

УДК 658.5:338.3

Макимова О. С., Максимов С. В., Темченко О. А.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЇХ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

В умовах ринкової економіки головним критерієм оцінки діяльності гірничозбагачувального комбінату є прибуток, що утвориться в процесі реалізації товарної продукції. Якщо комбінат має різні виробничі потужності по двом видам товарній продукції (концентрат та агломерат або обкотиші), різні паливно-енергетичні витрати на їхнє виробництво й неоднакові ціни, то виробничі потужності комбінату можуть бути оптимізовані, шляхом їхнього перерозподілу для одержання максимального прибутку при зниженні загальної енергоємності виробництва.

Функціонування сучасних промислових підприємств України, особливо в період економічної кризи, потребує від керівництва особливої концентрації зусиль на «виживанні» в непростих ринкових умовах. Це, в свою чергу, вимагає посилення уваги до планування виробничої діяльності підприємства на майбутній період та виваженого підходу до формування виробничої програми і вибору ринкових пріоритетів.

Проблемами оптимізації виробничої програми підприємства займають я такі вітчизняні та зарубіжні науковці як С. А. Гужов [1], А. Ф. Гукалюк [2], Ю. А. Єгупов [3], Д. Є. Ішук [5], В. В. Куперман [6], М. В. Макеєнко [7] та ін.

Варто зауважити, що переважна більшість науковців при дослідженні процесу формування виробничої програми зупиняється на проблемах оцінки ринкового попиту на продукцію конкретного підприємства і ресурсного обґрунтування його планів виробництва, недостатню увагу приділяючи питанням оптимізації виробничої програми, з метою підвищення ефективності роботи підприємства.

Мета роботи – визначення шляхів підвищення ефективності роботи гірничозбагачувального підприємства шляхом оптимізації її виробничої потужності.

В результаті проведеного аналізу літературних джерел та техніко-економічних результатів діяльності гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу за останні роки було виявлено, що основними проблемами зниження ефективності їх діяльності є зменшення обсягів реалізації продукції, збільшення її собівартості, проблеми в розробці цінової і фінансової політики підприємства в цілому, а також недосконалість системи планування їх виробничої програми.

Визначальним структурним компонентом собівартості продукції гірничозбагачувальних підприємств є паливно-енергетичні ресурси. Тому обсяги виробництва залізорудної продукції як у натуральному, так і у вартісному вигляді, значною мірою залежать від величини витрат таких ресурсів. У загальному вигляді дану залежність можна представити функцією наступного виду:

$$Q_{\text{вир}} = f(R_{\text{ен}}) = K_Q \cdot R_{\text{ен}}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{вир}}$ – величина натурального обсягу виробництва залізорудної продукції на момент закінчення періоду, що досліджується;

K_Q – коефіцієнт, що характеризує інтенсивність приросту натурального обсягу виробництва під впливом зростання величини витрат паливно-енергетичних ресурсів;

$R_{\text{ен}}$ – величина витрат паливно-енергетичних ресурсів, що використовуються для виробництва продукції, у натуральних показниках.

Потрібно зазначити, що по своїй економічній сутності коефіцієнт інтенсивності є зворотним витратному коефіцієнту (натуральним питомим витратам), при цьому чим вище інтенсивність використання кожного виду паливно-енергетичних ресурсів, тим вище коефіцієнт інтенсивності.

Аналіз витрат паливно-енергетичних ресурсів на ПАТ «ПІВНІЧНИЙ ГЗК» (ПАТ «ПІВНГЗК») в залежності від обсягів виробництва концентрату (рис. 1) та обкотишів (рис. 2) показав, що вона має експоненціальний характер.

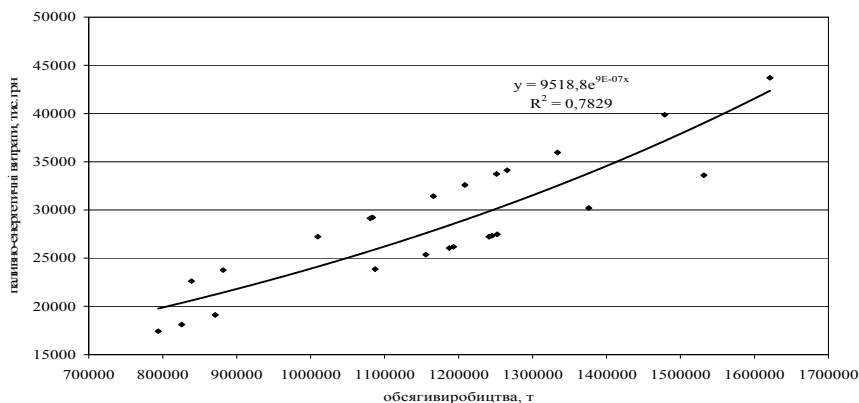


Рис. 1. Залежність витрат паливно-енергетичних ресурсів від обсягів виробництва концентрату

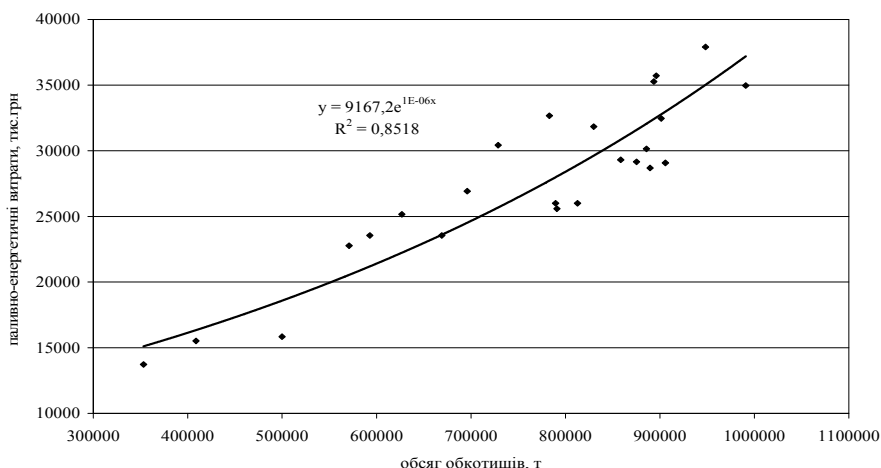


Рис. 2. Залежність витрат паливно-енергетичних ресурсів від обсягів виробництва обкотишів

Враховуючи, що ціна залізородної продукції відповідає закону спадаючої корисності і зменшується при збільшенні обсягів її виробництва, то оптимальними обсягами виробництва продукції будуть такі, при яких розмір економічного ефекту, що визначається як різниця між доходами (TR) та витратами (TC), буде максимальним (рис. 3).

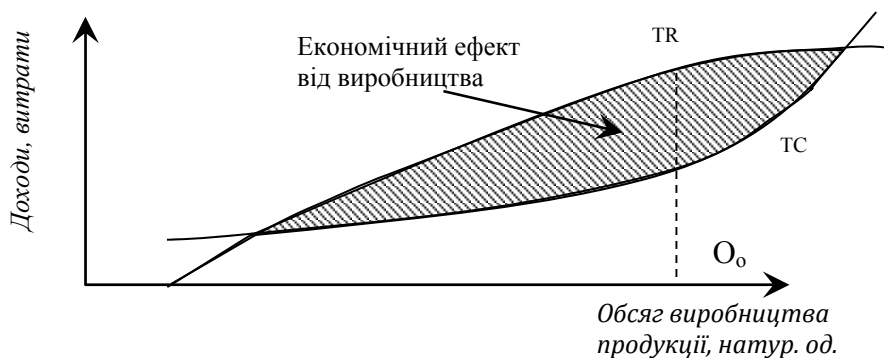


Рис. 3. Графічне відображення економічного ефекту, отриманого від виробництва продукції

З огляду на те, що витрати на гривню товарної продукції мають меншу амплітуду коливань ніж прибуток, тому треба прийняти як оцінку виробничих потужностей комбінату інтегральний показник енергоємності товарної продукції E , тобто:

$$E = \frac{B_{П-Е}(A_O; A_K)}{P(\Pi_O; A_O; \Pi_K; A_K)} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де A_O, A_K – річна продуктивність комбінату по обкотишам (агломерату) та товарному концентрату, т; $B_{П-Е}(A_O; A_K)$ – витрати паливно-енергетичних ресурсів, як функція від виробничої програми підприємства, тис. грн; $P(\Pi_O; A_O; \Pi_K; A_K)$ – результати роботи підприємства, як функція від виробничої програми та цін на товарну продукцію комбінату, тис. грн.; E – інтегральний показник енергоємності товарної продукції, грн./т.

Область значень змінних A_{ij} , у яких здійснюється пошук рішення, описується наступними обмеженнями:

1. Обмеження по обсягу споживання i -го виду товарної продукції:

$$A_c - \sum_i^2 A_i = 0. \quad (3)$$

2. Обмеження на максимально припустимий обсяг виробництва i -го виду продукції (A_i^{\max}):

$$A_i^{\max} \leq ВП_i. \quad (4)$$

3. Обмеження на мінімально припустимий обсяг виробництва i -го виду продукції (A_i^{\min}).

Як вже було зазначено, за критерій оцінки ефективності формування виробничої програми гірничорудного підприємства обрано інтегральний показник енергоємності товарної продукції, за який прийнято відношення сумарних витрат на паливно-енергетичні ресурси при виробництві залізородної продукції до суми доходу, що отримано від реалізації товарної продукції за цінами, встановленими на комбінаті. В якості оцінки обсягів залізородної продукції реалізованої ПАТ «ПІВНГЗК» [8] прийнято обсяги товарного концентрату та обкотишів, вироблених за рік. Натуральні показники товарної продукції дозволяють порівнювати рівень ефективності виробничої програми на комбінаті за різні роки.

В якості керованих змінних, що впливають на рівень енергоємності товарної продукції, обрано обсяги виробництва товарної продукції, що встановлені у виробничій програмі підприємства. При цьому, витрати паливно-енергетичних ресурсів на виробництво концентрату враховуються тільки на обсяг його товарної частини, а на виробництво обкотишів – наскрізні, з врахуванням тих, що пішли на виробництво концентрату, використаного в переділі огрудкування. Питомі витрати концентрату на виробництво обкотишів прийнято на рівні 1,05 т/т, які обраховано як середні за період, що аналізується.

Як бачимо така залежність досить точно описується квадратичним рівнянням (коефіцієнти кореляції близькі до одиниці) та має різну направленість. Такий характер залежностей має чітку економічну інтерпретацію.

Рівняння множинної регресії, яке встановлює залежність сумарних витрат паливно-енергетичних ресурсів від таких керованих змінних, як обсяги виробництва обкотишів та товарного концентрату, буде мати наступний вигляд:

$$y = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1x_2 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2, \quad (6)$$

де Y – сумарні витрати паливно-енергетичних ресурсів на виробничу програму комбінату, тис. грн.;

X1 – обсяги виробництва обкотишів для реалізації споживачам, тис. т;

X2 – обсяги виробництва товарного концентрату, тис. т.

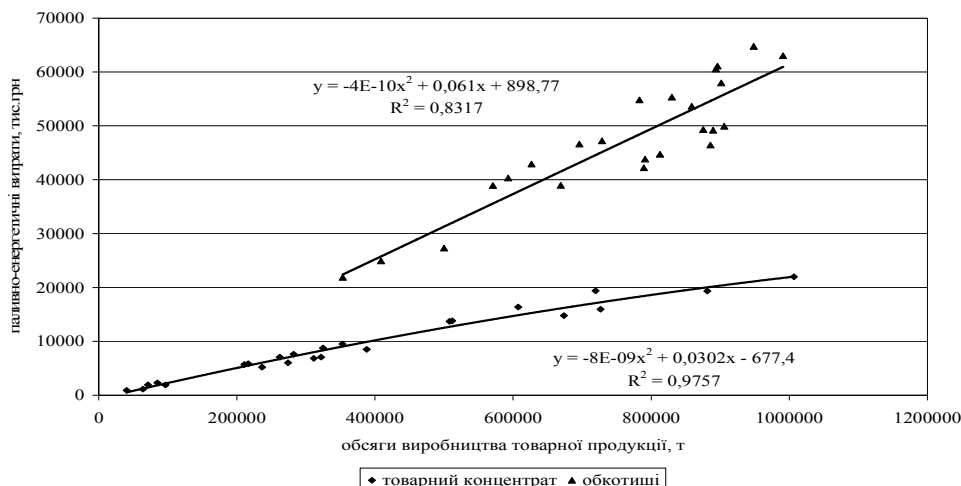


Рис. 4. Сумарні витрати паливно-енергетичних ресурсів на виробничу програму на ПАТ «ПІВНГЗК»

Зводимо нелінійні залежності до лінійної. Для розрахунку параметрів множинної регресії скористаємося вбудованою статистичною функцією «ЛИНЕЙН» Майстер функції програми Excel. В результаті виконаних розрахунків отримано наступні результати (табл. 1).

Таблиця 1

Результати розрахунку параметрів множинної регресії

		b5	b4	b3	b2	b\1	a0
Коефіцієнти		-0,0094788	0,0743169	0,06495	-13,581	-	56 944,4
σ_i		0,02497787	0,0713836	0,06007	62,2507	124,0398941	55 033,6
R2	S	0,76193898	5 550,8777				
Fr1	K	11,5221735	18				
$\sum (\bar{y} - \bar{y})^2$	$\sum (\bar{y} - \bar{y})^2$	1 775 120 046	554 620 372				

Отримано наступне рівняння множинної регресії:

$$Y = 56944,4 - 71,02 \cdot X1 - 13,6 \cdot X2 + 0,065 \cdot X1 \cdot X2 + 0,074 \cdot X1^2 - 0,095 \cdot X2^2. \quad (7)$$

Порівняння фактичних і теоретичних значень показало, що сумарні значення емпіричних і теоретичних частот співпадають.

При вимірюванні щільності зв'язку при криволінійній формі залежності, використовується не лінійний коефіцієнт кореляції, а кореляційне відношення:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_y^2 - \sigma_{y_x}^2}{\sigma_y^2}}, \quad (8)$$

де $\sigma_y^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}$; $\sigma_{y_x}^2 = \frac{\sum (y - y_x)^2}{n}$, y_x – теоретичне значення функції.

В нашому випадку, $\eta=0,7619$. Цей показник дозволяє зробити висновок, що щільність зв'язку між результативним показником – витратами паливно-енергетичних ресурсів, та факторами, що на нього впливають – обсяги випуску обкотишів та товарного концентрату дуже висока.

Проаналізуємо результуючу складову цільової функція. Розглянемо динаміку рівня цін на основну продукцію ПАТ «ПІВНГЗК» за останні роки (табл. 2)

Таблиця 2

Динаміка середніх цін на основну продукцію ПАТ «ПІВНГЗК», грн./т

Продукція	Рік		
	2010	2011	2012
Концентрат	548,2	878,7	620,6
Обкотиші	847,7	1129,9	951,7

Отже, сумарну річну цінність товарної продукції, що випускає на комбінаті, можна в загальному вигляді представити:

$$Z_T = A_{KT} \cdot Z_{KT} + A_O \cdot Z_O, \tag{9}$$

де A_{KT}, A_O – річна продуктивність комбінату по товарним концентрату й обкотишам, т; Z_{KT}, Z_O – ціна 1 т. концентрату й обкотишів, грн./т.

Для розрахунків приймемо умови реалізації продукції, що склалися в останні роки. Залежність між обсягами виробництва продукції та доходом підприємства у грошовій формі представлена на рис. 5.

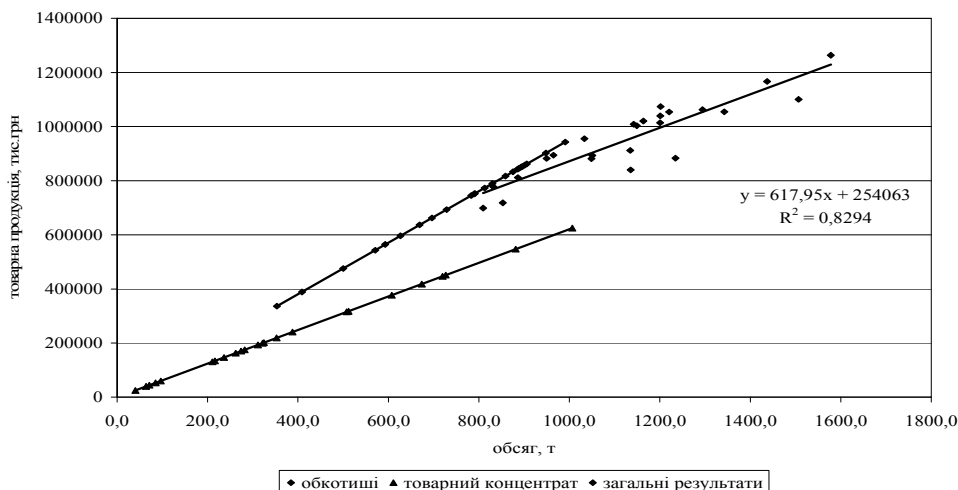


Рис. 5. Аналіз динаміки товарної продукції у грошовій формі за видами та в цілому на загальний обсяг реалізації

Первісною вихідною сировиною для одержання всіх видів залізвмісної продукції є залізна руда, загальні річні витрати якої становлять:

$$A_p = \frac{A_{KT} + A_{KO}}{\gamma_K} = \frac{A_{KT}}{\gamma_K} + \frac{A_O}{\gamma_O}, \tag{10}$$

де γ_K, γ_O – вихід на 1 т. руди концентрату й обкотишів, частки одиниці;

A_{KO} – кількість концентрату, необхідне для виробництва обкотишів, т.

Собівартість концентрату складається із собівартості руди, що витрачається на його виробництво й витрат на технологічні процеси виробництва концентрату.

Собівартість обкотишів містить у собі собівартість спожитого концентрату й витрати на технологічні процеси виробництва обкотишів.

При використанні функціональної залежності витрат енергії від обсягів виробництва концентрату, отриманої на основі наскрізних даних про його виробництво, коли немає необхідності одночасного керування і енергоємністю кар'єру при видобутку руди, функція енергоємності товарної продукції гірничо-збагачувального комбінату може бути представлена спрощено у наступному виді

Отже, отримуємо модель цільової функції з наступними обмеженнями:

$$E = \frac{56944,4 - 71,02 \cdot A_O - 13,6 \cdot A_{TK} + 0,065 \cdot A_O \cdot A_{TK} + 0,074 \cdot A_O - 0,095 \cdot A_{TK}}{A_{KT} \cdot Z_{KT} + A_O \cdot Z_O} \rightarrow \min, \quad (11)$$

при певних обмеженнях:

$$A_{KT}^{\min} + \frac{A_O}{\gamma_{OK}} \leq A_{KT} \leq ВП_K$$

$$D_O \leq A_O \leq ВП_O$$

$$A_{KT} \cdot e_K + A_O \cdot (e_O + e_K) \rightarrow \min,$$

де e_K , e_O – питомі витрати енергії на виробництво власне концентрату й обкотишів за переділами, як функція виробництва, грн./т;

D_O – мінімальні обсяги попиту на обкотиші, тис. т;

γ_K – вихід концентрату з 1 т руди;

γ_{OK} – вихід обкотишів на 1 т концентрату;

A_{KT}^{\min} – мінімально-можливі обсяги виробництва товарного концентрату, розраховані за умови ризику недопостачання вихідної сировини на фабрику огрудкування, тис. т.

Ризик невідповідності обсягів виробництва обкотишів рівню його забезпеченості концентратом власного виготовлення можна визначити по середньоквадратичному відхиленню обсягів їх виробництва від середньої очікуваної величини виробництва обкотишів за певний період.

За період 2009–2010 рр. середній очікуваний рівень виробництва обкотишів на ПАТ «ПІВНГЗК» [8] був 758,2 тис. т за місяць. Середньоквадратичне відхилення обсягів виробництва обкотишів за цей період розраховуємо за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2}, \quad (12)$$

де O_i – значення планового обсягу виробництва обкотишів у i -му періоді;

\bar{O} – середнє очікуване значення обсягів виробництва.

Очікуване відхилення обсягів виробництва обкотишів від середньої величини складає 112,2 тис. т, або 14,8 %.

У відповідності до теорії статистики всі 100 % можливих варіантів виробництва обкотишів будуть знаходитися в діапазоні $\pm 3 \sigma$, або $\pm 44,4$ %. Таким чином за мінімального випуску обкотишів 353,4 тис. т на місяць мінімальні обсяги товарного концентрату повинні складати 156,9 тис. т.

Виробнича потужність комбінату по концентрату складає 14 млн. т, а по обкотишам – 11 000,0 млн. т, що можна прийняти за граничні значення обсягів виробництва продукції.

Дослідження величини впливу показників, що характеризують виробничу програму підприємства на рівень енергоємності товарної продукції показує, що збільшення обсягів реалізації обкотишів позитивно впливає на зменшення рівня енергоємності товарної продукції комбінату. В той же час збільшення обсягів товарного концентрату при максимальному виробництві обкотишів збільшує енергоємність товарної продукції.

Таким чином, треба максимально збільшувати обсяги випуску обкотишів у межах виробничої потужності фабрики, при певних обмеженнях на випуск товарного концентрату.

Якщо всі складові цільової функції, що описує економічне явище, є лінійними, те це завдання лінійного програмування, інакше (якщо хоча б одна з складових цільової функції є нелінійною) маємо завдання нелінійного програмування.

Екранна форма вводу вихідних даних для пошуку рішення цільової функції та розрахунку оптимальних значень має наступний вигляд (табл. 3).

Таблиця 3

Результати розрахунку оптимальних рішень цільової функції за допомогою блоку «Пошук рішення» в табличному редакторі Microsoft Excel

им'я	X ₁	X ₂				
оптимальні значення	201,1	970,3				
нижня межа	0	0				цільова функція
верхня межа	920	1170				0,04451
коефіцієнти	b5	b4	b3	b2	b\1	a0
	- 0,009478	0,0743169	0,06495	-13,581	-73,02180	56944,4

Розрахунки, що виконані на основі запропонованої методики дали можливість отримати оптимальний обсяги виробництва обкотишів на рівні 201,1 тис. т на місяць, або – 2413,0 тис. т на рік і товарного концентрату – 970,0 тис. т на місяць, або – 11 640,0 тис. т на рік, що дозволить підприємству ПАТ «ПВНГЗК» отримати мінімальну енергоємність товарної продукції на рівні 0,03451 грн/т.

Розрахунок економічного ефекту від запропонованих заходів, щодо оптимального формування виробничої програми гірничорудного підприємства відображено в табл. 4. за базовий період прийнято 2014 рік.

Таблиця 4

Вплив запропонованих заходів для підвищення ефективності формування виробничої програми підприємства

Показники	Базовий варіант	Запропонований варіант
Місячна програма виробництва обкотишів, тис. т	825,0	201,1
Річні обсяги виробництва обкотишів, тис. т	9 900,5	2 413,2
Місячна програма виробництва товарного концентрату, тис. т	278,9	970,3
Річні обсяги товарного концентрату, тис. т	3 346,3	11 643,6
Обсяги товарної продукції, тис. грн.	11 499 019,0	11 009 866,0
Рівень енергомісткості товарної продукції, грн./грн.	0,06020	0,04451

Зростання ефективності виробництва відповідає зменшенню паливно-енергетичних ресурсів у розрахунку на одиницю товарної продукції:

$$E\epsilon_{2010 \text{ рік}} = 0,06020 \text{ грн / грн}$$

$$E\epsilon_{\text{розрах}} = 0,04451 \text{ грн / грн}$$

Можливе підвищення енергоефективності на ПАТ «ПІВНГЗК» за рахунок раціонального формування виробничої програми складає $0,06020 - 0,04451 = 0,01569$ грн/грн. товарної продукції. При цьому зниження енергоємності товарної продукції складає 26,1 %.

Можливий рівень зниження енергетичних витрат на виробництво залізородної продукції складе:

$$\Delta B_{П-Е} = 11\,499\,019,0 \cdot 0,06020 - 11\,009\,866,0 \cdot 0,04451 = 563\,613,9 \text{ тис. грн.}$$

Втрати на вартості товарної продукції складуть:

$$\Delta ПП = 11\,499\,019,0 - 11\,009\,866,0 = 489\,153,0 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, втрати товарної продукції будуть компенсовані зниженням паливно-енергетичних витрат, що дасть можливість додатково отримати прибуток.

$$\Delta П = 563\,613,9 - 489\,153,0 = 74\,460,9 \text{ тис. грн}$$

ВИСНОВКИ

ПАТ «ПІВНГЗК» є одним із унікальніших підприємств гірничодобувної галузі України, з багаторічною історією, та досвідом роботи. Ефективність виробництва на таких підприємствах являє собою комплексне відбиття кінцевих результатів використання всіх виробничих ресурсів за певний проміжок часу.

Родовою ознакою ефективності виробництва може слугувати необхідність досягнення мети виробничо-господарської діяльності підприємства з найменшими витратами паливно-енергетичних ресурсів дефіцит яких гостро постає на тлі погіршення політичних зв'язків з державою, яка є їх основним постачальником до економіки України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гужов С. А. *Формирование производственной программы дорожной организации в условиях риска и неопределенности ее реализации* : автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. экон. наук : спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством : экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (транспорт)» / С. А. Гужов. – М., 2010. – 20 с.
2. Гукалюк А. Ф. *Моделювання процесу розробки оптимальної виробничої програми* / А. Ф. Гукалюк, О. С. Сенишин // *Актуальні проблеми економіки*. – 2006. – № 9. – С. 204–211.
3. Єзупов Ю. А. *Планування виробничої потужності в контексті ресурсного обґрунтування виробничої програми підприємства* / Ю. А. Єзупов. // *Економіст*. – 2011. – № 11. – С. 49–52.
4. Ермолаєва Л. В. *Формирование производственной программы при мелкосерийном производстве* / Л. В. Ермолаєва // *Современные наукоемкие технологии*. – 2007. – № 11 – С. 122–123.
5. Іщук С. О. *Методи визначення оптимальних виробничих програм за фінансовими критеріями розвитку підприємства* [Електронний ресурс] / Іщук С. О. – Режим доступу: http://www.ief.org.ua/Arjiv_EP/Ishchuk406.pdf
6. Куперман В. В. *Модель оптимізації виробничої програми підприємства* / В. В. Куперман // *Сучасні технології управління підприємством та можливості використання інформаційних систем : стан, проблеми, перспективи* : матеріали шостої міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 берез. 2011 р. – Одеса, 2011. – С. 250–253.
7. Куперман В. В. *Оптимізація виробничої програми ПАТ «Одескабель»* / В. В. Куперман // «Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики» : матеріали 1-ї міжнар. наук.-практ. конф., 18–19 жовт. 2012 р. – Одеса, ОНЕУ, 2012. – С. 482–483.
8. Макеєнко М. В. *Формирование производственной программы промышленного предприятия на основе использования оптимизационного подхода* : автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. экон. наук : спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством : экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (промышленность)» / М. В. Макеєнко. – Санкт-Петербург, 2012. – 20 с.
9. *Опис бізнесу ПАТ «ПІВНІЧНИЙ ГЗК»* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://smida.gov.ua/db/participant/00191023>.