

УДК 621.318.48:621.316

О. М. Сінчук, д-р техн. наук,
І. О. Сінчук, Т. М. Берідзе, кандидати техн. наук,
О. М. Ялова

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗАЛІЗОРУДНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Анотація. Наведено результати досліджень щодо споживання енергії вітчизняними залізорудними шахтами. Запропоновано обґрунтовану методіку управління процесом електроспоживання залізорудних виробництв, яка передбачає формування бази факторної системи чинників впливу на енергопостачання, розрахунок інтегрального показника для управління енергопостачанням підприємства, вимірювання рівня ефективності енергопостачання підприємства, оцінювання його відповідності життєвому циклу на основі інтегрального показника.

Ключові слова: електроспоживання, залізорудне виробництво, керування, інтегральний показник, життєвий цикл, факторний простір, кореляційно-регресійний аналіз

О. N. Sinchuk, ScD.,
I. O. Sinchuk, PhD., **T. M. Beridze**, PhD.,
A. N. Yalovaya

METHOD OF EVALUATION EFEKTYVNSTI ELECTRICITY CONSUMPTION OF IRON ORE ENTERPRISES

Abstract. The results of research on the analysis of energy consumption by domestic iron ore mines are given. The proposed method proved managing power consumption of iron ore production, which involves: forming a base factor of the factors influencing the supply, the calculation of the integral indicator of power supply enterprise management, measuring the energy efficiency of enterprises, the assessment of its compliance lifecycle based on the integral indicator.

Keywords: power consumption, iron ore production, control, ntegrated indicator, life cycle, the quotient space, correlation and regression analysis

О. Н. Синчук, д-р техн. наук,
И. О. Синчук, Т. М. Беридзе, кандидаты техн. наук,
А. Н. Яловая

МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Аннотация. Приведены результаты исследований потребления энергии отечественными железорудными шахтами. Предложена обоснованная методика управления процессом электропотребления железорудных производств, которая предусматривает формирование системы факторов влияния на энергоснабжение, расчет интегрального показателя для управления энергоснабжением предприятия, измерение уровня эффективности энергоснабжения предприятия, оценка его соответствия жизненному циклу на основе интегрального показателя.

Ключевые слова: электропотребление, железорудное производство, управление, интегральный показатель, жизненный цикл, факторное пространство, корреляционно-регрессионный анализ

Вступ. Залізорудна промисловість України є основним джерелом поповнення вугільних запасів держави [1 – 3].

Проблема та її зв'язок з науковими та прикладними завданнями.

Конкурентоспроможність на світовому ринку залізорудної сировини (ЗРС), що видобувається на вітчизняних гірничорудних підприємствах, в значній мірі залежить від собівартості процесу її видобутку. На жаль, з ряду об'єктивних причин цей показник на всіх без винятку вітчизняних залізорудних підприємствах не залеж

© Сінчук О.М., Сінчук І.О., Берідзе Т.М.,
Ялова О.М., 2013

но від способу видобутку ЗРС – кар'єрний (відкритий) чи підземний (шахтний) – має стійку тенденцію до щорічного зростання [4].

Виробнича собівартість руди, що добувається ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (КЗРК) з 2005 по 2011 р. зросла більш, ніж у 2,5 рази. Аналогічна або близька до цього ситуація і на інших вітчизняних залізорудних підприємствах [3]. З 2009 по 2010 р. собівартість видобутку ЗРС по КЗРК зросла на 24,3 %, по КЗРК – на 27,23 %, по ПАТ «Суша Балка» – на 11,97 %. (рис. 1).

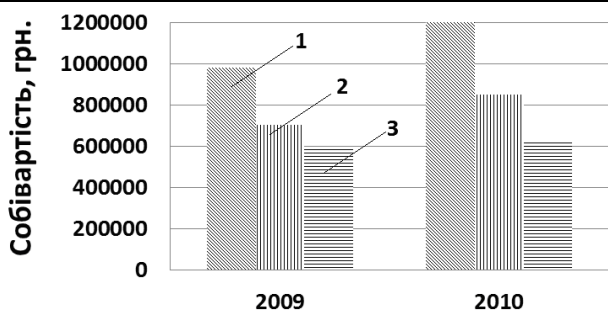


Рис. 1. Діаграма собівартості сирової руди, що добувається підземними способами на підприємствах України :
 1 – ПАТ “КЖРК”, 2 – ПАТ “ЗЗРК”,
 3 – ПАТ “Суша Балка”

Значною мірою, поряд з іншими об'єктивними чинниками, «провина» в цій зростаючій прогресії – енерговитрати на 1 т руди, що добувається, і, що важливо, – електровитрати, оскільки, наприклад для підземних комбінатів вони складають більше, ніж 90 % від всього обсягу енерговитрат [3, 4]. Так, за останні п'ять років доля електровитрат при видобутку 1 т ЗРС підземним способом збільшилася на 18 %. У 2011 р. за спожиту електричну енергію КЗРК сплатив 86,6 %, за газ – 10,16 % і за теплову енергію 3,3 % від загальної плати за енергоносії. У 2012 р. відповідно – 89 %, 7 % і 4 %. Тобто, в 2011 р. за електричну енергію КЗРК сплатив в 8,5 разів більше, ніж за газ, і в 27,5 разів більше, ніж за теплову енергію, в 2012 р. – в 13,1 разів більше, ніж за газ, і в 23,3 разів, ніж за теплову енергію. Очевидно, що основною складовою в оплаті за енергоносії, споживані залізородними шахтами, є електрична енергія – близько 90 % в грошовому еквіваленті від всієї суми оплати за енергоносії.

Доповнимо цю інформацію і тим, що споживання електричної енергії за проаналізовані роки практично залишилося без зміни на рівні 350 млн. кВт·год, а ось споживання природного газу підприємствами КЗРК, починаючи з 2003 р., постійно щорічно зменшується [3].

Аналіз собівартості ЗРС показав додатково і той факт, що рівень собівартості видобутку ЗРС на підприємствах з підземними способами видобутку корисних копалин (як із кар'єрним способом) має прямий зв'язок з обсягом споживання електричної енергії,

тобто з матеріальними витратами на її оплату. Так, найвища собівартість видобутку ЗРС на ПАТ «Криворізький залізородний комбінат» належить шахті «Батьківщина», і оплата за електричну енергію тут найвища серед усіх шахт комбінату (рис. 2).

Для оцінки характеристики електроспоживання важливо і те, що хоч залізородні шахти і комбінати є підприємствами з безперервним циклом роботи, все ж коливання рівнів споживання електричної енергії тут носить різкозмінний і непередбачуваний характер. Так, по шахтах одного і того ж комбінату рівні споживання електричної енергії шахт з практично однаковими видобутками корисних копалин діапазон коливань досягає нерідко трикратних значень. При цьому цікавим є факт, коли в різні дні одного і того ж місяця коливання рівнів споживання електричної енергії навіть по одній шахті можуть сягати більш ніж двократних значень.

Таким чином, навіть в апіорній площині очевидно, що багато в чому не стільки збільшення обсягів споживання електричної енергії, а скільки очікувана і необхідна керованість цього процесу є метою дослідження і реальним – великим або маленьким потенціалом підвищення ефективності використання енергії шляхом її раціонального застосування на залізородних підприємствах. На жаль, в Україні в цих галузях підприємств майже нема дієвих служб енергоменеджменту. Процес підвищення ефективності використання електричної енергії на залізородних шахтах, як правило, обмежується організаційними і майже ніколи не збігаються [5].

На жаль нема і дієвих сучасних наукових досліджень в цьому напрямку для даних видів підприємств.

Тому визначення чинників, що впливають на процес споживання електричної енергії, нормування та контроль її питомих витрат, є однією з першочергових завдань уп-равління залізородним підприємством в цілому.

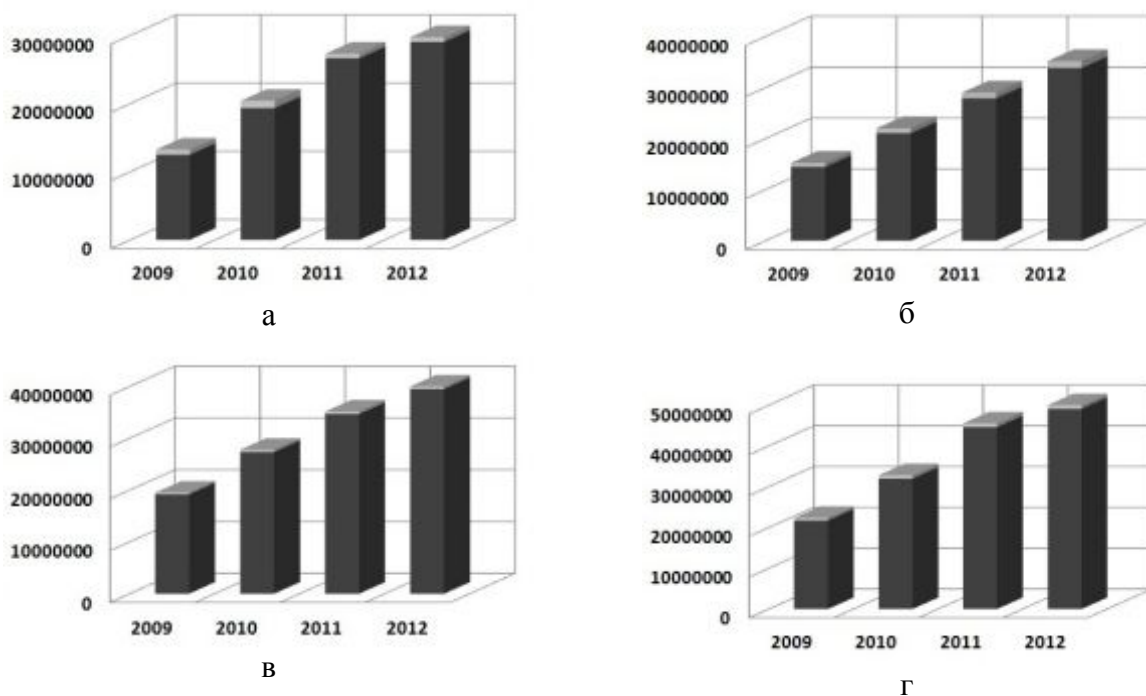


Рис. 2. Діаграма сплати за електроенергію, яка споживається ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» з 2009 по 2012 р. по шахтах:
 а – ім. Леніна; б – Жовтнева; в – Гвардійська; г – «Батьківщина»

Мета досліджень. Оцінювання рівнів споживання енергії та встановлення базових принципів керування якістю прийняття рішень для розробки методології керування цим процесом на підприємствах залізорудної промисловості.

Викладення матеріалу та результати досліджень. Ефективне поліпшення роботи апарату керування вище згаданими процесами залежить від обсягу отриманої та обробленої інформації щодо діяльності конкретного залізорудного комбінату. Водночас значна кількість вихідних даних збільшує розмірність задачі та створює труднощі щодо оперативних розрахунків та якісного прийняття рішень.

Базові принципи управління полягають у прийнятті рішень на основі фактів, що встановлюються методом моделювання процесів інструментаріями математичної статистики [6].

Значних інформативних факторів найбільше точно може бути встановлено при системному підході етапного одержання експертних оцінок [6 – 13];

визначення форми проведення опитування (за анкетами, анонімно);

формування експертної групи, у яку входять фахівці у галузі енергозбереження та еле-

ктроспоживання на гірничодобувних комбінатах, оскільки результативність опитування буде залежати від їхньої компетентності;

формування правил і порядку роботи експертної групи, заснованих на принципах системи експертних оцінок при дотриманні повної інформованості експерта про результати оцінок, зроблених іншими експертами, незалежності кожного експерта при обробці результатів анкет опитувань і збереження анонімності оцінок.

Ефективна робота системи нормування питомих витрат електричної енергії вимагає обліку техніко-економічних факторів, нормативно-правового забезпечення, матеріального стимулювання тощо. При цьому кожний з інформативних факторів може, у свою чергу, характеризуватися ще декількома показниками (обмежене використання Інтернет-техно-логій, недосконала система ціноутворення на енергоносії та ін.).

Все різноманіття факторів, що впливають на ефективність системи нормування питомих витрат ЕЕ, розділимо на ряд характерних груп за основними для них факторами: правові, організаційні, інформаційно-освітні, методологічні та економічні.

1. Правові засади, пов'язані з недостатнім забезпеченням нормативно – правової бази контролюючих державних органів у роботі підприємств, в тому числі комбінатів, відсутністю обґрунтованих правових санкцій за порушення норм питомих витрат ЕЕ, відсутністю нормативно-правових актів щодо стимулювання підприємств у разі виконання норм питомих витрат та запропонування їм пільг різного призначення. Прийняття цілої низки нормативно законодавчих актів, регулюючих відносини у сфері енергозбереження для практичного використання на підприємствах, в господарствах, на місцевому, галузевому та державному рівнях, не сприяло суттєвому пожево-енергозбереженню, пов'язані з відсутністю уніфікованої системи документообігу щодо ефективного використання ЕЕ та низьким рівнем інформування стосовно можливостей енергозбереження для транспортної сфери. Інтенсифікація енергозбереження неможлива без створення системи надійного та ефективного управління цим процесом в усіх секторах економіки, при яких енергозбереження та прибутковість підприємств стануть найважливішою метою виробництва навіть при високому рівні витрат на впровадження енергозберігаючих технологій. Інформаційно-освітні засади, пов'язані з недостатнім рівнем освіченості працівників гірничодобувних комбінатів у сфері енергозбереження про можливості економії енергії, наявності енергозберігаючого обладнання, а також обмеженість інформаційних центрів щодо розробки системи норм питомих витрат ЕЕ інформаційно-забезпечення, пов'язані з нестабільною системою ціноутворення на енергоносії в країні та з слабким матеріальним стимулюванням відповідних фахівців підприємства, відсутністю системи виявлення та використання резервів енергозбереження (аналіз, планування, моніторинг), а також зі створенням внутрішньогосподарських фондів енергозбереження.

5. Методологічні засади, пов'язані з використанням спрощеної методики визначення норм питомих витрат ЕЕ для гірничодобувних комбінатів, що може призвести до неточних результатів системи нормування. Існуюча сис-

тема нормування питомих витрат ЕЕ базується на застарілому – «радянському» підході. Розрахункові формули наводяться лише у загальному вигляді та не завжди використовуються у подальшому виконанні практичних розрахунків.

Експертиза проводилася за спеціально розробленою опитувальною анкетною, у яку на підставі теоретичного аналізу включено 20 інформативних факторів. До експертної групи були залучені фахівці в галузі енергетики міністерств та відомств, науково-дослідних інститутів.

Отримання в результаті анкетного опитування інформації залежить великою мірою від якості складених анкет, організації та проведення опитування. Виходячи з цього при складанні анкет слід керуватись такими правилами:

включати в опитування всі або хоча б основні фактори, що впливають на досліджувану результативну ознаку;

вживати назви факторів лише загальноприйнятні для досліджуваного процесу; можливість вказувати для факторів інтервали;

анкети складати невеликими за розміром, лаконічними та такими, що не потребують багато часу на їх читання та заповнення;

питання в анкеті формувати чітко, не припускати двоякого тлумачення;

опитувати таких фахівців (експертів), які чітко уявляють собі досліджуваний процес;

до опитування залучати фахівців різних споріднених спеціальностей;

опитування проводити так, щоб забезпечити незалежність думки опитуваного фахівця;

кількість опитуваних фахівців повинна значно перевищувати кількість факторів, включених у дослідження.

При заповненні анкет застосовують метод апріорного ранжирування, який потребує розміщення факторів у порядку зменшення ступеня її впливу на результативний показник.

Підготовлені анкети вручають фахівцям для заповнення. Результати зводять у табл. 1.

1. Результати анкетування

Експерти	Ранги факторів, включених в опитування				
	X_1	X_2	X_3	X_n

Цифри у стовпці «ранги» мають відповідати місцю (номеру), відведеному вами даному фактору (число «1» приписується найзначнішому за впливом фактору і т.д.). Якщо ви вважаєте, що ступінь впливу кількох факторів однаковий, то їм надається однаковий номер-ранг.

Попередній економічний аналіз повинен довести, що між ознаками, які обрані для дослідження, існує причинний зв'язок.

Аналіз експертних оцінок було проведено із застосуванням методу парних порівнянь, в результаті якого отримали ранжування впливу досліджуваних характеристик для поставленого завдання. Порівняння здійснювалось за трьома ступенями вагомості характеристик: більш впливова, менш впливова та рівно значимі з відповідною символікою та кількісним видом: “>”–1,5; “<”– ,5, “=”–1. Пріоритет характеристики визначався за формулою

$$k_{pr} = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} k_i}{n(n-1)},$$

де $\sum_{i=1}^{m-1} k_i$ – сума середніх кількісних оцінок порівняння фактів експертами; n – кількість порівняльних характеристик.

В табл. 2. представлені зведені дані порівняльного аналізу характеристик експертами.

2. Пріоритет характеристик

	F1	F2	F3	F4	F5	Сума	Визначення пріоритету	Пріоритет характеристики
F1	-	1,1	1	0,9	0,9	39,9	0,195	2
F2	0,9	-	1,3	1,1	0,8	33,3	0,165	4
F3	1	0,7	-	0,9	0,5	31,1	0,155	5
F4	1,1	0,9	1,1	-	0,8	39,9	0,195	3
F5	1,1	1,2	1,5	1,2	-	43,1	0,25	1

В табл. 2 F1 – правові засади; F2 –організаційні засади; F3 – інформаційно-освітні засади; F4 – методологічні засади; F5 – еконо-мічні засади; сума – це сума середніх кіль-

кісних оцінок порівняння фактів експертами. Пріоритети визначаються за останньою формулою.

За результатами експертних оцінок найбільш вагомими факторами впливу на ефективність системи нормування питомих втрат енергетичних ресурсів для гірничодобувних комбінатів стали економічний фактор, правові засади та методологічні засади літературі [6 –7] висловлюється думка про те, що при визначенні інтегральних показників щодо обґрунтування ефективності системи нормування питомих втрат енергетичних ресурсів необхідно використовувати абсолютні показники діяльності підприємства: обсяг виробництва і реалізації продукції, витрати, прибуток, активи тощо. Але абсолютних показників, так само як і відносних, дуже багато, тому для формування факторної системи можна обрати як кількісні показники у факторній моделі;

багатофункціональність чинників має компенсувати їх невелике число;

динамізм, який дасть змогу оцінити ситуацію в русі;

запобігливість, оскільки показники повинні сигналізувати про виникнення критичних ситуацій;

порівняння чинників.

При розробці інтегрального показника для управління енергопостачанням підприємств потрібно враховувати такі умови: Недостатність початкової інформації. Для визначення комплексного показника енергопостачання потрібна інформація про різноманітні показники діяльності. При цьому необхідно проводити облік витрат, збирати інформацію про фінансові потоки, трудові і матеріальні ресурси, облік робочого часу тощо. Проте, як правило, облік відповідних показників на підприємстві поставлений недостатньо і багато хто складає лише необхідну звітність. Тому для використання пропонованого нами інтегрального показника для управління енергопостачанням підприємства потрібно розробити не лише методики його розрахунку, але і запропонувати відповідну базу для підготовки початкової інформації.

2. Необхідність повноти вивчення енергопостачання, на яке впливають всі показники виробничої діяльності підприємства, тобто вивчення протягом всього життєвого циклу підприємства.

3. Облік взаємопов'язаності показників між собою. При вивченні енергопостачання всі показники, що його характеризують, пов'язані між собою і витікають один з одного виходячи з принципів їх формування.

4. Однакова спрямованість дії на енергопостачання. Для коректного розрахунку інтегрального показника енергопостачання в набір чинників не включаються показники, що роблять на нього негативний вплив. Вплив таких чинників враховується за допомогою інших показників діяльності підприємства, через які вони виражаються.

Ступінь взаємопов'язаності чинників між собою можна оцінити за допомогою кореляційно-регресійного аналізу, на підставі якого вибрати такі показники, які є ключовими, а всі інші можна виразити через них. Суть методу кореляційно-регресійного аналізу розглянуто багатьма фахівцями [7 – 8] і полягає в наступному.

1. Визначається результуючий показник і чинники, що на нього впливають. До факторних ознак може бути віднесений набір змінних, які міняються в деяких межах. Математична формула, яка виражає реальні зв'язки між аналізованими чинниками, в спрощеному вигляді може бути описана формулою

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

де y – результативна ознака; x_i – факторні ознаки.

2. Проводиться кореляційний аналіз, в процесі якого встановлюється наявність зв'язку між чинником і результуючим показником, а також оцінюється тіснота даного зв'язку. Коефіцієнт парної кореляції за модулем змінюється в межах від 0 до 1. Чим ближче до 1, тим зв'язок тісніший. При прямолінійній формі зв'язку коефіцієнт парної кореляції розраховується за наступною формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

де r_{xy} – коефіцієнт кореляції між двома випадковими змінними; x, y – незалежний чинник і результуюча змінна, які є випадковими величинами; \bar{x}, \bar{y} – середні значення незалежного чинника і результуючої змінної. Для визначення тісноти зв'язку між досліджуваними параметрами розраховують коефіцієнт детермінації (R^2), який є квадратом коефіцієнта кореляції. Застосовуючи коефіцієнт детермінації, дослідник має справу лише з двома результатами дослідження: є залежність – коефіцієнт детермінації вище 0,5, немає залежності – коефіцієнт детермінації менше 0,5. Крім того, значення коефіцієнта детермінації безпосередньо вказує на ступінь впливу незалежного фактора на результуючий показник одного, а безлічі показників тісноти зв'язку. В цьому випадку основою вимірювання зв'язків є матриця парних коефіцієнтів кореляції. На основі матриці можна судити про тісноту зв'язку чинників з результативною ознакою і між собою.

Після проведення кореляційного аналізу у факторну модель включаються ті показники, які мають найбільш тісний зв'язок з результуючим показником і найменш тісний між собою.

3. Проводиться регресійний аналіз для визначення виду залежності між чинниками і результуючим показником. При цьому передбачається, що незалежні чинники є не випадковими величинами; а результуючий показник має постійну, не залежну від чинників дисперсію і стандартне відхилення.

Проста лінійна регресійна модель, що пов'язує між собою результуючий параметр Y і деякий незалежний чинник X , виглядає так:

$$Y(X) = a + b(X).$$

Прямолінійне рівняння регресії показує рівномірну зміну результативної ознаки із збільшенням факторної. Коефіцієнт регресії a є основним показником в рівнянні регресії. Він показує, на скільки одиниць в середньо-

му змінюється результативна ознака Y зі зміною на одну одиницю факторної ознаки X . Для знаходження чисельного значення коефіцієнта регресії і вільного члена застосовується метод найменших квадратів [6].

4. Часто зв'язок між показниками може бути описаний не як лінійний, а як криволінійний. Дані про значення показників за допомогою комп'ютерних програм, заснованих на сучасних статистичних методах, піддаються аналітичній обробці: 1) для того, щоб визначити, чи є даний зв'язок криволінійним або прямолінійним; 2) для оцінки параметрів криволінійної залежності. Після того, як оцінки параметрів залежності найбільш відповідного типу знайдені, їх можна використовувати для прогнозування перспективного рівня показника за заданим прогнозним значенням обсягом реалізації.

При рішенні поставленої задачі початкову інформацію розглядають як багатофакторну модель залежності енергопостачання підприємства від декількох чинників. В цьому випадку задачу вирішують за допомогою багатовимірного регресійного аналізу [7]. Тоді модель, що описує цю залежність, виглядає так:

$$\bar{y} = X * \bar{a} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n,$$

де y – результуючий показник; a – вектор параметрів показників діяльності (коефіцієнти рівняння регресії); X – матриця показників діяльності.

5. Відбувається перевірка моделі на адекватність. В процесі такої перевірки або підтверджується, або не відповідність розробленої моделі реальному процесу. Для цілей перевірки моделі на адекватність розроблено декілька методів (застосовуються критерії згоди, наприклад, критерій Ст'юдента, критерій Фішера тощо).

Наприклад, критерій Ст'юдента, служить для перевірки належності двох середніх значень з нормально розподілених вибірок (експериментальною і теоретичною) одній генеральній, середній за умови, якщо дисперсії цих вибірок рівні (або хоча б близькі), хоча і невідомі. Для перевірки гіпотези розраховується критерій Ст'юдента за формулою

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{(n_x - 1)s_x + (n_y - 1)s_y}} \sqrt{\frac{n_x n_y (n_x + n_y - 2)}{n_x - n_y}}.$$

Із статистичних таблиць по t -розподілу для вибраного рівня значущості і відомих мір свободи (міра свободи – це кількість елементів у вибірці без одного) знаходиться табличне значення t - критерія ($t_{табл}$). В тому разі, якщо розраховане значення t -критерія більше табличного (по абсолютній величині), тобто $|t| > t_{табл}$, то гіпотеза про рівність двох вибірок відкидається. Якщо ж, $|t| < t_{табл}$, то гіпотеза підтверджується, значить, наша випадкова величина розподілена за нормальним законом. Інші критерії перевірки моделі на адекватність засновані на тому ж принципі, що і критерій Ст'юдента [9, 10].

При адаптації приведеного методу до дослідження енергопостачання підприємства необхідно відзначити, що завданням проведення кореляційно-регресійного аналізу є формування факторної моделі, на підставі якої визначимо інтегральний показник для управління енергопостачанням підприємства до і після проведення реінжинірингу.

Застосування інтегрального показника, що розробляється, дозволить вирішити проблему множинності показників і їх співвідношення. При цьому він дозволить проводити визначення рівня енергопостачання, стадії життєвого циклу розвитку підприємства і здійснювати прогнозування зміни його рівня до і після проведення реінжинірингу.

Пропонується здійснювати управління енергоспоживанням підприємства за наступними кроками.

1. Формування бази факторної системи чинників впливу на енергопостачання.

2. Розрахунок інтегрального показника для управління енергопостачанням підприємства.

3. Вимірювання рівня ефективності енергопостачання підприємства, оцінювання його відповідності життєвому циклу на основі інтегрального показника.

Кожен крок містить ряд послідовних дій, які реалізують побудову інтегрального показника

1 крок. Проведення моніторингу управління енергопостачанням підприємства на

основі економічного аналізу з урахуванням життєвого циклу підприємства. Мета даного аналізу – оцінити фінансові ресурси підприємства. Економічний аналіз дозволить оцінити здатність підприємства досягти певного рівня ефективного використання енергоресурсів і визначити зовнішні і внутрішні чинники, що впливають на управління енергопостачанням підприємства, прогнозувати зміни показників енерговитрат підприємства.

2 крок. Формування факторної системи і облікової бази для розрахунку інтегрального показника. Для підготовки початкової інформації формується облікова база, яка дозволяє враховувати чинники, які впливають на вказаний показник.

3 крок. Розрахунок інтегрального показника для управління енергопостачанням підприємства. Інтегральний показник управління енергопостачанням підприємства - число, що дає змогу оцінити рівень ефективності енергопостачання при обліку всіх основних показників діяльності підприємства. Зміна інтегральних показників в часі дозволяє визначити динаміку зміни управління енергопостачанням підприємства.

Розрахунок інтегрального показника є найважливішим етапом. При його проведенні можна задати певну послідовність операцій.

Набір виявлених показників розглядається як багатовимірний простір. В даному випадку можна говорити про п'ятимірний простір, оскільки виявлених чинників, що впливають на управління енергопостачанням підприємства, п'ять (обсяг видобутку корисної копалини, притік води в шахту, витрати стисненого повітря, чисельність виробничого персоналу, глибина видобутку корисної копалини). Зміна параметрів з часом характеризує траєкторію руху системи в даному п'ятивимірному просторі, тобто траєкторію зміни управління енергопостачанням підприємства.

Якщо припустити, що в процесі еволюції траєкторії зміни параметрів можуть заповнювати весь простір, тоді в кожній точці траєкторії обчислюється її похідна за часом (аналог темпу зростання), отже маємо векторний простір. При цьому в просторі траєкторії можуть бути трьох типів:

що розходяться, коли в процесі еволюції траєкторії все далі віддалятимуться від початкової точки, що відповідає ефективному управлінню енергопостачанням підприємства;

граничний цикл (траєкторія беззбиткової), коли в процесі еволюції система повертається в початковий стан, що відповідає рівноважному стану системи;

що сходяться, коли в процесі еволюції система наближається до початкової точки, що відповідає неефективному управлінню енергопостачанням підприємства.

Траєкторія, що розходиться, буде, якщо в досліджуваній точці векторного поля є джерело, за рахунок якого відбувається його розбіжність. Якщо джерела нема, то траєкторія буде сходиться.

Динамічна характеристика ефективного управління енергопостачанням підприємства за рахунок усіх чинників визначається за допомогою єдиного рівняння, що описує вектор стану системи

$$W_i = \sum_i (a_{ij})^2.$$

Даний вектор характеризує систему в i -му стані, в j -й момент часу, тобто він характеризує систему як ціле за вказаний період часу. При цьому вектор є «динамічною» характеристикою системи у вказаний період часу.

Знаходження похідної від рівняння полінома визначає динамічний рівень ефективного управління енергопостачанням підприємства за вибраними чинниками:

$$Div(t) = \sum_{n=1}^k W_n n t^{n-1}.$$

Траєкторія зміни вибраних показників розходиться, що свідчить про можливість ефективного управління енергопостачанням підприємства. При цьому перевагою запропонованого методу є те, що нема строго нормативного значення. При вирішенні практичних задач конкретне число рівня стійкості системи не є значимим, а цікава загальна динаміка. Нормальний рівень стійкості для кожного підприємства свій і пристосований до умов його функціонування.

Висновки

1. Отриманий інтегральний показник дозволяє оцінити та видобувати алгоритм ефек-

тивного управління процесом енергоспоживання залізрудним підприємством з визначенням його стану на стадії життєвого циклу і прогнозувати очікуваний рівень споживання на наступний період.

2. Можливості отриманого інтегрального показника не обмежуються моніторингом зміни структури та обсягів енергоспоживання залізрудного підприємства, а і визначенням його рівня ефективності на певний момент часу, визначенням стадії розвитку і складанням прогнозу на наступний період. За допомогою його можливо ефективно планувати діяльність підприємства, а змінюючи показники факторної системи, заздалегідь оцінювати, як це вплине на діяльність підприємства в цілому.

Список використаної літератури

1. Шидловський А. К. Энергетичні ресурси та потоки [Текст] : під ред. А.К. Шидловського / [А. К. Шидловський, Ю. О. Віхорев, В. О. Гінайло та ін.] – К. : УЕЗ, 2003. – 472 с.

2. Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року [Текст]. – К. : Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. – 275 с.

3. Бабец Е. К. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2009 – 2010 гг. Анализ мировой конъюнктуры рынка ЖРС 2004 – 2011 гг. [Текст] / [Е. К. Бабец, Л. А. Штанько, В. А. Салганик и др.] – Кривой Рог : Видавничий дім, 2011 – 329 с.

4. Азарян А. А. Комплекс ресурсо- і енергозберігаючих геотехнологій видобутку та переробки мінеральної сировини, технічних засобів їх моніторингу із системою управління і оптимізації гірничорудних виробництв [Текст] / [А. А. Азарян, Ю. Г. Вілкул, Ю. П. Капленко та ін.] – Кривий Ріг : Мінерал, 2006. – 219 с.

5. Самойлович И. С. Электроэнергетика карьеров с циклично-поточной технологией [Текст] / [И. С. Самойлович, О. Н. Синчук, Н. В. Панасенко и др.] : под. ред. О.Н. Синчука. – К. : АДЕФ. – Украина, 2000. – 209 с.

6. Гаек Я. Теория ранговых критериев [Текст] / Я. Гаек, З. Шидак. – М. : Наука, 1971. – 375 с.

7. Уилкс С. Математическая статистика [Текст] / С. Уилкс – М. : Наука, 1967.

8. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрии [Текст] / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М. : ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.

9. Anderson T. W. Statistical inferences in factor analysis. Proc. 3. Berkeley Symp Math. Statist [Text] / T. W. Anderson, H. Rubin // Univ. Calif. Press. – 1966. – P. 11 – 56.

10. Berndt E. R. The practice of econometrics. Classic and contemporary [Text] / E. R. Berndt // Addison-Wesley Publishing Company. Reading-Massachusetts-Menlo Parc-California. – 1990.

11. Ivanovna-Maximova, I. Economic preconditions of optimum iron ore reserves extraction at contemporary mining enterprises [Text] / I. Ivanovna Maximova // World Applied Sciences Journal. – 2012. – (SPL. ISSUE. 18). – P. 106 – 110.

DOI : 10.5829/idosi.wasj.2012.18.120020.

12. Lei L. An evaluation system for ironmaking process [Text] / [L. Lei, X. Lv, C. Bai and others] // 6-th Int. Congress on the Science and Technology of Ironmaking 2012, ICSTI 2012 – Including Proceedings from the 42-nd Ironmaking and Raw Materials Seminar, and the 13-th Brazilian Symp. on Iron Ore, 2. – 2012. – P. 1143 – 1152.

13. Selvan V. T. a. Development of an energy efficient curtain flame ignition system for sintering of iron ore fines [Text] / V.T.a. Selvan, T. S. b. Reddy, A. C. Das // International Journal of Energy Technology and Policy. – 2012. – 8 (1). – P. 65 – 79.

DOI : 10.1504/IJETP.2012.046019 URL: <http://scihub.org/pdfcache/f4e485eb716f87b6046afe2dda04fc15.pdf>.

Отримано 28.07.2013

References

1. Shidlovskiy A. K. Power Resources and Streams [Text] / A. K. Shidlovskiy., Yu. O. Vihorev, V. O. Gnajlo – Kyiv : UEZ, 2003. – 472 p. [in Ukrainian].

2. Basic Parameters of Providing of National Economy Energy on a Period 2020 to.

[Text] – Kyiv : Vid. Instytutu elektyrodinamiki NAN Ukraini, 2011. – 275 p. [in Ukrainian].

3. Babets E. K. Collection of Technical and Economic Indexes of Mining Enterprises of Ukraine in 2009 - 2010 Analysis of World Situation at the Market of iron-ore raw Material in 2004 – 2011 [Text] / [E. K. Babets, L. A. Shtanko, V. A. Salganik and others] – Krivoy Rog : Vidavnychiy Dim, 2011. – 329 p. [in Russian].

4. Azaryan A. A. A Complex of Resources and Energykeeping Geotechnologys of Booty and Processing of Mineral raw Material, Technical Equipments of their Monitoring from System Management and Optimization of Mining Productions [Text] / [A. A. Azaryan, Yu. G. Vilky, Yu. P. Kaplenko and others] – Krivoy Rog : Mineral, 2006. – 219 p. [in Ukrainian].

5. Samoylovich I. S. Electroenergy of Quarries with with Cyclic-flow Technology [Text] / I. S. Samoylovich, N. V. Panasenko, V. V Ksen-dzov. – Kyiv : ADEF. – Ukraine, 2000. – 209 p. (Texbook) [in Russian].

6. Gaek Ya. Theory of Grade Criteria [Text] / Ya. Gaek, Z. Shidak – Moscow : Nauka, 1971. – 375 p. [in Russian].

7. Wilks S. Mathematical Statistics.–M. : Nauka, 1967 [in Russian].

8. Ajvazyan S.A. Applied Statistics and Bases of Econometres [Text] / S. A. Ajvazyan, V. S. Mhitaryan – Moscow : UNITY, 1998. – 1022 p. [in Russian].

9. Anderson T. W. Statistical Inferences in Factor Analysis. Proc. 3 Berkeley Symp Math. Statist. [Text] / T. W Anderson, H. Rubin // Univ. Calif. Press. – 1966. – P. 11 – 56 [in English].

10. Berndt E. R. The Practice of Econometrics. Classic and Contemporary [Text] / E. R Berndt // Adisson-Wesley Pablising Company. Readidg-Massachusetts-Menlo Parc-California. – 1990 [in English].

11. Ivanovna-Maximova I. Economic Pre-conditions of Optimum Iron ore Reserves Extraction at Contemporary Mining Enterprises [Text] / I. Ivanovna-Maximova // World Applied Sciences Journal, 18 (SPL.ISSUE. 18). – 2012. – P. 106 – 110 [in English]. DOI : 10.5829/idosi.wasj.2012.18.120020.

12. Lei L. An Evaluation System for Iron-making Process [Text] / [L. Lei, X. Lv, C. Bai

and others] // 6-th Int. Congress on the Science and Technology of Ironmaking 2012, ICSTI 2012. – Including Proceedings from the 42-nd Ironmaking and Raw Materials Seminar and the 13-th Brazilian Symp on Iron Ore, 2. – 2012. – P. 1143 – 1152 [in English].

13. Selvan V. T. a. Development of an energy efficient curtain flame ignition system for sintering of iron ore fines [Text] / V. T. a. Selvan, T. S. b. Reddy, A.c. Das // International Journal of Energy Technology and Policy. – 2012. – 8 (1). – P. 65 – 79 [in English]. DOI : 10.1504/IJETP.2012.046019.

URL : <http://scihub.org/pdfcache/f4e485eb716f87b6046afe2dda04fc15.pdf>.



Сінчук
Олег Миколайович,
д-р техн. наук,
проф., зав. каф. СПЕЕТ,
ДВНЗ «Криворізький нац. ун-т»,
Україна, м. Кривий Ріг,
вул. XXII партз'їзду, 11. E-mail: speet@ukr.net



Сінчук Ігор Олегович,
к.т.н., доц. каф. СПЕЕТ ДВНЗ
«Криворізький нац. ун-т»,
Україна, м. Кривий Ріг, вул.
XXII партз'їзду, 11. E-mail:
speet@ukr.net



Берідзе Тетяна Михайлівна,
к.т.н., доц. каф. ММІСЕ, ДВНЗ
«Криворізький нац. ун-т»,
Україна, м. Кривий Ріг, вул.
Семашко, 16.
E-mail: speet@ukr.net



Ялова Олена Миколаївна,
здобувач каф. СПЕЕТ, ДВНЗ
«Криворізький нац. ун-т»,
Україна, м. Кривий Ріг, вул.
XXII партз'їзду, 11. E-mail:
speet@ukr.net