

УДК 622.34:669.1 353.01:658.562

**Є.К. Бабец**, к.т.н., с.н.с., професор, член-кореспондент АГНУ, директор,

**С.Я.Гребенюк**, науковий співробітник,

Науково-дослідний гірничорудний інститут ДВНЗ «КНУ»

**І.Є.Мельнікова**, канд.екон.наук, доцент, факультет економіки та управління  
бізнесом Криворізького національного університету

**Л.П.Рибалко**, канд.екон.наук, доцент, інститут економіки Криворізького  
національного інституту

## **УДОСКОНАЛЕННЯ РИНКОВОГО МЕХАНІЗМУ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА ЗАЛІЗОРУДНУ ПРОДУКЦІЮ**

*Розглянуті доплати/знижки до базової ціни введеного поняття “базової руди” commodity, що ґрунтуються на експериментальних даних впливу хімічного складу залізорудної сировини (ЗРП) у складі доменної шихти на економічну ефективність металургійної плавки, що в кінцевому рахунку впливає на ціну реалізації ЗРП. Запропонована формула розрахунку інтегрального показника еквівалентності, яка в умовах параметричної нестационарності ЗРП дозволяє здійснювати конвертацію ЗРП і-го виду j-го виробника до commodity на основі індексації через умовно-постійні часткові величини (індекси) доплат/знижок за відхиленням параметрів від базової (нормативної) якості і-го виду ЗРП.*

*Ключові слова:* ринковий механізм, базова ціна, параметрична ідентифікація, індекси, доплати знижки

*Рассмотрены доплаты/скидки к базовой цене введенного понятия “базовой руды” commodity, которые основываются на экспериментальных данных влияния химического состава железорудного сырья (ЖРС) в составе доменной шихты на экономическую эффективность металлургической плавки, что в конечном счете влияет на цену реализации ЖРС. Предложенная формула расчета интегрального показателя эквивалентности, которая в условиях параметрической нестационарности ЖРС позволяет осуществлять конвертацию ЖРС i-го вида j-го производителя к commodity на основе индексации через условно постоянные частичные величины (индексы) доплат/скидок по отклонениям параметров от базового (нормативной) качества i-го вида ЖРС.*

*Ключевые слова:* рыночный механизм, базовая цена, параметрическая идентификация, индексы, доплаты скидки

*The additional charges/of discount are considered to the base price of the entered concept "Base ore" commodity, that are base on experimental data of influence of chemical composition of iron-ore raw material in composition a domain charge on economic efficiency of the metallurgical melting, that in final analysis influences on the cost of realization of iron-ore raw material. Offered formula of calculation of integral index of equivalence that in the conditions of self-reactance unstationarity of iron-ore raw material allows to carry out converting of iron-ore raw material of i-go type of j-go producer to commodity on the basis of indexation through the conditionally permanent partial sizes*

*(indexes) of additional charges/of discounts on deviations of parameters from base (normative) quality of i-20 type of iron-ore raw material.*

*Keywords: market mechanism, base price, parametric identification, indexes, copayment discounts*

**Вивчення досвіду.** У сучасній міжнародній бізнес-практиці найбільш часто використовуваним є здійснення ціноутворення на залізорудну продукцію (ЗРП) на основі оцінки її металургійної цінності (МЦ) за методом доплат/знижок (Value-In-Use premiums) до ціни за вмістом основного (корисного) компоненту – заліза (Fe) та домішок (шкідливих і корисних) у хімічному складі товарної залізорудної сировини. Доведенням обґрунтованості даного твердження слугує значна база опублікованих наукових робіт у даному напрямі, а також сучасна абсолютна поширеність у практиці ціноутворення [1-12].

На основі даного підходу в оптових цінах на ЗРП, що поставляється металургійним комбінатам, передбачаються розрахункові норми якості як за хімічним, так і за гранулометричним складом. При відхиленні вмісту заліза в рудах, концентратах, агломератах і окатишах від встановленого значення застосовуються знижки або надбавки до оптової ціни за кожен відсоток заліза. При відхиленні вмісту вологи в рудах і концентратах - в розмірі 1,5% оптової ціни за кожен відсоток вологи. При відхиленні вмісту марганцю в залізорудному концентраті за погодженням сторін встановлюються знижки (надбавки) за кожні 0,1% марганцю [5-7].

Для кожного сорту і класу ЗРП встановлюються якісні показники, які фіксуються в договорах на поставку ЗРП. У разі порушення або відхилення постачальниками від необхідних умов (параметрів) якості ЗРП до оптових цін застосовуються доплати і знижки (звані також надбавки та штрафи).

**Постановка задачі дослідження.** У міжнародній практиці оптової торгівлі ЗРП вже довгий час користуються системою приплатити і знижок (штрафів) до оптової ціни ЗРП на основі її хімічного складу. Дані доплати і знижки виражені у грошовому вимірі, що відображають конкретні відповідні величини зниження базової ціни за перевищення нормативних значень параметрів складу базової ЗРП, установлених у специфікації до контракту, сертифікати або стандарті якості, що визначаються за потребами споживача. Вимоги до хімічного складу встановлюються виходячи із специфіки технологічного процесу металургійної плавки і виходить з можливості і економічної ефективності переробки конкретного виду ЗРП виходячи з технологічних особливостей його переділу на металургійному заводі споживача. Можливість відповідати даним вимогам якості ЗРП (“базової

руди” для споживача) або приводити руду до “базового ЗРП” на основі використання системи доплат/знижок і зумовлює в кінцевому рахунку можливість укладення договору купівлі-продажу в умовах сучасного перехідного (з переважаючими рисами ринку покупця) ринку ЗРП [10-12].

**Викладення основних результатів дослідження.** Розглянуті нижче доплати/знижки до базової ціни “базової руди” ґрунтуються на експериментальних дослідженнях сотень металургійних плавок, проведених спеціалізованими організаціями, в процесі яких здійснювався практичний вимір впливу хімічного складу залізородної сировини у складі шихти (доменної) на економічну ефективність металургійної плавки. Вимірюваний ефект пояснюється (досягається) змінами витрат коксу та ін., а також впливу якісного складу ЗРП на якість отриманої в результаті його плавки металопродукції, що в кінцевому рахунку впливає на ціну її реалізації.

За бенчмаркінговий приклад взято бізнес-практику здійснення торгівельно-посередницької діяльності (трейдингу) ЗРП компанії Trafigura [8], середній річний обсяг морської торгівлі якої становить більше 250 млн.т ЗРС. що становить близько 20% обсягів міжнародних морських поставок даної продукції, які складають майже 1,3 млрд.т/рік та 25% від середньорічного обсягу споживання найбільшим імпортером на даному ринку Китаєм, що складає більше 1 млрд. т/рік.

Trafigura міжнародна компанія (*international commodity trading company*), що здійснює торгівлю (здебільшого оптову) commodity – сировинною продукцією (*raw materials/merchant*), яку стандартизує у процесі збуту (табл.1).

У відповідь на активізацію торгівлі та збільшення попиту на послуги з менеджменту цінних ризиків і наслідків флуктуацій цін компанія Trafigura серйозно зайнялася своповими угодами та хеджуванням на фоні свого бізнесу, що розширюється в сфері поставок залізвмісної сировини .

Значний досвід використання та практичної ефективності застосовуваних Trafigura методик на ринку ЗРП дозволяють врахувати споживчу (металургійну) цінність ЗРП у процесі ціноутворення [5-7].

На основі вивчення міжнародних контрактів купівлі-продажу ЗРП [9] пропонується ввести взятую систему розрахунку конкурентоспроможної ціни за показниками якості. Така система дозволяє комплексно оцінити якість ЗРП з точки зору як корисного компонента, корисних і шкідливих домішок і інших показників якості за видами ЗРП, відповідно.

Таблиця 1

Ключові характеристики компанії Trafigura як суб'єкту ринку ЗРС для операційного бечмаркінгу бізнес-процесів ціноутворення

<b>1. Загальна інформація:</b>		
Назва компанії		Trafigura Beheer BV Pte Ltd (Trafigura)
Адреса розміщення штаб-квартири (Headquarters)		Люцерн, Швейцарія (Головний офіс) Амстердам, Нідерланди (Юр. адреса)
Штат		8773 чол.
Торгова (збутова) мережа		81 офіс у 56 країнах на 6 континентах
Вид основної діяльності (галузь)		Торгівля сировинними товарами (raw materials/merchant) commodity: спеціалізація на нафті (oil), корисних копалинах і металах (metals)
Досвід торгівлі на ринках commodities		з 1993 року (28 рік з дати заснування)
- активної торгівлі commodities ЗРС		з 2009 року (8 років з початку торгівлі)
<b>2. Масштаб діяльності:</b>		
Номенклатура поставок залізвмісної сировини		Весь спектр ЗРП і її сортів, здебільшо- го видів: кускова і мілка руда, концентрат (BF/DRI), окатиші, брикетована (HBI).
Середні обсяги реалізації ЗРП (торгових операцій)		морської торгівлі > 250 млн.т/рік
<b>3. Конкурентоспроможність:</b>		
Рейтингове місце (за Reuters) серед найбільших у світі компаній трейдерів commodities		III (третє після Vitol, Glencore International AG)
- за обсягами торгівлі commodities ЗРС		I (перше – найбільший трейдер ЗРС)
Частка ринку у обсягах морської торгівлі ЗРС		близько 20% (від 1 млрд.т)
- відносно обсягів споживання ЗРС Китаєм		близько 25% (від 1,3 млрд.т)
<b>4. Економічна ефективність:</b>		
Річний оборот групи на 2013 р.		133 млрд. USD
(Global Group Turnover) Сер. 2009-2013 рр.		100,3 млрд. USD
Середньорічний темп росту (TP) доходу 2009-2013 рр.		11,98 млрд. USD / рік (+19,03%)
Чистий прибуток (Net income)	на 2013 р.	2,2 млрд.USD
	Сер. 2009-2013 рр.	1,2775 млрд. USD
	Сер. TP 2009-2013 рр.	0,47 млрд. USD / рік (+49,61%)

Вихідний вираз для розрахунку ціни ЗРП пропонується записати наступним чином:

$$U_{ijk}^{comm.t} = U_{i\bar{o}}^{comm.t} \cdot k_{ij}^{comm.t}, \quad (1)$$

де  $U_{ijk}^{comm}$  – ціна  $i$ -го виду commodity ЗРП в момент часу  $t$   $j$ -ого виробника для  $k$ -ого споживача (за суху метрична тонну, dmt), USD/dmt;

$U_{i\bar{o}}^{comm}$  – базова ціна  $i$ -го виду ЗРП відповідно до The Steel Index, USD/dmt;

$k_{ij}^{comm}$  – інтегральний показник еквівалентності для зведення  $i$ -го виду ЗРП  $j$ -ого виробника до commodity на основі доплат і знижок за відхиленнями параметрів від базової (нормативної) якості  $i$ -го виду ЗРП.

Для забезпечення стійкості моделі до періодично (циклічно) змінних зовнішніх галузевих умов (виробництва і споживання) функціонування ринку ЗРП автори пропонують наступний вираз розрахунку універсальних доплат/знижок до ціни ЗРП :

$$\bar{m}_{h,ijk t}^{DW} (\%) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{m_{hijk t}^{DW}}{U_{ijk t}^{DW}}, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість учасників у аналізованій вибірці (генеральній сукупності), шт.;

$l$  – основна технологія металургійного переділу, визначена домінуючою на аналізованому проміжку часу;

$i$  – вид ЗРП;  $j$  – певний (конкретний) виробник;

$k$  – певний (конкретний) металургійний завод споживач;

$\bar{m}_{h,ijk}^{DW} (\%)$  – фактичні середні значення індексованих (часкові, пропорційні)

величин зміни відповідних цін ЗРП (доплати/знижки) при аналогічному відхиленні значень визначених параметрів якості  $i$ -го виду ЗРП розподілені за відповідними  $h$ -ми показниками актуальними для оцінюваної (домінуючої) технології  $l$  від базових (вказаних у специфікації), %;

$m_{hijk}^{DW}$  – доплати/знижки у грошовому вимірі за відповідними величинами відхилень значень  $h$ -их параметрів якості ЗРП  $i$ -го виду, дол. США/%.

Доплати/знижки отримані шляхом розрахунку за виразом (1) будуть

умовно-постійними на певному часовому проміжку протікання циклу, відповідно до домінуючої технології металургійного переділу.

Авторами пропонується формула розрахунку інтегрального показника еквівалентності (3), яка в умовах параметричної нестационарності ЗРП дозволяє здійснювати конвертацію (converting iron ore products) ЗРП  $i$ -го виду  $j$ -го виробника до commodity на основі індексації через умовно-постійні часткові (відносні, пропорційні до ціни) величини (індекси) доплат/знижок за відхиленням параметрів від базової (нормативної) якості  $i$ -го виду ЗРП:

$$k_{ij}^{comm} = 1 + \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{(x_{\phi}^y - x_{\phi j}^y) \cdot \lambda^y}{\Delta_x^y} \right) \right] / 100 = 1 + \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta x^y \cdot \lambda^y}{\Delta_x^y} \right) \right] / 100, \quad (3)$$

де  $n$  – кількість показників оцінки якості  $i$ -го виду ЗРП;

$x_{\phi}^y$  – базове значення (вказане у специфікації)  $y$ -характеристики якості  $i$ -го виду ЗРП, ум.од.вим. (% , частки од., кг/обк);

$x_{\phi j}^y$  – фактичне значення  $y$ -характеристики якості  $i$ -го виду ЗРП  $j$ -го виробника, ум.од.вим. (% , частки од., кг/обк);

$\lambda^y$  – частковий коефіцієнт корегування базової ціни ( $\Pi_{io}^{comm.t}$ ) на розмір доплати/знижки за відхиленням на відповідну величину  $\Delta_{xy}$  (за специфікацією) від базового значення ( $x_{\phi}^y$ ) за  $y$ -характеристикою  $i$ -го виду ЗРП  $j$ -го виробника, %/USD;

$\Delta_x^y$  – розмір відхилення ( $\pm\Delta$ ) параметру якості від базового (норми за специфікацією) вмісту компоненту у складі  $i$ -го виду ЗРП, ум.од.вим.(%, частки од., кг/обк).

Коефіцієнти значимості  $\lambda^y$  та  $\Delta_{xy}$  (3) мають технолого-економічний сенс, характеризуючи ступінь зміни витрат з урахуванням цінності ЗРС для її переробки до одержання продукції регламентованої якості (табл.2).

Відповідно до отриманої величини даного показника, пропонується наступна класифікація (градація) рівнів конкурентоспроможності ЗРП всіх видів за рівнем їх якості, розрахованому на основі інтегрального показника еквівалентності для конвертації  $i$ -го виду будь-якого ЗРП  $j$ -ого виробника до commodity на основі коефіцієнтів доплат/знижок за відхилення параметрів

від базової (нормативної) якості  $i$ -го виду ЗРП (commodity) (табл.3).

Таблиця 2

Економічний зміст розроблених показників і критеріїв

Показник / критерій	Економічний зміст показника
$k_{ij}^{comm}$	Порівняльна (відносна) якість/конкурентоспроможність, як корисність до еталонну (базової якості ЗРП відповідного виду найбільшого її експортеру у світі) у рамках (відхилень) регламентованих чинними світовими стандартами якості, що визначають обмеження за параметрами якості ЗРП, відповідно за її видовою приналежністю (аглогуда, концентрат, окатиші).
$\Pi_{ijk}^{comm.t}$	Ціна ЗРС (commodity) будь-якого виробника при однаковій цінності ЗРС для споживача ( $k_{ij}^{comm} = 1$ ), тобто незмінних витратах на переробку.

Таблиця 3

Інтерпретація рівня конкурентоспроможності ЗРП за градацією значень показника  $k_{ij}^{comm}$ , як критерію commodity

№	Діапазон значень показника	Рівень конкурентоспроможності
1	$0,00 < k_{ij}^{comm} \leq 0,25$	Критично низький
2	$0,25 < k_{ij}^{comm} \leq 0,50$	Низький
3	$0,50 < k_{ij}^{comm} \leq 0,85$	Середній
4	$0,85 < k_{ij}^{comm} \leq 1,00$	Високий
5	$1,00 < k_{ij}^{comm}$	Надвисокий

Розподіл за визначеною (запропонованою) головною критеріальною ознакою якості ЗРП ( $k_{ij}^{comm}$ ) дозволить досягти ефекту диференціації.

Отриманий на основі застосування запропонованого підходу емпіричний вираз ціни для конвертації до базової ЗРП (commodity) неоднорідних за хімічними та фізичними властивостями видів ЗРП різних виробників буде мати наступний вигляд:

$$C_{ijk}^{comm.t} = C_{i\bar{o}}^{comm.t} \cdot \left\{ 1 + \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta x^y \cdot \lambda^y}{\Delta_x^y} \right) \right] / 100 \right\}, \quad (4)$$

що еквівалентно іншій формі виразу конвертації видів до commodity ЗРП:

$$C_{ijk}^{comm} = C_{ibk}^{comm} + \left\{ C_{ibk}^{comm} \cdot \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{(x_{\bar{o}}^y - x_{ij}^y) \cdot \lambda^y}{\Delta_x^y} \right) \right] \right\} / 100 = C_{i\bar{o}}^{comm} + \left\{ C_{i\bar{o}}^{comm} \cdot \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta x^y \cdot \lambda^y}{\Delta_x^y} \right) \right] \right\} / 100. \quad (5)$$

Обидві запропоновані авторами методики зведення різних видів ЗРП до «базис» дозволяють вирішити одне з ключових завдань роботи – конвертації параметрично-нестационарних видів ЗРП до commodity. Отже,

$$C_{ijk}^{comm.t} = \begin{cases} C_{i\bar{o}}^{comm.t} \cdot \left\{ 1 + \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta x^y \cdot \lambda^y}{\Delta_x^y} \right) \right] / 100 \right\} \\ C_{i\bar{o}}^{comm} + \left\{ C_{i\bar{o}}^{comm} \cdot \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta x^y \cdot \lambda^y}{\Delta_x^y} \right) \right] \right\} / 100 \end{cases}. \quad (6)$$

Коефіцієнти при змінних параметрах хімічного складу, що враховуються у рівняннях ціни, являються одночасно коефіцієнтами пропорційності: вони показують, на яку величину зміниться МЦ (чи витрати у металургійному переділі у перерахунку на 1 т ЗРП) при відхиленні кожного параметру наведену у специфікації величину.

Як приклад розглянемо договірну практику між Trafigura та залізорудними компаніями у 2009 році. У таблиці (4) наведено приклад розрахунку приплат/знижок з використанням методики Trafigura [8] на основі застосування системи приплат/знижок до оптової ціни умовної руди (базової) в доларах США (стовб. 3) за відсоткову величину перевищення нормативної кількості компонента (стовб. 5) в хімічному складі ЗРП. За базу (у прикладі розрахунку 2009 року) взято концентрат залізорудний з вмістом заліза 66% за



ціною EXW рівній 63 USD за 1 т. у вологій вазі, при якій вартість 1% заліза в тонні ЗРС дорівнює 0,96 USD.

У сухій вазі ціна EXW (при даній базі) дорівнює 70,79 USD, тобто вартість 1% заліза складає 1,07 USD.

Таблиця 4

Схема розрахунку ціни ЗРП за показниками якості на основі відхилення від специфікації

<b>База:</b> 66% Fe , $C_{EXW} = 63 \text{ USD/wmt}^{1)}$ , Ціна 1% Fe = 0,96 USD/wmt $^{3)}$ ; $C_{EXW} = 70,79 \text{ USD/dmt}^{1)}$ , Ціна 1% Fe = 1,08 USD/dmt $^{3)}$ .				
Назва хімічного компонента	Нормативне значення, %	Розрахунковий розмір доплати/знижки (штрафу) (+,-), до ціни ЗРП $^{3)}$ , USD/%	Розмір доплати/знижки $^{3)}$ , % базової ціни	Величина перевищення нормативної кількості компонента, %
Fe	$\geq 66,0$	1,08	1,52381%	1
SiO <sub>2</sub>	$\leq 7,50$	0,83	1,17105%	1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\leq 0,60$	0,83	1,17105%	0,1
P	$\leq 0,020$	0,41	0,58553%	0,01
S	$\leq 0,07$	0,41	0,58553%	0,01
TiO <sub>2</sub>	$\leq 0,030$	0,41	0,58553%	0,01
H <sub>2</sub> O	$\leq 10,0$	1,06	1,5%	1

*Примітки:*

<sup>1)</sup> – змінна величина ціни ЗРП у вологій вазі (wmt) та/або перерахована у суху вагу (dmt);

<sup>2)</sup> – розрахункові доплатити/знижки (USD/%) за даною методикою, що використовуються компанією Trafigura у договорах на поставку ЗРП.

<sup>3)</sup> – результати перерахунку прийнятих у міжнародній бізнес-практиці (Trafigura) доплат/знижок у грошовому вимірі (USD/t) у частковій коефіцієнти (%) від базової оптової ціни ЗРП (100%),

*Джерело:* договори купівлі-продажу ЗРП Trafigura, 2009 р. [9]

Діючі у базовому періоді ( $t_0$ ) доплати/знижки у грошовому вимірі (USD/%) до ціни ЗРП представлені у стовпчику 3 (табл.4) не можуть застосовуватися для перерахунку цін у наступному ( $t_{0+1}$ ) чи будь-якому іншому періоді ( $t_{0\pm n}$ ), без змін, адже втрачають актуальність, так як відображають існуючі економічні умови ринку, а ключовою характеристикою кон'юнктури є її нестійкість. Проте при перерахунку

грошових значень показників доплат/знижок у відносі їх значення являє собою індексовані (часкові) розподілені за відповідними показниками величини зміни ( $\pm\Delta\text{МЦ}$ ) при відхиленні значень визначених параметрів якості певного виду ЗРП від базових, вказаних у специфікації. Вираз для їх розрахунку на основі (1) по аналізованому підприємству буде наступним:

$$m_{h,ijk}^{DW}(\%) = \frac{m_{hijk}^{DW}}{C_{ijk}^{DW}}, \quad (7)$$

де  $m_{h,ijk}^{DW}(\%)$  – індексовані (часкові) величини зміни при відхиленні значень визначених параметрів якості і-го виду ЗРП розподілені за відповідними показниками (h) від базових, вказаних у специфікації, %;

$m_{hijk}^{DW}$  – доплати/знижки у грошовому вимірі за величиною відхилення значень h-того параметру якості ЗРП і-го виду, USD/%.

Аналогічним чином розраховуються доплати/знижки і за іншими договорами обраних для бенчмаркінгу суб'єктів ринку ЗРС.

В той же час, попри існування наведеної практики, спостерігається тенденція, яка більше властива виробникам ЗРП країн СНД (зокрема України), товарна продукція яких часто має більш низьку якість (за вмістом основного компонента, шкідливих домішок, ін.) ніж сировина більшості їх конкурентів на світовому ринку. Так, на конкуруючих підприємствах виробників ЗРП часто при ціноутворенні не використовують подібних методик, вважаючи дані коефіцієнти необґрунтованими, оскільки методики їх розрахунку не надаються широкому колу, адже є інтелектуальною власністю посередницької компанії-трейдера та як службова інформація складають комерційну таємницю. Проте головною причиною все ж залишається небажання знижувати ціну на ЗРП внаслідок зниженої якості. Тому не можна стверджувати, що дана методика (абсолютно) справедлива для всіх споживачів ЗРП. Визначення певного кола металургійних підприємств для яких застосування даного підходу підвищує цінову конкурентоспроможність ЗРП надасть можливість обґрунтованого випровадження українськими залізрудними підприємствами більш зваженого клієнтоорієнтованого підходу на основі бенчмаркінгу.

Вищенаведене підтверджує можливість використання запропонованого методу ціноутворення, в основу якого покладено систему (доплат/знижок), а також доводить високу обґрунтованість наступного:

- вірогідність практичного впровадження у бізнес-практику залізорудних підприємств України відповідно до об'єкту та предмету дослідження;

- можливість застосування як функціональної основи механізму ціноутворення для створення цінкових інструментів, а також у спеціальних операціях (для менеджменту цінкових ризиків і наслідків флуктуацій цін, свопових угодах і хеджуванні, інш.).

На основі власного емпіричного дослідження [1, 2, 10, 12] договірної практики між успішними гравцями ринку ЗРП (виробниками та споживачами різного масштабу, як найбільшими, так і меншими) та подальшого вивчення баз даних, що вміщують зовнішньоекономічні контракти на поставку ЗРП за період 2001-2013 рр. [13-15] встановлено, що доплати знижки є величиною, що змінюється у часі у грошовому вимірі, проте їх відносні величини (частки од.) на протязі визначеного часу проміжку (період k-циклу ГМК), що відповідає одному технологічному укладу, у всіх випадках є приблизно рівні ( $\cong$ ) і тому можуть вважатись умовно-постійними, тобто при заданій кількості параметрів оцінюваного виду ЗРП за їх відхилення на відповідну величину у визначеному діапазоні коливань до певних значень відносно бази ціни еталону, взятої за одиницю.

Виходячи з аналізу договірної діяльності компанії Trafigura за 2009-2014 роки [9], авторами виведено відносні коефіцієнти пропорційності доплат і знижок до ціни ЗРП у сухій вазі:

– для руди залізної неагломерованої, аглоруди (fines).

Крім того, якість аглоруди повинна відповідати правилам CIQ для залізної руди, що поставляється у Китай (табл.6).

Наведені коефіцієнти розраховані для середніх світових умов господарювання металургійного підприємства з доменним процесом, який на даний момент є найбільш поширеним у світі і тому приймаються як базові. Варто підкреслити непропорційність коефіцієнтів доплат та знижок до ціни ЗРП різних видів, що пояснюється законом спадної граничної корисності хімічних елементів та фізичних властивостей ЗРП, які по різному проявляються при використанні у відповідних технологічних процесах металургійного переділу. Під дією даного закону окремі властивості кожного виду ЗРП відповідного виробника проявляються комплексно, тому повинні подаватися у інтегральній формі для співставлення з якістю базового виду ЗРП у параметричній групі.

Таблиця 5

Специфікація базової якості, системи пропорційних технічних умовно-постійних доплат і знижок до базової ціни за відповідними відхиленнями параметрів якості для аглоруди (fines)

Властивості	Нормативно-параметричні характеристики якості		Розмір доплати (+) / знижки (-) до базової ціни аглоруди ( $C_{finesdk}^{comm}$ ), %/USI	Розмір перевищення базової норми вмісту (відхилення по параметрам), %	
	Параметри якості	Базове / нормативне значення, %			Гранично допустиме значення, %
Хімічні	Залізо (Fe)	$\geq 63,0$	56,0	3,31675	1,0
	Кремнезем (SiO <sub>2</sub> )	$\leq 4,5$	8,0	0,06633	1,0
	Оксид алюмінію (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	$\leq 2,0$	3,0	0,06633	1,0
	Фосфор (P)	$\leq 0,08$	0,150	0,03317	0,01
	Сірка (S)	$\leq 0,08$	0,10	0,03317	0,01
Фізичні	Крупність вище 40 мм	$\geq 5,0$	10,0	0,16584	1,0
	Крупність нижче 10 мм	$\leq 5,0$	10,0	0,16584	1,0
	Волога (H <sub>2</sub> O)	$\leq 8,0$	10,0	1,5	1,0

Таблиця 6

Правила CIQ за обмеженнями домішок у хімічному складі для аглоруди

Домішки	Гранично допустиме значення, %	Домішки	Гранично допустиме значення, %
K <sub>2</sub> O and Na <sub>2</sub> O	0,25	Zn	0,1
Pb	0,1	Cu	0,2
As	0,07	TiO <sub>2</sub>	0,1

Таблиця 7

Специфікація базової якості, системи пропорційних технічних умовно-постійних доплат і знижок до базової ціни за відповідними відхиленнями параметрів якості для концентрату (pellet feed, concentrate) та окатишів (pellets)

Властивості	Нормативно-параметричні характеристики якості					Розмір доплати (+) / знижки (-) до базової ціни концентрату та окатишів ( $C_{con}^{concentr. bk}$ , $C_{pellet}^{concentr. bk}$ ), %/USD		Розмір відхилення показника від базової (норми) показника ( $\pm$ ), %	
	Параметри якості	Базове/нормативне значення показника (base), %		Гранично допустиме значення показника (max), %		концентрат	окатиші	концентрат	окатиші
		концентрат	окатиші	концентрат	окатиші				
Хімічні	Залізо (Fe)	$\geq 66,0$	$\geq 65,7$	63,0	59,0	3,70286	3,1189	1	1
	Кремнезем (SiO <sub>2</sub> )	$\leq 7,50$	$\leq 4,50$	9,0	8,5	1,31579	0,1405	1	1
	Оксид алюмінію (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	$\leq 0,60$	$\leq 0,40$	2,0	0,8	1,31579	0,1756	0,1	0,1
	Фосфор (P)	$\leq 0,02$	$\leq 0,03$	0,06	0,10	0,65789	0,1756	0,01	0,01
	Сірка (S)	$\leq 0,07$	$\leq 0,01$	0,10	0,06	0,65789	0,1054	0,01	0,01
	Діоксид титану (TiO <sub>2</sub> )	$\leq 0,03$	$\leq 0,032$	0,3	0,15	0,65789	0,1054	0,01	0,01
Фізичні	L.O.I.	–	$\leq 0,19$	–	0,90	–	0,1054	–	0,01
	Вологість (H <sub>2</sub> O)	$\leq 8,0$	$\leq 2,0$	11,0	7,0	1,5	–	1	1
	Міцність	–	250 кг/обк	–	180 кг/обк	–	–	–	–
	Модуль основності (CaO + MgO)/(SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	–	1,1 од	–	0,95 од	–	3,1464	–	0,1 од

– для шматкової руди (lump)

Таблиця 8

Специфікація базової якості, системи пропорційних умовно-постійних технічних доплат і знижок до базової ціни за відповідними відхиленнями параметрів якості для шматкової руди (lump)

Властивості	Нормативно-параметричні характеристики якості			Розмір доплати (+) / знижки (-) до базової ціни шматкової руди ( $C_{lump\ bk}^{comm}$ ), %/USD	Розмір перевищення базової норми вмісту (відхилення по параметрам), %
	Параметри якості	Базове / нормативне значення, %	Гранично допустиме значення, %		
Хімічні	Залізо (Fe)	$\geq 63,0$	60,0	2,24719	1,0
	Кремнезем (SiO <sub>2</sub> )	$\leq 3,5$	8,50	0,12500	1,0
	Оксид алюмінію (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	$\leq 1,5$	4,0	0,15625	0,1
	Фосфор (P)	$\leq 0,08$	0,12	0,15625	0,01
	Сірка (S)	$\leq 0,02$	0,1	0,09375	0,01
	Діоксид титану (TiO <sub>2</sub> )	$\leq 0,5$	-	0,09375	0,01
Фізичні	Крупність нижче 6,3 мм	$\leq 13,5$	13,51	0,11719	1,0
	Крупність вище 31,5 мм	$\leq 25,0$	25,1	0,07813	1,0
	Волога (H <sub>2</sub> O)	$\leq 4,0$	8,0	1,5	1,0

Наведені коефіцієнти доплат і знижок до ціни ЗРП розраховані для сучасних умов господарювання і відображають вплив окремих компонентів у хімічному складі ЗРП (як залізородної складової доменної шихти) на зміну замикаючих витрат на її переробку у доменному виробництві. Тому їх кількісне значення може змінюватися з часом, так як витрати у сфері виробництва залежать від великої кількості чинників як на рівні технології (в т.ч. її прогресу) та внутрішнього середовища підприємства, так інших на мікро- і макро- рівнях функціонування, що прямо чи опосередковано впливають на собівартість процесу металургійного переділу, адже підприємство нерозривно пов'язано з середовищем його існування.

Конкретизуємо вираз (1) для основних видів ЗРП, що торгуються на сучасному світовому ринку даної сировинної продукції:

- для руди залізної неагломерованої, аглоруди (fines)

$$U_{fines\ jk}^{comm} = U_{fines\ bk}^{comm} \cdot k_{fines\ j}^{comm}, \quad (8)$$

- для концентрату (pellet feed, concentrate)

$$U_{con\ jk}^{comm} = U_{con\ bk}^{comm} \cdot k_{con\ j}^{comm}, \quad (9)$$

- для окатишів (pellets)

$$U_{pell\ jk}^{comm} = U_{pell\ bk}^{comm} \cdot k_{pell\ j}^{comm}, \quad (10)$$

- для шматкової залізної руди (lump)

$$U_{lump\ jk}^{comm} = U_{lump\ bk}^{comm} \cdot k_{lump\ j}^{comm}, \quad (11)$$

де  $U_{fines\ jk}^{comm}$ ,  $U_{fines\ bk}^{comm}$  – розрахункова (commodity  $j$ -ого виробника для  $k$ -го споживача) та базова ціна аглоруди на основі офіційних довідкових цін ЗРП, що публікуються TSI для руди залізної неагломерованої 62% Fe, імпорт до Китаю, CFR порт Китаю, USD/dmt;  $U_{con\ jk}^{comm}$ ,  $U_{con\ bk}^{comm}$  – розрахункова (commodity  $j$ -ого виробника для  $k$ -го споживача) та базова ціна залізородного концентрату на основі офіційних довідкових цін ЗРП, що публікуються МВІОІ залізородного концентрату 66% Fe, імпорт до Китаю, CFR порт Китаю, USD/dmt;  $U_{pell\ jk}^{comm}$ ,  $U_{pell\ bk}^{comm}$  – розрахункова (commodity  $j$ -ого виробника для  $k$ -го споживача) та базова ціна залізородних окатишів на основі офіційних довідкових цін ЗРП, що публікуються Platts для залізородних окатишів 65,7% Fe, Європа, FOB Тубарао, USD/dmt;  $U_{lump\ jk}^{comm}$ ,  $U_{lump\ bk}^{comm}$  – розрахункова (commodity  $j$ -ого виробника для  $k$ -го споживача) та базова ціна шматкової залізної руди на основі офіційних довідкових цін ЗРП, що публікуються МВІОІ для шматкової залізної руди (Lump Premium) 63% Fe, Китай, CFR Циндао, USD/dmt;  $k_{fines\ j}^{comm}$ ,  $k_{con\ j}^{comm}$ ,  $k_{pell\ j}^{comm}$ ,  $k_{lump\ j}^{comm}$  – інтегральний показник оцінювання МЦ ЗРП  $j$ -ого виробника у процесі ціноутворення для аглоруди, залізородного концентрату, залізородних окатишів та шматкової залізної руди, відповідно, част. од.

На основі вищенаведених доплат та знижок до ціни концентрату, окатишів, аглоруди та шматкової руди пропонується визначити показник для

розрахунку конкурентної ринкової ціни ЗРП як commodity конкретного виду, виходячи з рівня базової ринкової ціни на ринку споживача ( $k$ ). Останній визначається на основі офіційних базових цін ЗРП, що публікуються The Steel Index, Metal Bulletin та Platts (USD/dmt).

Застосуємо розроблену авторами формулу (2) розрахунку інтегрального показника еквівалентності для конвертації  $i$ -го виду ЗРП  $j$ -ого виробника до commodity на основі доплат і знижок за відхилення параметрів від базової (нормативної) якості  $i$ -го виду ЗРП у сучасних економічних умовах.

Після підстановки у формулу (2) значень специфікації (табл.4,6) щодо якісних параметрів ( $x_{\sigma}^y$ ,  $x_{\phi j}^y$ ), які характеризують споживчу цінність відповідно до основних видів ЗРП, що торгуються на світовому ринку, та доплат/знижок у % ( $\lambda^y$ ) до ціни за відхиленням на конкретну відповідну величину ( $\Delta_x^y$ ) від норми вмісту (базової), формула набуває наступного розгорнутого вигляду:

- для руди залізної неагломерованої, аглоруди (fines)

$$k_{fines j}^{comm} = 1 + \left[ \frac{(Fe_{\sigma} - Fe_{\phi j}) \cdot 3,31675}{1} + \frac{(SiO_{2\sigma} - SiO_{2\phi j}) \cdot 0,06633}{1} + \frac{(Al_2O_{3\sigma} - Al_2O_{3\phi j}) \cdot 0,06633}{1} + \frac{(P_{\sigma} - P_{\phi j}) \cdot 0,03317}{0,01} + \frac{(S_{\sigma} - S_{\phi j}) \cdot 0,03317}{0,01} + \frac{(d1_{\sigma} - d1_{\phi j}) \cdot 0,16584}{1} + \frac{(d2_{\sigma} - d2_{\phi j}) \cdot 0,16584}{1} + \frac{(W_{\sigma} - W_{\phi j}) \cdot 1,5}{1} \right] / 100 =$$

$$1 + \left[ (Fe_{\sigma} - Fe_{\phi j}) \cdot 3,31675 + (SiO_{2\sigma} - SiO_{2\phi j}) \cdot 0,06633 + (Al_2O_{3\sigma} - Al_2O_{3\phi j}) \cdot 0,06633 + \frac{(P_{\sigma} - P_{\phi j}) \cdot 0,03317}{0,01} + \frac{(S_{\sigma} - S_{\phi j}) \cdot 0,03317}{0,01} + (d1_{\sigma} - d1_{\phi j}) \cdot 0,16584 + (d2_{\sigma} - d2_{\phi j}) \cdot 0,16584 + (W_{\sigma} - W_{\phi j}) \cdot 1,5 \right] / 100$$

- для залізородного концентрату (pellet feed, concentrate)

$$k_{con.j}^{comm} = 1 + \left[ \frac{(Fe_{\sigma} - Fe_{\phi j}) \cdot 3,70286}{1} + \frac{(SiO_{2\sigma} - SiO_{2\phi j}) \cdot 1,31579}{1} + \frac{(Al_2O_{3\sigma} - Al_2O_{3\phi j}) \cdot 1,31579}{0,1} + \frac{(P_{\sigma} - P_{\phi j}) \cdot 0,65789}{0,01} + \frac{(S_{\sigma} - S_{\phi j}) \cdot 0,65789}{0,01} + \frac{(TiO_{2\sigma} - TiO_{2\phi j}) \cdot 0,65789}{0,01} + \frac{(W_{\sigma} - W_{\phi j}) \cdot 1,5}{1} \right] / 100 =$$

$$1 + \left[ (Fe_{\sigma} - Fe_{\phi j}) \cdot 1,52632 + (SiO_{2\sigma} - SiO_{2\phi j}) \cdot 1,31579 + \frac{(Al_2O_{3\sigma} - Al_2O_{3\phi j}) \cdot 1,31579}{0,1} + \frac{(P_{\sigma} - P_{\phi j}) \cdot 0,65789}{0,01} + \frac{(S_{\sigma} - S_{\phi j}) \cdot 0,65789}{0,01} + \frac{(TiO_{2\sigma} - TiO_{2\phi j}) \cdot 0,65789}{0,01} + (W_{\sigma} - W_{\phi j}) \cdot 1,5 \right] / 100$$



– для залізорудних окатишів (pellets)

$$k_{\text{pell},j}^{\text{comm}} = 1 + \left[ \frac{(Fe_{\bar{o}} - Fe_{\text{фj}}) \cdot 3,11891}{1} + \frac{(SiO_{2\bar{o}} - SiO_{2\text{фj}}) \cdot 0,14055}{1} + \frac{(Al_2O_{3\bar{o}} - Al_2O_{3\text{фj}}) \cdot 0,17569}{0,1} + \frac{(P_{\bar{o}} - P_{\text{фj}}) \cdot 0,17569}{0,01} + \frac{(S_{\bar{o}} - S_{\text{фj}}) \cdot 0,10541}{0,01} + \frac{(TiO_{2\bar{o}} - TiO_{2\text{фj}}) \cdot 0,10541}{0,01} + \frac{(L.O.I._{\bar{o}} - L.O.I._{\text{фj}}) \cdot 0,10541}{0,01} \right], \quad (14)$$

$$+ \frac{(W_{\bar{o}} - W_{\text{фj}}) \cdot 1,5}{1} \Big] / 100 = 1 + \left[ (Fe_{\bar{o}} - Fe_{\text{фj}}) \cdot 3,11891 + (SiO_{2\bar{o}} - SiO_{2\text{фj}}) \cdot 0,14055 + \frac{(Al_2O_{3\bar{o}} - Al_2O_{3\text{фj}}) \cdot 0,17569}{0,1} + \frac{(P_{\bar{o}} - P_{\text{фj}}) \cdot 0,17569}{0,01} + \frac{(S_{\bar{o}} - S_{\text{фj}}) \cdot 0,10541}{0,01} + \frac{(TiO_{2\bar{o}} - TiO_{2\text{фj}}) \cdot 0,10541}{0,01} + \frac{(L.O.I._{\bar{o}} - L.O.I._{\text{фj}}) \cdot 0,10541}{0,01} + (W_{\bar{o}} - W_{\text{фj}}) \cdot 1,5 + \frac{1,1 - ((CaO_{\text{фj}} + MgO_{\text{фj}}) / (SiO_{2\text{фj}} + Al_2O_{3\text{фj}})) \cdot 3,1464}{0,1} \right] / 100$$

– для шматкової залізної руди (lump)

$$k_{\text{lump},j}^{\text{comm}} = 1 + \left[ \frac{(Fe_{\bar{o}} - Fe_{\text{фj}}) \cdot 2,24719}{1} + \frac{(SiO_{2\bar{o}} - SiO_{2\text{фj}}) \cdot 0,125}{1} + \frac{(Al_2O_{3\bar{o}} - Al_2O_{3\text{фj}}) \cdot 0,15625}{1} + \frac{(P_{\bar{o}} - P_{\text{фj}}) \cdot 0,15625}{0,01} + \frac{(S_{\bar{o}} - S_{\text{фj}}) \cdot 0,09375}{0,01} + \frac{(d1_{\bar{o}} - d1_{\text{фj}}) \cdot 0,11719}{1} + \frac{(d2_{\bar{o}} - d2_{\text{фj}}) \cdot 0,07813}{1} + \frac{(TiO_{2\bar{o}} - TiO_{2\text{фj}}) \cdot 0,09375}{0,01} + \frac{(W_{\bar{o}} - W_{\text{фj}}) \cdot 1,5}{1} \right] / 100 = 1 + \left[ (Fe_{\bar{o}} - Fe_{\text{фj}}) \cdot 2,24719 + (SiO_{2\bar{o}} - SiO_{2\text{фj}}) \cdot 0,125 + \frac{(Al_2O_{3\bar{o}} - Al_2O_{3\text{фj}}) \cdot 0,15625}{0,1} + \frac{(P_{\bar{o}} - P_{\text{фj}}) \cdot 0,15625}{0,01} + \frac{(S_{\bar{o}} - S_{\text{фj}}) \cdot 0,09375}{0,01} + (d1_{\bar{o}} - d1_{\text{фj}}) \cdot 0,11719 + (d2_{\bar{o}} - d2_{\text{фj}}) \cdot 0,07813 + \frac{(TiO_{2\bar{o}} - TiO_{2\text{фj}}) \cdot 0,09375}{0,01} + (W_{\bar{o}} - W_{\text{фj}}) \cdot 1,5 \right] / 100$$

де  $Fe_{\bar{o}}$ ,  $Fe_{\text{фj}}$ , – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) вміст заліза відповідно у аглоруді, концентраті та окатишах, %;  $SiO_{2\bar{o}}$ ,  $SiO_{2\text{фj}}$  – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) вміст кремнезему відповідно у аглоруді, концентраті та окатишах, %/ суха метрична тонна;  $Al_2O_{3\bar{o}}$ ,  $Al_2O_{3\text{фj}}$  – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) вміст оксиду алюмінію відповідно у аглоруді, концентраті та окатишах, %/ суха метрична тонна;  $P_{\bar{o}}$ ,  $P_{\text{фj}}$  – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) вміст фосфору відповідно у аглоруді, концентраті та окатишах, %/ суха метрична тонна;  $S_{\bar{o}}$ ,  $S_{\text{фj}}$  – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) вміст сірки відповідно у аглоруді, концентраті

та окатишах, %/ суха метрична тонна;  $TiO_{2\sigma}, TiO_{2\phi_j}$  – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) вміст діоксиду титану відповідно у концентраті, %/ суха метрична тонна;  $d1_{\sigma}, d1_{\phi_j}$  – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) гранулометричний склад крупністю вище 40 мм у аглоруді, %/ суха метрична тонна;  $d2_{\sigma}, d2_{\phi_j}$  – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) гранулометричний склад крупністю нижче 10 мм у аглоруді, %/ суха метрична тонна;  $L.O.I_{\sigma} - L.O.I_{\phi_j}$  – базові та фактичні ( $j$ -ого виробника) втрати при прокалюванні, %/ суха метрична тонна;  $W_{\sigma}, W_{\phi_j}$  – базовий та фактичний ( $j$ -ого виробника) вміст вологи відповідно у аглоруді, концентраті та окатишах, %.

Відповідно до визначення розрахованої величини інтегрального показника еквівалентності проводиться трактування рівня конкурентоспроможності ЗРП (commodity) відповідного ( $j$ -ого) виробника .

Отриманий на основі застосування запропонованого підходу емпіричний вираз ціни для зведення до базової ЗРП (commodity) неоднорідних за хімічним складом видів ЗРП різних виробників буде мати наступний вигляд:

– для руди залізної неагломерованої, аглоруди (fines)

$$C_{fines\ jk}^{comm} = C_{fines\ bk}^{comm} \cdot \left\{ 1 + \left[ (Fe_{\sigma} - Fe_{\phi_j}) \cdot 3,31675 + (SiO_{2\sigma} - SiO_{2\phi_j}) \cdot 0,06633 + (Al_2O_{3\sigma} - Al_2O_{3\phi_j}) \cdot 0,06633 + \frac{(P_{\sigma} - P_{\phi_j}) \cdot 0,03317}{0,01} + \frac{(S_{\sigma} - S_{\phi_j}) \cdot 0,03317}{0,01} + (d1_{\sigma} - d1_{\phi_j}) \cdot 0,16584 + (d2_{\sigma} - d2_{\phi_j}) \cdot 0,16584 + (W_{\sigma} - W_{\phi_j}) \cdot 1,5 \right] / 100 \right\} \quad (16)$$

– для залізородного концентрату (pellet feed, concentrate)

$$C_{con.\ jk}^{comm} = C_{con.\ bk}^{comm} \cdot \left\{ 1 + \left[ (Fe_{\sigma} - Fe_{\phi_j}) \cdot 3,70286 + (SiO_{2\sigma} - SiO_{2\phi_j}) \cdot 1,31579 + \frac{(Al_2O_{3\sigma} - Al_2O_{3\phi_j}) \cdot 1,31579}{0,1} + \frac{(P_{\sigma} - P_{\phi_j}) \cdot 0,65789}{0,01} + \frac{(S_{\sigma} - S_{\phi_j}) \cdot 0,65789}{0,01} + \frac{(TiO_{2\sigma} - TiO_{2\phi_j}) \cdot 0,65789}{0,01} + (W_{\sigma} - W_{\phi_j}) \cdot 1,5 \right] / 100 \right\} \quad (17)$$

– для заліззородних окатишів (pellets)

$$\begin{aligned}
 U_{\text{pell.jk}}^{\text{comm}} = & U_{\text{pell.bk}}^{\text{comm}} \cdot \left\{ 1 + \left[ (Fe_b - Fe_{fj}) \cdot 3,11891 + (SiO_{2b} - SiO_{2fj}) \cdot 0,14055 + \right. \right. \\
 & + \frac{(Al_2O_{3b} - Al_2O_{3fj}) \cdot 0,17569}{0,1} + \frac{(P_b - P_{fj}) \cdot 0,17569}{0,01} + \frac{(S_b - S_{fj}) \cdot 0,10541}{0,01} + \\
 & + \frac{(TiO_{2b} - TiO_{2fj}) \cdot 0,10541}{0,01} + \frac{(L.O.I._{2b} - L.O.I._{2fj}) \cdot 0,10541}{0,01} + \\
 & \left. \left. + (W_b - W_{fj}) \cdot 1,5 + \frac{1,1 - ((CaO_{fj} + MgO_{fj}) / (SiO_{2fj} + Al_2O_{3fj})) \cdot 3,1464}{0,1} \right] / 100 \right\}
 \end{aligned} \quad (18)$$

– для шматкової залізної руди (lump)

$$\begin{aligned}
 U_{\text{lump.jk}}^{\text{comm}} = & U_{\text{lump.bk}}^{\text{comm}} \cdot \left\{ 1 + \left[ (Fe_{\bar{o}} - Fe_{fj}) \cdot 2,24719 + (SiO_{2\bar{o}} - SiO_{2fj}) \cdot 0,125 + \right. \right. \\
 & + \frac{(Al_2O_{3\bar{o}} - Al_2O_{3fj}) \cdot 0,15625}{0,1} + \frac{(P_{\bar{o}} - P_{fj}) \cdot 0,15625}{0,01} + \frac{(S_{\bar{o}} - S_{fj}) \cdot 0,09375}{0,01} + \\
 & \left. \left. + (d1_{\bar{o}} - d1_{fj}) \cdot 0,11719 + (d2_{\bar{o}} - d2_{fj}) \cdot 0,07813 + \frac{(TiO_{2\bar{o}} - TiO_{2fj}) \cdot 0,09375}{0,01} + (W_{\bar{o}} - W_{fj}) \cdot 1,5 \right] / 100 \right\}
 \end{aligned} \quad (19)$$

Формули отримані при підстановці якісних параметрів до іншої рівнозначної форми запису виразу зведення видів ЗРП до commodity(5), що характеризують споживчу цінність відповідних видів ЗРП (табл.4,6) будуть мати наступний вигляд:

– для руди залізної неагломерованої (аглоруды)

$$\begin{aligned}
 U_{\text{fines.jk}}^{\text{comm}} = & U_{\text{fines.bk}}^{\text{comm}} - \left\{ U_{\text{fines.bk}}^{\text{comm}} \cdot \left[ (Fe_{\bar{o}} - Fe_{fj}) \cdot 3,31675 + (SiO_{2\bar{o}} - SiO_{2fj}) \cdot 0,06633 + \right. \right. \\
 & + (Al_2O_3 - Al_2O_{3fj}) \cdot 0,06633 + \frac{(P_{\bar{o}} - P_{fj}) \cdot 0,03317}{0,01} + \frac{(S_{\bar{o}} - S_{fj}) \cdot 0,03317}{0,01} + \\
 & \left. \left. (d1_{\bar{o}} - d1_{fj}) \cdot 0,16584 + (d2_{\bar{o}} - d2_{fj}) \cdot 0,16584 + (W_{\bar{o}} - W_{fj}) \cdot 1,5 \right] \right\} / 100
 \end{aligned} \quad (20)$$

– для концентрату

$$\begin{aligned}
 U_{\text{con.jk}}^{\text{comm}} = & U_{\text{con.bk}}^{\text{comm}} - \left\{ U_{\text{con.bk}}^{\text{comm}} \cdot \left[ (Fe_{\bar{o}} - Fe_{fj}) \cdot 3,70286 + (SiO_{2\bar{o}} - SiO_{2fj}) \cdot 1,31579 + \right. \right. \\
 & + \frac{(Al_2O_3 - Al_2O_{3fj}) \cdot 1,31579}{0,1} + \frac{(P_{\bar{o}} - P_{fj}) \cdot 0,65789}{0,01} + \frac{(S_{\bar{o}} - S_{fj}) \cdot 0,65789}{0,01} + \\
 & \left. \left. + \frac{(TiO_{2\bar{o}} - TiO_{2fj}) \cdot 0,65789}{0,01} + (W_{\bar{o}} - W_{fj}) \cdot 1,5 \right] \right\} / 100
 \end{aligned} \quad (21)$$

– для заліззородних окатишів (pellets)

$$\begin{aligned}
 U_{\text{pell.}jk}^{\text{comm}} = & U_{\text{pell.}bk}^{\text{comm}} - \left\{ U_{\text{pell.}bk}^{\text{comm}} \cdot \left[ (Fe_b - Fe_{fj}) \cdot 3,11891 + (SiO_{2b} - SiO_{2fj}) \cdot 0,14055 + \right. \right. \\
 & + \frac{(Al_2O_{3b} - Al_2O_{3fj}) \cdot 0,17569}{0,1} + \frac{(P_b - P_{fj}) \cdot 0,17569}{0,01} + \frac{(S_b - S_{fj}) \cdot 0,10541}{0,01} + \\
 & \left. \frac{(TiO_{2b} - TiO_{2fj}) \cdot 0,10541}{0,01} + \frac{(L.O.I_{2b} - L.O.I_{2fj}) \cdot 0,10541}{0,01} \right. \\
 & \left. + (W_b - W_{fj}) \cdot 1,5 + \frac{1,1 - ((CaO_{fj} + MgO_{fj}) / (SiO_{2fj} + Al_2O_{3fj})) \cdot 3,1464}{0,1} \right\} / 100
 \end{aligned} \quad (22)$$

– для шматкової залізної руди (lump)

$$\begin{aligned}
 U_{\text{lump }jk}^{\text{comm}} = & U_{\text{lump }bk}^{\text{comm}} - \left\{ U_{\text{lump }bk}^{\text{comm}} \cdot \left[ (Fe_{\bar{o}} - Fe_{fj}) \cdot 2,24719 + (SiO_{2\bar{o}} - SiO_{2fj}) \cdot 0,125 + \right. \right. \\
 & + \frac{(Al_2O_{3\bar{o}} - Al_2O_{3fj}) \cdot 0,15625}{0,1} + \frac{(P_{\bar{o}} - P_{fj}) \cdot 0,15625}{0,01} + \frac{(S_{\bar{o}} - S_{fj}) \cdot 0,09375}{0,01} + \\
 & (d1_{\bar{o}} - d1_{fj}) \cdot 0,11719 + (d2_{\bar{o}} - d2_{fj}) \cdot 0,07813 + \\
 & \left. + \frac{(TiO_{2\bar{o}} - TiO_{2fj}) \cdot 0,09375}{0,01} + (W_{\bar{o}} - W_{fj}) \cdot 1,5 \right\} / 100
 \end{aligned} \quad (23)$$

Обидві запропоновані авторами методики зведення різних видів ЗРП до бази дозволяють вирішити одне з ключових завдань даної роботи – приведення (конвертації) параметрично-нестационарних видів ЗРП до commodity.

Коефіцієнти при змінних параметрах хімічного складу, що враховуються у рівняннях ціни, являються одночасно коефіцієнтами пропорційності: вони показують, на яку величину зміниться МЦ (чи витрати у доменному виробництві у перерахунку на 1 т ЗРП) при відхиленні кожного параметру (властивості) на наведену величину.

**Висновки.** Отриманий індекс ціни ЗРП є інтегральним показником, що по суті виражає корегування базової світової ціни відповідних видів ЗРП за встановленою авторами ціновою еластичністю встановленою за відповідними величинами відхилень якісних характеристик даної продукції.

Впровадження запропонованої методики дозволить швидше та краще інтегруватись заліззородним підприємствам України до світового ринку ЗРП через застосування бенчмаркінгового досвіду у організації ціноутворення.

### *Список використаних джерел*

1. Бабець Є.К. Методика побудови умовно постійних індексів якості залізорудної продукції у процесі ринкового ціноутворення. / Є.К. Бабець, С.Я. Гребенюк // Прометей. - Донецьк, ДонДУУ. - 2014. - № 1 (43). - С. 75-81.
2. Бабець Є.К. Розробка оптимальної системи ціноутворення на залізорудну продукцію при організації біржової торгівлі в сучасних умовах ринку. / Є.К. Бабець, С.Я. Гребенюк // Вісник КНУ. – Кривий Ріг, 2013. – Вип. 32. – С. 312-320. – Режим доступу до електронної версії друкованої публікації: <http://knu.edu.ua/Files/V34/80.pdf>
3. Бабець Є.К., Петрухін А.В. Нові методи управління процесами ціноутворення на залізорудну сировину. // Сучасний менеджмент: проблеми теорії та практики. Матеріали IV Міжвузівської науково-практичної конференції студентів, молодих вчених та спеціалістів (Кривий Ріг, 29 квітня 2010 р.) / Редкол.: Л.М.Варава (гол. Ред..) та ін.. – Вип. 4. – Кривий Ріг: Видавництво «Діоніс», 2010. – 280 с. – С. 277 – 278.
4. Анализ современного рынка железорудного сырья и его ценовой конъюнктуры в странах Центральной и Восточной Европы // Укрпромвнешшэкспертиза.: Киев, 2002. – с. 94.
5. Дробин Г.Ф., Ященко Л.М., Римарчук Б.И., Корниенко В.Г. Пути повышения эффективности использования сырьевой базы железорудных месторождений // Metallургическая и горнорудная промышленность: Научно-техн. и произв. журнал. – 2002. – №3. – С. 73-75.
5. Грицина А.Е. Методологические аспекты определения цен на железорудную продукцию и приплат за содержание железа с учетом металлургической ценности / А.Е. Грицина, Б.Т. Драгун, О.В. Самохина // Вісник КТУ. – Кривой Рог, 2007. – Вип.16. – С. 251 -259.
7. Грицина О.Є. Застосування сучасних методів оцінки якості залізорудної продукції у техніко-економічних розрахунках / О.Є. Грицина, Б.Т. Драгун, І.А. Гамалінський, Є.М. Ніколенко, Л.І. Ланцетова, О.В. Самохіна // Metallургическая и горнорудная промышленность. – Кривой Рог, 2008. – № 7. – С.19 – 22.
8. Сайт компанії Trafigura Beheer BV Pte Ltd: <http://www.trafigura.com>
9. Договори купівлі-продажу ЗРП, компанії Trafigura Beheer BV Pte Ltd, 2008р., 2009р., 2011р., в т.ч. договір купівлі-продажу ЗРП між Iron Mining Group Inc., IMG Iron Ore Trading S.A. та Trafigura Beheer B.V. – [Електронна версія]: [http://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1416712/000114420411060154/v238552\\_ex10-1.htm](http://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1416712/000114420411060154/v238552_ex10-1.htm)
10. Бабець Є.К. Економетрична оцінка факторів попиту та пропозиції на українську сировину. /Є.К.Бабець, О.А.Юзефович// Вісник Криворізького

технічного університету : зб. наук. Праць. – Кривий Ріг. – 2005. – Вип.7. – С.252–255

11. Бабець Є.К.Механізм формування ціни на залізорудну сировину на світовому ринку. /Є.К.Бабець,О.А.Юзефович// Вісник Криворізького технічного університету: зб. наук. праць – Кривий Ріг. – 2006. – Вип. 11. – С. 259–263.

12. Бабець Є.К.Методика прогнозування попиту та пропозиції на залізорудну сировину методом симультативних рівнянь./Є.К.Бабець, О.А.Юзефович // Качество минерального сырья : сб. научн. трудов. – Кривой Рог. – 2008. – С.519–524

13. Техніко-економічні показники залізорудних підприємств України в 2008-2009 рр. /Бабець Є.К., Штанько Л.О., Салганік В.А., Петрухін А.В., Терещенко В.О.// Кривий Ріг: Видавництво ДП «НДГРІ», 2010. – 164 с.

14. Сборник технико-экономических показателей горно-добывающих предприятий Украины в 2009-2010 р.р. Анализ мировой конъюнктуры рынка ЖРС 2004-2011 гг. /Бабець Є.К., Штанько Л.О., Салганік В.А., Петрухін І.Є.Мельнікова, С.Я.Гребенюк, В.О.Тенещенко, Е.В.Нусинова: // Кривий Ріг: Видавничий дім, 2011. – 329 с.

15. Дослідження техніко-економічних показників гірничодобувних підприємств України та ефективності їх роботи в умовах змінної кон'юнктури світового ринку залізорудної сировини: монографія /Є.К.Бабець, І.Є.Мельнікова, С.Я.Гребенюк, С.П.Лобов; за ред. Є.К.Бабця// НДГРІ ДВНЗ «КНУ». - Кривий Ріг: Вид.Р.А.Козлов, 2015. – 391 с.

Рукопис надійшов 12.05.2016 р.

УДК 622.235.535.2.012.3

*Е.К. Бабец, к.т.н., профессор, член-корреспондент АГНУ, директор,  
Т.Т.Седунова, зав.лабораторией, Е.С.Василенко, аспирант  
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»,  
С.Ю.Кучер, зам.директора технического ПАО «ИнГОК»*

### **СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ МНОГООБЛОКОВЫХ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ В КАРЬЕРЕ ПАО «ИНГОК» НА ГОРНЫЙ МАССИВ**

*Приведены результаты сейсмологических исследований влияния массовых взрывов в карьере ПАО «ИнГОК» на динамические характеристики прилегающего к карьерному полю горного массива.*