

УДК: 620:658.012:669.1

Є. М. ІНШЕКОВ, канд. техн. наук

О. М. КОЗУБ, О. С. ДРОБАХА

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

## МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ З ВРАХУВАННЯМ ЕКО-КЛІМАТИЧНИХ ОБМЕЖЕНЬ

*В работе решаются задачи оптимизации структуры производства и структуры потребления топливно-энергетических ресурсов, что позволяет усовершенствовать организационно-производственный механизм функционирования металлургических предприятий и сформулировать практические предложения по оптимизации структуры производства с учетом комплекса экономических, энергетических и природно-экологических факторов, учитывая такие особенности деятельности современных металлургических комбинатов, как количественное и качественное несовершенство их структуры производства, которые вызывают выпуск неконкурентоспособной продукции.*

*В роботі вирішуються задачі оптимізації структури виробництва та структури споживання паливно-енергетичних ресурсів, що дозволяє удосконалити організаційно-виробничий механізм функціонування металургійних підприємств та сформулювати практичні пропозиції щодо оптимізації структури виробництва з урахуванням комплексу економічних, енергетичних та природно-екологічних факторів, враховуючи такі особливості діяльності сучасних металургійних комбінатів, як кількісну і якісну недосконалість їх структури виробництва, які спричиняють випуск неконкурентоспроможної продукції.*

### **Загальна постановка проблеми оптимізації структури виробництва на підприємствах гірничо-металургійного комплексу**

Металургійна галузь є найбільш енергоємною галуззю економіки України. Досягнутий рівень енергоємності металургійної продукції європейських виробників на 20–40 % нижче, ніж на вітчизняних підприємствах. Це підтверджує, що підвищення рівня ефективності енерговикористання – є одним з основних напрямків підвищення конкурентоздатності вітчизняної металургійної продукції й зниження техногенного впливу на навколишнє середовище [1].

Серед основних причин високого рівня енерговитрат необхідно виділити незбалансовану структуру енергоспоживання і нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на всіх стадіях виробництва. Більшість фахівців [2, 3] в якості основного механізму зниження енергоємності виробництва пропонують зосередитися на впровадженні сучасних енергозберігаючих технологій, створення законодавчої та нормативної бази для їх реалізації та впровадження енергетичного аудиту [4]. Однак для досягнення європейських показників енергоспоживання при реалізації пропонованих програм енергозбереження Україна потрібні роки.

Для того, щоб забезпечити більш різке зниження енерговитратності ВВП і загального енергоспоживання в країні, слід докорінно змінити вітчизняну структуру промислового виробництва, орієнтовану на випуск енергоємної продукції, з високою часткою витрат на сировинні та паливні ресурси.

Крім того, в сучасних умовах дії міжнародних кліматичних угод [5, 6] слід вирішувати не тільки задачу економіко-математичного моделювання структури виробництва металургійних підприємств, що дає можливість оптимізувати використання енергоресурсів виробництва для підвищення ефективності виробничої діяльності в сучасних умовах, підвищення конкурентоздатності продукції, а й підвищувати екологічність виробництва.

Для цього необхідне практичне вирішення комплексу питань, пов'язаних з формуванням моделей оптимізації виробничої діяльності металургійних підприємств [7].

Розглянемо концептуальні механізми створення та проектування моделі оптимізації структури виробництва металургійних підприємств за умови встановлення відповідальності при перевищенні встановлених лімітів на викиди парникових газів (ПГ).

**Математична постановка задачі оптимізації структури виробництва за умови встановлення відповідальності при перевищенні лімітів на викиди парникових газів**

В умовах дії міжнародних угод зі зміни клімату пропонується встановлення галузевих лімітів на викиди ПГ, їх розподіл по підприємствам. Реальні викиди ПГ від металургійних підприємств в основному перевищують встановлені ліміти. Згідно ст. 35 Проекту Закону України "Про регулювання у сфері енергозбереження" № 7231 від 01.11 2010 за перевищення встановлених лімітів на викиди ПГ підприємство сплачує штраф: «Розмір штрафу повинен бути пропорційний кількості відсутніх обсягів прав на викиди парникових газів і встановлюється у розмірі п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян за кожен тону CO<sub>2</sub>-еквіваленту викидів парникових газів даного оператора установки, на викид яких такий оператор установки не отримав право на викиди парникових газів» [8].

Виникає необхідність оптимізації структури виробництва за умови встановлення відповідальності при перевищенні лімітів на викиди ПГ для підвищення ефективності використання ПЕР в цілому [9].

На етапі аналізу структури виробництва важливо визначити обсяги планового виробництва на наступний звітний період та відповідно до них квоти на викиди ПГ, яких не вистачає для підприємства, обґрунтувати необхідність корекції структури виробництва продукції та раціонального використання ПЕР [10]. Разом із досягненням максимального енергетичного ефекту – економією енергетичних ресурсів на металургійних підприємствах, та екологічного – виконання зобов'язань згідно міжнародних угод.

Нехай загальна кількість вибраних металургійних підприємств —  $n$  і  $k = \overline{1, n}$ . Кожне  $k$ -те підприємство має обсяг виробництва  $y_{jk}^0$ . Виробництво кожного  $j$ -того виду продукції дає екологічне навантаження (викиди парникових газів на одиницю виготовленої продукції, т CO<sub>2</sub>-екв/т продукції) у розмірі  $EF_{jk}$ . Загальна кількість видів продукції, що випускається металургійними підприємствами —  $m$  і  $j = \overline{1, m}$ . Коефіцієнт скорочення викидів ПГ для металургійної галузі позначимо через  $l$ . Межі коефіцієнту скорочення викидів парникових газів за рахунок оптимізації структури виробництва, можуть бути розраховані, оскільки зрозуміло, що викиди будуть найменшими при прийнятті нижньої межі зміни плану. Отже,

$$L = \frac{\sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} \beta_{\min} y_{jk}^0}{\sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk}^0} = \frac{\beta_{\min} \sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk}^0}{\sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk}^0} = \beta_{\min} \quad (1)$$

$\beta_{\min}$  – коефіцієнт можливого скорочення початкового плану виробництва;  $\beta_{\max}$  – коефіцієнт можливого збільшення початкового плану виробництва.

Нижні границі плану виробництва для металургійних підприємств можуть бути продиктовані укладеними договорами, а верхні – виробничими потужностями. Таким чином,  $L \leq l \leq 1$ .

Для врахування екологічної складової визначення енергоефективності виробництва того чи іншого виду продукції вводимо поняття середньогалузевого питомого викиду парникових газів –  $EF_j$ .

Метою рішення задачі є вибір найбільш енергоефективної структури виробництва  $y_{jk}$  на металургійних підприємствах, за умов встановлених обмежень на викиди ПГ та встановлення системи штрафів при перевищенні виділених лімітів з метою досягнення максимально-можливої енергоефективності конкретного металургійного підприємства.

Розглянемо модель розв'язання задачі оптимізації структури виробництва за умови встановлення відповідальності при перевищенні лімітів на викиди ПГ для металургійних підприємств.

Цільова функція буде мати вигляд:

$$Z = f(y_{jk}) = \sum_{j,k=1}^{m,n} (c_j - x_{jk} \sum_{i,k=1}^{f,n} s_{ik} h_i) y_{jk} - p \sum_{j,k}^{m,n} F(EF_{jk} - lEF_j) y_{jk} \rightarrow \max \quad (2)$$

Запишемо обмеження на викиди ПГ для металургійних підприємств:

$$\begin{aligned} \beta_{\min} y_{jk}^0 &\leq y_{jk} \leq \beta_{\max} y_{jk}^0, \\ \sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk} &\leq l \sum_{j,k}^{m,n} EF_j y_{jk}^0 \\ \bar{k} &= \overline{1, n}, \bar{j} = \overline{1, m}, \end{aligned} \quad (3)$$

$y_{jk}$  – оптимальний план виробництва  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т;

$y_{jk}^0$  – фактичний план виробництва  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т;

$x_{jk}$  – питомі витрати ПЕР на виробництво  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т у.п.;

$c_j$  – умовна вартість  $j$ -того виду продукції, грн;

$s_{ik}$  – частка палива типу  $i$  у загальній структурі енерговикористання  $k$ -того підприємства;

$h_i$  – умовна вартість  $i$ -того виду палива, грн;

$p$  – штраф за кожен тону  $\text{CO}_2$ -еквіваленту викидів парникових газів для підприємства, на викид яких підприємство не отримало право;

$EF_j$  – середньо-галузеві питомі викиди ПГ при виробництві  $j$ -того виду продукції, т  $\text{CO}_2$ -екв.;

$EF_{jk}$  – питомі викиди ПГ при виробництві  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т  $\text{CO}_2$ -екв.;

$l$  – ліміт на викиди ПГ для галузі, т  $\text{CO}_2$ -екв.;

$\sum_{j,k=1}^{m,n} y_{jk} c_j$  – загальна вартість виготовленої продукції підприємствами, грн

$\sum_{j,k=1}^{m,n} y_{jk} x_{jk}$  – загальні витрати енергоресурсів на виробництво продукції, т у.п.;

$\sum_{i,k=1}^{f,n} s_{ki} h_i \sum_{j,k=1}^{m,n} y_{jk} x_{jk}$  – загальні грошові витрати на енергоресурси, грн

$pF \left( \sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk} - l \sum_{j,k}^{m,n} y_{jk} EF_j \right)$  – штрафна функція при перевищенні об'єму викидів

деякими підприємствами, причому:

$$F(u) = \begin{cases} u, & \text{якщо } u > 0 - \text{підприємство перевищує ліміт;} \\ 0, & \text{якщо } u \leq 0 - \text{підприємство не перевищує ліміт.} \end{cases}$$

$$u = \sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk} - l \sum_{j,k}^{m,n} y_{jk} EF_j \quad (4)$$

Загальний об'єм викидів ПГ по галузі буде становити  $\sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk}$ . При цьому викиди не повинні перевищувати ліміт  $l$ , який був встановлений для металургійної галузі.

Задача оптимізації структури виробництва за умови встановлення відповідальності при перевищенні лімітів на викиди ПГ для металургійних підприємств представляє собою звичайну задачу лінійного програмування [10].

Отримана задача оптимізації, вирішується відомими методами [11], найефективніше, реалізується за допомогою симплекс-методу [12]. Рішення задачі цим методом забезпечує можливість розрахунку ефективності за початковими джерелами економічних ресурсів, дає можливість оперативного перерахунку вибору оптимальної структури виробництва металургійного підприємства, які дають більший ефект скорочення викидів ПГ, а й відповідно ефективного використання ПЕР, в залежності від зміни ліміту на викиди ПГ.

#### Математична постановка задачі оптимізації структури виробництва за умови виконання зобов'язань

Встановлення штрафів за перевищення лімітів на викиди ПГ для металургійних підприємств, як показали результати моделювання попереднього пункту, не для всіх підприємств-виробників являється ефективним засобом, який би спонукав до впровадження управлінських рішень з метою збільшення життєздатності підприємства в нових економічних умовах, тобто в рамках нових міжнародних угод. Реальні викиди ПГ від деяких металургійних підприємств продовжують зростати і перевищують встановлені ліміти. Підприємство сплачує штраф і продовжує виробництво енергоємної продукції.

Виникає необхідність оптимізації структури виробництва за умови жорсткого виконання встановлених зобов'язань щодо викидів ПГ для підвищення рівня ефективності використання ПЕР в цілому.

На етапі аналізу структури виробництва важливо визначити обсяги планового виробництва на наступний звітний період та відповідно до них квоти на викиди ПГ, обґрунтувати необхідність корекції структури виробництва продукції та раціонального використання ПЕР. Разом із досягненням максимального енергетичного ефекту – економією енергетичних ресурсів на металургійних підприємствах, та екологічного – виконання встановлених зобов'язань щодо екологічності виробництва.

Нехай загальна кількість вибраних металургійних підприємств –  $n$  і  $k = \overline{1, n}$ . Кожне  $k$ -те підприємство має обсяг виробництва  $y_{jk}^0$ . Виробництво кожного  $j$ -того виду продукції дає екологічне навантаження (викиди парникових газів на одиницю виготовленої продукції, т CO<sub>2</sub>-екв/т продукції) у розмірі  $EF_{jk}$ . Загальна кількість видів продукції, що випускається металургійними підприємствами —  $m$  і  $j = \overline{1, m}$ . Коефіцієнт скорочення викидів ПГ для металургійної галузі позначимо через  $l$ . Межі коефіцієнту скорочення викидів парникових газів за рахунок оптимізації структури виробництва, можуть бути розраховані, оскільки зрозуміло, що викиди будуть найменшими при прийнятті нижньої межі зміни плану. Для врахування екологічної складової визначення енергоефективності виробництва того чи іншого виду продукції вводимо поняття середньогалузевого питомого викиду парникових газів –  $EF_j$ .

Спочатку знаходимо можливості зі скорочення викидів при початковому плані:

$$L = \frac{\sum_{j,k}^{m,n} a_j l_j^0 \beta_{\min} y_{jk}^0}{\sum_{j,k}^{m,n} a_{jk} y_{jk}^0} = \beta_{\min} \frac{\sum_{j,k}^{m,n} a_j l_j^0 y_{jk}^0}{\sum_{j,k}^{m,n} a_{jk} y_{jk}^0} \quad (5)$$

Знаменник – це викиди розраховані з умов початкового плану та діючих викидів. Чисельник – викиди при початковому плані, але з прийняттям найжорсткіших обмежень на середні викиди за видами продукції.

Таким чином, можливий коефіцієнт скорочення:

$$L \leq l \leq 1$$

$L$  – максимально-можливий коефіцієнт скорочення викидів парникових газів;

$l_j$  – потенціал скорочення викидів ПГ для  $j$ -го виробництва;

$l_j^0$  – можливий потенціал скорочення викидів ПГ для  $j$ -го виробництва;

$\beta_{\min}$  – коефіцієнт можливого скорочення початкового плану виробництва;

$EF_j$  – середньо-галузеві питомі викиди ПГ при виробництві  $j$ -того виду продукції,

т  $\text{CO}_2$ -екв.

В реальній ситуації нижні границі плану виробництва можуть бути продиктовані укладеними договорами, а верхні – виробничими потужностями.

Метою рішення задачі є вибір найбільш енергоефективної структури виробництва  $y_{jk}$  на металургійних підприємствах, за умов повного дотримання встановлених обмежень на викиди ПГ з метою досягнення максимально-можливої енергоефективності конкретного металургійного підприємства.

Розглянемо модель розв'язання задачі оптимізації структури виробництва за умови виконання встановлених зобов'язань щодо викидів парникових газів для металургійних підприємств.

Цільова функція буде мати вигляд:

$$\sum_{j,k=1}^{m,n} y_{jk} c_j - \sum_{i,k=1}^{f,n} s_{ik} h_i \sum_{j,k=1}^{m,n} y_{jk} x_{jk} \rightarrow \max, \quad (6)$$

Запишемо обмеження на викиди ПГ для металургійних підприємств:

$$\begin{aligned} \beta_{\min} y_{jk}^0 &\leq y_{jk} \leq \beta_{\max} y_{jk}^0, \\ \sum_{j,k=1}^{m,n} EF_j l_j y_{jk} &\leq l \sum_{j,k=1}^{m,n} y_{jk}^0 EF_j \\ l_j^0 &\leq l_j \leq 1 \\ \bar{k} = \bar{1}, \bar{n}, \bar{i} = \bar{1}, \bar{f}, \bar{j} = \bar{1}, \bar{m}. \end{aligned} \quad (7)$$

$\beta_{\max}$  – коефіцієнт можливого збільшення початкового плану виробництва.

$y_{jk}$  – оптимальний план виробництва  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т;

$y_{jk}^0$  – фактичний план виробництва  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т;

$x_{jk}$  – питомі витрати ПЕР на виробництво  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т у.п.;

$C_j$  – умовна вартість  $j$ -того виду продукції, грн.;

$S_{ik}$  – частка палива типу  $i$  у загальній структурі енерговикористання  $k$ -того підприємства;

$h_i$  – умовна вартість  $i$ -того виду палива, грн.;

$EF_{jk}$  – питомі викиди ПГ при виробництві  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т CO<sub>2</sub>-екв;

$l$  – ліміт на викиди ПГ для галузі, т CO<sub>2</sub>-екв;

Загальний об'єм викидів ПГ по галузі буде становити  $\sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk}$ . При цьому викиди не повинні перевищувати ліміт  $l$ , який був встановлений для металургійної галузі.

Задача оптимізації структури виробництва за умови виконання зобов'язань представляє собою звичайну задачу лінійного програмування.

Отримана задача оптимізації структури виробництва за умови жорсткого виконання встановлених зобов'язань щодо викидів ПГ для підвищення рівня ефективності використання ПЕР в цілому, вирішується відомими методами, найефективніше, реалізується за допомогою симплекс-методу. Рішення задачі цим методом забезпечує можливість розрахунку оптимальної структури виробництва та основних показників підприємств за початковими джерелами економічних ресурсів, та дає можливість оперативного перерахунку вибору оптимальної структури виробництва металургійних підприємств, які дають більший ефект скорочення викидів ПГ, а й відповідно підвищення рівня ефективності використання ПЕР, в залежності від зміни ліміту на викиди ПГ.

### **Математична постановка задачі оптимізації споживання енергоресурсів на металургійних підприємствах за умови встановлення лімітів на викиди парникових газів**

За умови встановлення лімітів на викиди ПГ виникає необхідність оптимізації структури споживання енергетичних ресурсів в системі енерговикористання підприємств ГМК для підвищення ефективності використання ПЕР в цілому по галузі [14].

На етапі аналізу структури споживання ПЕР металургійними підприємствами по основним виробництвам важливо обґрунтувати необхідність корекції структури споживання енергоресурсів та раціонального їх використання [15]. Разом із досягненням максимального енергетичного ефекту – економією енергетичних ресурсів на металургійних підприємствах, та екологічного – виконання зобов'язань згідно міжнародних угод.

Нехай загальна кількість вибраних металургійних підприємств –  $n$  і  $k = \overline{1, n}$ . Кожне  $k$ -те підприємство має обсяг виробництва  $y_{jk}^0$ . Виробництво кожного  $j$ -того виду продукції дає екологічне навантаження (викиди парникових газів на одиницю виготовленої продукції, т CO<sub>2</sub>-екв/т продукції) у розмірі  $EF_{jk}$ . Загальна кількість видів продукції, що випускається металургійними підприємствами –  $m$  і  $j = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, m}$ . Коефіцієнт скорочення викидів ПГ для металургійної галузі позначимо через  $l$ . Для врахування екологічної складової визначення енергоефективності виробництва того чи іншого виду продукції вводимо поняття середньогалузевого питомого викиду парникових газів –  $EF_j$ .

Метою рішення задачі є вибір найбільш енергоефективної структури споживання ПЕР на металургійних підприємствах з врахуванням екологічних аспектів, за умов встановлених обмежень на викиди з метою досягнення максимально-можливої енергоефективності

конкретного металургійного підприємства.

Спочатку розглянемо лінійну модель розв'язання задачі оптимізації викидів ПГ за рахунок зміни структури енерговикористання на металургійних підприємствах.

Цільова функція задачі полягає у мінімізації загальних викидів парникових газів за рахунок зміни структури енерговикористання на металургійних підприємствах.

Цільова функція буде мати вигляд:

$$Z = f(s_{ik}) = \sum_{j,k}^{m,n} x_j y_{jk}^0 \sum_{i,k}^{f,n} s_{ik} d_i \rightarrow \min \quad (8)$$

Запишемо обмеження на викиди ПГ для металургійних підприємств:

$$\begin{aligned} \beta_{\min} s_{ik}^0 &\leq s_{ik} \leq \beta_{\max} s_{ik}^0 \\ \sum_i^f s_{ik} &= 1 \\ \bar{k} &= 1, n, \bar{i} = 1, f, \end{aligned} \quad (9)$$

$y_{jk}^0$  – фактичний план виробництва  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т;

$x_j$  – середньо-галузеві питомі витрати ПЕР на виробництво  $j$ -того виду продукції, т у.п.;

$s_{ik}$  – частка палива типу  $i$  у загальній структурі енерговикористання  $k$ -того підприємства;

$s_{ik}^0$  – оптимальна частка палива типу  $i$  у загальній структурі енерговикористання  $k$ -того підприємства;

$d_i$  – коефіцієнт викидів діоксиду вуглецю від спалювання палива типу  $i$ , т CO<sub>2</sub>-екв./т у.п.;

$EF_{jk}$  – питомі викиди ПГ при виробництві  $j$ -того виду продукції  $k$ -тим підприємством, т CO<sub>2</sub>-екв.:

$$EF_{jk} = x_j \sum_{i,k}^{f,n} s_{ik} d_i \quad (10)$$

$\beta_{\min}$  – мінімально-можливий коефіцієнт заміщення одного виду енергоресурсу на інший;

$\beta_{\max}$  – максимально-можливий коефіцієнт заміщення одного виду енергоресурсу на інший.

В реальній ситуації нижні границі можуть бути продиктовані укладеними договорами, а верхні – виробничими потужностями.

Загальний об'єм викидів ПГ по галузі буде становити  $\sum_{j,k}^{m,n} EF_{jk} y_{jk}$ .

Задача оптимізації споживання енергоресурсів на металургійних підприємствах за умови встановлення лімітів на викиди ПГ представляє собою звичайну задачу лінійного програмування.

В сучасних умовах дії міжнародних кліматичних угод окрім задачі ефективного використання енергетичних ресурсів, слід вирішувати задачу щодо залучення в енергетичний баланс нових видів енергоносіїв з метою скорочення викидів ПГ. Для цього необхідний вихід на якісно новий рівень енергозбереження, перерозподіл сировинних ресурсів і залучення до сировинного та паливний баланс альтернативних енергетичних

ресурсів, в тому числі – вторинного походження (ВЕР). При цьому слід збільшити використання більш екологічних видів ПЕР.

Таким чином, у вирішенні проблеми ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів в умовах дії міжнародних угод особливе місце належить реструктуризації паливно-енергетичного балансу гірничо-металургійного комплексу, а також широке використання вторинних енергетичних ресурсів.

### Висновки

1. Одним з основних напрямків підвищення конкурентоздатності вітчизняної металургійної продукції й зниження техногенного впливу на навколишнє середовище є підвищення рівня ефективності енерговикористання. Серед основних причин високого рівня енерговитрат необхідно виділити незбалансовану структуру енергоспоживання і нераціональне використання ПЕР на всіх стадіях виробництва. Для того, щоб забезпечити більш різке зниження енерговитратності ВВП і загального енергоспоживання в країні, слід докорінно змінити вітчизняну структуру промислового виробництва, орієнтовану на випуск енергоємної продукції, з високою часткою витрат на сировинні та паливні ресурси

2. Вирішення задачі оптимізації структури виробництва дозволяє удосконалити організаційно-виробничий механізм функціонування металургійних підприємств та сформулювати практичні пропозиції щодо оптимізації структури виробництва з урахуванням комплексу економічних, енергетичних та природно-екологічних факторів, враховуючи такі особливості діяльності сучасних металургійних комбінатів, як кількісну і якісну недосконалість їх структури виробництва, які спричиняють випуск неконкурентоспроможної продукції.

3. Встановлення штрафів за перевищення лімітів на викиди ПГ не для всіх підприємств-виробників являється ефективним засобом, який би спонукав до впровадження управлінських рішень з метою збільшення життєздатності підприємства в нових економічних умовах, тобто в рамках нових міжнародних угод. Тому, у вирішенні проблеми ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів в умовах дії міжнародних угод особливе місце належить оптимізації структури виробництва за умови жорсткого виконання встановлених зобов'язань щодо викидів ПГ та реструктуризації паливно-енергетичного балансу гірничо-металургійного комплексу, зменшення використання органічного палива, заміні природних паливно-енергетичних ресурсів вторинними відпрацьованими енергоресурсами, наприклад, доменним та коксовим газом. Врахування впливу на довкілля під час планування та вибору технології виробництва, асортименту продукції та структури споживання ПЕР стимулює підприємства до технологічних нововведень та розробки енергоефективних технологій.

### Список літератури

1. Иншеков Е. Н. Технико-экономические аспекты повышения энергоэффективности металлургического комплекса в условиях действия Киотского протокола / Е. Н. Иншеков, Е. Н. Кравченко. – Киев, 2008. – 41 с. – Деп. В ДНТБ Украины 07.07.2008, № 110-Ук2008.
2. Дзюбан В. С. Энергоресурсосбережение – приоритетная задача предприятий Украины: [Снижение энергопотребления предприятий горнодобывающей промышленности] / В. С. Дзюбан, М. И. Рымар // Энергосбережение. – 2006. – № 11. – С. 10–11.
3. Жуков Ю. П. Особенности расчета объемов энергосбережения промышленными экономическими агентами при энергоаудите: [Энергетика. Энергосбережение. Энергоменеджмент] / Ю. П. Жуков, В. Ф. Боронин // Энергосбережение. – 2006. – № 8. – С. 20–22.
4. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / [О. І. Соловей, В. П. Розен, Ю. Г. Лега, О. О. Ситник, А. В. Чернявський, Г. В. Курбака]. – Черкаси: ЧДТУ, 2005. – 299 с.
5. Звіт про результати 16-тої конференції Сторін Рамкової конвенції ООН про зміни клімату в Канкуні від 28.02.2011 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.necu.org.ua/review-ghg-potential/>
6. Kyoto Protocol. Status of ratification [Electronic resource]. – Mode of access :<http://www>.



unfccc.int/files/essential\_background/kyoto\_protocol.pdf.

7. До питання оптимізації енергоспоживання в металургії: [Економія енергетичних та сировинних ресурсів в металургії] / Державне підприємство "Укрпромзовнішекспертиза", м. Київ // Енергоресурсозбереження. – 2006. – № 3. – С. 9–15.

8. Проекту Закону України "Про регулювання у сфері енергозбереження" від 1 листопада 2010 № 7231 // База "Законодавство України" на сайті Ліга закон [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/?s=search&idView=LZ\\_SUITE\\_LZ&beginPos=41&countBlock=10&kw2=251&sort=15](http://search.ligazakon.ua/?s=search&idView=LZ_SUITE_LZ&beginPos=41&countBlock=10&kw2=251&sort=15)

9. Іншеков Є.М. Принципи формування відповідальності промислових підприємств за використання енергетичних ресурсів та викиди парникових газів [Текст] / Є. М. Іншеков, О. С. Дробаха, О. М. Козуб // Науковий журнал «Промелектро». – 2010. – № 4. – С. 23–28.

10. Цепенюк Н. Стратегічні пріоритети розвитку промисловості будівельних матеріалів регіону [Текст] / Н. Цепенюк // Галицький економічний вісник. – 2011. – № 1(30). – С.123–127 – (економіка та управління національним господарством).

11. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие для студентов эконом. спец. вузов [Текст] / И. Л. Акулич. – М.: Высш. шк., 1986. – 319 с.

12. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: Підручник. – 4-е вид., перероб. і допов. [Текст] / Ю. П. Зайченко. – К. : 2000. – 688 с.

13. Попов Ю. Д. Методи оптимізації. Навчальний електронний посібник для студентів спеціальностей "Прикладна математика", "Інформатика", "Соціальна інформатика" / Ю. Д. Попов, В. І. Тютя, – Київ: Електронне видання. Ел. бібліотека факультету кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2003.–215 с. – Режим доступу: [http://fizmat.mdpu.org.ua/biblio/docs/met\\_opt/metod.pdf](http://fizmat.mdpu.org.ua/biblio/docs/met_opt/metod.pdf)

14. Литвиненко В. Г. Расход энергоресурсов на производство металлургической продукции [Текст] / В. Г. Литвиненко, Д. В. Сталинский, Г. Н. Грецкая // Сталь. – 2005. – № 7. – С. 124–128.

15. Назюта Л. Ю. Проблемы энергообеспечения металлургического производства Украины [Текст] / Л. Ю. Назюта, Н. В. Косолап, А. В. Губанова // Черные металлы.– 2006. – № 5. – С. 29–37.

## MODELS OF OPTIMAL ENERGY RESOURCES CONSUMPTION IN INDUSTRIAL ENTERPRISES WITH THE CONSIDERATION OF ECO-CLIMATIC RESTRICTIONS

E. N. INSHEKOV, Cand. Tech. Scie.  
O. KOZUB, O. S. DROBAKHA

*In this paper carry out solving the optimization's tasks of production structure and consumption structure of energy resources for improving organizational and production mechanism of the operation of industrial enterprises and for formulating the practical suggestion on optimize the structure of production, taking into account the complex of economic, energy and environmental factors, including the following features of modern enterprises, as quantitative and qualitative shortcomings of the production structure that cause release of uncompetitive products.*

Поступила в редакцию 02.04 2012 г.