

УДК 339.137.22

**Кендюхов Александр Владимирович,**

*д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры СУЭР Донецкого национального технического университета;*

**Толкачёв Дмитрий Олегович,**

*аспирант, ассистент кафедры СУЭР 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. Шальмина [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.

**Цель исследования.** 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:

1. Не должно содержаться субъективной оценки при расчёте итогового показателя или какого-либо компонента.
2. Необходимо учитывать как можно большее количество факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность предприятия.

3. Информация, на которой базируется расчёт конкурентоспособности, должна находиться в бухгалтерской и финансовой отчётности. Этим обеспечивается простота доступа к данным предприятий-конкурентов.

4. 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.

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:

1. Коэффициент финансовой автономии. Данный коэффициент показывает, какую часть стоимости имущества составляет собственный капитал (насколько предприятие независимо от кредиторов).

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

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

4. Рентабельность активов – 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].

5. Коэффициент обеспеченности оборота собственными оборотными средствами - 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 (таблица 1).

*Таблица 1 - Показатели конкурентоспособности предприятий (разработка автора)*

Предприятие	$P_a$	$K_{т.л.}$	$K_a$	$O_a$	$K_o$
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

Исследовались следующие показатели конкурентоспособности:  $X_1$  – рентабельность активов,  $X_2$  – текущая ликвидность,  $X_3$  – коэффициент финансовой автономии,  $X_4$  – оборотность активов,  $X_5$  – коэффициент обеспеченности оборота собственными оборотными средствами. Данные показатели были обработаны в прикладном пакете для математического анализа Statistica[10].

*Таблица 2 - Статистические показатели переменных (разработка автора)*

Факторы конкурентоспособности	Среднее значение	Средне-квадратическое отклонение
$X_1$	0.151137	0.182138
$X_2$	1.551514	0.914716
$X_3$	0.248564	0.361345
$X_4$	2.040123	0.711232
$X_5$	0.005131	0.230413

Тесноту связи между переменными определяем с помощью матрицы коэффициентов корреляций (таблица 3).

*Таблица 3 - Корреляционная матрица (разработка автора)*

Фактор \ Фактор	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
$X_1$	1.000	0.606	0.757	0.946	0.767
$X_2$	0.606	1.000	0.957	0.586	0.844
$X_3$	0.757	0.957	1.000	0.682	0.925
$X_4$	0.946	0.586	0.682	1.000	0.597
$X_5$	0.767	0.844	0.925	0.597	1.000

Из таблицы 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 (таблица 4).

*Таблица 4 - Собственные значения корреляционной матрицы (разработка автора)*

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 таблицы 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 четырех переменных. Это вполне достаточно для практического применения. Определяем собственные векторы корреляционной матрицы (таблица 5), которые определяют связь между переменными и главными компонентами (факторами).

*Таблица 5 - Собственные векторы корреляционной матрицы (разработка автора)*

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<sub>i</sub> к главным компонентам (факторам) на факторной плоскости (X – первая главная компонента, Y – вторая главная компонента) на рис. 1 изображаем проекции переменных.

Проекция переменных на факторную плоскость (1x2)

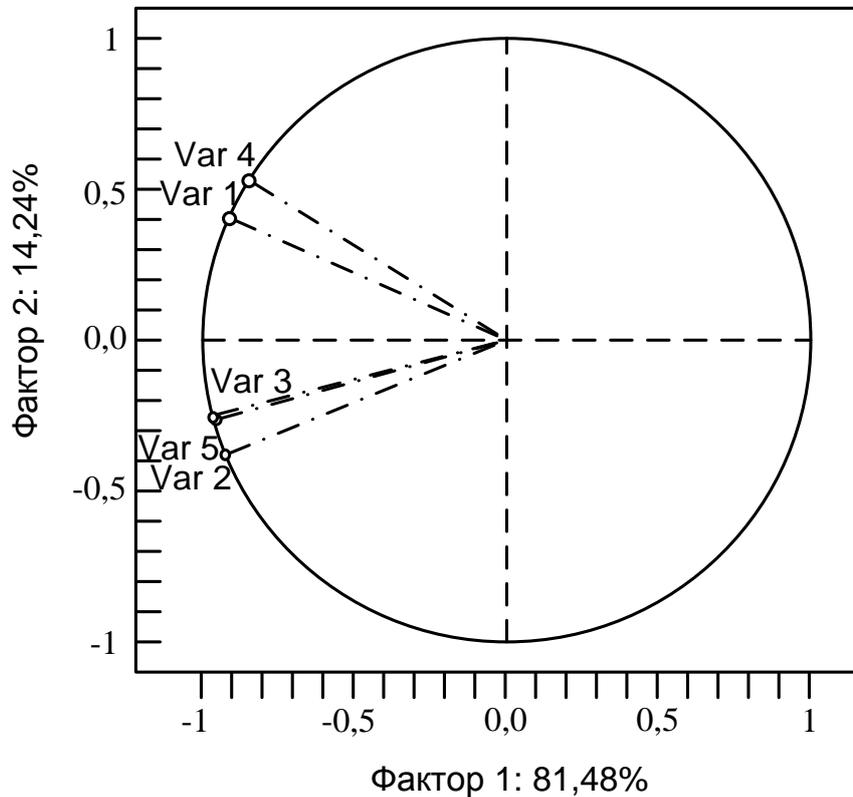


Рисунок 1 – Проекция переменных на факторную плоскость

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

$$F_1 = -0.446*Z_1 - 0.44*Z_2 - 0.476*Z_3 - 0.415*Z_4 - 0.456*Z_5 \quad (1)$$

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

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

$$K_{ii} = 0.446*Z_1 + 0.44*Z_2 + 0.476*Z_3 + 0.415*Z_4 + 0.456*Z_5 \quad (2)$$

Для перехода к обычным переменным стандартизованные переменные  $Z_i$  необходимо заменить по формуле (3)

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

где  $\bar{X}_i$  – среднее значение  $i$  – переменной;

$\sigma_i$  – среднеквадратическое отклонение  $i$  – переменной.

Получим уравнение в обычных переменных:

$$K_n = 2.447 * X_1 + 0.482 * X_2 + 1.318 * X_3 + 0.584 * X_4 + 1.979 * X_5 - 2.646 \quad (4)$$

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

*Таблица 6 - Коэффициент конкурентоспособности исследуемых предприятий (разработка автора)*

Предприятие	$K_n$
ЧАО «Азовобшемаш»	-1.938
ЧАО «Днепрвагонмаш»	2.025
ОАО «Стахановский вагоностроительный завод»	-0.286
ОАО «Холдинговая компания «Лугансктепловоз»»	-1.942
ОАО «Крюковский вагоностроительный завод»	2.141

Как видно из таблицы 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 о улучшении или ухудшении конкурентоспособности предприятия.

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

1. Не содержит субъективной оценки при расчёте итогового значения или какого-либо компонента.
2. Учитывает как можно большее количество факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность предприятия.
3. Информация, на которой базируется расчёт конкурентоспособности, находится в бухгалтерской и финансовой отчётности, следовательно, обеспечивается простота доступа к данным предприятий-конкурентов.
4. Разработанный метод математически обоснован.

Полученные зависимости могут применяться для оценки конкурентоспособности машиностроительных предприятий Украины.

Согласно полученных данных наиболее конкурентоспособными предприятиями в выбранной отрасли являются ОАО «Крюковский вагоностроительный завод» и ЧАО «Днепровагонмаш».

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

1. Фатхутдинов Р.А. Управление конкурентоспособностью организации [Текст]/ Р.А. Фатхутдинов – 2-е изд., испр. и доп – М.: Эксмо, 2005. – 544 с.
2. Фасхиев В.А. Как измерить конкурентоспособность предприятия? [Электронный ресурс] / В.А. Фасхиев // Журнал «Маркетинг в России и за рубежом» – Режим доступа : URL: <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 URL: [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 [Текст]/ 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 URL: <http://vds1234.narod.ru/>.
6. Иберла К. Факторный анализ [Текст]/ К. Иберла пер. с нем. В.М.Ивановой; предисл. Дубровиной. – М.: Статистика, 1980. – 398с.
7. Калинина В. Н., Введение в многомерный статистический анализ: Учебное пособие [Текст]/ В. Н. Калинина, Соловьев В. И. ГУУ. – М., 2003. – 66 с.
8. Костенко Т.Д. Економічний аналіз і діагностика стану сучасного підприємства[Текст]: Навч. посібник / Т.Д. Костенко, Є.О. Підгора, В.С. Рижиков та Ін.; вид. 2ге 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 : URL: <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 : URL: <http://www.statsoft.ru>

*О.В. Кендюхов*, д-р екон. наук, профессор, *професор кафедри СУЕР Донецького національного технічного університету*;

*Д.О. Толкачов*, аспірант, асистент кафедри СУЕР 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, залізне машинобудування, бухгалтерської звітності, показники конкурентоспроможності.

*A. Kendyuhov*, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of strategic management of economic development of Donetsk national technical university;

**D. Tolkachov**, postgraduate education, teaching assistant of the department of strategic management of economic development of Donetsk national technical university;

#### **PCA method used in estimating of enterprise competitiveness**

The Subject of investigation is developing the reliable method of estimation of enterprise competitiveness.

Taking into account drawbacks of the present integral method of estimation of enterprise competitiveness, namely: general using method of 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: there shouldn't be subjective estimation while calculating the final value or any other component. It is necessary to take into account as more factors as possible which influence the enterprise competitiveness. Information on which the calculation of competitiveness is based must be in financial report. The developing method must be mathematically based.

It is offered to use method of factor analysis for consolidation of odd 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 describe and explain 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, estimate the force of cause-and-effect relations between the factors and found main components, investigate possibilities of changing analyzed factors under the influence of main components. Besides 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 of growth of effectiveness of using productive resources.

It is offered to use the following indexes of enterprise work as a factor for the method of main components:

1. Coefficient of financial autonomy. It shows which part of asset's cost is the own capital (how enterprise is independent from creditors).
2. 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.
3. Coefficient of general rotational velocity of assets – one of the main indexes of an enterprise business activity (characterizes the width of product market).
4. 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.
5. 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 for the investigated period.

For defining coefficient of competitiveness of machine building enterprises it was chosen plants which work in the field of railway machine building: LLC «Azovobshchemash», LLC «Dneprowagonmash», «Krukovo wagon building plant»LTD, «Holding Luganskteplovoz»»LTD, «Stakhanov wagon building plant»LTD.

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 Statistica it was got the ratio which expresses indexes dependence of enterprise competitiveness.

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.

1. Fathutdinov, R.A.(2005) *Upravlenie konkurentosposobnostyu organizatsii [Management of competitiveness of the organization]*. Moscow: Eksmo [in Russian].
2. Fashiev V.A. Kak izmerit konkurentosposobnost predpriyatiya? [How to estimate competitiveness of enterprise] / *Marketing v Rossii i za rubezhom - Marketing in Russia and abroad* - Retrieved from : URL: <http://www.mavriz.ru/articles/2003/4/97.html> [in Russian].
3. Moshnov V.A. Kompleksnaya otsenka konkurentosposobnosti predpriyatiya [Comprehensive assessment of the competitiveness of enterprises] / *Korporativnyiy menedzhment - Corporate Management* - Retrieved from URL: [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 predpriyatiya [Assessment of competitiveness of industrial enterprises]. *Marketing – Marketing*, 3, 51-56 [in Russian].
5. Voronov D.S. Predlagaemaya metodika otsenki konkurentosposobnosti predpriyatiya [The proposed method of assessing the competitiveness of enterprises] / *Konkurentosposobnost predpriyatiya: otsenka, analiz, puti povysheniya - competitiveness of enterprises: assessment, analysis, ways to improve* - Retrieved from URL: <http://vds1234.narod.ru/> [in Russian].
6. Iberla K. (1980) *Faktornyy analiz [Factor analysis]*. (V. Ivanova, Trans). Moscow.: Statistika [in Russian].
7. Kalinina, V. N. & Solovev, V. I. (2003). *Vvedenie v mnogomernyy statisticheskiy 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) *Ekonomichnyi analiz i diahnostyka stanu suchasnoho pidpriemstva[Economic analysis and diagnostics of modern enterprise]*. Kiyv: Tsentri uchbovoi literatury [in Ukrainian].
9. Kaplyna O.V. Otsenka konkurentosposobnosti massovoho tovara (na prymerе pyva) [Estimation of competitiveness of the mass of goods (on example of beer)] / *Marketing v Rossii i za rubezhom - Marketing in Russia and abroad* - Retrieved from : URL: <http://www.mavriz.ru/articles/2001/4/176.html> [in Russian].
10. STATISTISA. Versiya 6.1 Systemnii podkhod k analyzu dannikh [systematic approach to data analysis] /– StatSoft Russia // - Retrieved from - <http://www.statsoft.ru> [in Russian].