

обчислень. Це має важливе значення для реалізації оптимального керування перетоками потужності в темпі процесу.

2. Аналіз чутливості оптимальних рішень у завданнях керування поточкорозподілом ЕС на підставі запропонованого підходу дозволяє обґрунтовано зменшити необхідну кількість контрольованих вузлів, залишивши в переліку такі, що мають найбільший вплив на оптимальні параметри регулювальних пристроїв.

3. Елементи матриці коефіцієнтів впливу вузлів ЕС на оптимальні коефіцієнти трансформації трансформаторів зв'язку дозволяють визначати перелік вузлів, зміна параметрів яких спричиняє найменший вплив на втрати активної потужності. Це можна використати під час планування заходів з розвитку ЕС.

1. Лежнюк П.Д., Кулик В.В. *Оптимальне керування потоками потужності і напругою в неоднорідних електричних мережах: Монографія.* – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 188 с.
2. Холмский В.Г. *Оптимизация потокораспределения в замкнутых электрических сетях с высокой степенью неоднородности // Электричество.* – 1965. – № 9. – С. 16–21.
3. Кузнецов В.Г., Тугай Ю.И., Баженов В.А. *Оптимизация режимов электрических сетей.* – К.: Наук. думка, 1992. – 216 с.
4. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Кравцов К.І. *Моделирование та формування умов самооптимізації режимів електроенергетичної системи // Технічна електродинаміка: Тематичний випуск: проблеми сучасної електротехніки.* Ч. 3. – 2002. – С. 96–101.
5. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Оболонский Д.И. *Моделирование и компенсация влияния неоднородности электрических сетей на экономичность их режимов // Электричество.* – 2007. – № 11. – С. 2–8.

УДК 621.311.004

В.П. Розен, Л.В. Давиденко, В.І. Волинець
Національний технічний університет України “КПІ”,
кафедра АУЕК,
Луцький національний технічний університет,
кафедра електропостачання

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ВУГІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

© Розен В.П., Давиденко Л.В., Волинець В.І., 2010

Запропоновано підхід до виявлення структури показників, що впливають на електроспоживання підприємств вугільної галузі, та сформовано узагальнювальні фактори на основі відібраних інформативних показників, які забезпечують можливість аналізування ефективності електроспоживання.

Ключові слова: електроспоживання, вугільна шахта, штучна нейронна мережа.

The approach to revealing structure of parameters which influence a power consumption of the operations of coal branch is offered, and generalizing factors on a base of the selected informative parameters which provide an opportunity of the assaying of efficiency of a power consumption are formed.

Keywords: power consumption, colliery, artificial neural network.

Вступ

Підписаний 1 грудня 2005 року в контексті реалізації положень Плану дій ЄС-Україна Меморандум між Україною та Європейським Союзом про взаєморозуміння щодо співробітництва в енергетичній галузі (МП), визначає спільну стратегію щодо поступової інтеграції енергетичного

ринку України з ринком ЄС, і складається із дорожніх карт, що охоплюють такі напрямки: ядерна безпека; інтеграція електроенергетичного і газових ринків; безпека енергопостачання і транзит вуглеводнів; вугільний сектор [1], а також визначено важливість розробки п'ятої дорожньої карти з питань поглиблення співробітництва в галузі енергоефективності.

Вугільна промисловість є найважливішою сировинною базою для електроенергетики, металургії, комунально-побутового сектора та інших галузей господарства України. Від ефективності та стабільності її функціонування багато в чому залежать подальший розвиток економіки держави та її енергетична безпека. Стратегічною метою реформування вугільної галузі України є забезпечення її сталого розвитку та досягнення ефективної роботи в ринково-економічних умовах для підвищення рівня енергетичної безпеки [2].

Вугільна галузь є не лише одним із основних постачальників палива, а й як і будь-яка виробнича система, що виробляє продукцію та функціонує в реальних умовах взаємостосунків господарюючих суб'єктів, зв'язаних технологічними процесами видобування вугілля і економічними відносинами, – споживачем паливно-енергетичних ресурсів. Зважаючи на те, що ефективність використання енергоресурсів є однією з складових загальної ефективності (насамперед, економічної), її оцінювання є необхідним як для окремих підприємств та їх структурних елементів, так і загалом по галузі. Важливим чинником ефективної роботи вугільної галузі, від якого залежить собівартість продукції, а отже, конкурентоспроможність кожного окремого підприємства та галузі загалом, є рівень ефективності енерговикористання. Існує велика кількість різних підходів до оцінювання ефективності використання енергетичних ресурсів, що спираються на нормування витрат енергетичних ресурсів, визначення питомих витрат та втрат з подальшим їх порівнянням з кращими аналогами, використання енергетичних балансів і побудову енергетичних коефіцієнтів та індикаторів, визначення потенціалу енергозбереження тощо. Але спільним для всіх є необхідність проведення об'ємних досліджень щодо функціонування електрогосподарства, визначення вихідного поля показників, що впливають на електроспоживання, з подальшим виявленням інформативних факторів та дослідження їх структури з метою вирішення задач аналізування енерговикористання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Один із загальноприйнятих показників рівня енергоефективності – питомі витрати електроенергії на видобуток вугілля – залежить від багатьох показників: обсягів видобутку вугілля, підготовчих робіт, протяжності основних та підготовчих гірничих виробок, глибини і газонасиченості шахт, рівня концентрації гірничих робіт, продуктивності та енергооснащення основного обладнання тощо [3], що характеризують як вихідні умови роботи, так і спосіб провадження технологічного процесу, та мають різний вплив на вибраний показник.

Проблема виявлення чинників, що впливають на електроспоживання підприємства вугільної галузі не є новою. Так як урахування всього вихідного поля чинників в математичній моделі істотно ускладнює розрахунки, причому точність моделювання не лише не покращується, а й навпаки погіршується, то на основі їх класифікації [4–6] здійснюється відбір інформативних чинників, зокрема, за допомогою методів експертного оцінювання [5, 7]. Варто зазначити, не зважаючи на спільні ознаки класифікації показників та однакові підходи до їх відбору, єдиної думки та однакових рішень в розв'язку цієї задачі не існує. Причому, відмінним є як перелік показників, так і їх кількість, наприклад, в [4] для вибору однотипних за електроспоживання шахт як вихідні дані пропонується використовувати сім факторів, а в [7] для розв'язку такої ж задачі кількість інформативних факторів становить дванадцять.

Така відмінність може бути зумовлена низкою причин: рівнем автоматизації збору статистичної інформації, що зумовлює відповідне ставлення експертів до можливості реального визначення того або іншого показника; способом набуття досвіду експерта, який визначається не лише його кваліфікацією, а й місцем здобування досвіду, іншими словами, ієрархічним рівнем складної технологічної системи, якою є вуглевидобувна галузь в цілому; типом задач, для розв'язку яких здійснюється відбір інформативних показників.

В будь-якому випадку, кількість відібраних показників є значною, що забезпечує достатньо точне моделювання електроспоживання, але утруднює процес аналізування ефективності електроспоживання, зокрема, унеможливує швидке виявлення причини, яка зумовила погіршення (або покращення) умов електроспоживання.

Отже, для розв'язання задач аналізування рівня ефективності електроспоживання необхідно не лише відібрати показники, що мають вагомий вплив на електроспоживання підприємства, але й виявити їх структуру, тобто сформувавши деякі узагальнювальні фактори. При цьому необхідно передбачити можливість забезпечення відносної незмінності ступеня впливу отриманих факторів на електроспоживання при зміні кінцевого набору відібраних показників, що їх визначають, залежно від умов проведення експертного оцінювання.

Мета статті

Запропонувати підхід до виявлення структури відібраних інформативних показників, що впливають на електроспоживання підприємств вугільної галузі, та формування на їх основі узагальнювальних факторів, при яких би істотно не змінювався ступінь впливу цих факторів на електроспоживання, навіть у разі внесення до розгляду нових показників.

Основні матеріали дослідження

Визначаючи фактори, які найбільше впливають на ефективність електроспоживання вугільних шахт, виникає необхідність відкинути малоінформативні показники, що доцільно здійснити за допомогою багатомірного статистичного аналізу [8–11].

Для аналізу ефективності споживання електричної енергії 26 попередньо відібраних показників [5] було проранговано з метою виявлення ступеня впливу кожного з них на електроспоживання вугільного підприємства та проведено перевірку гіпотези про наявність або відсутність певної структури впливу на режим споживання електроенергії.

Як було зазначено вище, така кількість показників ускладнює моделювання та аналізування ефективності електроспоживання. Тому наступним кроком є виявлення інформативних факторів, що мають достатньо вагомий вплив на електроспоживання.

Існує два способи вибору істотних змінних. До першого належать методи, які дозволяють скоротити розмірність простору без видозміни змінних. Ці методи засновані на побудові лінійної регресійної моделі. У цьому разі пошук змінних здійснюється послідовним виключенням із моделі змінних, а їх віднесення до розряду істотних визначається згідно зі змінами множинного коефіцієнта кореляції. До другого способу належать методи, у яких зниження розмірності простору виконується одночасно з його перетворенням. До цих методів належать факторний аналіз, метод головних компонент та канонічний аналіз. Характерною особливістю цього підходу є те, що виконується вибір і оцінка значимості не окремих змінних, а інформативних за сукупністю груп змінних.

З числа методів, які дозволяють узагальнювати значення елементарних ознак, метод головних компонент (МГК) відрізняється простою логічною побудовою. Він використовується для розв'язування таких типів задач:

- причинне аналізування взаємозв'язків показників та визначення їхнього стохастичного зв'язку з головними компонентами;
- побудова узагальнених техніко-економічних показників;
- ранжування за головними компонентами;
- стиснення вихідної інформації;
- побудова рівнянь регресії за узагальненими техніко-економічними показниками.

Отже, для визначення достатньо інформативних факторів, що впливають на електро-споживання, виконаємо ранжування попередньо відібраних факторів за головними компонентами та визначимо їх структуру.

За результатами проведеного експертами ранжування, можна виділити такі фактори, які найістотніше впливають на ефективність електроспоживання вугільних шахт Львівсько-Волин-

ського вугільного басейну: X1 – річний обсяг видобутку корисної копалини, т; X2 – річний рівень проведення підготовчих виробок, м; X3 – середньодинамічна потужність пластів корисної копалини, м; X4 – середньорічний притік води в шахту, м³/год; X5 – середньоспискова чисельність виробничого персоналу, осіб; X6 – глибина залягання пластів, м; X7 – кількість вугільних пластів, що розробляється, шт; X8 – газонасиченість пластів, м³/т; X9 – встановлена потужність ГШО, кВт.

Дослідження проводилося на основі статистичних даних ДП “Львіввугілля” та ДП “Волинь-вугілля” взятих за 2000–2006 рр.

Вихідними даними для визначення набору впливових факторів буде матриця, яка інтерпретується як реалізація n-мірного випадкового вектору у разі N спостережень [9]:

$$\bar{X}_{[n]} = \langle \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n \rangle. \quad (1)$$

Властивості цього випадкового векторf з достатньою точністю можна описати вектором математичних сподівань:

$$\bar{X} = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n). \quad (2)$$

та кореляційною матрицею

$$K_{[n]} = \left\| k_{ij} \right\|_n^n \quad (3)$$

або матрицею коефіцієнтів кореляцій

$$R_{[n]} = \left\| r_{ij} \right\|_n^n, \quad (4)$$

де r_{ij} – коефіцієнт кореляції між i -м та j -м факторами:

$$r_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}. \quad (5)$$

Тому, першим кроком є розрахунок на основі вихідних даних кореляційної матриці, яка відображає тісноту зв’язку між відібраними показниками, на думку експертів мають істотний вплив на електроспоживання вугільного підприємства (табл. 1). Усі обчислення проводилися за допомогою стандартного модуля Factor Analysis, запропонованого пакетом STATISTICA StatSoft, Inc. (2003).

Таблиця 1

Кореляційна матриця

Показники	Коефіцієнти кореляції								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X1	1,00	0,70	0,51	-0,20	0,76	0,59	0,54	0,17	0,52
X2	0,70	1,00	0,19	-0,06	0,69	0,37	0,29	0,07	0,28
X3	0,51	0,19	1,00	-0,32	0,35	0,75	0,44	0,01	0,36
X4	-0,20	-0,06	-0,32	1,00	0,12	-0,16	-0,28	0,72	-0,38
X5	0,76	0,69	0,35	0,12	1,00	0,59	0,57	0,42	0,41
X6	0,59	0,37	0,75	-0,16	0,59	1,00	0,37	0,23	0,19
X7	0,54	0,29	0,44	-0,28	0,57	0,37	1,00	-0,06	0,76
X8	0,17	0,07	0,01	0,72	0,42	0,23	-0,06	1,00	-0,18
X9	0,52	0,28	0,36	-0,38	0,41	0,19	0,76	-0,18	1,00

Коректний розв’язок задач за допомогою методу головних компонент передбачає підтвердження значимості вихідної матриці парних кореляцій (коваріацій) та достатньої кількості узагальнених факторних ознак при аналізуванні.

Перевірка значимості матриці кореляцій здійснюється за допомогою критерію Уїлкса – χ^2 (Wilks), який розраховують за формулою Бартлета (Bartlett) [9]:

$$\chi^2 = -\left(n - \frac{1}{6}(2m + 5)\right) \ln|R|, \quad (6)$$

де R – кореляційна матриця; n , m – кількість спостережень та кількість елементарних ознак відповідно.

Порівняння, розрахованого за виразом (6) значення критерію Уїлкса 454,2 з табличним значенням $\chi_0^2 = 19,233$ (при довірчому рівні ймовірності 99 % та кількості ступенів вільності $\nu = \frac{1}{2}m(m-1) = 36$) [12], дозволяє зробити висновок про значимість матриці кореляцій, оскільки $\chi^2 > \chi_T^2$. Отже, відібрані на основі ранжування фактори дають підставу для пошуку узагальнених факторів.

Подальший розрахунок ґрунтується на відомі процедури обчислення головних компонент, яка в подальшому деяким чином модифікується для отримання інваріантного тривимірного зображення.

Раціональну кількість головних компонент дозволяє вибрати критерій відсіювання (scree-test), який розробив Каттелл (Cattell) [9]. Послідовність виділення головних компонент доцільно подати у вигляді графіка “кам'янистого осипу” (рис. 1), який вказує на доцільність формування трьох головних факторів.

Формування головних компонент із сукупності результатів спостережень зводиться до аналізування матриці кореляційних моментів та обчислення власних чисел та власних векторів цієї матриці.

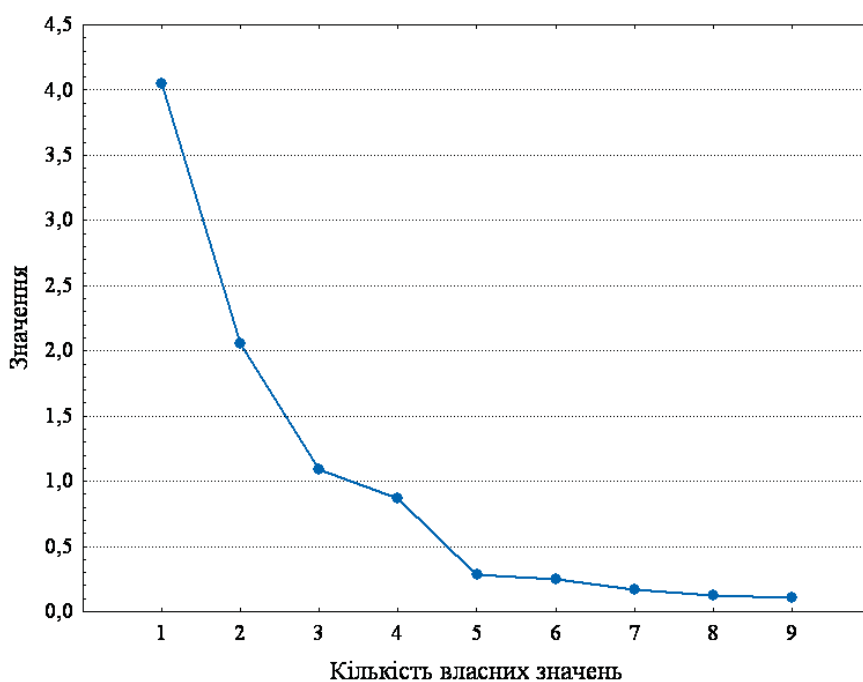


Рис. 1. Графік “кам'янистого осипу”

Результати застосування методу головних компонент подаються даними матриці факторних навантажень (табл. 2). Коефіцієнти цієї матриці a_{ij} дозволяють провести чисельно-формальне пояснення коефіцієнтів кореляції, а це дає нам можливість припускати, що за кореляціями є фактор, який міг би причинно обумовлювати ці кореляції.

Таблиця 2

Матриця факторних навантажень (без обертання факторного простору)

Показники	Факторні навантаження, a_{ij}		
	F1	F2	F3
X1	0,888747	0,099441	-0,086271
X2	0,669136	0,198569	-0,321264
X3	0,682442	-0,146825	0,620454
X4	-0,274509	0,866273	-0,142240
X5	0,831427	0,414836	-0,193425
X6	0,739781	0,163345	0,572896
X7	0,754386	-0,248250	-0,247794
X8	0,119050	0,903161	0,064768
X9	0,668619	-0,402679	-0,380791
Власні числа, λ_j	4,047565	2,059552	1,092070
Вага факторів, %	44,9729	22,8839	12,1341

Як видно з матриці факторних навантажень (таблиця 2), сформовані три головні компоненти описують 79,99 % загальної дисперсії. Але для покращання інтерпретації узагальнених факторів F1 та F3 необхідно здійснити обертання факторного простору методом “квартимакс”.

Ортогональне перетворення випадкового вектору зберігає інваріантність узагальненої дисперсії та суми дисперсій компонент. Тобто, узагальнена дисперсія вектора головних компонент дорівнює узагальненій дисперсії вихідного вектора, а сума дисперсій головних компонент дорівнює сумі дисперсій вихідних величин.

Метод “квартимакс” передбачає обертання факторних осей так, щоб величини факторних навантажень одночасно враховували якість структури усіх загальних факторів, які беруть участь в аналізованні.

Після проведення процедури обертання “квартимакс” матриця факторних навантажень набуває вигляду (табл. 3).

Таблиця 3

Матриця факторних навантажень (обертання методом “квартимакс”)

Показники	Факторні навантаження, a_{ij}		
	F1	F2	F3
X1	0,839673	0,043822	0,316596
X2	0,752349	0,155643	0,011394
X3	0,329005	-0,186928	0,853851
X4	-0,133625	0,881184	-0,227321
X5	0,853625	0,361825	0,202927
X6	0,419047	0,118933	0,844051
X7	0,770770	-0,295370	0,103915
X8	0,129592	0,894232	0,132745
X9	0,743831	-0,444599	-0,057012
Власні значення, λ_j	3,465620	2,067199	1,666369
Вага факторів, %	38,5069	22,9689	18,5152

У першу головну компоненту F1 (38,51 % від загальної дисперсії) увійшли такі показники, як річний обсяг видобутку корисної копалини, річний рівень проведення підготовчих виробок, середньоспискова чисельність виробничого персоналу, кількість вугільних пластів, що розробляється, та встановлена потужність ГШО. Усі ці фактори відображають технологічний процес видобування вугілля, тому перша головна компонента означена як “технологічна”.

У другу головну компоненту F2 (22,97 % від загальної дисперсії) з високими факторними навантаженнями ввійшли такі фактори: середньорічний притік води в шахту та газонасиченість пластів. Сукупність цих факторів відображає роботу вентиляційного та насосного обладнання, тому друга головна компонента означена як “власних потреб”. Цей фактор є важливим під час аналізування енергетичної ефективності за відсутності видобування вугілля, тобто, у періоди простою основного технологічного обладнання.

У третій головній компоненті F3 (18,52% від загальної дисперсії) найвагомішими є середньодинамічна потужність пластів корисної копалини та глибина залягання пластів, тому третя головна компонента означена як “геологічна”.

Графічну візуалізацію приналежності вихідних факторів до певної головної компоненти забезпечує побудова тримірної діаграми факторних навантажень головних компонент (рис. 2).

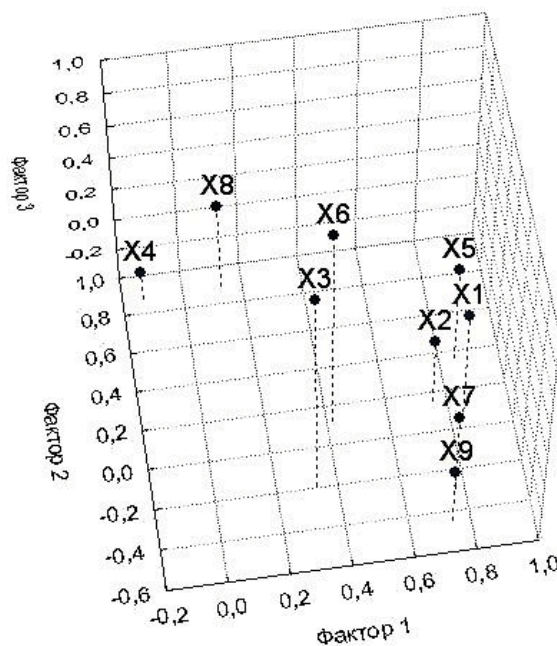


Рис. 2. Діаграма факторних навантажень головних компонент

Модель компонентного аналізу передбачає, що будь-яку ознаку Z_j можна подати комбінацією головних компонент F_i у вигляді [8]:

$$Z_j = a_1F_1 + a_2F_2 + \dots + a_{nj}F_n, \quad (7)$$

де F_1, \dots, F_n – головні компоненти; a_{ij} – вага i -ї головної компоненти в j -й змінній.

Отже, система лінійних рівнянь залежних факторів Z_j та головних компонент F_n (узагальнених факторів) матиме вигляд:

$$\begin{cases} Z_1 = 0,8397F_1 + 0,0438F_2 + 0,3166F_3; \\ Z_2 = 0,7523F_1 + 0,1556F_2 + 0,0114F_3; \\ Z_3 = 0,3290F_1 - 0,1869F_2 + 0,8538F_3; \\ Z_4 = -0,1336F_1 + 0,8812F_2 - 0,2273F_3; \\ Z_5 = 0,8536F_1 + 0,3618F_2 + 0,2029F_3; \\ Z_6 = 0,4190F_1 + 0,1189F_2 + 0,8441F_3; \\ Z_7 = 0,7708F_1 - 0,2954F_2 + 0,1039F_3; \\ Z_8 = 0,1296F_1 + 0,8942F_2 + 0,1327F_3; \\ Z_9 = 0,7438F_1 - 0,4446F_2 - 0,0570F_3. \end{cases} \quad (8)$$

Головні компоненти F_n є некорельованими між собою безрозмірними змінними, які представляють лінійну комбінацію n – змінних [9]:

$$F_i = a_{i1}Z_1 + a_{i2}Z_2 + \dots + a_{in}Z_j. \quad (9)$$

Отже, можемо записати залежності значень головних компонент від значень залежних показників:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1 = \frac{1}{3,4656} \cdot (0,8397Z_1 + 0,7523Z_2 + 0,329Z_3 - 0,1336Z_4 + 0,8536Z_5 + 0,419Z_6 + 0,7708Z_7 + \\ + 0,1296Z_8 + 0,7438Z_9); \\ F_2 = \frac{1}{2,0672} \cdot (0,0438Z_1 + 0,1556Z_2 - 0,1869Z_3 + 0,8812Z_4 + 0,3618Z_5 + 0,1189Z_6 - 0,2954Z_7 + \\ + 0,8942Z_8 - 0,4446Z_9); \\ F_3 = \frac{1}{1,6664} \cdot (0,3166Z_1 + 0,0114Z_2 + 0,8538Z_3 - 0,2273Z_4 + 0,2029Z_5 + 0,8441Z_6 + 0,1039Z_7 + \\ + 0,1327Z_8 - 0,057Z_9). \end{array} \right. \quad (10)$$

Зрозуміло, що зміна переліку вихідного інформативного поля за рахунок внесення інших показників, які можуть визначати електроспоживання вугільної шахти, призведе до зміни виду рівнянь системи (10), але при цьому залишиться незмінною кількість та структура узагальнювальних факторів (що можна стверджувати, спираючись на результати аналізування рис. 1 та табл. 3).

Сформовані узагальнюючі фактори дозволяють здійснити побудову простої математичної моделі електроспоживання вугільного підприємства, на основі якої стає можливим виявлення причин, що погіршують (або покращують) умови електроспоживання (точніше, який з факторів – технологічний, геологічний чи власних потреб – це обумовлює). Подальше аналізування кожного з факторів окремо дозволить виявити вплив того або іншого показника (залежного фактора) на зміну узагальнювального фактора та рівня енергоефективності підприємства вугільної промисловості або всієї галузі загалом.

Висновки

Використання методу головних компонент дозволило виявити структуру інформативних факторів, що мають вплив на електроспоживання підприємств вугільної галузі, та сформувані узагальнювальні фактори – технічний, власних потреб та геологічний – які описують 79,99 % загальної дисперсії. Виділення таких факторів дає змогу знизити розмірність інформативного поля, що дозволить спростити характеристичні рівняння математичної моделі прогнозування електроспоживання підприємств вугільної галузі та зменшити залежність виду моделі від результатів експертного відбору істотних показників, а також забезпечить можливість аналізування ефективності використання електроенергії та виявлення впливу окремих факторів на її можливу зміну. Виявлення в структурі інформативних показників такого узагальнювального фактора, як власні потреби, забезпечує можливість прогнозування та аналізування ефективності електроспоживання на забезпечення життєдіяльності шахти, що особливо важливо під час простого виробничого процесу (відсутності вуглевидобування) вугільного підприємства.

1. Спільний звіт ЄС-Україна. Про хід реалізації положень Меморандуму про взаємопорозуміння між ЄС та Україною щодо співробітництва в енергетичній сфері протягом 2006 року [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.ukraine-eu.mfa.gov.ua> 2. Шевцов А.І. Вугільна галузь. Стратегія розвитку та шляхи перетворень [Електронний ресурс] / А.І. Шевцов, М.Г. Земляний, В.В. Вербинський. – Режим доступу: <http://www.db.niss.gov.ua> 3. Ляшенко О.Ф., Макаров В.М. Оцінка енергетичної ефективності вуглевидобування в Україні та напрямки її підвищення // Проблеми загальної енергетики. – 2006. – № 6. – С. 17–23. 4. Праховник А.В., Розен В.П., Дегтярев В.В. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий. – М.: Недра, 1985. – 232 с. 5. Розен В.П., Волинець В.І. Факторний аналіз споживання електрич-

ної енергії вугільних шахт // Техн. електродинаміка. – 2008. – № 4. – С. 61–64. 6. Трифонов В.Д., Трифонов Д.В. Теоретико-информационный подход к решению задач энергетического аудита // Гірничя електромеханіка та автоматика. – 2005. – Вип. 75. – С. 30–37. 7. Трифонов Д.В. Моделі та методи підвищення ефективності використання електроенергії у виробничих системах (на прикладі вугільних шахт): автореф. дис. ...канд. техн. наук: спец. 05.14.01 “Енергетичні комплекси та системи” / Д.В. Трифонов. – К., 1998. – 24 с. 8. Дубров А.М. Обработка статистических данных методом главных компонент. – М.: Статистика, 1978. – 135 с. 9. Иберла К. Факторный анализ. – М.: Статистика. – 1980. – 398 с. 10. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика : Классификация и снижение размерности. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 607 с. 11. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Узбе Г., Шефер М. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособ. для вузов / Под ред. В.Н. Тамашевича. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с. 12. Таблицы математической статистики / С.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: Наука, 1983. – 416 с.

УДК 658.26:338.008

В.П. Розен, П.П. Іщук, Л.В. Давиденко
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”,
кафедра АУЕК
Луцький національний технічний університет,
кафедра електропостачання

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ К-СЕРЕДНІХ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ПІД ЧАС РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ

© Розен В.П., Іщук П.П., Давиденко Л.В., 2010

Описано метод кластеризації з використанням методу К-середніх для завдань енергетичної безпеки. Цей метод адаптований для розв’язання конкретної групи завдань.

Ключові слова: енергетична безпека, кластерний аналіз, метод К-середніх, управління енергетичною галуззю

In this article it is described a method of clustering with use of a method of K-averages for problems of power safety. The given method is adapted for the decision of the given circle of problems.

Keywords: power safety, cluster analysis, K-means method, power management

Вступ

У сучасних умовах внутрішнє й зовнішнє середовище економіко-енергетичних об’єктів (територій), стосовно їх енергетичної безпеки, усе більше набуває властивості нестабільності й невизначеності. Нестабільність проявляється в тому, що темпи зміни середовища зростають, а невизначеність – у тому, що виникаючі ситуації все частіше стають непізнаваними, точніше зовсім новими. Цей факт висуває вимогу до підвищення ефективності управлінських рішень, які обумовлені впливом стихійних і динамічних факторів внутрішнього й зовнішнього середовища території. Однак визначення ступеня впливу зазначених факторів і встановлення серед них ключових утруднене, оскільки існуючі методи визначення факторного впливу не завжди відповідають сучасним умовам. У зв’язку із цим виникає методична проблема прийняття