub>	0,757	0,957	1,000	0,682	0,925
X <sub>4</sub>	0,946	0,586	0,682	1,000	0,597
X <sub>5</sub>	0,767	0,844	0,925	0,597	1,000

Из табл. 3 следует, что между переменными имеется корреляционная связь, максимальное значение которой составляет 0,925. Поэтому для уменьшения числа переменных можно использовать метод главных компонент.

Для перехода к главным компонентам определяем собственные значения корреляционной матрицы, табл. 4.

*Таблиця 4 – Собственные значения корреляционной матрицы*

Главные компоненты	Собственные значения	% общей дисперсии
Компонента 1	4,074	81,480
Компонента 2	0,712	14,241
Компонента 3	0,195	3,903
Компонента 4	0,019	0,375

Из табл. 4 видно, что первая главная компонента (фактор 1) объясняет 81,48% общей вариации, потому, включив в расчет только первую компоненту, описываем одной переменной 81,48% изменения пяти переменных. Это вполне достаточно для практического применения. Определяем собственные векторы корреляционной матрицы (табл. 5), которые определяют связь между переменными и главными компонентами (факторами).

Таблиця 5 – Собственные векторы корреляционной матрицы

Факторы Переменные	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
X <sub>1</sub>	-0,4457	0,4917	0,3042	-0,1416
X <sub>2</sub>	-0,4405	-0,4596	-0,5356	0,4093
X <sub>3</sub>	-0,4762	-0,2945	-0,1125	-0,7915
X <sub>4</sub>	-0,4153	0,6141	-0,3781	0,2154
X <sub>5</sub>	-0,4561	-0,2884	0,6819	0,3735

Для наглядности возможности перехода от переменных  $X_i$  к главным компонентам (факторам) на факторной плоскости ( $X$  – первая главная компонента;  $Y$  – вторая главная компонента) на рис. 1 изображаем проекции переменных.

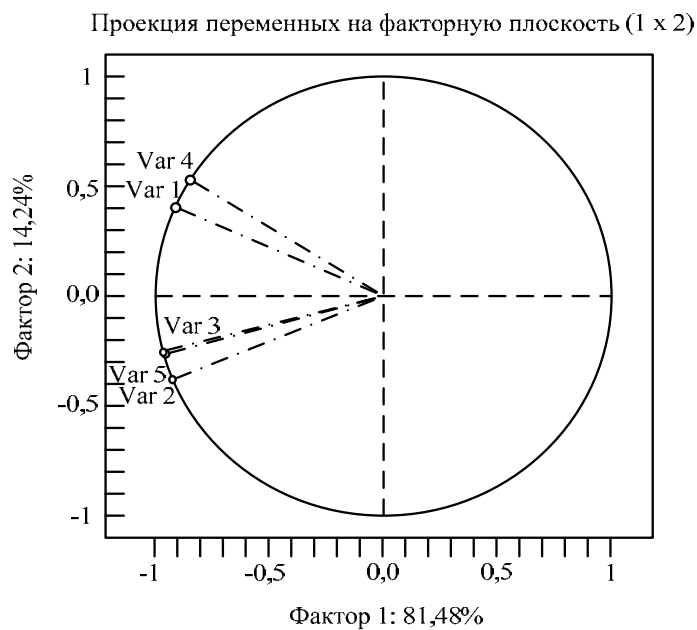


Рисунок 1 – Проекция переменных на факторную плоскость

Поскольку компоненты ортогональны, удаление последних трех факторов не приводит к изменению собственных векторов первого фактора. Получаем уравнения первой главной компоненты

$$F_1 = -0,446 \cdot Z_1 - 0,44 \cdot Z_2 - 0,476 \cdot Z_3 - 0,415 \cdot Z_4 - 0,456 \cdot Z_5, \quad (1)$$

где  $Z_i$  – стандартизованные значения переменных  $X_i$ .

В качестве показателя конкурентоспособности используем первую главную компоненту, изменив ее знак на противоположный:

$$K_n = 0,446 \cdot Z_1 + 0,44 \cdot Z_2 + 0,476 \cdot Z_3 + 0,415 \cdot Z_4 + 0,456 \cdot Z_5. \quad (2)$$

Для перехода к обычным переменным стандартизованные переменные  $Z_i$  необходимо заменить по формуле

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma_i}, \quad (3)$$

где  $\bar{X}_i$  – среднее значение  $i$ -й переменной;  $\sigma_i$  – среднеквадратическое отклонение  $i$ -й переменной.

Получим уравнение в обычных переменных:

$$K_n = 2,447 \cdot X_1 + 0,482 \cdot X_2 + 1,318 \cdot X_3 + 0,584 \cdot X_4 + 1,979 \cdot X_5 - 2,646. \quad (4)$$

Эта величина является коэффициентом конкурентоспособности. Чем больше  $K_n$ , тем выше конкурентоспособность предприятия. Используя формулу (4), можно вычислить конкурентоспособность каждого предприятия, табл. 6.

Таблица 6 – Коэффициент конкурентоспособности исследуемых предприятий

Предприятие	$K_n$
ЧАО «Азовобшемаш»	-1,938
ЧАО «Днепровагонмаш»	2,025
ОАО «Стахановский вагоностроительный завод»	-0,286
ОАО «Холдинговая компания «Лугансктепловоз»»	-1,942
ОАО «Крюковский вагоностроительный завод»	2,141

Как видно из табл. 6, в 2010 г. конкурентоспособность исследуемых предприятий изменялась от 2,141 до -1,942, где 0 соответствует среднему значению по отрасли, а изменение в большую или меньшую стороны говорит соответственно об улучшении или ухудшении конкурентоспособности предприятия.

**Выводы.** Разработан новый способ оценки конкурентоспособности предприятия на основе метода главных компонент. Данный метод отвечает всем предъявленным к нему требованиям, а именно:

- не содержит субъективной оценки при расчёте итогового значения или какого-либо компонента;
- учитывает как можно большее количество факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность предприятия;
- информация, на которой базируется расчёт конкурентоспособности, находится в бухгалтерской и финансовой отчётности, следовательно, обеспечивается простота доступа к данным предприятий-конкурентов;
- разработанный метод математически обоснован.

Полученные зависимости могут применяться для оценки конкурентоспособности машиностроительных предприятий Украины. Согласно полученным данным наиболее конкурентоспособными предприятиями в выбранной отрасли являются ОАО «Крюковский вагоностроительный завод» и ЧАО «Днепровагонмаш».

**Перспективой дальнейших исследований** является выявление возможности прогнозирования конкурентоспособности предприятий с помощью разработанного метода.

1. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент / Р.А. Фатхутдинов. – М. : Маркетинг, Дашков и Со, 2002. – 892 с.
2. Фасхийев В.А. Как измерить конкурентоспособность предприятия? [Электронный ресурс] / В.А. Фасхийев // Журнал «Маркетинг в России и за рубежом» – Режим доступа: <http://www.mavriz.ru/articles/2003/4/97.html>.
3. Мошнов В.А. Комплексная оценка конкурентоспособности предприятия [Электронный ресурс] / В.А. Мошнов // Корпоративный менеджмент. – Режим доступа: [http://www.cfin.ru/management/strategy/estimate\\_competitiveness.shtml](http://www.cfin.ru/management/strategy/estimate_competitiveness.shtml).
4. Максимов И. Оценка конкурентоспособности промышленного предприятия / И. Максимов // Маркетинг. – 1996. – № 3. – С. 51-56.
5. Воронов Д.С. Предлагаемая методика оценки конкурентоспособности предприятия [Электронный ресурс] / Д.С. Воронов // Конкурентоспособность предприятия: оценка, анализ, пути повышения. – Режим доступа: <http://vds1234.narod.ru/>.
6. Иберла К. Факторный анализ / К. Иберла ; пер. с нем. В.М. Ивановой. – М. : Статистика, 1980. – 398 с.
7. Калинина В.Н. Введение в многомерный статистический анализ : учебное пособие / В.Н. Калинина, В.И. Соловьев. – М., 2003. – 66 с.
8. Костенко Т.Д. Економічний аналіз і діагностика стану сучасного підприємства : навч. посіб. / Т.Д. Костенко, Є.О. Підгора, В.С. Рижигов та ін. ; вид. 2-ге, перер. та допов. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 400 с.
9. Каплина О.В. Оценка конкурентоспособности массового товара (на примере пива) [Электронный ресурс] / О.В. Каплина // Журнал «Маркетинг в России и за рубежом». – Режим доступа: <http://www.mavriz.ru/articles/2001/4/176.html>.
10. STATISTICA. Версия 6.1. Системный подход к анализу данных [Электронный ресурс]. – StatSoft Russia. – Режим доступа: <http://www.statsoft.ru>.

**О.В. Кендюхов**, д-р екон. наук, профессор, профессор кафедры стратегічного управління економічним розвитком Донецького національного технічного університету;

**Д.О. Толкачов**, аспірант, асистент кафедри стратегічного управління економічним розвитком Донецького національного технічного університету

**Використання методу головних компонент для оцінки конкурентоспроможності машинобудівних підприємств**

*Стаття присвячена застосуванню методу головних компонент для оцінки конкурентоспроможності машинобудівних підприємств. Визначено недоліки існуючих інтегральних методів оцінки конкурентоспроможності підприємства. Сформований перелік параметрів, які впливають на конкурентоспроможність, і за допомогою методу головних компонент обчислено їх співвідношення. Зроблено контрольний розрахунок параметра конкурентоспроможності для п'яти машинобудівних підприємств.*

Ключові слова: конкурентоспроможність підприємства, метод головних компонент, залізничне машинобудування, бухгалтерська звітність, показники конкурентоспроможності.

**A.V. Kendyuhov**, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Strategic Management of Economic Development of Donetsk National Technical University;

**D.O. Tolkachov**, PhD Student, Assistant Professor of the Department of Strategic Management of Economic Development of Donetsk National Technical University

**PCA method used in estimating of mashine-building enterprise competitiveness**

**The aim of the article.** The aim of the article is to develop the reliable method of enterprise competitiveness estimation.

**The results of the analysis.** Taking into account the drawbacks of present integral method of enterprise competitiveness estimation, such as: generic using of method for expert estimation, calculation of competitiveness on the basis of small number of factors, using hard-to-get data, it is offered to use such requirements to the new method as objective estimation while calculating the final value or other component. It is necessary to take into account as more factors as possible that can influence the enterprise competitiveness. Information as the basis for calculation of competitiveness must be in financial report. The developing method should be mathematically should be reasonable.

It is advisable to use method of factor analysis for consolidation of uncertain indexes of enterprise competitiveness. The main purpose of factor analysis is to find out hypothetical values or factors based on small number of experimental data. Factors must be simple and must describe and explain the investigated values in a precise way. So the factor analysis is the method which orders seeming random nature of the investigated phenomenon and generates new ideas.

On the basis of calculated main components it is possible to build simpler and at the same time more informative system of description of enterprise competitiveness, to estimate the force of cause-and-effect relations between factors and to found main components, to investigate possibilities of changing analyzed factors under the influence of main components. The given results of grouping according to main components may be used to carry out comparative analysis of factors due to which enterprise has got the best results in rising competitiveness. It will allow finding out new trends for effectiveness growth using productive resources.

The authors proposed to use the following indexes of enterprise work as factors for method of main components:

- coefficient of financial autonomy. It shows which part of asset's cost is the own capital (how enterprise is independent from creditors);
- coefficient of current liquidity – characterizes enterprise capability to guarantee short-term duties by selling circulating assets. It gives the most general estimation of assets' liquidity;
- coefficient of general rotational velocity of assets – one of the main indexes of an enterprise business activity (characterizes the width of product market);
- assets profitability – characterizes the level of profit from enterprise's assets. This index directly depends on demand on enterprise's products, so it can be used as indirect index of enterprise competitiveness;
- coefficient of provision of turnover with own circulating assets. It provides the truest estimation of enterprise provision with own circulating assets as it synthesizes the results of balance and report about financial results of enterprise in the investigated period.

The authors choose the plants which work in the field of railway machine building: PJSC «Azovobshchemash», PJSC «Dneprowagonmash», OJSC «Krukovo wagon building plant», OJSC «Holding Luganskteplovoz», OJSC «Stakhanov wagon building plant» for defining the coefficient of competitiveness of machine building enterprises.

The first main component (factor 1) explains 81,48% of general variation, because if we include only the first component, we describe 81,48% of changes of four components with one variable. It is quite enough for practical usage. After data analysis in the pack of Statistica it was got the ratio which expresses indexes of enterprise's competitiveness dependence.

**Conclusions and directions of further researches.** So it was developed new method of calculating enterprise competitiveness based on the method of main components. This method meets all the requirements. It may be used for analyzing other enterprise competitiveness.

**Keywords:** PCA method, enterprise competitiveness, machine building enterprises, indexes of enterprise work, coefficient of competitiveness.



#### Розділ 4 Проблеми управління інноваційним розвитком

---

1. Fathutdinov, R.A. (2002). *Konkurentosposobnost orhanizatsii v usloviakh krizisa: ekonomika, marketinh, menedzhment* [Management of competitiveness of the organization: economics, marketing, management]. Moscow: Marketing [in Russian].
2. Fashiev, V.A. (n.d.). Kak izmerit konkurentosposobnost predpriiatiia? [How to estimate competitiveness of enterprise]. *Marketing v Rossii i za Rubezhom – Marketing in Russia and Abroad*. Retrieved from <http://www.mavriz.ru/articles/2003/4/97.html> [in Russian].
3. Moshnov, V.A. (n.d.). Kompleksnaia otsenka konkurentosposobnosti predpriiatiia [Comprehensive assessment of the competitiveness of enterprises]. *Korporativnyi menedzhment – Corporate Management*. Retrieved from [http://www.cfin.ru/management/strategy/estimate\\_competitiveness.shtml](http://www.cfin.ru/management/strategy/estimate_competitiveness.shtml) [in Russian].
4. Maksimov, I. (1996). Otsenka konkurentosposobnosti promyshlennogo predpriiatiia [Assessment of competitiveness of industrial enterprises]. *Marketing – Marketing*, 3, 51-56 [in Russian].
5. Voronov, D.S. (n.d.). Predlahaiemaia metodika otsenki konkurentosposobnosti predpriiatiia [The proposed method of assessing the competitiveness of enterprises]. *Konkurentosposobnost predpriiatiia: otsenka, analiz, puti povysheniya – Competitiveness of enterprises: assessment, analysis, ways to improve*. Retrieved from <http://vds1234.narod.ru/> [in Russian].
6. Iberla, K. (1980). *Faktornyi analiz* [Factor analysis]. (V. Ivanova, Trans). Moscow: Statistika [in Russian].
7. Kalinina, V.N. & Solovev, V.I. (2003). *Vvedenie v mnohomernyi statisticheskii analiz* [An introduction to multivariate statistical analysis]. Moscow: GUU [in Russian].
8. Kostenko, T.D., Pidhora, Ye.O., Ryzhykov, V.S., Pankov, V.A., Herasymov, A.A. & Rovenska, V.V. (2007) *Ekonomichniy analiz i diahnozyka stanu suchasnoho pidpriiemstva* [Economic analysis and diagnostics of modern enterprise]. Kyiv: Tsentр uchbovoi literatury [in Ukrainian].
9. Kaplyna, O.V. (n.d.). Otsenka konkurentosposobnosti massovoho tovara (na primere piva) [Estimation of competitiveness of mass goods (on example of beer)]. *Marketing v Rossii i za Rubezhom – Marketing in Russia and Abroad*. Retrieved from <http://www.mavriz.ru/articles/2001/4/176.html> [in Russian].
10. *STATISTISA. Versiia 6.1 Systemnii podkhod k analizu dannykh* [Systematic approach to data analysis]. StatSoft Russia. Retrieved from <http://www.statsoft.ru> [in Russian].

**Отримано 11.09.2013 р.**