

О.В. МІЗНА, к.е.н., доцент,
Р.А. МІЗІН,
Донецький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ В ДОСЛІДЖЕННІ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Головною метою, що стоїть перед керівниками і менеджерами будь-якого підприємства, є забезпечення його стійкого і максимально ефективного функціонування в теперішній час і забезпечення високого потенціалу розвитку і зростання підприємства в майбутньому. Саме функціонування промислових підприємств в умовах ринку і необхідність забезпечення їх виживання в рамках достатньо жорсткої конкуренції передбачає оцінку рівня їх економічної стійкості та визначення фінансового стану. Вирішенню наданих задач присвячено низку наукових робіт [1,2,3,4], проте більшість авторів стикається з проблемою дослідження значної кількості ознак, при цьому доводиться мати справу з вихідними даними різної розмірності. В такій ситуації виникає необхідність зменшити розмірність простору ознак, що вивчається, тобто перейти від вихідних показників до меншої кількості аналізованих перемінних, що дозволяють достатньо точно відобразити властивості масиву даних, що вивчається. Слід зазначити, що проблема зменшення кількості аналізованих показників, відбору визначаючих факторних ознак постає при вирішенні багатьох економічних задач: оцінці ризиків підприємств, фінансового стану суб'єктів господарювання, оцінці інвестиційних проектів і т.д. Коло методів дослідження, що пропонуються при цьому до використання різними науковцями, досить широке: застосування матричних моделей [5,6]; методи кластерного аналізу [7]; статистичні методи, що базуються на кореляційному аналізі взаємозв'язку показників [8]; експертні методи [9]; багатовимірне шкалювання [10]; методи факторного аналізу [11,12].

Метою даної роботи є виявлення факторів, що визначають рівень економічної стійкості промислового підприємства.

На наш погляд, в контексті визначе-

ної мети, для зниження розмірності простору ознак доцільним є застосування методів факторного аналізу, у тому числі методу головних компонент. Згадані методи дозволяють усунути дублювання інформації, виключити з аналізу неінформативні показники, дають можливість агрегації (тобто підсумовування деяких фізично однотипних показників).

В основі моделей факторного аналізу лежить гіпотеза, що спостережувані перемінні формуються під впливом (тобто є непрямыми проявами) невеликого числа прихованих (латентних) факторів, непіддаливих безпосередньому вимірюванню. Тобто, ці загальні фактори виступають в ролі причин, а спостережувані ознаки – в ролі результату.

Сутність методу головних компонент полягає у виділенні лінійних комбінацій вихідних факторних ознак, що мають максимально можливу дисперсію. Математична модель методу головних компонент може бути представлена як

$$X_i = \sum_{k=1}^m V_{ik} F_k$$

де V_{ik} – ваговий коефіцієнт загально-го результативного фактора (головної компоненти) на i -ої перемінній

F_k – загальний фактор (головна компонента).

Застосування методу головних компонент дозволяє вирішити наступні задачі. Перша – це зменшення розмірності даних з багатьох до декількох перемінних. Це досягається шляхом визначення груп первинних перемінних так, щоб члени групи мали кореляцію між собою, але група в цілому б була лінійно незалежна від інших перемінних або груп перемінних. Такі лінійно незалежні групи перемінних і називаються головними компонентами.

© О.В. Мізіна, Р.А. Мізін, 2005

Друга задача – це інтерпретація даних.

Рішення, отримане за допомогою методу головних компонент, максимізує критерій інформативності, який визначається сумарною дисперсією невеликого числа шуканих допоміжних перемінних (головних компонент). Для розрахунку k -й головної компоненти визначається власний вектор коваріаційної матриці вихідних показників, при цьому компоненти власного вектора є шуканими ваговими коефіцієнтами, за допомогою яких здійснюється перехід від вихідних показників до головної компоненти.

Максимально можливе число головних компонент дорівнює кількості перемінних. Як було вказане, критерієм інформативності моделі є сумарна дисперсія невеликого числа шуканих допоміжних перемінних (головних компонент). Позначимо λ_k пояснену головною компонентою Fk частину сумарної дисперсії сукупності вихідних факторів. Оскільки перемінні при проведенні аналізу стандартизуються, тому не має сенсу будувати черговий фактор, якщо він пояснює частину дисперсії, меншу, ніж ту, що припадає безпосередньо на одну перемінну. Тому фактори доцільно будувати до тих пір, поки $\lambda_k > 1$. При цьому слід врахувати, що $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 \dots$. Значення λ_k є власними значеннями кореляційної матриці вихідних перемінних.

Інформативною базою для обґрунтування факторів формування рівня стійкості в даній роботі з'явилися показники по двом сукупностям підприємств вугледобувної галузі: підприємства ДП „Донвугілля” (обсяг вибірки – 37 спостережень) і підприємства ДП „Добропіллявугілля” (обсяг вибірки – 24 спостереження) за період 2000-2003 г.г.:

1. Виробнича потужність підприємства – CP , тис.т/рік.
2. Фактичний видобуток вугілля – D , тис. т/рік.
3. Середня динамічна потужність пласта – M , м.
4. Максимальна глибина розробки – H , м.
5. Середня кількість очисних забоїв –

N_1 .

6. Число підготовчих забоїв – N_2 .
7. Сумарна довжина лінії очисних забоїв – L_1 , м.
8. Сумарна довжина підготовчих забоїв – L_2 , м.
9. Чисельність промислово-виробничого персоналу – $Ч$, люд.
10. Середньомісячна продуктивність праці робітника – P , т.
11. Собівартість готової вугільної продукції – S , грн./т.
12. Протяжність підтримуваних гірничих виробіток на кінець періоду – L_3 .
13. Фондовіддача основних фондів – ΦO , грн./грн.
14. Середньорічна вартість основних фондів – Φ , тис. грн.
15. Рівень освоєння виробничої потужності – CD .

Дослідження проводилися з використанням програми SPSS 11.5. Проведений факторний аналіз спочатку дозволив виділити 4 головні компоненти, що наочно показують діаграми власних чисел (див. рис. 1 і рис.2).

Однак аналіз матриці факторних навантажень після обертання чинників показав, що для однієї з головних компонент високий ступінь тісноти зв'язку існує лише з однією ознакою – рівнем освоєння виробничої потужності. Тому надалі було виділено 3 головні компоненти і проведений їх аналіз (див. табл. 1 і табл. 2), який дозволив зробити наступні узагальнення. Як по одній, так і по іншій сукупностям перший фактор пояснюється такими показниками, як:

- виробнича потужність підприємства;
- фактичний видобуток вугілля;
- середня кількість очисних забоїв;
- сумарна довжина лінії очисних забоїв;
- сумарна довжина підготовчих забоїв;
- чисельність промислово-виробничого персоналу.

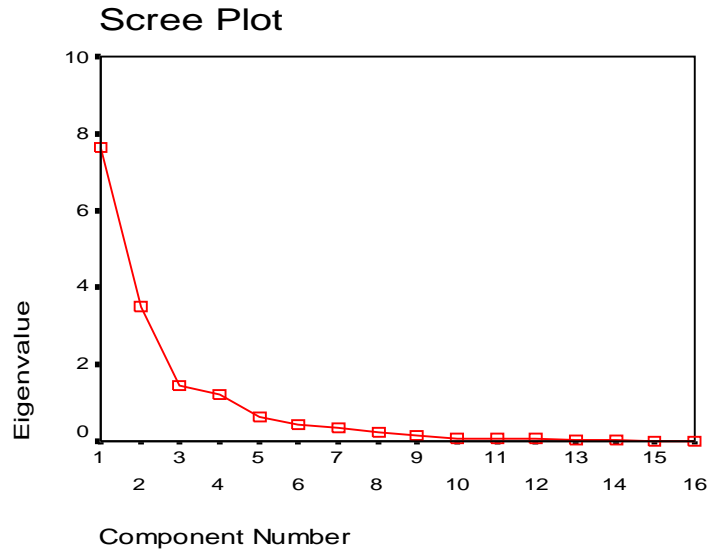


Рис. 1. Діаграма власних чисел за результатами аналізу підприємств ДП „Донвугілля”.

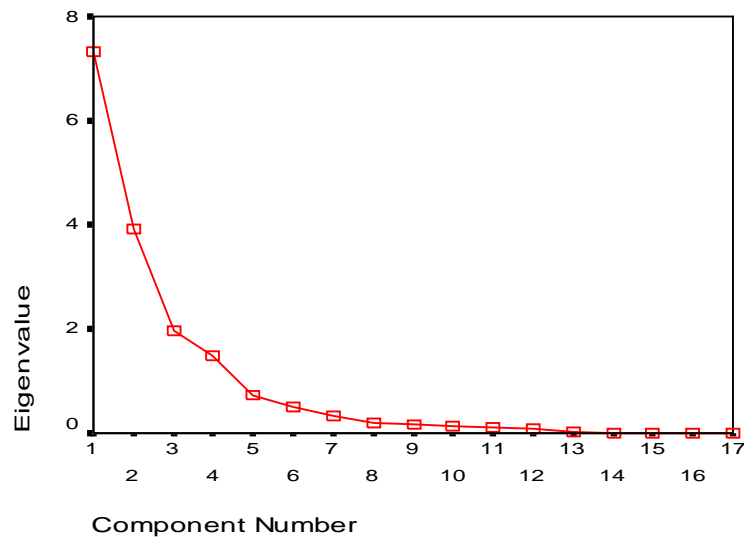


Рис. 2. Діаграма власних чисел за результатами аналізу підприємств ДП „Добропіллявугілля”.

Показник – „число підготовчих заборів” – за даними табл. 2 в якнайкращому ступені пояснюється першим загальним фактором, а за даними табл. 1 – досить в рівному ступені пояснюється факторами 1 і 2. Таким чином, даний показник також можна включити в 1-у головну компоненту. За даними табл. 2 перша компонента не включає показник середньорічної вартості основних фондів, причому цей же показник за даними табл. 1 практично рівнозначно пояснює як загальний фактор №1, так і загальний фактор №3. Надалі прийматимемо даний показник як складову фактора №3. Отже, перелік показників, які пояс-

нюються першою головною компонентою, виявився практично однаковим для обох сукупностей, що розглядаються.

По двох інших головних компонентах також можна відзначити практично повний збіг пояснюючих показників, проте спостерігається зміщення рангів компонент по сукупностях. Одна з компонент включає показники – середньомісячна продуктивність праці робочого, собівартість готової вугільної продукції, рівень освоєння виробничої потужності. Друга з компонент, що розглядаються, включає показники – середня динамічна потужність пласта, максимальна глибина розробки,

середньорічна вартість основних фондів, фондовіддача. При цьому можна затверджувати, що відмінності в рангах компонент не є принциповими, оскільки згідно

даним табл.3 і табл. 4 внески другої і третьої компонент після обертання (за методом „варімакс”) складають порядку 18-22%.

Таблиця 1

Матриця факторних навантажень після обертання чинників по підприємствам ДП „Донвугілля”

	Component		
	1	2	3
CP	,757	-,215	,388
D	,794	,457	,147
M	,238	,308	,818
H	-,061	-,018	,884
N ₁	,795	,331	-,325
N ₂	,507	,616	,189
L ₁	,791	,362	-,119
L ₂	,823	,478	-,047
Ч	,880	,248	,173
P	,405	,679	,321
S	-,202	-,769	,014
L ₃	,859	,259	,104
ФО	,082	,488	-,688
Ф	,630	,030	,605
CD	,169	,878	-,216

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. a Rotation converged in 5 iterations.

Таблиця 2

Матриця факторних навантажень після обертання чинників по підприємствам ДП „Добропіллявугілля”

	Component		
	1	2	3
CP	,834	,453	-,117
D	,845	,299	,381
M	-,133	,944	,163
H	,368	,696	-,188
N ₁	,824	-,371	,278
N ₂	,861	,196	,080
L ₁	,861	-,135	,026
L ₂	,714	-,060	,527
Ч	,739	,445	,000
P	,505	,058	,732
S	-,290	-,290	-,711
L ₃	,080	,129	-,788
ФО	,530	-,553	,545
Ф	,169	,896	-,142
CD	-,019	-,225	,728

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. a Rotation converged in 6 iterations.

Таблиця 3

Результати факторного аналізу по рівню власних чисел (ДП „Донвугілля”)

Com-ponent	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	To-tal	% of Vari-ance	Cumula-tive %	Total	% of Vari-ance	Cumula-tive %	Total	% of Vari-ance	Cumu-lative %
1	7,447	49,647	49,647	7,447	49,647	49,647	5,606	37,373	37,373
2	2,939	19,592	69,240	2,939	19,592	69,240	3,390	22,603	59,976
3	1,423	9,485	78,725	1,423	9,485	78,725	2,812	18,749	78,725
4	1,091	7,275	86,000						
.....						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Розширимо коло аналізованих показників, прийнявши до розгляду:

- річну вартість реалізованої продукції – ВР;
- прибуток від реалізації – ПР;
- чистий прибуток – ЧП.

Враховуючи, що проведені вище дослідження показали ідентичність результатів, отриманих по двох сукупностях підприємств, подальший аналіз проводився за даними ДП „Добропіллявугілля”.

Таблиця 4

Результати факторного аналізу по рівню власних чисел (ДП „Добропіллявугілля”)

Com- po- nent	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6,320	42,137	42,137	6,320	42,137	42,137	5,434	36,226	36,226
2	3,682	24,548	66,684	3,682	24,548	66,684	3,331	22,204	58,430
3	1,853	12,353	79,038	1,853	12,353	79,038	3,091	20,608	79,038
4	1,370	9,135	88,172						
....						

Відзначимо, що показник чистого прибутку є, безумовно, одним з основних показників, що характеризують рівень економічної стійкості підприємства. Наявність чистого прибутку забезпечує розширене відтворення, соціальний розвиток підприємства, є джерелом поповнення власних оборотних коштів, а також додаткового стимулювання праці. Річну вартість реалізованої продукції і прибуток від реалізації будемо розглядати як факторні показники. Найпоширенішим підходом при виявленні й оцінці впливу факторних показників на результативний є застосування методів кореляційно-регресійного аналізу. Дослідження з використанням методів множинної регресії показали, що сукупний коефіцієнт детермінації (R^2) між показником чистого прибутку і названими вище сімнадцятьма показниками складає 0,9812. Розрахункове значення F-критерію (критерію Фішера) значно вище за критичний для рівня значності 0,05 ($22,819 > 3,5$), що підтверджує значність кореляційного зв'язку між показниками.

Тим часом, розрахунки свідчать, що існує значний кореляційний зв'язок між окремими факторними показниками. Так, наприклад, коефіцієнт парної кореляції між показниками „фактичний видобуток вугілля – число підготовчих забоїв” складає $R^2=0,821$, показниками „виробнича потужність підприємства – чисельність промислово-виробничого персоналу” – $R^2=0,7799$. Застосування методу головних компонент разом з методами множинної регресії не тільки дозволить зменшити

розмірність досліджуваного простору ознак, але і сформувані некорельовані лінійні комбінації спостережуваних перемінних.

Результати факторного аналізу, проведені за допомогою таблиці спільностей (див. табл. 5), показали, як і раніше, доцільність виділення трьох компонент, до складу яких, однак, ввійшли два показника, що розглядаються додатково. Спільності (Extraction) показують, наскільки рівномірно факторна модель пояснює інформацію, що міститься в перемінних, тобто відсоток дисперсії, який пояснює факторна модель для кожної перемінної.

Аналіз по рівню власних чисел (див. табл. 6) дозволяє визначити частку пояснюваної дисперсії, що також дає можливість зробити висновок про доцільність побудови 3-факторної моделі, тому що загальний внесок 3-х головних компонент в сумарну дисперсію складає 77,73%.

Аналізуючи навантаження в 3-факторної моделі (див. табл. 7), можна затверджувати, що перший фактор пояснюється такими показниками, як:

- виробнича потужність підприємства;
- фактичний видобуток вугілля;
- середня кількість очисних забоїв;
- число підготовчих забоїв;
- сумарна довжина лінії очисних забоїв;
- сумарна довжина підготовчих забоїв;
- чисельність промислово-виробничого персоналу;
- річна вартість реалізованої продукції.

Таблица 5

Таблица спільностей
Communalities

	Initial	Extraction
CP	1	0,881517
D	1	0,944107
M	1	0,935121
H	1	0,628874
N ₁	1	0,890956
N ₂	1	0,807173
L ₁	1	0,713801
L ₂	1	0,774599
Ч	1	0,78704
P	1	0,835496
S	1	0,677273
L ₃	1	0,637103
ФО	1	0,901143
Ф	1	0,856125
CD	1	0,477378
BP	1	0,820337
IP	1	0,646031

Таблица 6

Результати факторного аналізу по рівню власних чисел

Com- ponent	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7,330	43,118	43,118	7,330	43,118	43,118	6,058	35,635	35,635
2	3,920	23,058	66,176	3,920	23,058	66,176	3,856	22,684	58,319
3	1,964	11,554	77,730	1,964	11,554	77,730	3,300	19,411	77,730
4	1,480	8,707	86,437						
5	,729	4,290	90,728						
6	,507	2,982	93,709						
....									

Даний фактор можна визначити як „виробничий потенціал підприємства”.

Другий фактор пояснюється наступними показниками:

- середньомісячна продуктивність праці робітника;
- собівартість готової вугільної продукції;
- протяжність підтримуваних гірських вироблень на кінець періоду;
- прибуток від реалізації;

- фондівдача основних фондів;
- рівень освоєння виробничої потужності.

Показники фондівдачі і рівня освоєння виробничої потужності мають з названим фактором менш тісний зв'язок ніж інші показники, проте їх внесок в другу головну компоненту виявляється все ж більш істотним, ніж в інші компоненти.

Таблиця 7

Навантаження трьох факторної моделі
Rotated Component Matrix

	Component		
	1	2	3
CP	0,831389	-0,10874	0,422474
D	0,865173	0,344912	0,276801
M	-0,09478	0,11975	0,954881
H	0,363477	-0,14235	0,690286
N ₁	0,799927	0,318243	-0,38703
N ₂	0,877207	0,094725	0,169431
L ₁	0,827485	0,065829	-0,15728
L ₂	0,730378	0,485141	-0,07606
Ч	0,784379	-0,09965	0,402318
P	0,484383	0,771675	0,073394
S	-0,26328	-0,71598	-0,30875
L ₃	0,10849	-0,78594	0,087354
ФО	0,506229	0,593847	-0,54057
Ф	0,219396	-0,17933	0,880813
CD	0,018105	0,657697	-0,21091
BP	0,764015	0,439218	0,209059
PP	0,173547	0,771293	-0,14498

Це фактор – „досягнутий рівень техніко-економічних показників”.

Третій фактор пов'язаний з показниками:

- середня динамічна потужність пласта;
- максимальна глибина розробки;
- середньорічна вартість основних фондів.

Це фактор „природно-технічних ресурсів”.

Далі методами множинної регресії (використовуючи можливості, що надаються програмою Microsoft Excel) була здійснена перевірка тісноти зв'язку між показником чистого прибутку і виділеними трьома загальними факторами, яка показала, що значення коефіцієнта детермінації склало $R^2=0,523$, значення критерію Фішера $F=7,9186$, що більше критичного для рівня значності 0,05, рівного 3,13 (див. табл.8).

Таблиця 8

Регресійна статистика

$m_3=-1140,5531$	$m_2= 8019,54422$	$m_1= 1863,661$	$b = -3770,13$
$se(3) =1705,356$	$se(2) = 1705,35651$	$se(3) = 1705,356$	$se(b) = 1669,45$
$R^2=0,54291626$	$se(Y) = 8178,60109$	#Н/Д	#Н/Д
$F=7,91855277$	$df=20$	#Н/Д	#Н/Д
$ssreg =1589004481$	$ssresid = 337790315$	#Н/Д	#Н/Д

В таблиці 8 прийняті наступні позначення:

m – коефіцієнти, відповідні незалежним перемінним;

b – постійна величина в рівнянні регресії

se_1, se_2, \dots, se_n – стандартні значення по-

милок для коефіцієнтів m_1, m_2, \dots, m_n ;

$se(b)$ – стандартне значення помилки для постійної b ;

R^2 – коефіцієнт детермінації;

$se(Y)$ – стандартна помилка для оцінки Y ;

F- критерій Фішера або F-статистика;
df – ступені свободи;
ssreg – регресійна сума квадратів;
ssresid – залишкова сума квадратів.

Значення коефіцієнта детермінації виявилось нижче, ніж визначене раніше при дослідженні взаємозв'язку показника чистого прибутку з вихідними показниками, що пояснюється усуненням явища мультиколінеарності. Проте, впливом трьох

загальних факторів пояснюється більше 50% мінливості величини чистого прибутку, що є досить добрим показником.

Таким чином, при аналізі зміни рівня економічної стійкості підприємства може бути використано наступне рівняння, що описує взаємозв'язок величини чистого прибутку з виділеними загальними факторами

$$ЧП = 1863,66 F_1 + 8019,54 F_2 - 1140,55 F_3 - 3770,13$$

Отримане рівняння дає можливість визначення очікуваного значення чистого прибутку на основі відомих значень загальних факторів.

За підсумками проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Факторами, що роблять вплив на рівень економічної стійкості підприємства, є:

- виробничий потенціал;
- досягнутий рівень техніко-економічних показників;
- природно-технічні ресурси.

2. Аналіз ролі виділених факторів у формуванні величини чистого прибутку, проведений за допомогою кореляційно-регресійного аналізу, показав, що дані фактори пояснюють більше 50% мінливості величини чистого прибутку.

3. Наведене в даній роботі рівняння, що описує взаємозв'язок величини чистого прибутку з виділеними загальними факторами, може бути використано при аналізі динаміки рівня економічної стійкості підприємства

4. Проведений кореляційно-регресійний аналіз свідчить про високий ступінь впливу вихідних показників на сформовані загальні фактори, що дає можливість практичного використання отриманих регресійних залежностей для визначення величини загальних факторів, які є функціями відповідних вихідних техніко-економічних показників.

Література

1. Сайгина Т.Б., Смирнов Ю.А. Компле-

ксная методика оценки финансовой устойчивости предприятия // Научные работы Донецкого национального технического университета. Серия: экономическая. Выпуск 75. – Донецк, ДонНТУ, 2004. – С. 134 – 139.

2. Василенко А.В. Менеджмент устойчивого развития предприятия. – К.: Центр учебной литературы, 2005. – 648 с.

3. Маргис Л. Финансовая стабильность предприятия и методические аспекты ее оценки // Экономика Украины. – 2000. – №7. – С. 6-8

4. Крейнина М.Н. Финансовое состояние предприятия. Методы оценки. – М.: ИКЦ «ДИС», 1997. – 224 с.

5. Хотомлянский А., Черната Т., Северина А. Комплексная оценка финансового состояния предприятия на основе использования матричных моделей // Экономика Украины. – 2003. – №3. – С. 34 – 41.

6. Кравченко А.А., Демин И.К., Митрошичев И.О. Разработка методики углубленной оценки инвестиционной привлекательности угольных шахт // Научные работы Донецкого национального технического университета. Серия: экономическая. Выпуск 91. – Донецк, ДонНТУ, 2005. – С. 115 – 122.

7. Рибалка О. Формування системи показників фінансового стану підприємства для оцінки ймовірності банкрутства // Економіст. – 2005. – №9. – С. 63 -65.

8. Маляр Ю.М., Рубан Т.Є. Удосконалення оцінки фінансового стану підприємства на основі використання інтегрального показника // Научные работы Донецкого национального технического университета. Серия: экономическая. Выпуск 82. – Донецк, ДонНТУ, 2004. – С. 189 – 195.

9. Белозерцев Р.В. Оценка влияния факторов внешней среды на функционирование угледобывающих предприятий // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: економічна. Випуск 100-1. – Донецьк, ДонНТУ, 2005. – С. 198 – 207.

10. Олексів І.Б., Подольчак Н.Ю. Методи багатовимірного аналізу в оцінюванні фінансових ризиків підприємства // Фінанси України. – 2005. - №1. – С. 96 – 103.

11. В.И. Бережной, О.А. Алексеева. Фа-

кторный анализ финансового состояния автотранспортного предприятия // Сборн. науч. трудов. Серия «Экономика», СевКавГТУ. – Ставрополь, 2002. – С. 50-59.

12. О.В. Євсєєнко. Галузевий аналіз фондового ринку на базі системного економіко-статистичного інструментарію // Статистика України. – 2003. – №2. – С.52-57.

Статья поступила в редакцию 28.11.2005