

УДК 519.237.7 : 658.26

Г. О. Пудичева

Одеський національний економічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ

Здійснено оцінку сталого розвитку та його складників для енергетичного господарства загальноосвітніх шкіл за методом головних компонент.

Ключові слова: метод головних компонент, латентний показник, сталий розвиток, складники сталого розвитку, ранжування.

Проведена оцінка устійливого розвитку и его составляющих для энергетического хозяйства общеобразовательных школ с помощью метода главных компонент.

Ключевые слова: метод главных компонент, латентный показатель, устойчивое развитие, составляющие устойчивого развития, ранжирование.

The article presents the assessment of sustainable development and its components for public school energy sector through principal component analysis.

Keywords: principal component analysis, latent index, sustainable development, components of sustainable development, ranking.

У сучасних умовах одним із головних завдань, що постають перед керівництвом енергетичного господарства, яке обслуговує загальноосвітні школи, є забезпечення його сталого розвитку. Виконання цього завдання вимагає застосування дієвих методів, алгоритмів і моделей із метою визначення рівня сталості розвитку енергетичного господарства загальноосвітніх шкіл. Оскільки сталий розвиток визначають за трьома складниками (економічним, соціальним та екологічним), які, у свою чергу, можна охарактеризувати лише за допомогою цілої низки показників, оцінку сталості розвитку слід здійснювати на основі визначення взаємозв'язків цих показників.

Енергетичне господарство школи являє собою сукупність технічних засобів для безперебійного забезпечення останньої всіма видами енергії. Його стале функціонування надзвичайно важливе для досягнення балансу між задоволенням зростаючих потреб в енергії і негативним впливом останніх на навколишнє середовище. Крім того, адекватне енергозабезпечення необхідне для ефективної роботи закладів освіти, а отже, воно має і соціальний характер. Тому для сталого розвитку енергетичного господарства загальноосвітніх шкіл необхідно впроваджувати заходи щодо ефективнішого використання енергії та переходити на екологічно чисті технології. У такому випадку місцевим органам влади необхідно вживати заходи щодо створення економічно ефективних, соціально прийнятних та екологічно чистих енергетичних господарств. Зважаючи на велику кількість соціально значущих об'єктів, у першу чергу такі заходи необхідно здійснювати там, де ситуація найгірша, тобто рівень сталості найнижчий. Однак через різну спрямованість даного розвитку показник сталості енергетичного господарства не може бути кількісно вимірним, тобто він латентний.

Як правило, визначення латентних показників покладено в основу різних методів і підходів. Для оцінки рівня сталості енергетичного господарства школи автор пропонує застосовувати метод головних компонент, що належить до методів багатовимірного статистичного аналізу. Хоча цей метод був запропонований

Пірсоном ще на початку XX ст., його досліджували сучасні вітчизняні й зарубіжні вчені. На основі показників, що характеризують складники сталого розвитку як вихідні ознаки, спробуємо оцінити головні компоненти, що і будуть служити характеристикою рівня сталості.

Діяльність енергетичного господарства, яке обслуговує загальноосвітні школи, має багато якісних та кількісних ознак. Таким чином, його дослідження лише за однією ознакою не може дати повного уявлення про його стан та ефективність роботи. Для детальнішого аналізу необхідно досліджувати дані ознаки в сукупності. Ми пропонуємо застосовувати поняття «сталій розвиток» або «сталість» стосовно енергетичного господарства, що передбачає розгляд не тільки економічного складника, а й соціального та екологічного.

Отже, рівень сталості можна описати за допомогою низки факторів-симптомів, а саме таких складників: економічного, соціального, екологічного. Ми вважаємо, що вони повною мірою визначають вплив діяльності енергетичного господарства на розвиток загальноосвітньої школи. Необхідно зазначити, що дані складники за своїм змістом різні. Якщо економічний складник можна охарактеризувати за допомогою показників, що вимірюють кількісно, то екологічний і соціальний складники описують як кількісними, так і якісними (атрибутивними, описовими) показниками, тобто змістовними поняттями. Їх оцінюють за допомогою експертних методів (на основі опитувань, бальної оцінки), а одержані в результаті узагальнення і висновки мають суб'єктивний характер. Тому в ході подальшого аналізу розглядатимемо саме кількісні показники, що характеризують складники сталого розвитку, розраховані на основі внутрішнього економічного аналізу. Кожен із складників, як і рівень сталості енергетичного господарства, можна вважати латентною ознакою.

Для дослідження було застосовано дані енергетичного господарства 28 шкіл Роздільнянського району Одеської області за 2012 р. На їх основі ми виділили такі показники, що характеризують складники сталого розвитку і пов'язані з діяльністю енергетичного господарства загальноосвітніх шкіл:

X_1 – теплота згоряння палива, МДж;

X_2 – корисна теплота згоряння палива, МДж;

X_3 – кількість учнів, осіб;

X_4 – рівень відходів золи, кг;

X_5 – рівень відходів сірки, кг;

X_6 – рівень викидів вуглекислого газу, кг;

X_7 – витрачені кошти на паливно-енергетичні ресурси (ПЕР), тис. грн;

X_8 – площа будівлі школи, m^2 ;

X_9 – спожито ПЕР, у натуральних одиницях залежно від виду ПЕР.

При цьому показники X_1, X_2, X_3 характеризують соціальний складник сталого розвитку (якість наданих енергетичних послуг учням загальноосвітньої школи); X_4, X_5, X_6 – екологічний складник (рівень викидів твердих і газоподібних продуктів згоряння ПЕР); X_7, X_8, X_9 – економічний складник сталого розвитку. Ми обрали саме ці показники, оскільки в сукупності вони можуть характеризувати сталість розвитку енергетичного господарства.

У цьому випадку за допомогою методу головних компонент можна:

1. Скоротити кількість вихідних даних (редувати дані).

2. Дослідити структуру взаємозв'язків між ознаками-симптомами, здійснити їх кількісну оцінку та економічну інтерпретацію.

3. Присвоїти ранги досліджуваним об'єктам і класифікувати їх за величиною виявлених латентних показників.

Професор О. Г. Янковий виділяє в алгоритмі методу головних компонент нижченаведені етапи (рис. 1):

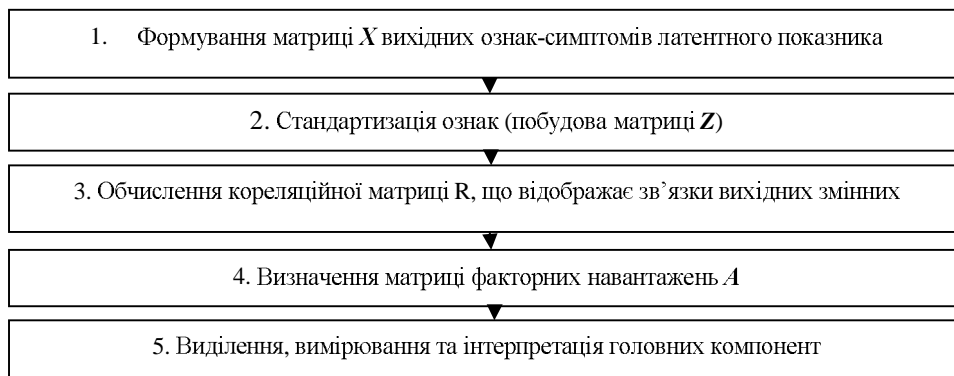


Рис. 1. Блок-схема методу головних компонент [2, с. 29]

Оцінка рівня сталого розвитку енергетичного господарства загальноосвітніх шкіл за методом головних компонент налічує два етапи. Принципову схему даної процедури запропоновано на рис. 2. На першому етапі як головні компоненти будуть проаналізовані складники сталого розвитку, а на другому – сам рівень сталості.

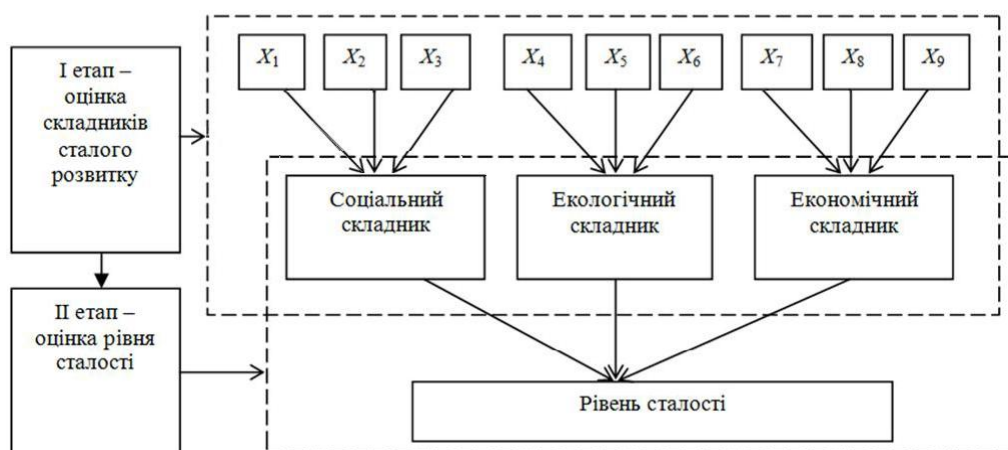


Рис. 2. Двохетапна процедура оцінки латентного показника (рівня сталого розвитку енергетичного господарства ЗОШ) і його складників (розробив автор)

Процедуру оцінки рівня сталості шкіл Роздільнянського району проводили згідно зі схемою (рис. 1). Однак необхідно дати деякі роз'яснення. Першим етапом методу є побудова матриці вихідних даних X із розмірністю n рядків та m стовпців:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix},$$

де n – кількість шкіл-споживачів енергії;

m – кількість показників-симптомів.

Вихідні дані, подані у вигляді матриці, формують сукупність спостережень і повинні задовольняти такі головні вимоги:

- 1) сукупність має бути якісно однорідна (забезпечують типологічним групуванням об'єктів за важливими атрибутивними ознаками);
- 2) сукупність повинна бути кількісно однорідна;
- 3) сукупність має бути достатньо велика за обсягом [3, с. 11–16].

Оскільки зазвичай опалення шкіл залежно від різних умов здійснюють за рахунок використання різних ПЕР (кам'яного вугілля та природного газу), а натуральні одиниці для їх виміру різні (кг і м³), то відповідно до першої вимоги (для зіставлення результатів аналізу) оцінку економічного складника необхідно здійснити окремо для шкіл, які опалюють вугіллям, і шкіл, що опалюють газом. Безпосередній розрахунок факторних навантажень і головних компонент здійснюють за стандартизованими даними. Оцінку соціального та екологічного складників здійснювали за всією сукупністю об'єктів (28 шкіл). Математичну обробку даних у процесі застосування методу головних компонент провели за допомогою програмного забезпечення, а саме в системі STATISTICA.

Так, на першому етапі виділили по одній головній компоненті, що можна інтерпретувати як латентні ознаки – складники сталого розвитку. Як критерій вибору значущих головних компонент застосовували критерій Кайзера, тобто відбирали лише ті компоненти, характеристичні корені яких ($\lambda_L \geq 1$) [4]. Одержані в результаті першого етапу розрахунків значення головних компонент подано в табл. 1.

Таблиця 1

**Школи-споживачі енергії та значущі головні компоненти,
що характеризують складники сталого розвитку (2012)***

№ п/п	Назва школи	Головна компонента, що характеризує соціальний складник	Головна компонента, що характеризує екологічний складник	Головна компонента, що характеризує економічний складник
1	ЗОШ I–III ступ. с. Болгарка	0,019	1,116	0,577
2	ЗОШ I–III ступ. с. Буденівка	-0,189	1,564	0,523
3	ЗОШ I–III ступ. с. Виноградар	-0,291	1,466	1,077
4	ЗОШ I–III ступ. с. Кам'янка	0,208	0,749	-0,192
5	ЗОШ I–III ступ. с. Калантаївка	-0,392	1,659	0,538
6	ЗОШ I–III ступ. с. Новоукраїнка	-0,584	2,175	1,066
7	ЗОШ I–III ступ. с. Слобідка	0,311	0,700	-0,359
8	ЗОШ I–III ступ. с. Степанівка	-0,454	1,422	0,979
9	ЗОШ I–II ступ. с. Бецилове	0,587	0,525	-0,306
10	ЗОШ I–II ступ. с. Новоселівка	0,518	0,675	-0,426
11	ОШ с. Павлівка	1,493	-0,878	-2,161
12	МНВК с. Степанівка	0,412	-0,124	-1,318
13	ЗОШ I–III ступ. с. Бурдівка	1,085	-1,009	-1,087
14	ЗОШ I–III ступ. с. Єгорівка	0,666	-0,867	-0,528
15	ЗОШ I–III ступ. с. Єреміївка	0,788	-0,893	-0,659
16	ЗОШ I–III ступ. с. Кучургани	-1,199	-0,398	1,145
17	ЗОШ I–III ступ. с. Понятівка	0,113	-0,663	-0,012
18	ЗОШ I–III ступ. с. Щербанка	0,152	-0,724	0,109
19	ЗОШ I–III ступ. с. Яковлівка	-1,769	-0,127	1,419
20	ЗОШ I–III ступ. № 1 смт. Лиманське	-0,275	-0,664	0,264

Закінчення табл. 1

№ п/п	Назва школи	Головна компонента, що характеризує соціальний складник	Головна компонента, що характеризує екологічний складник	Головна компонента, що характеризує економічний складник
21	ЗОШ I–III ступ. № 2 смт. Лиманське	-0,749	-0,516	0,450
22	ЗОШ I–III ступ. №1 м. Роздільна	-2,373	-0,198	1,747
23	ЗОШ I–III ступ. № 2 м. Роздільна	-2,169	-0,266	1,388
24	ЗОШ I–III ступ. № 3 м. Роздільна	0,844	-0,991	-0,948
25	ЗОШ I–III ступ. № 4 м. Роздільна	-0,337	-0,685	-0,029
26	ЗОШ I–II ступ. с. Гаївка	1,273	-1,030	-1,102
27	ЗОШ I–II ступ. с. Марківка	1,367	-1,083	-1,280
28	ЗОШ I–II ступ. с. Старостине	0,951	-0,937	-0,879

* Розробив автор.

Із табл. 1 бачимо, що відповідно до основних вимог методу [2, с. 20] головні компоненти:

- 1) лінійно незалежні (ортогональні);
- 2) стандартизовані;
- 3) перша головна компонента повинна пояснювати максимальну частку дисперсії вихідних змінних.

На другому етапі виділені головні компоненти розглядали як ознаки-симптоми для визначення латентної ознаки – рівня сталості. Таким чином, здійснений компонентний аналіз дозволив більш стисло описати сукупність вихідних ознак за допомогою лише однієї змінної. Виділена перша головна компонента може бути застосована для подальшого дослідження особливостей функціонування шкіл у соціально-економічному та інших планах. Оскільки одержану першу головну компоненту розглядають як оцінку рівня сталості, то за її величиною школи можуть бути проанжовані та згруповані. Дане ранжування наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Ранжування шкіл Роздільнянського району Одеської області за рівнем сталості (2012)*

№ п/п	Назва школи	Головна компонента, що характеризує рівень сталості	Ранг
1	ЗОШ I–III ступ. с. Болгарка	0,581562	10
2	ЗОШ I–III ступ. с. Буценівка	0,775313	9
3	ЗОШ I–III ступ. с. Виноградар	1,039738	6
4	ЗОШ I–III ступ. с. Кам'янка	0,047476	12
5	ЗОШ I–III ступ. с. Калантаївка	0,894143	8
6	ЗОШ I–III ступ. с. Новоукраїнка	1,364808	3
7	ЗОШ I–III ступ. с. Слобідка	-0,08528	15
8	ЗОШ I–III ступ. с. Степанівка	1,050134	5
9	ЗОШ I–II ступ. с. Бецилове	-0,22757	18
10	ЗОШ I–II ступ. с. Новоселівка	-0,20927	16
11	ОШ с. Павлівка	-1,85609	28
12	МНВК с. Степанівка	-0,80375	21
13	ЗОШ I–III ступ. с. Бурдівка	-1,23871	25
14	ЗОШ I–III ступ. с. Єгорівка	-0,77036	20
15	ЗОШ I–III ступ. с. Єреміївка	-0,88571	22

№ п/п	Назва школи	Головна компонента, що характеризує рівень сталості	Ранг
16	ЗОШ І–ІІІ ступ. с. Кучургани	0,898707	7
17	ЗОШ І–ІІІ ступ. с. Понятівка	-0,24715	19
18	ЗОШ І–ІІІ ступ. с. Щербанка	-0,2269	17
19	ЗОШ І–ІІІ ступ. с. Яковлівка	1,338875	4
20	ЗОШ І–ІІІ ступ. № 1 смт. Лиманське	0,03862	13
21	ЗОШ І–ІІІ ступ. № 2 смт. Лиманське	0,362559	11
22	ЗОШ І–ІІІ ступ. №1 м. Роздільна	1,717035	1
23	ЗОШ І–ІІІ ступ. № 2 м. Роздільна	1,450379	2
24	ЗОШ І–ІІІ ступ. № 3 м. Роздільна	-1,07064	24
25	ЗОШ І–ІІІ ступ. № 4 м. Роздільна	-0,07461	14
26	ЗОШ І–ІІ ступ. с. Гаївка	-1,33007	26
27	ЗОШ І–ІІ ступ. с. Марківка	-1,46531	27
28	ЗОШ І–ІІ ступ. с. Старостине	-1,06793	23

* Розробив автор.

Згідно з даними четвертого стовпця табл. 2 найвищий рівень сталості, пов'язаний із використанням енергетичних ресурсів, має ЗОШ І–ІІІ ступенів № 1 м. Роздільна (ранг 1), тобто вона – лідер за досліджуваним латентним показником. Явним аутсайдером є школа с. Павлівка (ранг 28). При цьому очевидна диференціація досліджуваних шкіл за величиною першої головної компоненти: школи з порядковими номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 16, 19, 20, 21, 23 мають позитивні значення головної компоненти й умовно можуть бути віднесені до групи лідерів. А школи з порядковими номерами 7, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 25, 26, 27, 28 – негативне значення головної компоненти та утворюють групу аутсайдерів за рівнем сталості. Саме на них необхідно зосередити увагу в ході розробки заходів із підвищення енергоефективності.

Отже, за допомогою здійсненого компонентного аналізу було виявлено школи, що потребують негайних дій із боку керівництва енергетичного господарства, спрямованих на підвищення рівня сталості. Для них необхідно розробити комплекс заходів з ефективного керування енергетичним господарством, що дозволить підвищити рівень сталості до прийняттого рівня.

Таким чином, розглянувши основні етапи методу головних компонент, можна стверджувати, що за його допомогою можна найповніше врахувати особливості взаємозв'язків між показниками, які характеризують сталий розвиток енергетичного господарства загальноосвітніх шкіл, одержати кількісну оцінку латентного показника сталості й належно інтерпретувати результати.

Бібліографічні посилання

1. Янковой А. Г. Многомерный статистический анализ в системе STATISTICA / А. Г. Янковой. – О. : Оптимум, 2001. – Вып. 1. – 216 с.
2. Янковой А. Г. Многомерный статистический анализ в системе STATISTICA / А. Г. Янковой. – О. : Оптимум, 2001. – Вып. 2. – 325 с.
3. Янковой О. Г. Моделирование парных зв'язків в економіці / О. Г. Янковой. – О. : Оптимум, 2001. – 198 с.

4. **Kaizer H. F.** The application of electronic computers to factor analysis / H. F. Kaizer // Educational and Psychological Measurement. – 1960. – № 20. – P. 141–151.
5. **Джонстон Дж.** Эконометрические методы / Дж. Джонстон; пер. с англ. А. А. Рывкина. – М. : Статистика, 1980. – 444 с.
6. **Боровиков В. П.** Популярное введение в систему STATISTICA / В. П. Боровиков. – М. : КомпьютерПресс, 1998. – 267 с.

Надійшла до редколегії 11.11.2013