

СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ВПЛИВ НА ЦЕЙ ПРОЦЕС СИСТЕМИ ЧИННИКІВ ФОРМУВАННЯ ФАКТОРНОГО ПРОСТОРУ В УМОВАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

О.М. Сінчук, І.О. Сінчук, Т.М. Берідзе, О.М. Ялова, Державний ВНЗ «Криворізький національний університет», Україна

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

Актуальність теми досліджень. Конкурентоспроможність на світовому ринку видобуваної на вітчизняних гірничорудних підприємствах залізорудної сировини (ЗРС) 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 добувається на підприємствах України. Як бачимо, лише з 2009 по 2010 рік собівартість видобутку корисних копалин на вітчизняних залізорудних підприємствах, зокрема по ЗЗРК зросла на 24,3%, по КЗРК – на 27,23%, по ПАТ «Суша Балка» - на 11,97%.

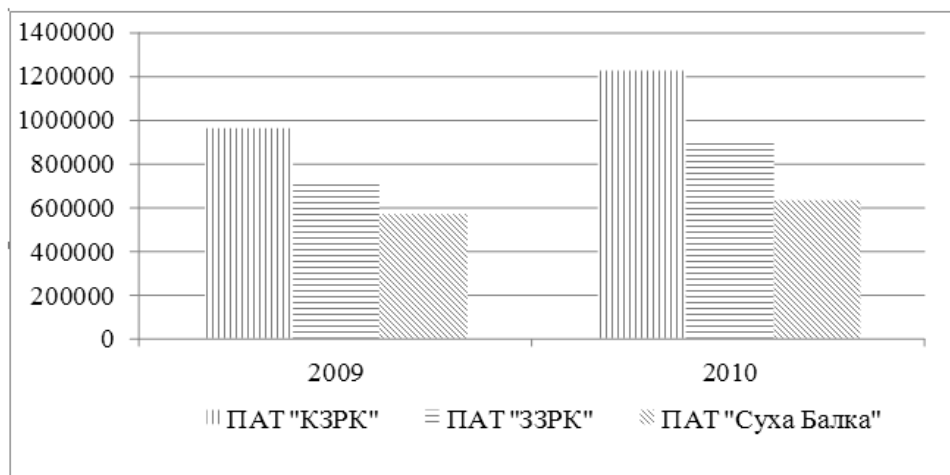


Рисунок 1 – Діаграма собівартості сирової руди, що добувається на підприємствах України з підземними способами видобутку залізорудної сировини

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 90% від всього об'єму енерговитрат [2]. Так за останні п'ять років доля електроенерговитрат при видобутку 1 тонни сирової руди підземним способом збільшилася на 18 %.

У 2011 році 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 році відповідно – 89%, 7% і 4%. Тобто очевидно, що основною складовою в оплаті за енергоносії споживані залізорудними шахтами є електрична енергія – близько 90% в грошовому еквіваленті від всієї суми оплати за енергоносії.

За спожиту в 2011 році електричну енергію 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 – в 13,1 разу більше, ніж за газ і в 23,3 разу – чим 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 вжитку природного газу підприємствами КЗРК починаючи з 2003 року постійно щорічно зменшуються [2].

Продовжуючи далі 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 залізорудний комбінат» належить шахті «Батьківщина» - і об'єми плати за електричну енергію тут найвищі зі всіх шахт комбінату (рис. 2).

Незважаючи на те, що залізорудні шахти і комбінати відносяться до підприємств з безперервним циклом роботи, все ж коливання рівнів споживання електричної енергії тут носять різкозмінний і непередбачуваний характер. Так, по шахтах одного і того ж комбінату рівні споживання електричної енергії шахт з практично однаковими об'ємами здобичі корисних копалин діапазон коливань досягає нерідко 3-хкратних 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.

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.

Більше того, об'єми споживання норми питомого електроспоживання, що плануються самими ж таки підприємствами, та фактичні майже ніколи не співпадають в своїх значеннях. Тому, задача визначення чинників, що впливають на процес споживання електричної енергії, нормування та контроль її питомих витрат є однією з першочергових задач управління залізорудним підприємством в цілому.

Ефективне вирішення проблеми щодо якісної роботи апарату керування вище приведеними 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.

Один із базових принципів управління якістю прийняття рішень, щодо процесу електроспоживання та розробки методології керування цим процесом полягає у прийнятті рішень на основі фактів, що вирішується методом моделювання процесів інструментаріями математичної статистики [6].

Постановка задач. Виявлення значимих інформативних факторів найбільше точно може бути встановлено при системному підході етапного одержання експертних оцінок [6 - 7]:

- визначення форми проведення опитування (по анкетах, анонімно);
- формування експертної групи, у яку входять фахівці у галузі енергозбереження та електроспоживання на гірничодобувних комбінатах. Оскільки результативність їхнього 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.

Матеріали досліджень. 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 ЕЕ розділимо на ряд характерних груп по основним для них факторам: 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 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 поштовху процесів енергозбереження в країні.

2. Організаційні засади, в основному, пов'язані з відсутністю уніфікованої системи документообігу щодо ефективного використання ЕЕ 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 ЕЕ інформаційним забезпеченням.

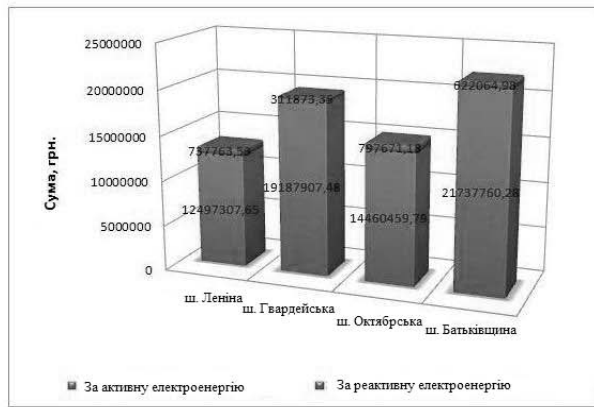
4. Економічні засади, пов'язані з нестабільною системою ціноутворення на енергоносії в країні та слабким матеріальним стимулюванням відповідних фахівців підприємства, відсутністю системи виявлення та використання резервів енергозбереження (аналіз, планування, моніторинг), створення внутрішньогосподарських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

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

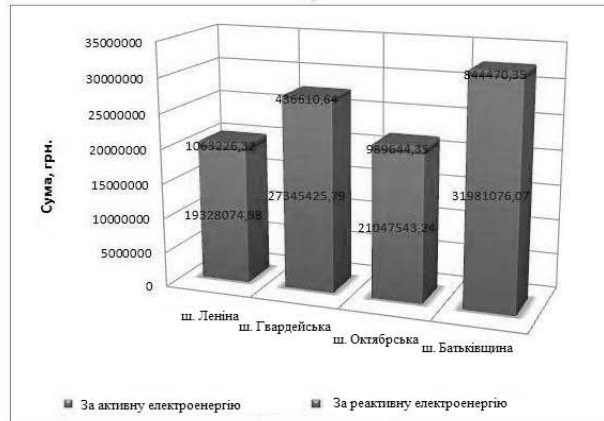
Експертиза проводилася по спеціально розробленій опитувальній анкеті, у яку на підставі теоретичного аналізу включені 20 інформативних факторів. До експертної групи були залучені фахівці в галузі енергетики Міністерств та відомств, науково-дослідних інститутів.

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:

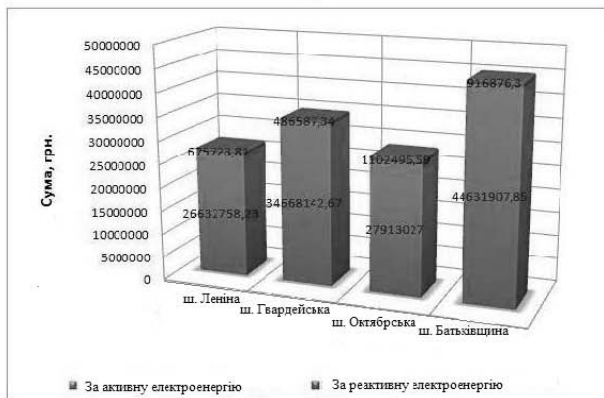
- включати в опитування всі або хоча б основні фактори, що впливають на досліджувану результативну ознаку;
- вживати назви факторів тільки загальноприйняті для досліджуваного процесу;
- за можливістю вказувати для факторів інтервали;
- анкети складати невеликими за розміром, лаконічними та такими, що 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 собі досліджуваний процес;
- до опитування залучати фахівців різних споріднених спеціальностей;



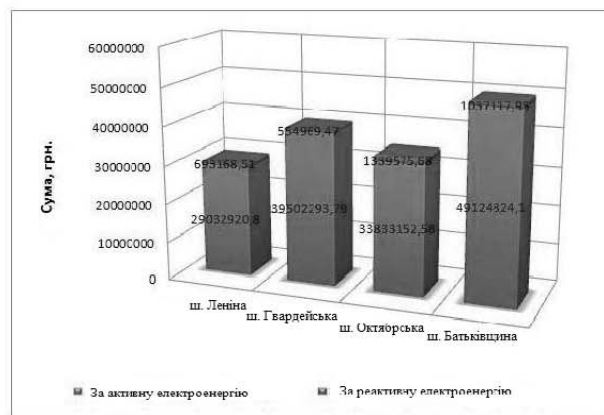
а)



б)



в)



г)

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.

— 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.

Таблиця 1

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

Цифри у стовпці «ранги» повинні відповідати місцю (номеру), відведеному вами даному фактору (число «1» приписується найзначнішому за впливом фактору и 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 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:

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 |

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.

Останнім часом в 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 при формуванні факторної системи можна керуватися, на наш погляд, 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;
- порівнянність 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 недостатньо і багато хто складає тільки 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 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

5. 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] 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 представлена формулою (2):

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

де y - результуюча 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 прямолінійній 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, які є випадковими величинами; x, y - середні значення незалежного чинника і результуючої змінної.

В деяких випадках для визначення тісноти зв'язку між досліджуваними параметрами розраховують коефіцієнт детермінації (R^2), який є квадратом коефіцієнта кореляції. Застосовують

чи 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 багатофакторна 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 прогнозованому 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):

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

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):

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

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 - 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 по нормальному закону. Інші критерії перевірки моделі на адекватність засновані на тому ж принципі, що і критерій Ст'юдента.

При адаптації приведенного 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.

Пропонуємо здійснювати управління енергопостачанням 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 етап. 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 -ом стані, y -ий 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 енергопостачання підприємства діяльності підприємства. Оскільки розрахунок інтегрального показника ґрунтується на поліномі, то за допомогою його можна зробити прогноз зміни рівня ефективного управління енергопостачання підприємства на наступний період.

Висновки. Отриманий інтегральний показник дозволяє ефективно управляти процесом енергопостачання підприємства, визначати його рівень, стадію життєвого циклу і складати прогноз на наступний період. При цьому його перевагою 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 енергопостачання залізорудного підприємства; визначенням його рівня ефективності на певний момент часу; визначенням стадії розвитку і складання прогнозу на наступний період. За допомогою його також можна ефективно планувати діяльність підприємства. Змінюючи показники факторної системи, заздалегідь можна оцінити, як це вплине на ефекти.

Список літератури

1. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2009 – 2010 гг. Анализ мировой конъюнктуры рынка ЖРС 2004 – 2011 гг. / Е.К. Бабец, Л.А. Штанько, В.А. Салганик и др. – Кривой Рог: Видавничий дім, 2011 – 329 с.
2. Комплекс ресурсо- і енергозберігаючих геотехнологій видобутку та переробки мінеральної сировини, технічних засобів їх моніторингу із системою управління і оптимізації гірничорудних виробництв / А.А.Азарян, Ю.Г. Вілкул, Ю.П. Капленко, Ф.І. Караманиц, В.О. Колосов, В.С. Моркун, П.І. Пілов, В.Д. Сидоренко, А.Г. Темченко, П.Й. Федоренко – Кривий Ріг: Мінерал, 2006. – 219 с.
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. –472с.
5. Самойлович И.С., Панасенко Н.В., Ксендзов В.В. Электро-энергетика карьеров с циклично -поточной технологией. Учебник, АДЕФ – Украина, 2000, 209с.
6. Гаек Я., Шидак З. Теория ранговых критериев. – М.: Наука, 1971. – 375 с.
7. Уилкс С. Математическая статистика. – М.: Наука, 1967. –
8. С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. Прикладная статистика и основы эконометрии. – М.:ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.