

# ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ

УДК 65.338.4

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВОРОТНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В РОЗПОДІЛІ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ РЕСУРСІВ МІЖ ВИРОБНИЧИМИ ЦЕХАМИ

**ТИЩЕНКО Олександр Миколайович**

*доктор економічних наук, професор*

**НОРІК Лариса Олексіївна**

*кандидат економічних наук, доцент*

**КОТЛЯРОВА Вікторія Григорівна**

*здобувач*

При організації управління вхідними матеріальними потоками на вітчизняних коксохімічних підприємствах (КХП) менш за все уваги, як правило, приділяється аналітичній роботі і вдосконаленню бізнес-процесів. Проте цей процес необхідний для того, щоб забезпечити гнучкість системи в сучасних умовах.

В умовах обмеження фінансових ресурсів та дії галузевих особливостей на КХП питання розподілу матеріально-технічних ресурсів (МТР) на проведення ремонтних робіт між виробничими цехами набувають великого значення.

Показником, що характеризує задоволення потреб цехів у МТР, є рівень виконання заявок на забезпечення ними із центрального складу. Вплив на цей показник жорсткими заходами призведе лише до короткочасного ефекту. Тому необхідно вивчити природу цієї характеристики, її структуру, що дозволить управляти процесом її розвитку в необхідному напрямі. Спрямувати та аналітично обґрунтувати процес розвитку можна за допомогою зворотних обчислень, які дозволяють розробляти управлінські рішення у детермінованому й стохастичному середовищах [1].

Мета статті – обґрунтувати застосування технології зворотних обчислень при прийнятті управлінських рішень стосовно розподілу МТР між виробничими цехами. Потреба у зворотних зв'язках виникає, якщо необхідне втручання у існуючий рух подій та його змін відповідно до цілей управління. Зворотні задачі визначають вплив на рішення прямих задач. У такому разі для аналітичного обґрунтування управлінського рішення щодо характеру дій необхідна додаткова інформація: бажаний рівень наближення до атрактора (стабільне становище, до якого в даний час прагне система), пріоритети приростів керованих змінних та напрями їх змін. Знаки приростів аргументів вибираються залежно від мети управління. Отримання значень приростів дозволяє реально впливати на економічний процес у деякому діапазоні. У теперішній час особливої уваги набувають задачі, в яких залежність між змінними має ймовірнісний характер. Серед таких задач: управління ризиками, безпекою, надійністю (визначення умов, що гарантують бажаний рівень). Ймовірнісні залежності одних подій від інших можна навести у вигляді графа – дерева ймовірностей (рис. 1).

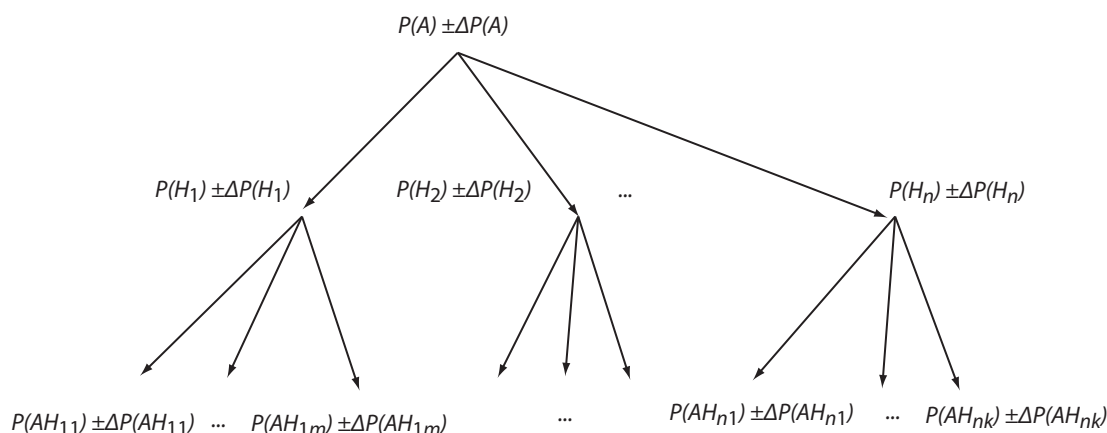


Рис. 1. Дерево зворотних ймовірнісних обчислень

У корені такого дерева вказується значення ймовірності, яке задається особою, що приймає рішення (бажаний результат ризику, надійності, безпеки і т. д.). Дерево має термінальні і розрахункові вузли. В термінальних вузлах графа містяться ймовірності подій (наперед задані або визначені за відповідними правилами), у розрахункових вузлах вказуються результати зворотних обчислень. Спрямованість ліній, що поєднують вузли, відображає різницю використаної вихідної інформації. Тоді задачу зворотних ймовірнісних обчислень у загальному вигляді можна подати так: за умовою, що *відомі*: ймовірності подій  $H_1, H_2, \dots, H_n$ ; формули, за якими вони обчислені; бажаний пріоріт ймовірності настання події, що знаходиться у корені дерева ймовірностей; бажані напрями приростів змін ймовірностей у вузлах дерева; пріоритетність зміни появи події (вага важливості); *визначити*: нові значення ймовірностей появи подій, що відображені у термінальних вузлах дерева; співвідношення умов, що забезпечують нові значення ймовірностей у термінальних вершинах [2]. Зворотні обчислення стають особливо корисними при прийнятті рішень щодо появи деякої події сумісно з іншими подіями (гіпотезами). У такому разі застосовується формула повної

ймовірності:  $P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i)$ , де  $P(A)$  – ймовірність настання події  $A$ ;  $P(H_i)$  – ймовірність здійснення гіпотези  $H_i$ ;  $P(A/H_i)$  – умовна ймовірність настання події  $A$  у разі здійснення гіпотези  $H_i$ . За таких умов задача зворотних обчислень має вигляд:

$$\begin{cases} P(A) \pm \Delta P(A) = \sum_{i=1}^n [P(H_i) \pm \Delta P(H_i)] \cdot [P(A/H_i) \pm \Delta P(A/H_i)], \\ \frac{\Delta P(H_i)}{\Delta P(H_j)} = \frac{\alpha(H_i)}{\beta(H_j)}, \\ \frac{\Delta P(A/H_i)}{\Delta P(A/H_j)} = \frac{\gamma(H_i)}{\delta(H_j)}, \end{cases} \quad (2)$$

де  $\Delta P(H_i), \Delta P(A/H_i)$  – прирости безумовних та умовних ймовірностей події  $A$ ;

$\alpha(H_i), \beta(H_j)$  – коефіцієнти пріоритетності здійснення гіпотез  $H_i$  та  $H_j$  відповідно;

$\gamma(H_i), \delta(H_j)$  – коефіцієнти пріоритетності настання події  $A$  за умовою здійснення гіпотез  $H_i$  та  $H_j$  відповідно.

На підставі викладених вище міркувань пропонується реалізувати технологію зворотних ймовірнісних обчислень як підхід до обґрунтування управлінських рішень щодо визначення програми контролю за рівнем виконання заявок на постачання МТР до виробничих цехів. Метою поставленої задачі є зменшення ймовірності втрати доходу КХП в результаті наслідків ненадійного процесу управління потоками МТР. Вихідні дані прямої задачі визначення ймовірності втрати доходу КХП наведені відсотками заявок цехів на МТР, що не були задоволені за період, що аналізується, та питомої ваги товарної продукції по цехах підприємства. На кожному КХП існує необхідність зменшення ймовірності втрати доходу. Питома вага товарної продукції по цехах на підприємстві не є об'єктом управління. Тому постає питання, який при цьому необхідно забезпечити рівень виконання заявок на постачання МТР по цехах КХП. Тобто, за рахунок зменшення рівня незадоволення заявок якого саме цеху підприємства й наскільки можна утримувати припустимий рівень втрати доходу підприємства в цілому. Формалізований запис поставленої зворотної задачі має вигляд:

$$\begin{cases} P(A) - \Delta P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot [P(A/H_i) - \Delta P(A/H_i)], \\ \frac{\Delta P(A/H_i)}{\Delta P(A/H_j)} = \frac{\gamma(H_i)}{\delta(H_j)}, \end{cases} \quad (3)$$

де  $\Delta P(A/H_i)$  – величина зменшення умовних ймовірностей події  $A$  – втрати доходу на КХП;

$\gamma(H_i), \delta(H_j)$  – коефіцієнти пріоритетності запобігання події  $A$  за умовою здійснення гіпотез  $H_i$  та  $H_j$  відповідно.

Означені вище коефіцієнти пріоритетності запобігання події  $A$  пропонується встановити на підставі даних про частку вартості основних засобів кожного виробничого цеху підприємства. Вихідні дані точкового розрахунку необхідних приростів пропонується сформулювати на підставі середніх значень даних за період 2008 – 2010 рр. (табл. 1).

Таблиця 1

Вихідні дані зворотної задачі для умов ПАТ «КХП 1»

Найменування цеху (відділення, блоку цехів)	Середні значення		
	питома вага товарної продукції, %	рівень незадоволення заявок цехів на постачання МТР, %	частка вартості основних засобів, %
Середнє значення ймовірності втрати доходу підприємства – 23,56 %			
Вуглекислий блок	88,37	22,63	65,87
Сульфатне відділення	0,62	32,17	4,10
Блок конденсації та переробки смоли	7,83	29,58	12,07
Відділення вловлювання та ректифікації сирого бензолу	2,55	38,13	11,30
Цех очистки коксового газу від сірководню	0,63	33,92	6,66

Як показано в табл. 1, при середніх рівнях значень, що склалися за 2008 – 2010 рр., питомої ваги товарної продукції по підрозділам, рівнів задоволення заявок цехів на постачання МТР та частки вартості основних засобів є ймовірність втрати доходу підприємства на рівні 23,56 %. Вирішення зворотної задачі проводиться за допомогою «Пошук рішення» програми MS Excel.

Як правило, на КХП графіки робіт згідно положень технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) складаються таким чином: механіки цехів розробляють графіки робіт, на основі яких службою головного механіка обчислюються кошториси. Зведений кошторис передається на узгодження в департамент технічного розвитку холдингу. У випадку узгодження загальної суми на проведення ремонтних робіт розроблені графіки приймаються до виконання. У випадку, коли загальна сума департаментом корегується, обсяги, відповідно і графіки ремонтних робіт, передивляються. Зміна обсягів по всіх цехах (крім критичного устаткування) здійснюється пропорційно зміні загальної суми. Використання технології зворотних обчислень зробить можливим управляти обсягами ремонтних робіт виробничих цехів з найменшою ймовірністю втрати доходу КХП. Мета використання цієї технології – розподіл коштів між основними цехами на проведення ремонтних робіт устаткування.

На думку авторів розподіл коштів на проведення ремонтних робіт (РР) по цехах повинно здійснюватися в такій послідовності:

1. Визначається та в повному обсязі направляється сума коштів на ремонт критичного устаткування, яким для всіх КХП є котельне та додатково те, що визначає для себе кожне підприємство;
2. Визначаються кошти на проведення РР у допоміжних та обслуговуючих цехах, сума яких змінюється

пропорційно зміні загальної суми коштів на проведення РР в цілому по КХП;

3. За остаточною принципом визначається сума коштів, що направляється на ремонт устаткування основних цехів та розподіляється між ними:
  - визначаються види зв'язків між обсягами РР та рівнем незадоволення заявок на МТР із центрального складу по основним цехам КХП;
  - з метою прогнозування обсягів РР на наступний період враховується, по-перше, термін експлуатації устаткування; по-друге, агресивність робочого середовища;
  - за допомогою технології зворотних обчислень розраховуються припустимі рівні незадоволення заявок на МТР із центрального складу при різних рівнях ймовірності втрати доходу;
  - розраховуються обсяги РР по цехам та підприємству в цілому при всіх можливих рівнях задоволення заявок цехів;
  - визначається рівень задоволення заявок на МТР по цехам, при якому грошових коштів на це буде достатньо при обраному рівні ймовірності втрати доходів КХП.

Приведений методичний підхід використаний для вирішення питання розподілу МТР між виробничими цехами для умов ПАТ «КХП 1». Облік заявок цехів на МТР на КХП здійснюється помісячно, тому далі розрахунки ведуться на місяць. Обсяги виконаних РР залежать від рівня задоволення заявок цехів на МТР зі центрального складу. Для побудови моделі прогнозу залежності обсягів виконання РР від рівня задоволення заявок цехів на МТР за фактичними даними КХП були розраховані рівняння регресії для різних типів ліній тренду (табл. 2).

Таблиця 2

Величини достовірності апроксимації фактичних даних для ліній тренду різних типів для умов ПАТ «КХП 1»

Період	R <sup>2</sup> ліній тренду різних типів				
	лінійний	логіфічний	поліноміальний	ступінний	експоненціальний
1	2	3	4	5	6
Вуглекоксовий блок					
1, 4 квартали	0,7329	0,3585	0,6539	0,4289	0,5289
2, 3 квартали	0,8649	0,4573	0,7826	0,5294	0,4859
Сульфатне відділення					
1, 4 квартали	0,8707	0,7356	0,5831	0,4893	0,6245
2, 3 квартали	0,8195	0,7912	0,6593	0,5124	0,5932
Блок конденсації та переробки смоли					
1, 4 квартали	0,7343	0,6952	0,4519	0,6298	0,7012
2, 3 квартали	0,6123	0,5986	0,5101	0,5289	0,6485
Блок вловлювання та ректифікації сирого бензолу					
1, 4 квартали	0,6106	0,5924	0,4219	0,3989	0,4289
2, 3 квартали	0,6047	0,5912	0,3956	0,4019	0,4386

1	2	3	4	5	6
Цех очистки коксового газу від сірководню					
1, 4 квартали	0,8274	0,7596	0,5682	0,6736	0,7912
2, 3 квартали	0,8169	0,8059	0,6289	0,6458	0,7156

Аналіз величин достовірності апроксимації показав, що лінія тренду лінійного типу має найвищий рівень достовірності по всім підрозділам. З цього можна зробити висновок, що між обсягами виконаних ремонтних робіт та рівнем задоволення заявок цехів на МТР існує лінійний тип залежності. У табл. 3 наведені моделі залежності обсягів виконання ремонтних робіт у підрозділах для умов ПАТ «КХП 1», де обсяг ремонтних робіт в підрозділі:  $y_{вк}$  – у вугле-

коковому блоці,  $y_{св}$  – у сульфатному відділенні,  $y_{ск}$  – у блоці конденсації та переробки смоли,  $y_{бс}$  – у блоці вловлювання та синтезу бензолу,  $y_{ос}$  – у цеху очистки коксового газу від сірководню; рівень задоволення заявок:  $x_{вк}$  – у вуглекоксовому блоці,  $x_{св}$  – у сульфатному відділенні,  $x_{ск}$  – у блоці конденсації та переробки смоли,  $x_{бс}$  – у блоці вловлювання та синтезу бензолу,  $x_{ос}$  – у цеху очистки коксового газу від сірководню.

Таблиця 3

Моделі залежності обсягів виконання ремонтних робіт від рівня задоволення заявок цехів на МТР зі центрального складу на ПАТ «КХП 1» за 2008 – 2010 рр.

Період	Модель залежності	R <sup>2</sup>
Вуглекоксовий блок		
1, 4 квартали	$y_{вк} = 4,8029x_{вк} + 1881$	0,7329
2, 3 квартали	$y_{вк} = 2,7543x_{вк} + 162,85$	0,8649
Сульфатне відділення		
1, 4 квартали	$y_{св} = 0,8529x_{св} + 13,124$	0,8707
2, 3 квартали	$y_{св} = 0,6752x_{св} + 30,219$	0,8195
Блок конденсації та переробки смоли		
1, 4 квартали	$y_{ск} = 1,4517x_{ск} + 121,14$	0,7343
2, 3 квартали	$y_{ск} = 2,8791x_{ск} + 92,023$	0,6123
Блок вловлювання та ректифікації сирого бензолу		
1, 4 квартали	$y_{бс} = 0,7623x_{бс} + 67,34$	0,6106
2, 3 квартали	$y_{бс} = 1,6346x_{бс} + 70,298$	0,6047
Цех очистки коксового газу від сірководню		
1, 4 квартали	$y_{ос} = 3,7785x_{ос} + 172,7$	0,8274
2, 3 квартали	$y_{ос} = 4,536x_{ос} + 191,78$	0,8169

Моделі залежності були побудовані на основі фактичних даних КХП про обсяги РР по цехам та рівнів задоволення заявок на МТР. З метою прогнозування залежності обсягів РР від рівня задоволення заявок на МТР зі центрального складу на наступний період (2011 р.) необхідно врахувати термін експлуатації устаткування та агресивність робочого середовища. З урахуванням вказаних показників моделі залежності будуть мати такий вигляд (табл. 4).

На 2011 р. згідно з проектом графік проведення ремонтних робіт устаткування загальна сума коштів становила 72588,0 тис. грн. Департаментом технічного розвитку узгоджена сума 61900,0 тис. грн. Згідно із запропонованим підходом її необхідно розподілити таким чином (табл. 5).

На підрозділи основного виробництва виділені кошти в сумі 43092,0 тис. грн. Розподіл коштів помісячно

здійснюється, враховуючи таке: виконання РР має сезонний характер: в холодний період з жовтня по березень ремонтуються пічні споруди, це пов'язано з тим, що в зоні камери коксування високі температури, тому їх ремонтують при низькій температурі оточуючого середовища, в той час як ремонтні роботи устаткування згідно з положеннями ТОiP виконуються в період з квітня по вересень, у зв'язку з чим обсяг коштів на ремонт устаткування (а саме на допоміжні матеріали та запасні частини) в ці періоди різний: в літній період сума коштів на 30 % вища, ніж в зимовий. З приводу цього розрахунки наведені окремо за 1,4 та 2,3 квартали. За розрахунками, на РР необхідно:

взимку 3123,0 тис. грн на місяць;  
влітку  $3123,0 \times 1,3 = 4059,0$  тис. грн.

Таблиця 4

Моделі прогнозу залежності обсягів ремонтних робіт від задоволення заявок цехів в МТР на ПАТ «КХП 1» на 2011 р.

Період	Підвищувальні коефіцієнти, що враховують		Модель залежності
	термін експлуатації устаткування	агресивність робочого середовища	
Вуглекисловий блок			
1, 4 квартали	1,02	1,15	$y_{BK} = 5,6335x_{BK} + 2206,4$
2, 3 квартали			$y_{BK} = 3,2308x_{BK} + 2537$
Сульфатне відділення			
1, 4 квартали	1,03	1,1	$y_{CB} = 0,9663x_{CB} + 14,869$
2, 3 квартали			$y_{CB} = 0,7649x_{CB} + 34,238$
Блок конденсації та переробки смоли			
1, 4 квартали	1,03	-	$y_{CK} = 1,4953x_{CK} + 124,78$
2, 3 квартали			$y_{CK} = 2,9655x_{CK} + 94,783$
Блок вловлювання та синтезу бензолу			
1, 4 квартали	1,03	1,2	$y_{BC} = 0,9421x_{BC} + 83,233$
2, 3 квартали			$y_{BC} = 0,0203x_{BC} + 86,889$
Цех очистки коксового газу від сірководню			
1, 4 квартали	1,03	1,2	$y_{OC} = 4,6702x_{OC} + 213,46$
2, 3 квартали			$y_{OC} = 5,6065x_{OC} + 237,04$

Таблиця 5

Розподіл загальної суми коштів на проведення ремонтних робіт на ПАТ «КХП 1» у 2011 р.

Підрозділ	Сума коштів згідно з проектом графіка, тис. грн	Узгоджена сума коштів, тис. грн
Загальна сума	72588,0	61900,0
Котлотурбінний цех	2160,0	2160,0
Підрозділи допоміжного виробництва	19580,0	16648,0
Підрозділи основного виробництва	50848,0	43092,0

За допомогою технології зворотних обчислень розраховуються припустимі рівні незадоволення заявок на МТР із центрального складу при різних рівнях ймовірності втрати доходу (табл. 6), на основі яких за допомогою моделей залежності обсягів РР від рівня задоволення заявок на МТР зі центрального складу розподіляються обсяги РР між виробничими цехами (табл. 7). Розрахунки показали, що при збереженні середньої кількості заявок на МТР, в літній період коштів достатньо, для того щоб забезпечити ймовірність втрати доходу КХП на рівні не більш 22 %, в зимній період – на рівні не більш 17 %. Розрахунок рівня задоволення заявок цехів в МТР повинен бути той, що наведений у табл. 8.

Використання технології зворотних обчислень шляхом управління задоволеністю цехів у МТР для ремонтів дасть змогу запобігти збитку від ймовірності втрати доходу КХП. Відвернений збиток від підвищення ймовірності втрати доходу КХП ( $Z_g$ ) авторами пропонується розраховувати за формулою:  $Z_g = \Delta B - (\Delta Bm + \Delta Byn)$ , де  $\Delta B$  – зміна

ймовірної втрати доходу підприємства у вартісному виразі, тис. грн;  $\Delta Bm$  – зміна витрат підприємства за рахунок зменшення виробництва продукції, тис. грн;  $\Delta Byn$  – зміна умовно-постійних витрат, тис. грн.

Зміна рівня ймовірної втрати доходу в цілому по підприємству у вартісному виразі ( $\Delta D$ ) авторами пропонується розраховувати за формулою:  $\Delta B = \Delta D \times B_n$ , де  $\Delta D$  – зміна рівня ймовірної втрати доходу підприємства, %;  $B_n$  – вартість фактично реалізованої продукції підприємством, тис. грн.

Зміну рівня ймовірної втрати доходу ( $\Delta D$ ) авторами пропонується розраховувати за формулою:  $\Delta D = A_\phi - A_p$ , де  $A_\phi$  – ймовірність втрати доходу при фактичному рівні задоволеності виробничих підрозділів у МТР для ремонтів, %;  $A_p$  – ймовірність втрати доходу при рекомендованому рівні задоволення виробничих підрозділів у МТР для ремонтів, %.

Відповідність рівнів задоволеності виробничих підрозділів у МТР ймовірностям втрати доходу КХП розраховується за допомогою технології зворотних обчислень.

Таблиця 6

## Рівні незадоволення заявок на МТР, %

Найменування цеху (відділення, блоку цехів)	Значення припустимих рівнів незадоволення заявок на МТР із центрального складу за умовою утримування відповідного рівня ймовірності втрати доходу, %														
	23,56	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	...	5
Вуглекоксовий блок	22,63	20,84	19,73	18,63	17,52	16,41	15,31	14,20	13,09	11,98	10,88	9,77	8,66	...	2,02
Сульфатне відділення	32,17	32,06	31,99	31,92	31,85	31,78	31,71	31,64	31,57	31,50	31,44	31,37	31,30	...	30,88
Блок конденсації та переробки смоли	29,58	29,26	29,05	28,85	28,65	28,45	28,24	28,04	27,84	27,63	27,43	27,23	27,03	...	25,81
Блок вловлювання та ректифікації бензолу	38,13	37,82	37,63	37,44	37,25	37,06	36,87	36,68	36,49	36,30	36,11	35,92	35,73	...	34,59
Цех очистки коксового газу від сірководню	33,92	33,74	33,62	33,51	33,40	33,29	33,18	33,06	32,95	32,84	32,73	32,62	32,50	...	31,83

Таблиця 7

## Розподіл обсягів ремонтних робіт між виробничими цехами, тис. грн

Найменування цеху (відділення, блоку цехів)	Значення припустимих рівнів незадоволення заявок на МТР із центрального складу за умовою утримування відповідного рівня ймовірності втрати доходу, %														
	23,56	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	...	5
Вуглекоксовий блок	2642,3	2652,3	2658,6	2664,8	2668,6	2677,3	2683,5	2689,8	2696,0	2704,3	2710,1	2717,1	2726,4	...	2764,9
Сульфатне відділення	80,4	80,5	80,6	80,7	80,7	80,9	80,9	80,9	81,0	81,1	81,1	81,2	81,2	...	82,1
Блок конденсації та переробки смоли	230,1	230,6	230,9	231,2	231,5	231,8	232,0	232,4	232,7	233,0	233,3	233,7	234,2	...	239,2
Блок вловлювання та ректифікації бензолу	141,5	141,8	142,0	142,2	142,3	142,5	142,7	142,9	143,1	143,2	143,4	143,4	143,4	...	144,1
Цех очистки коксового газу від сірководню	522,1	522,9	523,5	524,0	524,5	525,0	525,5	526,0	526,6	527,1	527,6	528,1	528,6	...	535,1
Всього	3616,4	3628,1	3635,5	3642,9	3647,6	3657,5	3664,6	3672,0	3679,4	3688,7	3695,5	3703,5	3713,8	...	3765,4

Таблиця 8

## Аналіз кількості заявок на МТР у 2011 р. на ПАТ «КХП 1»

Найменування цеху (відділення, блоку цехів)	Середня кількість поданих заявок на МТР, шт.	Рівень задоволення заявок, %	Кількість заявок, що необхідно задовольнити, шт.	Фактично задоволено, шт.
1	2	3	4	5
На період жовтень-березень				
Вуглекоксовий блок	92	84,69	80	79
Сульфатне відділення	29	68,29	9	51

1	2	3	4	5
Блок конденсації та переробки смоли	46	71,76	36	91
Блок вловлювання та ректифікації бензолу	29	63,13	21	65
Цех очистки коксового газу від сірководню	7	66,82	5	100
На період квітень–вересень				
Вуглекоксовий блок	121	79,16	100	76
Сульфатне відділення	17	67,94	13	70
Блок конденсації та переробки смоли	62	70,74	48	82
Блок вловлювання та ректифікації бензолу	40	62,18	29	77
Цех очистки коксового газу від сірководню	9	66,26	7	88

На основі ймовірної втрати доходу в цілому по КХП визначається рекомендований обсяг виробництва окремо по виробничим підрозділам шляхом:

- розрахунку зміни рівня ймовірної втрати доходу у вартісному виразі в цілому по КХП, тис. грн;
- розподілу цієї зміни по підрозділам;
- обчислення зміни обсягів виробництва продукції у натуральному виразі по підрозділам.

Зміна витрат КХП за рахунок зменшення виробництва продукції ( $\Delta Bm$ ) пропонується розраховувати за формулою:  $\Delta Bm = \sum_1^n Bm_n^p - \sum_1^n Bm_n^f$ , де  $Bm_n^p$  – витрати по виробничим підрозділам на виробництво рекомендованого обсягу виробництва, тис. грн;  $Bm_n^f$  – витрати по виробничим підрозділам на виробництво фактичного обсягу виробництва, тис. грн.

Зміна витрат за рахунок коливання умовно-постійних витрат ( $\Delta Byn$ ) на думку авторів розраховується за формулою:  $\Delta Byn = \sum_1^u \Delta Byn_n$ , де  $\Delta Byn_n$  – зміна умовно-постійних витрат по кожному підрозділу, тис. грн. Розраховується за формулою [3]:  $\Delta Byn_n = Y \times \left(1 - \frac{B_f}{B_p}\right)$ , де

$Y$  – сума умовно-постійних витрат, тис. грн;  $B_f$  – фактичний обсяг виробництва продукції по підрозділу, в натуральному виразі;  $B_p$  – рекомендований обсяг виробництва продукції по підрозділу, в натуральному виразі.

За допомогою технології зворотних обчислень виявлено, що при фактичному рівні задоволеності заявок виробничих підрозділів у МТР ймовірність втрати доходу КХП у літній період склала 22,83 %, у зимовий – 17,58 %. Зміна рівня ймовірної втрати доходу у літній період –  $22,83 - 22,0 = 0,83$  %, у зимовий період –  $17,58 - 17,0 = 0,58$  %. За січень–березень та жовтень–грудень (зимовий період) було реалізовано продукції на суму 1565234,0 тис. грн, за квітень–вересень (літній період) – 1458546,0 тис. грн. Таким чином, фактичний приріст рівня ймовірності втрати доходу підприємства по відношенню до рекомендованого у зимовий період – 9078,4 тис. грн, у літній період – 12105,9 тис. грн. Аналіз фактичних даних КХП по структурі товарної продукції показує, що за останні три роки вона практично не змінилася. Тому для визначення зміни обсягів її виробництва в 2011 р. можна користуватися середнім рівнем структури, що склався (див. табл. 1). Розрахунок зміни обсягів товарної продукції по виробничим блокам в натуральному виразі наведений у табл. 9.

Таблиця 9

Розрахунок зміни обсягів виробництва продукції по підрозділах

Найменування цеху (відділення, блоку цехів)	Структура товарної продукції, %	Зміна обсягів товарної продукції, тис. грн		Середня ціна, грн/од. зимовий період	Зміна обсягів товарної продукції, нат. од.	
		зимовий період	літній період		зимовий період	літній період
Вуглекоксовий блок, т	88,37	8022,6	10697,9	2482,0	3232	4310
Сульфатне відділення, т	0,62	56,3	75,0	1266,0	44	59
Блок конденсації та переробки смоли, т	7,83	710,8	947,8	2458,0	289	386
Блок вловлювання та ректифікації бензолу, т	2,55	231,5	308,7	6421,0	36	48
Цех очистки коксового газу від сірководню, тис. м <sup>3</sup>	0,63	57,2	76,5	416	137500	183890
Всього	100	9078,4	12105,9	–	–	–

Розрахунки, наведені у табл. 9 показують зміну обсягів товарної продукції в вартісному і натуральному виразі. Ці розрахунки дають змогу розрахувати зміну витрат на виробництво та реалізацію продукції при різних обсягах виробництва.

В табл. 10 наведений розрахунок зміни рівня цих витрат.

Крім загальних витрат за рахунок зменшення обсягів виробництва, зміняться безпосередньо умовно-постійні витрати (табл. 11).

Таблиця 10

## Розрахунок витрат при різних обсягах виробництва у 2011 р.

Найменування цеху (відділення, блоку цехів)	Змінні витрати на нат. од.	Обсяг виробництва, нат. од.		Постійні витрати, тис. грн	Витрати на весь обсяг виробництва, тис. грн	
		фактично	рекомендовано		фактично	рекомендовано
Зимовий період						
Вуглекоксовий блок, т	2125,03	647058	650290	22583	1309682	1313769
Сульфатне відділення, т	124,41	9639	9695	25685	26884	26891
Блок конденсації та переробки смоли, т	1844,33	66380	66669	17330	138274	139417
Блок вловлювання та ректифікації бензолу	3801,81	10480	10516	29277	69120	69257
Цех очистки коксового газу від сірководню, тис. м <sup>3</sup>	43,21	137500	194700	13851	19792	22264
Разом	–	–	–	–	1563742	1571598
Літній період						
Вуглекоксовий блок, т	2125,03	605870	610180	26249	1212630	122525
Сульфатне відділення, т	124,41	7260	7319	24815	25718	25726
Блок конденсації та переробки смоли, т	1844,33	61850	62236	17653	130340	131863
Блок вловлювання та ректифікації бензолу, т	3801,81	9770	9818	31355	68498	68681
Цех очистки коксового газу від сірководню, тис. м <sup>3</sup>	43,21	128120	132450	14439	19975	20162
Разом	–	–	–	–	1457161	1467957

Таблиця 11

## Розрахунок зміни витрат за рахунок підвищення умовно-постійних витрат в 2011 р.

Найменування цеху (відділення, блоку цехів)	Сума умовно-постійних витрат, тис. грн	Обсяг виробництва продукції, нат. од.		Зміна витрат, тис. грн
		фактично	рекомендований	
Зимовий період				
Вуглекоксовий блок	22583	647058	650290	225
Сульфатне відділення	25685	9639	9695	148
Блок конденсації та переробки смоли	17330	66380	66669	75
Блок вловлювання та ректифікації бензолу	29277	10480	10516	100
Цех очистки коксового газу від сірководню, тис. м <sup>3</sup>	13851	137500	142520	287
Разом	–	–	–	836
Літній період				
Вуглекоксовий блок	26249	605870	610180	262
Сульфатне відділення	24815	7260	7319	200
Блок конденсації та переробки смоли кам'яновугільної	17653	61850	62236	109
Блок вловлювання та ректифікації бензолу	31355	9770	9818	153
Цех очистки коксового газу від сірководню, тис. м <sup>3</sup>	14439	128120	132450	272
Разом	–	–	–	996



Згідно з розрахунками, наведеними у табл. 10 та табл. 11, в зимовий період витрати змінилися на 7856 тис. грн; в літній період – на 10796 тис. грн. Рівень умовно-постійних витрат підвищиться в зимовий період – на 836 тис. грн, в літній – на 996 тис. грн. Відвернений збиток від підвищення ймовірності втрати доходу підприємства: зимовий період – 386,4 тис. грн; у літній період – 313,9 тис. грн. За 2011 р. цей показник становить 700,3 тис. грн.

Таким чином, наведений приклад показав, що технологія зворотних обчислень може використовуватися як інструмент прийняття управлінських рішень щодо розподілу МТР на проведення ремонтних робіт між виробничими цехами.

## Література

1. Бельчикова Е. Н. Человеческий капитал и его роль в развитии организации. Е. Н. Бельчикова. – М. : ЮНИТИ, 2003. – 216 с.
2. Борисов Ю. Д. Человеческий капитал как фактор успеха / Ю. Д. Борисов // Персонал. – 2007. – № 2. – С. 5–9.
3. Демчук П. Л. Человеческий капитал и его роль в развитии экономики / П. Л. Демчук // Мировая экономика и международные отношения. – 2009. – № 4. – С. 42–49.
4. Ковальчук К. Ф., Фриман И. М., Фриман Е. М. Оценка уровня человеческого капитала промышленного предприятия как фактора успешности его деятельности. / К. Ф. Ковальчук, И. М. Фриман, Е. М. Фриман // Зб. наукових праць «Економіка: проблеми теорії та практики» – 2010. – Вип. 259. Т. VII. – С. 1838–1846.
5. Курашина Р. Г. Методы оценки человеческого капитала / Р. Г. Курашина // Кадры предприятия. – 2009. – № 6. – С. 8–16.
6. Фриман И. М., Ковальчук К. Ф., Фриман Е. М. Оценка конкурентоспособности управленческого персонала как фактора успешного функционирования промышленного предприятия в условиях кризиса / И. М. Фриман, К. Ф. Ковальчук, Е. М. Фриман // Зб. наукових праць «Економіка: проблеми теорії та практики» – 2009. – Вип. 255. Т. VII. – С. 2035–2045.