

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

УДК 685.34:65.012.2

С. В. БЄЛЯЄВА, В. Д. РОЖОК
Київський економічний інститут менеджменту

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ЗАМІНИ УСТАТКУВАННЯ

Розглянута постановка задач заміни устаткування та методи їх розв'язання. Запропонована цілочисельна ЕМ модель задачі заміни устаткування, яка забезпечує вибір оптимального варіанту заміни з використанням інвестиційних коштів з різних джерел.

A tasks setting of an equipment substitution and a methods of their solution is considered. A wholenumerical economic-mathematical model of an equipment substitution task, which ensures the optimal variant of the substitution with using different investment sources, is proposed.

Ключові слова: оптимізація, графік заміни устаткування, ЕМ модель, обмеження в задачі, критерій оптимальності.

Вступ. Одним із класів задач дослідження операцій є задачі та моделі заміни та технічного обслуговування устаткування [1; 2]. До них відносяться задачі заміни, модернізації, профілактичного огляду та ремонту устаткування.

В залежності від типу устаткування мають місце різні постановки задач заміни устаткування. Якщо експлуатаційні характеристики устаткування в процесі роботи поступово погіршуються, то відносно зростають витрати на підтримку його в потрібному стані. Очевидно, є оптимальний термін заміни устаткування. Якщо проводити заміну раніше оптимального терміну, то одержимо економію експлуатаційних витрат, але в більшій мірі виростуть відносні капітальні витрати. При заміні устаткування після оптимального терміну в більшій мірі збільшаться експлуатаційні витрати. Необхідно визначити оптимальний термін заміни, який забезпечить мінімізацію сумарних капітальних та експлуатаційних витрат і відповідний максимальний прибуток.

Для складного устаткування, в якого складові елементи можуть миттєво виходити з ладу, задача зводиться до розробки стратегії заміни: заміна проводиться при виході з ладу елемента чи до його виходу за розробленим графіком. У другому випадку збільшуються витрати на придбання елементів устаткування, але зменшуються витрати, пов'язані з простоями устаткування. Необхідно розробити оптимальний графік заміни елементів, який забезпечить мінімальні сумарні витрати цих двох видів.

Для устаткування довгострокового використання актуальною є розробка стратегії його ремонту і модернізації. Необхідно розробити оптимальний графік ремонту, при якому мінімізуються загальні витрати, пов'язані з простоєм устаткування та його ремонтом.

Для вирішення цих задач розроблені різні методи в залежності від характеру задачі, використання детермінованого чи стохастичного підходу. Зокрема, пропонуються методи динамічного програмування, методи теорії відновлення, методи табулювання та інші.

Метод динамічного програмування передбачає поетапну оптимізацію: дослідження останнього етапу та його умовна оптимізація, на основі цих розрахунків визначається оптимальний стан для попереднього етапу [3].

Недоліком цього методу є те, що не враховується можлива зміна параметрів задачі в різні роки. Окрім того, методика передбачає лише два варіанти рішення: використати прибуток, одержаний від заміни устаткування в повному обсязі, або зовсім його не використовувати в наступні роки.

Основний розділ. Нами розроблена цілочислова ЕМ модель заміни устаткування, яка забезпечує використання як власних коштів, так і залучених з інших джерел.

Постановка задачі. Планується заміна однотипного устаткування в потоці на декілька років (T). Кількість устаткування, яке планується замінити, складає N одиниць. Для заміни устаткування підприємство планує використати кошти з фонду розвитку, за рахунок прибутку, одержаного від його заміни, та залучення коштів з інших джерел.

Передбачаються госпрозрахункові відносини між підприємством та підрозділом по наданню інвестиційних коштів та використанню прибутку, одержаного від заміни устаткування.

Розробляється множина варіантів заміни устаткування в кожний період (рік). Кількість варіантів заміни дорівнює кількості одиниць устаткування N , тобто кожний наступний варіант передбачає збільшення нового устаткування на одиницю. По кожному з варіантів відома кількість нового обладнання та діючого (старого), сумарні витрати на заміну та на експлуатацію старого устаткування, сумарний прибуток від використання устаткування.

У задачі необхідно визначити оптимальний варіант заміни за кожний період, використання коштів з різних джерел на заміну обладнання, при яких максимізується сумарний прибуток.

Для побудови ЕМ моделі приймемо позначення:

μ – індекс варіанту заміни устаткування, $\mu = \overline{1, M}$;

t – індекс інтервалу (проміжку) часу, на початку якого проводиться заміна устаткування, $t = \overline{1, T}$;

i – індекс різновиду продукції, яка виготовляється в потоці, де замінюється устаткування, $i = \overline{1, I}$.

P_{μ} – μ -й варіант заміни устаткування в періоді t ;

X_{μ} – інтенсивність використання варіанту P_{μ} , $X_{\mu} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$;

$P_t^{\ddot{a}}$ – діючий варіант використання устаткування без його заміни в періоді t ;

$X_t^{\ddot{a}}$ – інтенсивність використання варіанту $P_t^{\ddot{a}}$, $X_t^{\ddot{a}} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$;

K_{μ}^i – кількість нового устаткування за варіантом P_{μ} ;

$K_{\mu}^{\ddot{a}}$ – кількість діючого (старого) устаткування за варіантом P_{μ} ;

N – загальна кількість одиниць устаткування, яке експлуатується в потоці;

Варіанти заміни $P_1t, P_2t, P_3t, P_4t, \dots, P_Mt$ мають кількість старого устаткування відповідно $(N-1), (N-2), (N-3), (N-4), \dots$;

C_{μ} – сумарні витрати на заміну устаткування та витрати, пов'язані з експлуатацією діючого обладнання за варіантом P_{μ} ;

$C_t^{\ddot{a}}$ – сумарні експлуатаційні витрати для діючого варіанту використання устаткування;

π_{μ} – сумарний прибуток від використання нового та старого устаткування за варіантом P_{μ} ;

$\pi_t^{\ddot{a}}$ – сумарний прибуток від використання варіанту $P_t^{\ddot{a}}$;

B_t – запланований обсяг випуску продукції усіх різновидів в періоді t ;

b_{μ} – обсяг випуску продукції за варіантом P_{μ} ;

$$b_{\mu} = \sum_{i=1}^I \dot{a}_{i\mu}^{\ddot{a}} K_{\mu}^{\ddot{a}} + \sum_{i=1}^I \dot{a}_{i\mu}^i K_{\mu}^i,$$

де $\dot{a}_{i\mu}^{\ddot{a}}, \dot{a}_{i\mu}^i$ – випуск i -ї продукції відповідно на одному діючому та новому устаткуванні;

$b_t^{\ddot{a}}$ – обсяг випуску продукції за варіантом $P_t^{\ddot{a}}$;

Q_t – власні інвестиційні кошти із фонду розвитку підприємства, які заплановані для заміни устаткування в періоді t ; вони передаються відповідному підрозділу з урахуванням одержання дивідендів від використання грошей в обороті;

ϑ_t – коефіцієнт дисконтування в періоді t ;

$$\vartheta_t = \frac{1}{1 + \lambda_t},$$

λ_t – процентна ставка дивідендів від використання коштів на одиночному часовому інтервалі t ;

δ_t – додаткові витрати на залучення інвестицій з інших джерел;

Z_t – невідома величина, яка дорівнює інвестиційним коштам із фонду розвитку підприємства для заміни устаткування в періоді t .

В ЕМ моделі мають місце наступні умови:

1. В кожний період часу t в оптимальний план може увійти лише один варіант заміни чи залишиться діючий варіант (без заміни устаткування):

$$\sum_{\mu=1}^M X_{\mu} + X_t^{\ddot{a}} = 1, t = \overline{1, T}, \quad (1)$$

2. Інвестиційні кошти із фонду розвитку підприємства, які направляються на заміну устаткування у t -ий період, не повинні перевищувати заплановану величину Q_t :

$$Z_t + W_t = Q_t, t = \overline{1, T}, \quad (2)$$

де W_t – невикористаний обсяг інвестиційних коштів з фонду розвитку підприємства в періоді t .

3. Сумарний прибуток, одержаний в результаті експлуатації нового та старого устаткування в t -й період, може бути використаний на заміну устаткування в наступному періоді:

$$\sum_{\mu=1}^M \pi_{\mu} X_{\mu} + \pi_t^{\ddot{a}} X_t^{\ddot{a}} - Y_t + V_t = 0, t = \overline{1, T}, \quad (3)$$

де Y_t – обсяг прибутку, який одержаний за всіма варіантами заміни в період t і направляється на нове устаткування в періоді $t + 1$;

V_t – обсяг прибутку, який залишається після періоду t .

4. Сумарні витрати на заміну обладнання в t -й період повинні бути рівними інвестиційним коштам із фонду розвитку, частини прибутку, одержаного від заміни обладнання в попередньому періоді та інвестиційним коштам із альтернативних джерел:

$$\sum_{\mu=1}^M C_{\mu} X_{\mu} = Z_t + Y_{t-1} + \Psi_t, \quad (4)$$

$$\sum_{\mu=1}^M C_{\mu} X_{\mu} - Z_t - Y_{t-1} - \Psi_t = 0, t = \overline{1, T},$$

де Y_{t-1} – прибуток, одержаний від заміни обладнання за попередній період ($t - 1$);

Ψ_t – інвестиційні кошти, залучені для заміни обладнання із альтернативних джерел.

5. Сумарний випуск продукції в t -й період на діючому та новому обладнанні повинен дорівнювати установленому обсягу виробництва цієї продукції з урахуванням можливого надвиробництва чи дефіциту її з відповідними втратами прибутку:

$$\sum_{\mu=1}^M b_{\mu} X_{\mu} + \varphi_t - \theta_t = B_t, t = \overline{1, T}, \quad (5)$$

де φ_t – дефіцит продукції в періоді t ;

θ_t – надвиробництво продукції в періоді t .

6. Цільова функція:

$$L = \sum_{\mu=1}^M \sum_{t=1}^T \pi_{\mu} X_{\mu} + \sum_{t=1}^T \pi_t^{\ddot{a}} X_t^{\ddot{a}} + \sum_{t=1}^T (1 - \vartheta_t) Z_t + \sum_{t=1}^T (1 - \vartheta_t) V_t - \sum_{t=1}^T \delta_t \Psi_t - \sum_{t=1}^T l_t \varphi_t - \sum_{t=1}^T m_t \theta_t \rightarrow \max. \quad (6)$$

де ϑ_t – коефіцієнт дисконтування;

δ_t – додаткові витрати на залучення інвестицій із інших джерел;

l_t – штрафні санкції в зв'язку з недопоставкою продукції споживачам;

m_t – додаткові витрати на утримання запасів одиниці продукції чи на її уцінку.

7. Умова цілочисельності:

$$X_{\mu} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix}; X_t^{\ddot{a}} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix}. \quad (7)$$

8. Умова невід'ємності змінних: $W_t \geq 0$; $Z_t \geq 0$; $Y_t \geq 0$; $\vartheta_t \geq 0$; $\Psi_t \geq 0$; $\theta_t \geq 0$. (8)

Висновки. Таким чином, критерієм оптимальності в задачі є максимізація сумарного прибутку від експлуатації нового та старого устаткування з урахуванням додаткових витрат на залучення інвестицій, штрафних санкцій за недовипуск продукції та додаткових витрат на утримання запасів продукції чи її уцінку.

Для вирішення задачі по запропонованій ЕМ моделі використовуються методи цілочислового програмування.

Література

1. Акофф Р. Основы исследования операций / Р. Акофф, М. Сасиени. – М. : Мир, 1971.
2. Исследование операций ; под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. Т. 2. – М. : Мир, 1981.
3. Испирян Г. П. Математические методы в планировании и управлении на предприятиях легкой промышленности / Г. П. Испирян, В. Д. Рожок. – К. : Техніка, 1974.
4. Карагодова О. О. Дослідження операцій / О. О. Карагодова, В. Р. Кігель. – К. : Центр навч. л-ри, 2007.

УДК 330.341.1

О. Б. БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ, Н. В. ШИРЯЄВА

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЗОННОСТІ В ГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

У роботі досліджено видобуток природного газу в Україні за 2007–2009 рр. Для виявлення тренду, сезонної та випадкової складових проведено моделювання ряду динаміки з видобутку природного газу в Україні.

In the report the natural gas production in Ukraine for 2007–2009 is analyzed. The modeling of dynamic rows is developed for detection of trend, seasonal and random components.

Ключові слова: ряди динаміки, сезонна складова, метод збільшення інтервалів, індекси сезонності

Вступ. Газова промисловість – це наймолодша галузь паливної промисловості України [1]. Використання газу в 2 рази дешевше в порівнянні з нафтою. Крім того, вона забезпечує виробництво азотних добрив і синтетичних матеріалів. Проте Україна відноситься до країн, лише частково забезпечених традиційними видами первинних енергоресурсів [1]. Для вивчення видобутку природного газу у часі використовують ряди динаміки [2–5]. Ряди динаміки можуть бути представлені у вигляді суми таких складових: основної тенденції розвитку – *тренду*; *сезонної* (періодичної) компоненти; *випадкової* компоненти [2–5]. Поквартальні або помісячні рівні багатьох показників соціально-економічних явищ суттєво залежать від *сезонності* (сезонних коливань, сезонної хвилі). Сезонні коливання негативно впливають на результати виробничої діяльності, які спричиняють порушення ритмічності виробництва [2, 3]. Тому дослідження сезонної хвилі у видобутку природного газу в Україні є актуальним та має важливе практичне значення. На відміну від попередніх публікацій [4, 5], у даній роботі зроблено порівняльний аналіз сезонної хвилі за місячними та кварталними даними.

1. Постановка задачі. За даними Держкомстату видобуток природного газу в Україні за період 2007 – 2009 рр. складає, млн м³ [6] (табл. 1).

Таблиця 1

Видобуток природного газу в Україні, млн м³

Місяць	Видобуток		
	2007 р.	2008 р.	2009 р.
I	1721,2	1705,3	1837,9
II	1559,0	1585,0	1657,6
III	1728,3	1713,4	1826,2
IV	1601,2	1590,5	1677,7
V	1640,7	1637,1	1675,5
VI	1565,7	1610,1	1609,4
VII	1616,0	1656,0	1647,1
VIII	1617,4	1649,9	1656,2
IX	1573,4	1610,5	1622,1
X	1639,2	1718,6	1705,1
XI	1539,6	1644,1	1650,6
XII	1686,4	1725,3	1691,0

Необхідно виділити з ряду динаміки тренд, випадкову та сезонну складові, визначити індекси сезонності.

2. Методологія та результати дослідження. Чисельні дані, наведені в таблиці 1, являють собою динамічний ряд. Місячні дані одного року через вплив випадкових факторів можуть бути нетиповими для виявлення тенденції розвитку явища. Тому доцільно визначити індекси сезонності в середньому за три роки. Для цього використовується така методика [2].

1. Для кожного місяця за три роки обчислимо середню величину видобутку природного газу за формулою: $\bar{y}_i = \frac{\sum y}{n}$, де y_i – місячні рівні за три роки; n – кількість місяців.