

УДК 330.43

О. Л. Тоцька – кандидат економічних наук, доцент кафедри фінансів та кредиту Волинського національного університету імені Лесі Українки

Моделі компонентного аналізу розвитку вищої освіти в Україні

Роботу виконано на кафедрі фінансів та кредиту ВНУ ім. Лесі Українки

Проведено компонентний аналіз статистичних показників вищої освіти в Україні. Визначено дві головних компоненти впливу на ці об'єкти. Для автоматизації розрахунків використано програмний пакет StatSoft Statistica 6.0.

Ключові слова: компонентний аналіз, головні компоненти, факторні навантаження, статистичні показники, вища освіта, Україна.

Тоцькая О. Л. Модели компонентного анализа развития высшего образования в Украине. Проведено компонентный анализ статистических показателей высшего образования в Украине. Определено две главных компоненты влияния на эти объекты. Для автоматизации расчетов использовано программный пакет StatSoft Statistica 6.0.

Ключевые слова: компонентный анализ, главные компоненты, факторные нагрузки, статистические показатели, высшее образование, Украина.

Totska O. L. Models of Component Analysis of Development of Higher Education in Ukraine. The component analysis of statistical indexes of higher education in Ukraine is conducted. Two main components of influence on these objects are defined. For automation of calculations the programmatic package StatSoft Statistica 6.0 is used.

Key words: component analysis, main components, factor loadings, statistical indexes, higher education, Ukraine.

Постановка наукової проблеми та її значення. Характерною особливістю сучасного розвитку вітчизняної економічної науки є широке використання математичних методів і моделей для аналізу соціально-економічних явищ і процесів, виявлення наявних закономірностей, пошуку оптимального напрямку їх розвитку. Вони сприяють вивченню в нерозривному зв'язку кількісних та якісних сторін досліджуваних об'єктів. Одним із таких методів є факторний аналіз та його частковий випадок – метод головних компонент. Оскільки основними цілями компонентного аналізу є скорочення кількості змінних та визначення структури взаємозв'язків між ними, то його доцільно проводити для класифікації великої кількості даних, які характеризують різні види економічної діяльності в Україні і, зокрема, освіту.

Аналіз останніх досліджень із цієї проблеми. Застосуванню факторного аналізу в економіці присвятили публікації такі українські науковці, як В. Б. Артеменко, А. П. Голіков, І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак, У. Я. Садова, Л. К. Семів та ін. Зокрема, його використовують для моделювання системи регіональних синтетичних індикаторів якості життя населення [1], аналізу зовнішньоекономічної діяльності [2, 35], багатовимірного шкалювання розвитку сфери соціальних послуг у Львівській області [3], аналізу рівня життя населення в регіоні з пониженою місткістю ринку праці [4] тощо. Але в цих публікаціях увага авторів не зосереджувалася на використанні методу головних компонент для аналізу вищої освіти в Україні.

Метою цієї статті є побудова моделей компонентного аналізу показників вищої освіти України. Для її реалізації потрібно розв'язати такі завдання:

- 1) побудувати матрицю вхідних даних із показниками розвитку вищої освіти в Україні;
- 2) використати критерії Кайзера і кам'янистого осипу для визначення кількості прихованих головних компонент, які впливають на ці показники;
- 3) розглянути факторну структуру показників у просторі прихованих компонент;
- 4) побудувати таблицю з факторними навантаженнями при головних компонентах;
- 5) сформувані на її основі математичні моделі компонентного аналізу;
- 6) проінтерпретувати отримані головні компоненти.

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження. Отже, проведемо компонентний аналіз показників вищої освіти в Україні. Модель компонентного аналізу має такий вигляд:

$$z_j = a_{1j}F_1 + a_{2j}F_2 + \dots + a_{nj}F_n \quad (j = 1, 2, \dots, n).$$

У ній параметр z_j лінійно залежить від n загальних факторів (F_1, F_2, \dots, F_n) , які враховують кореляції між параметрами. Коефіцієнти a_{ij} при факторах називають навантаженнями. Факторні навантаження a_{ij} збігаються з коефіцієнтами кореляції між загальними факторами та змінними z_j .

Матриця вхідних даних зі статистичними показниками, які характеризують розвиток вищої освіти в Україні матиме такий вигляд (табл. 1).

- У табл. 1: показник 1 – кількість вищих навчальних закладів (ВНЗ) I–II рівнів акредитації;
- показник 2 – кількість ВНЗ III–IV рівнів акредитації;
- показник 3 – кількість студентів у ВНЗ I–II рівнів акредитації, тис.;
- показник 4 – кількість студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації, тис.;
- показник 5 – прийнято студентів у ВНЗ I–II рівнів акредитації, тис.;
- показник 6 – прийнято студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації, тис.;
- показник 7 – випущено фахівців у ВНЗ I–II рівнів акредитації, тис.;
- показник 8 – випущено фахівців у ВНЗ III–IV рівнів акредитації, тис.;
- показник 9 – кількість аспірантів;
- показник 10 – кількість докторантів.

Таблиця 1

Матриця вхідних даних
(на початок навчального року)

Навч. рік	Показник 1	Показник 2	Показник 3	Показник 4	Показник 5	Показник 6	Показник 7	Показник 8	Показник 9*	Показник 10*
2000/01	664	315	528,0	1402,9	190,1	346,4	148,6	273,6	23295	1131
2001/02	665	318	561,3	1548,0	201,2	387,1	147,5	312,8	24256	1106
2002/03	667	330	582,9	1686,9	203,7	408,6	155,5	356,7	25288	1166
2003/04	670	339	592,9	1843,8	202,5	432,5	162,8	416,6	27106	1220
2004/05	619	347	548,5	2026,7	182,2	475,2	148,2	316,2	28412	1271
2005/06	606	345	505,3	2203,8	169,2	503,0	142,7	372,4	29866	1315
2006/07	570	350	468,0	2318,6	151,2	507,7	137,9	413,6	31293	1373
2007/08	553	351	441,3	2372,5	142,5	491,2	134,3	468,4	32497	1418
2008/09	528	353	399,3	2364,5	114,4	425,2	118,1	505,2	33344	1476
2009/10	511	350	354,2	2245,2	93,4	370,5	114,8	527,3	34115	1463
2010/11	505	349	361,5	2129,8	129,1	392,0	111,0	543,7	34653	1561

* На кінець року.

Дані за 2000–2011 навчальні роки взято з офіційного сайту Державної служби статистики України [5].

Із допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 6.0 отримаємо, що тільки два власні значення (які пояснюють близько 96 % сукупної дисперсії) є більшими одиниці. Тобто, за критерієм визначення кількості факторів Кайзера потрібно залишити дві головні компоненти.

Побудуємо також діаграму кам'янистого осипу (рис. 1). На ній зменшення власних значень зліва направо максимально сповільнюється після другої точки.

Отже, за критеріями Кайзера і кам'янистого осипу вплив на розвиток вищої освіти в Україні здійснюють дві приховані головні компоненти.

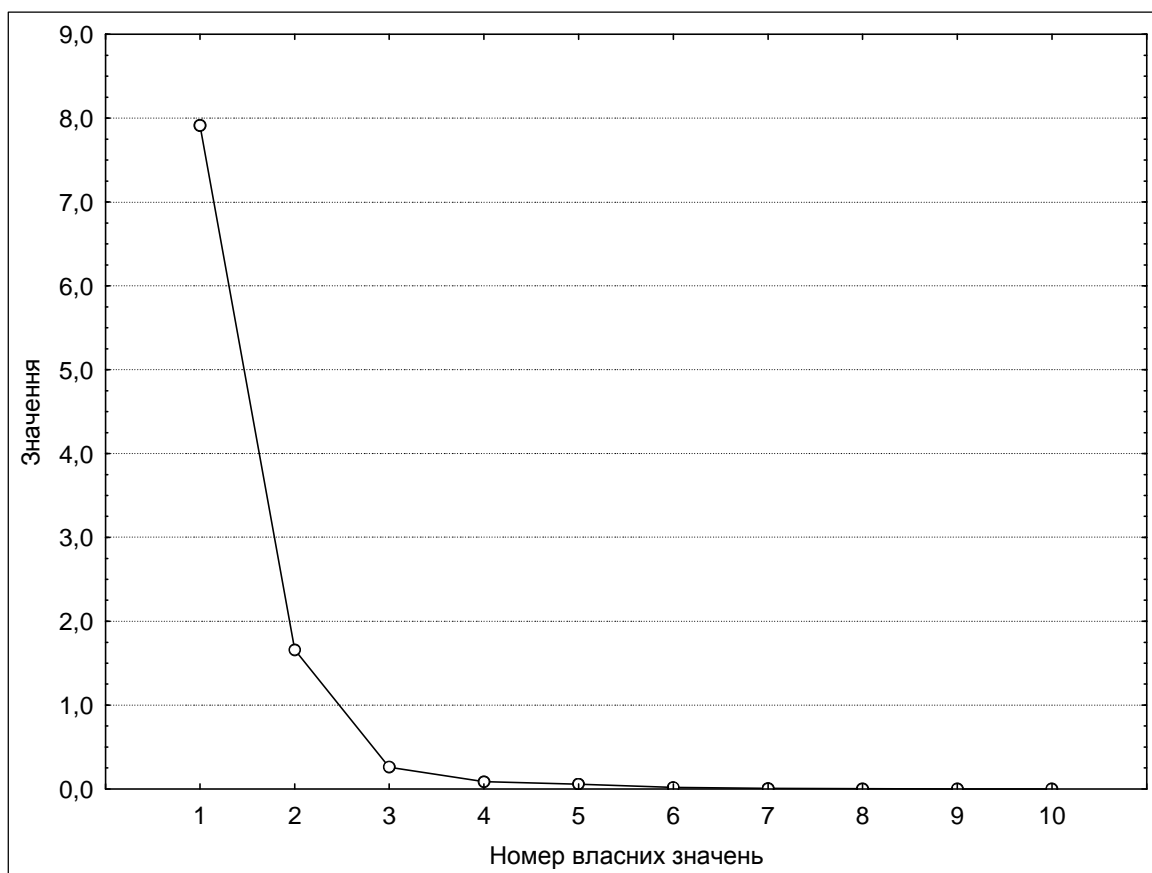


Рис. 1. Діаграма кам'янистого осипу

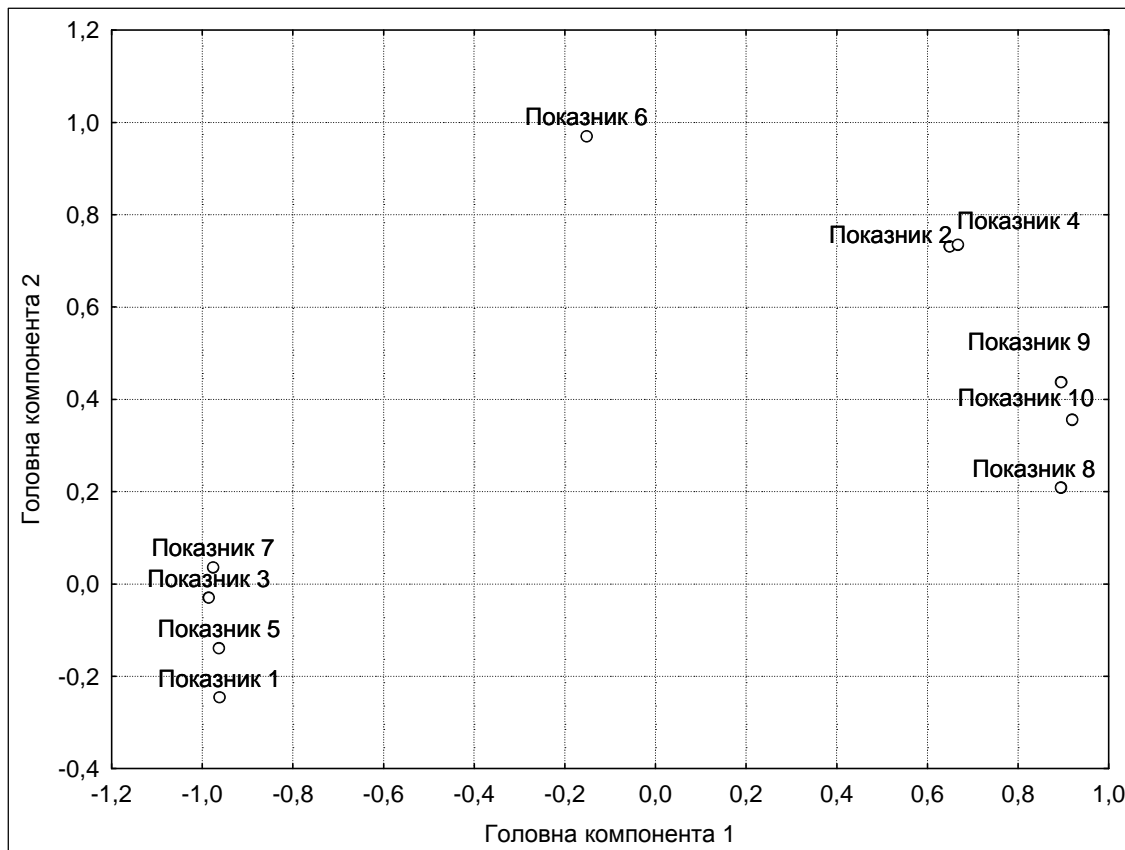


Рис. 2. Показники вищої освіти в Україні у просторі прихованих компонент

Факторну структуру показників після ортогонального обертання за методом варімакс у двомірному просторі зобразимо на рис. 2.

З рис. 2. видно, що перший фактор вагомо впливає на сім показників вищої освіти в Україні (1-й, 3-й, 5-й, 7-й, 8-й, 9-й, 10-й), причому чотири з них (1-й, 3-й, 5-й, 7-й) є полярними до трьох інших (8-го, 9-го і 10-го), що засвідчує їхню взаємно обернена динаміка. Другий фактор вагомо впливає на три показники (2-й, 4-й, 6-й).

Значення факторних навантажень подамо в табл. 2. Стовпчики цієї таблиці відповідають головним компонентам, а рядки – параметрам. Тобто, елементи будь-якого рядка є коефіцієнтами при факторах у лінійному вираженні для відповідного параметра.

Таблиця 2

Факторні навантаження при головних компонентах

№ з/п	Показники вищої освіти в Україні	a_{1j}	a_{2j}
1	кількість ВНЗ I–II рівнів акредитації	-0,962045	-0,245543
2	кількість ВНЗ III–IV рівнів акредитації	0,649228	0,730643
3	кількість студентів у ВНЗ I–II рівнів акредитації	-0,985307	-0,029508
4	кількість студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації	0,667247	0,734794
5	прийнято студентів у ВНЗ I–II рівнів акредитації	-0,962954	-0,138991
6	прийнято студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації	-0,152122	0,969915
7	випущено фахівців у ВНЗ I–II рівнів акредитації	-0,976273	0,036412
8	випущено фахівців у ВНЗ III–IV рівнів акредитації	0,894807	0,208654
9	кількість аспірантів	0,895221	0,437330
10	кількість докторантів	0,919600	0,355544
Загальна дисперсія		7,114370	2,457508
Частка загальної дисперсії		0,711437	0,245751

Математичні моделі залежностей показників вищої освіти в Україні від прихованих головних компонент (отримані після ортогонального обертання за методом варімакс) зобразимо у вигляді лінійних комбінацій. Вони матимуть такий вигляд у розрізі показників:

кількість ВНЗ I–II рівнів акредитації:	$z_1 = -0,962045F_1 - 0,245543F_2$;
кількість ВНЗ III–IV рівнів акредитації:	$z_2 = 0,649228F_1 + 0,730643F_2$;
кількість студентів у ВНЗ I–II рівнів акредитації:	$z_3 = -0,985307F_1 - 0,029508F_2$;
кількість студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації:	$z_4 = 0,667247F_1 + 0,734794F_2$;
прийнято студентів у ВНЗ I–II рівнів акредитації:	$z_5 = -0,962954F_1 - 0,138991F_2$;
прийнято студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації:	$z_6 = -0,152122F_1 + 0,969915F_2$;
випущено фахівців у ВНЗ I–II рівнів акредитації:	$z_7 = -0,976273F_1 + 0,036412F_2$;
випущено фахівців у ВНЗ III–IV рівнів акредитації:	$z_8 = 0,894807F_1 + 0,208654F_2$;
кількість аспірантів:	$z_9 = 0,895221F_1 + 0,437330F_2$;
кількість докторантів:	$z_{10} = 0,919600F_1 + 0,355544F_2$.

При цьому внесок першого фактора в загальну дисперсію становить 71,14 %, другого – 24,58 %. Як бачимо, після обертання частка сукупної загальної дисперсії двох головних компонент не змінилась (залишилась на рівні 96 %), а тільки відбувся перерозподіл дисперсії між ними.

Отримані головні компоненти проінтерпретуємо так:

головна компонента 1 – фактор великого впливу, оскільки вагомо впливає на сім показників вищої освіти України, факторні навантаження a_{1j} яких більші за модулем значення 0,7;

головна компонента 2 – фактор середнього впливу, оскільки вагомо впливає на три показники вищої освіти України, факторні навантаження a_{2j} яких більші за модулем значення 0,7.

Якщо зупинитися детальніше на аналізі першого фактора, то бачимо, що він вагомо впливає на такі показники розвитку вищої освіти України, як кількість ВНЗ I–II рівнів акредитації, кількість студентів у ВНЗ I–II рівнів акредитації, прийнято студентів у ВНЗ I–II рівнів акредитації, випущено фахівців у ВНЗ I–II рівнів акредитації, випущено фахівців у ВНЗ III–IV рівнів акредитації, кількість аспірантів, кількість докторантів. Другий фактор вагомо впливає на такі показники, як кількість ВНЗ III–IV рівнів акредитації, кількість студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації, прийнято студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації.

Їхня динаміка свідчить про те, що за останні роки зменшується і кількість ВНЗ I–II рівнів акредитації, і їх студентів та випущених фахівців. Водночас збільшується кількість ВНЗ III–IV рівнів акредитації, їх студентів, випущених фахівців, а також аспірантів і докторантів. Показник кількості прийнятих студентів у ВНЗ III–IV рівнів акредитації не має чіткої тенденції.

У результаті проведеного аналізу можна зробити такі **висновки**:

1) для дослідження показників розвитку вищої освіти в Україні доцільно застосовувати компонентний аналіз, який дає змогу велику кількість ознак пояснити малою кількістю прихованих (латентних) факторів;

2) унаслідок його проведення було з'ясовано, що на показники розвитку вищої освіти в Україні впливають дві головні компоненти: фактори великого та середнього впливу;

3) для автоматизації розрахунків за цим методом дослідження доцільно застосовувати програмний пакет StatSoft Statistica 6.0, який дозволяє економити час розрахунків та будувати рисунки з наочними зображеннями результатів обчислень.

Список використаної літератури

1. Артеменко В. Б. Комплексне оцінювання ефективності соціально-економічного розвитку регіонів на основі критеріїв якості життя населення / В. Б. Артеменко // Регіон. економіка. – 2005. – № 3. – С. 84–93.
2. Голиков А. П. Экономико-математическое моделирование мирохозяйственных процессов : учеб. пособие / А. П. Голиков. – Х. : Изд-во ХНУ, 2003. – 104 с.
3. Олексів І. Б. Напрями вдосконалення розвитку соціальної сфери (на прикладі Львівської області) / І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак // Регіон. економіка. – 2005. – № 2. – С. 103–114.
4. Садова У. Я. Факторний аналіз рівня життя населення в регіоні з пониженою місткістю ринку праці / У. Я. Садова, Л. К. Семів // Регіон. економіка. – 2005. – № 2. – С. 92–103.
5. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <<http://www.ukrstat.gov.ua>>.

Статтю подано до редколегії
10.11.2011 р.