

УДК 621.318.48:621.316

О.М. Сінчук, проф., д-р техн. наук, І.О. Сінчук, доц., канд. техн. наук, О.М. Ялова, асп., М.А. Бауліна, асп.

Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет»

Споживання електричної енергії та вплив на цей процес системи чинників формування факторного простору в умовах залізорудних підприємств

У статті наведені результати досліджень по аналізу споживання енергії вітчизняними гірничорудними підприємствами з підземним способом видобутку залізняку. Приведена структура енергоспоживання, встановлено, що основним видом споживаної енергії є електрична. Показаний зв'язок між об'ємами споживаної підприємствами електричної енергії і собівартістю залізорудної сировини, що добувається. Обґрунтована необхідність управління процесом електроспоживання. Запропонована обґрунтована для реалізації методика управління процесом електроспоживання залізорудних виробництв, що передбачає покрокову реалізацію цього процесу.

електроспоживання, залізорудне виробництво, керування

О. Н. Синчук, проф., др. техн. наук, И.О. Синчук, доц., канд. техн. наук, А.Н. Яловая, асп., М.А. Баулина, асп.

Государственное высшее учебное заведение «Криворожский национальный университет»

Потребление электрической энергии и влияние на этот процесс системы показателей формирования факторного пространства в условиях железорудных предприятий

В статье приведены результаты исследований по анализу потребления энергии отечественных горнорудных предприятий с подземными способами добычи железных руд. Приведена структура энергопотребления, установлено, что основным видом потребляемой энергии является электрическая. Показана связь объемов потребления электрической энергии предприятиями и себестоимости добываемого железорудного сырья. Обоснована необходимость управления процессом электропотребления. Предложена обоснованная для реализации методика управления процессом электропотребления железорудных производств, предполагающая пошаговую реализацию этого процесса.

электропотребление, железорудное производство, управление

Актуальність роботи. Залізорудна промисловість України є основним джерелом поповнення валютних запасів держави [1].

Конкурентоспроможність на світовому ринку залізорудної сировини (ЗРС), що видобувається на вітчизняних гірничорудних підприємствах, в значній мірі залежить від собівартості процесу її видобутку.

Нажаль, з ряду в т.ч. об'єктивних причин, цей показник на всіх без винятку вітчизняних залізорудних підприємствах має стійку тенденцію до щорічного зростання незалежно від способу видобутку – кар'єрний (відкритий) чи підземний (шахтний) [2].

Так, виробнича собівартість руди, що добувається, по ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» з 2005 по 2011 рік зросла більш ніж в 2,5 рази. Аналогічна або близька до цього ситуація і по інших залізорудних комбінатах [2].

На рис. 1 наведена діаграма зміни собівартості залізної руди, що видобувається на підприємствах України.

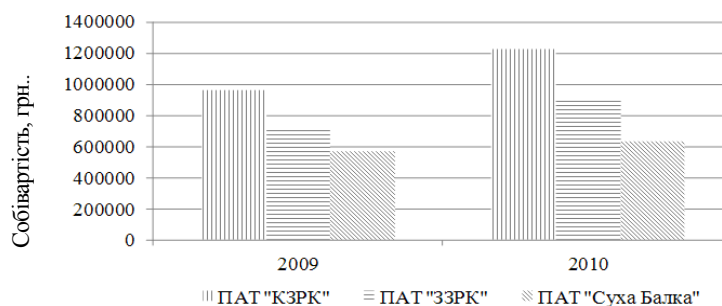


Рисунок 1 – Діаграма собівартості сирової руди, що добувається на підприємствах України з підземними способами видобутку залізородної сировини

Як бачимо, лише з 2009 по 2010 рік собівартість видобутку корисних копалин на вітчизняних залізородних підприємствах, зокрема по ПАТ «ЗЗРК», зросла на 24,3%, по ПАТ «КЗРК» – на 27,23%, по ПАТ «Суха Балка» – на 11,97%.

Значною мірою, поряд з іншими об'єктивними (хоча і не завжди об'єктивними) чинниками, «провина» в цій зростаючій прогресії – енерговитрати на 1 т руди, що добувається, і, що важливе – електроенерговитрати, оскільки вони, наприклад для підземних комбінатів, складають більше ніж 90% від всього об'єму енерговитрат [2]. Так за останні п'ять років доля електроенерговитрат при видобутку 1 т сирової руди підземним способом збільшилася на 18 %.

У 2011 році за спожиту електричну енергію ПАТ «КЗРК» сплатив 86,6%, за газ – 10,16% і за теплову енергію 3,3% від загальної плати за енергоносії. У 2012 році – 89%, 7% і 4% відповідно. Тобто, очевидно, що основною складовою оплати за енергоносії споживані залізородними шахтами є електрична енергія – близько 90% в грошовому еквіваленті від всієї суми оплати за енергоносії.

За спожиту в 2011 році електричну енергію ПАТ «КЗРК» сплатив в 8,5 разів більше, ніж за газ, і в 27,5 разів більше, ніж за теплову енергію. Аналогічна ситуація спостерігалася і в 2012 році – оплата за електроенергію склала в 13,1 разів більше, ніж за газ, і в 23,3 разу більше, ніж за теплову енергію.

При цьому доповнимо цю інформацію і тим, що об'єми споживання електричної енергії за проаналізовані роки практично залишилися без зміни, застигнувши на рівні 350 млн. кВт·годин, а ось об'єми споживання природного газу підприємствами ПАТ «КЗРК» починаючи з 2003 року постійно щорічно зменшуються [2].

Продовжуючи аналіз собівартості ЗРС відзначимо факт, що рівень собівартості видобутку залізняку на підприємствах з підземними способами видобутку корисних копалин (як втім і з кар'єрним способом) має прямий зв'язок з об'ємом вжитку електричної енергії, тобто з матеріальними витратами на її оплату. Так, найвища собівартість видобутку сирової руди по ПАТ «Криворізький залізородний комбінат» належить шахті «Батьківщина»; об'єми плати за електричну енергію тут також найвищі серед усіх шахт комбінату (рис. 2).

Незважаючи на те, що залізородні шахти і комбінати відносяться до підприємств з безперервним циклом роботи, все ж коливання рівнів споживання електричної енергії тут носять різкозмінний і непередбачуваний характер. Так, серед шахт одного і того ж комбінату для шахт з практично однаковими об'ємами видобутку корисних копалин діапазон коливань рівнів споживання електричної енергії досягає нерідко 3-х кратних значень. При цьому цікавий і той факт, що в різні дні одного і того ж місяця коливання рівнів споживання електричної енергії навіть по одній шахті можуть досягати більш ніж 2-х кратних значень.

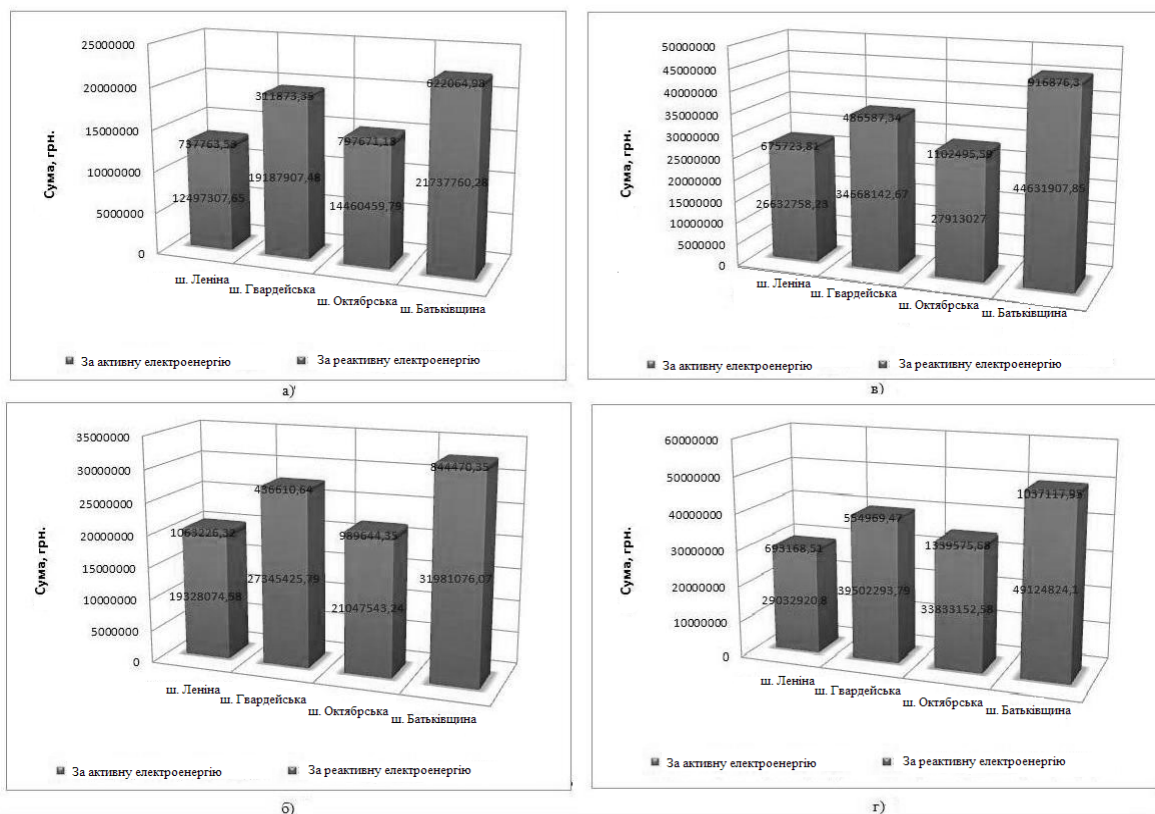


Рисунок 2 – Діаграма оплати за споживану електроенергію по шахтах ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат»: а) за 2009 рік; б) за 2010 рік; в) за 2011 рік; г) за 2012 рік.

Таким чином, навіть в апіорній площині очевидно, що багато в чому не стільки збільшення об'ємів споживання електричної енергії, а скільки очікувана і необхідна керованість цього процесу на залізорудних підприємствах є процесом дослідження і реальним – великим або маленьким потенціалом підвищення ефективності використання енергії шляхом її раціонального використання.

На жаль, цей процес на залізорудних підприємствах майже відсутній, як і відсутні дієві служби енергоменеджменту на цих підприємствах. Як правило, процес підвищення ефективності використання електричної енергії на залізорудних шахтах обмежується організаційними і малозначними заходами.

Крім того, об'єми споживання та норми питомого електроспоживання, що плануються самими підприємствами майже ніколи не співпадають в своїх значеннях з фактичними значеннями. Тому задача визначення чинників, що впливають на процеси споживання, нормування та контролю питомих витрат електричної енергії є однією з першочергових задач управління залізорудним підприємством в цілому.

Ефективне вирішення проблеми якісної роботи апарату керування вищезгаданими процесами залежить від обсягу отриманої та обробленої інформації про діяльність конкретного залізорудного комбінату. Водночас значна кількість вихідних даних збільшує розмірність задачі та створює труднощі проведення оперативних розрахунків та якісного прийняття рішень.

Мета роботи – встановлення базових принципів керування якістю прийняття рішень щодо процесу електроспоживання та розробка методології керування цим процесом.

Матеріал і результати досліджень. Базові принципи управління полягають у прийнятті рішень на основі фактів, що вирішується методом моделювання процесів за

допомогою інструментаріїв математичної статистики [6]:

- виявлення значимих інформативних факторів найбільше точно може бути здійснене при застосуванні системного підходу етапного одержання експертних оцінок [6 - 7];

- визначення форми проведення опитування (по анкетах, анонімно);

- формування експертної групи, з фахівців в галузі енергозбереження та електроспоживання на гірничодобувних комбінатах;

- 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-технологій, недосконала система ціноутворення на енергоносії та ін.).

Все різноманіття факторів, що впливають на ефективність системи нормування питомих витрат електроенергії розділимо на ряд характерних груп по основним для них ознакам: правові, організаційні, інформаційно-освітні, методологічні та економічні засади.

1. Правові засади, пов'язані з недостатнім забезпеченням нормативно-правової бази контролюючих державних органів в роботу підприємств, в т.ч. комбінатів, відсутністю обґрунтованих правових санкцій за порушення норм питомих витрат електроенергії, 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 поштовху процесів енергозбереження в країні.

2. Організаційні засади, в основному, пов'язані з відсутністю уніфікованої системи документообігу щодо ефективного використання електроенергії та низьким рівнем інформування щодо 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 та обладнанні.

3. 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 електроенергії інформаційним забезпеченням.

4. Економічні засади, пов'язані з нестабільною системою ціноутворення на енергоносії в країні та слабким матеріальним стимулюванням відповідних фахівців підприємства, відсутністю системи виявлення та використання резервів енергозбереження (аналіз, планування, моніторинг), створення внутрішньогосподарських фондів енергозбереження;

5. Методологічні засади, пов'язані з використанням спрощеної методики визначення норм питомих витрат електроенергії для гірничодобувних комбінатів, що може призвести до неточних результатів системи нормування. Існуюча система нормування питомих витрат електроенергії базується на застарілому – «радянському» підході. Розрахункові формули наводяться лише у загальному вигляді та не завжди використовуються у подальшому виконанні практичних розрахунків.

Експертиза проводилася по спеціально розробленій опитувальній анкеті, 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 проведенні 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 тільки загальноприйнятні для досліджуваного процесу;
- за можливістю 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 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 апіорного ранжирування, який потребує розміщення факторів у порядку зменшення ступеня їх впливу на результативний показник.

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

Таблиця 1 – Результати анкетування

| Експерти | Ранги факторів, включених в опитування | | | | |
|----------|--|-------|-------|-------|-------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | | X_n |
| | | | | | |

Цифри у стовпці «ранги» повинні відповідати місцю (номеру), відведеному експертом даному фактору (число «1» приписується найзначнішому за впливом фактору и т.д.). Якщо експерт вважає, 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 поставленої задачі. Порівняння здійснювалось трьома ступенями вагомості характеристик: більш впливова, менш впливова та рівно значимі, з

відповідною символікою та кількісним видом: “>” – 1,5; “<” – 1,5, “=” – 1. Пріоритет характеристики визначався за формулою:

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

де $\sum_{i=1}^{m-1} k_i$ – сума середньої кількісної оцінки порівняння фактів експертами;

n – кількість порівняльних характеристик.

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

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 методологічне забезпечення.

Таблиця 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 |

Останнім часом в літературі [6 – 7] висловлюється думка про те, що при визначенні інтегральних показників обґрунтування ефективності системи нормування питомих втрат енергетичних ресурсів, необхідно використовувати абсолютні показники діяльності підприємства: обсяг виробництва і реалізації продукції, витрати, прибуток, активи тощо. Але кількість абсолютних показників, так само як і відносних, дуже висока, тому, на наш погляд, при формуванні факторної системи можна керуватися наступними принципами:

- обмеженість числа показників у факторній моделі;
- багатофункціональність чинників повинна компенсувати їх невелике число;
- динамізм, який дозволить оцінити ситуацію в русі;
- запобігливість, оскільки показники повинні сигналізувати про виникнення критичних ситуацій;
- співставленість чинників.

При розробці інтегрального показника для управління енергопостачанням підприємств необхідно враховувати наступні умови:

1. 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 на недостатньому рівні, і багато хто складає лише необхідну звітність. Тому для використання пропонованого нами інтегрального показника для управління енергопостачанням підприємства необхідно розробити не тільки 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 його 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 останні можна виразити через них. Суть методу кореляційно-регресійного аналізу розглянута у багатьох фахівців [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 змінюються в деяких межах. Математична формула, яка виражає реальні зв'язки між аналізованими чинниками, в спрощеному вигляді може бути представлена формулою (2):

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2)$$

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 по модулю міняється в межах від 0 до 1; чим ближче до 1, тим тісніше зв'язок. При прямолинійній формі зв'язку коефіцієнт парної кореляції розраховується за формулою (3):

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (3)$$

де r_{xy} – коефіцієнт кореляції між двома випадковими змінними;

x , y – незалежний чинник і результуюча змінна відповідно, які є випадковими величинами;

\bar{x} , \bar{y} – середні значення незалежного чинника і результуючої змінної відповідно.

В деяких випадках для визначення тісноти зв'язку між досліджуваними параметрами розраховують коефіцієнт детермінації (R^2), який є квадратом коефіцієнта кореляції. Застосовуючи коефіцієнт детермінації, дослідник має справу тільки з двома результатами дослідження: є залежність – коефіцієнт детермінації вище 0,5, немає залежності – коефіцієнт детермінації менше 0,5. Крім того, значення коефіцієнта детермінації безпосередньо указує на ступінь впливу незалежного чинника на результативний показник.

Проте багатфакторна система вимагає вже не одного, а безліч 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 таким чином (4):

$$Y(X) = a + b(X), \quad (4)$$

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 середньому змінюється результативна ознака Y із 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 прямолінійний, 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 по заданому прогнозному значенню обсягу реалізації.

При рішенні поставленої задачі початкову інформацію розглядають як багатофакторну модель залежності енергопостачання підприємства від декількох чинників. В цьому випадку задачу вирішують за допомогою багатовимірної регресійного аналізу [7-8]. Тоді модель, що описує цю залежність, виглядає таким чином (5):

$$\bar{y} = X \cdot \bar{a} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n, \quad (5)$$

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 (вони називаються критеріями згоди, наприклад, критерій Ст'юдента, критерій Фішера тощо).

Наприклад, критерій Ст'юдента, служить для перевірки приналежності двох середніх значень з нормально розподілених вибірок (експериментальною і теоретичною) одній генеральною середньою за умови, якщо дисперсії цих вибірок рівні (або хоч би близькі), хоча і невідомі. Для перевірки гіпотези розраховується критерій Ст'юдента за формулою (6):

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{(n_x - 1)s_x^2 + (n_y - 1)s_y^2}} \sqrt{\frac{n_x n_y (n_x + n_y - 2)}{n_x - n_y}} \quad (6)$$

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 -критерію ($t_{табл}$). В тому разі, якщо розраховане значення t -критерію 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 по нормальному закону. Інші критерії перевірки моделі на адекватність засновані на тому ж принципі, що і критерій Ст'юдента.

При адаптації приведеного методу до дослідження енергопостачання підприємства необхідно відзначити, що завданням проведення кореляційно-регресійного аналізу є формування факторної моделі, на підставі якої ми 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, оцінка 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 впливові чинники.

3 крок. Розрахунок інтегрального показника для управління енергопостачанням підприємства. Інтегральний показник управління енергопостачанням підприємства – число, що дозволяє 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 наступну послідовність операцій:

1. 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. Зміна параметрів з часом характеризує траєкторію руху системи в даному п'ятимірному просторі, тобто траєкторію зміни управління енергопостачанням підприємства.

2. 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 енергопостачання 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 енергопостачання підприємства.

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

Динамічна характеристика ефективного управління енергопостачання підприємства за рахунок всіх чинників визначається за допомогою єдиного рівняння, утворюючого вектор стану системи W (7):

$$W_i = \sum_i (a_{ij})^2. \quad (7)$$

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

Знаходження похідної по рівнянню полінома визначає динамічний рівень ефективного управління енергопостачання підприємства по вибраних чинниках:

$$Div(t) = \sum_{n=1}^k W_n n t^{n-1}. \quad (8)$$

Траєкторія зміни вибраних показників розходиться, що говорить про ефективне управління енергопостачанням підприємства. Оскільки розрахунок інтегрального показника ґрунтується на поліномі, то за допомогою його можна зробити прогноз зміни рівня ефективного управління енергопостачанням підприємства на наступний період.

ВИСНОВКИ. Отриманий інтегральний показник дозволяє ефективно управляти процесом енергоспоживання залізрудного підприємства, визначати його рівень, стадію життєвого циклу і складати прогноз на наступний – планує мий період. При цьому перевагою пропонує мого є відсутність строго нормативного значення. При вирішенні практичних задач конкретне число рівня стійкості системи не є значимим, а цікава загальна динаміка. При цьому нормальний рівень стійкості для кожного підприємства свій і пристосований до умов його функціонування.

Можливості отриманого інтегрального показника не обмежуються моніторингом

зміни структури та обсягів енергоспоживання залізорудного підприємства, а і визначенням його рівня ефективності на певний момент часу, визначенням стадії розвитку і складанням прогнозу на наступний період. За допомогою його також можливо ефективно планувати діяльність підприємства, а змінюючи показники факторної системи, заздалегідь оцінювати, як це вплине на діяльність підприємства в цілому.

Список літератури

1. Бабец Е.К., Штанько Л.А., Салганик В.А. и др. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2009 – 2010 гг. Анализ мировой конъюнктуры рынка ЖРС 2004 – 2011 гг. – Кривой Рог: Видавничий дім, 2011 – 329 с.
2. Азарян А.А., Вілкул Ю.Г., Капленко Ю.П., Караманиц Ф.І., Колосов В.О., Моркун В.С., Пілов П.І., Сидоренко В.Д., Темченко А.Г., Федоренко П.Й. Комплекс ресурсо- і енергозберігаючих геотехнологій видобутку та переробки мінеральної сировини, технічних засобів їх моніторингу із системою управління і оптимізації гірничорудних виробництв – Кривий Ріг: Мінерал, 2006. – 219с.
3. Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року. – К.: Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. – 275 с.
4. Шидловський А.К., Віхорев Ю.О., Гінайло В.О. та ін. Енергетичні ресурси та потоки. / Під ред. А.К. Шидловського. – К.: УЕЗ, 2003. – 472 с.
5. Самойлович И.С., Синчук О.Н., Панасенко Н.В., Ксендзов В.В. Электроэнергетика карьеров с циклично-поточной технологией. / Под. ред. О.Н. Синчука. К.: АДЕФ – Украина, 2000. – 209 с.
6. Гаек Я., Шидак З. Теория ранговых критериев. – М.: Наука, 1971. – 375 с.
7. Уилкс С. Математическая статистика. – М.: Наука, 1967. – 375 с.
8. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрии. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.

Oleg Sinchuk, Igor Sinchuk, A. Yalovaya, M. Baulina

State institution of higher education «Kryvyi Rih National University»

Consumption of electric energy and influence on this process of system of indexes of forming of factor space in the conditions of iron-ore enterprises

Results of researches on the analysis of consuming of energy of the domestic mining enterprises are given in article with underground methods of production of iron ores.

The power consuming structure is given, is set that a main type of consumed energy is electrical. Communication of volumes of consuming of electrical energy by the enterprises and prime costs of got iron ore raw materials is shown. Need of process control of a power consumption is justified.

The technique of process control of a power consumption of the iron ore productions justified for implementation, assuming step by step implementation of this process is offered.

power consumption, iron ore production, control

Одержано 24.04.14