

УДК 685.34:65.012.2

КОМПЛЕКСНЕ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ТА ЗАПАСІВ ПРОДУКЦІЇ І МАТЕРІАЛІВ ВЗУТТЄВОГО ПІДПРИЄМСТВА

С.В. БЄЛЯЄВА

Київський економічний інститут менеджменту

Обґрунтована необхідність сумісного розв'язання проблем оптимізації виробничої програми та запасів підприємств взуттєвої промисловості. Розроблена комплексна економіко-математична модель лінійного програмування задачі календарного планування виробничої програми та запасів продукції і матеріалів

Важливе значення для підвищення ефективності виробництва має комплексне вирішення задач оперативного управління. Зокрема, при плануванні виробничої програми необхідно оптимізувати обсяги випуску в різні періоди часу з урахуванням коливання попиту на вироби і відповідного збільшення або зменшення запасів.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є система календарного планування виробничої програми та запасів продукції і матеріалів на взуттєвих підприємствах. Для вирішення цієї проблеми використовуються методи економіко-математичного моделювання та лінійного програмування.

Постановка завдання

На взуттєвому підприємстві на плановий період для кожного сегменту цільового ринку розроблена колекція різновидностей взуття (видів і моделей). По кожній моделі взуття на конкретний період часу (квартал, місяць) встановлений прогностичний обсяг попиту.

Взуттєве підприємство має декілька структурних підрозділів, кожне з яких включає сукупність заготівельних та складальних потоків. Визначений фонд робочого часу на кожний період для всіх заготівельних потоків структурного підрозділу. Відома також виробнича потужність кожного складального потоку в певний період часу. По кожній моделі взуття визначені параметри на пару взуття: трудомісткість пошиву заготовки, норми витрат основних матеріалів, оптова ціна реалізації без ПДВ, змінні витрати на виготовлення взуття, маржинальний прибуток. Визначений також обсяг ресурсів кожного з основних матеріалів на конкретний період часу.

В задачі необхідно визначити обсяги виробництва кожної з моделей взуття в кожний період часу, які задовольняють всім виробничим та ринковим обмеженням та максимізують маржинальний прибуток з урахуванням додаткових витрат на уцінку надлишкового взуття, на утримання запасів готової продукції та матеріалів, а також в зв'язку з коливанням обсягів виробництва в різні періоди.

Неоднаковий обсяг попиту на продукцію в різні періоди часу обумовлює різні підходи до визначення програми випуску її в ці періоди.

Попит споживачів на продукцію в різні періоди часу може бути забезпечений різними варіантами.

Перший варіант передбачає виробляти в кожний період часу обсяг продукції, яка потрібна в цей період споживачам. Це приведе до додаткових витрат, пов'язаних з коливанням обсягів виробництва продукції, але будуть відсутні витрати на утримання запасів продукції.

Другий варіант полягає в тому, що продукція виготовляється рівними обсягами у всі проміжки часу. В цьому випадку будуть максимальними витрати на зберігання продукції, а будуть відсутні додаткові витрати, пов'язані з коливанням обсягів виробництва.

Третій варіант передбачає такий графік випуску продукції, який допускає як коливання обсягів продукції в різні проміжки часу, так і створення запасів продукції. Тобто мова йде про знаходження оптимальних обсягів виробництва, які забезпечують мінімізацію додаткових витрат, пов'язаних як з коливанням обсягів виробництва, так і витратами на утримання запасів продукції.

Для вирішення цієї задачі використовується відома лінійна ЕМ модель задачі планування виробництва та зберігання [4].

Але ця ЕМ модель не забезпечує оптимізацію обсягів виробництва продукції з урахуванням обмежених ресурсів та максимізації доходів підприємства [2,3]. Окрім того, попит на продукцію може бути спрогнозованим лише з певною імовірністю. Тому є раціональним встановлювати максимальну та мінімальну величини попиту на різні види взуття з урахуванням статистичних похибок при його прогнозуванні. Це забезпечує більшу можливість для вибору оптимального обсягу виробництва.

Результати та їх обговорення

Для одночасного вирішення проблеми оптимізації календарного плану випуску продукції та її запасів розроблена відповідна комплексна ЕМ модель.

Для її побудови приймемо наступні позначення:

i – індекс різновиду взуття, $i = \overline{1, I}$;

j – індекс моделі взуття, $j = \overline{1, J}$;

s – індекс сегменту ринку, $s = \overline{1, S}$;

γ – індекс структурного підрозділу, $\gamma = \overline{1, G}$;

μ – індекс складального потоку, $\mu = \overline{1, M}$;

α – індекс виду матеріалу, $\alpha = \overline{1, A}$;

t – індекс проміжку (періоду) часу (квартал, місяць), $t = \overline{1, T}$.

Тоді маємо сукупність виробничих способів виготовлення взуття $P_{\gamma\mu s i j \alpha t}$, кожний з яких характеризує варіант випуску взуття i -го різновиду j -ої моделі у μ -му складальному потоці підрозділу γ з матеріалу виду α у період часу t для ринкового сегменту s .

Кожному варіанту $P_{\gamma\mu s i j \alpha t}$ відповідає невідома $X_{\gamma\mu s i j \alpha t}$, яка показує інтенсивність використання цього варіанту, тобто $X_{\gamma\mu s i j \alpha t}$ – обсяг випуску взуття i -го різновиду j -ої моделі у μ -му потоці підрозділу γ з матеріалу α у період часу t для сегменту s .

В задачі мають місце наступні обмеження ресурсів та обсягів виробництва:

$V_{\mu t}$ – виробнича потужність μ -го потоку підрозділу γ у періоді t .

$K_{\mu t}$ – плановий коефіцієнт використання виробничої потужності потоку μ в періоді t .

Q_{at} – обсяг ресурсів матеріалу виду a в період t .

$F_{\gamma t}$ – фонд робочого часу заготівельних потоків підрозділу γ у періоді t .

D_{sijt} – прогнозований попит на j -у модель i -го виду взуття у періоді t на сегменті s .

R_{is}, A_{is} – мінімальний та максимально-допустимий випуск взуття i -го різновиду на рік.

ψt – планова потреба підприємства у грошових коштах для здійснення необхідних платежів у період часу t .

Кожний варіант виготовлення взуття $P_{\gamma\mu sijat}$ характеризується наступними параметрами:

$f_{\gamma\mu sijat}$ – трудомісткість виготовлення пари заготовок взуття різновиду ij із матеріалу a в потоці $\gamma\mu$.

$a_{\gamma\mu sijat}$ – норма витрат основного матеріалу виду a на пару взуття за варіантом $P_{\gamma\mu sijat}$.

$C_{\gamma\mu sijat}$ – оптова ціна пари взуття за варіантом $P_{\gamma\mu sijat}$ (без ПДВ).

$S_{\gamma\mu sijat}$ – змінні витрати на виготовлення пари взуття за варіантом $P_{\gamma\mu sijat}$.

Комплексна ЕМ модель включає в себе наступні обмеження:

1. Сумарний випуск взуття i -го різновиду повинен дорівнювати установленій максимальній величині (A_{is}) з урахуванням можливості виникнення надвиробництва:

$$\sum_{\gamma=1}^G \sum_{\mu=1}^M \sum_{j=1}^J \sum_{a=1}^A \sum_{t=1}^T X_{\gamma\mu sijat} + \theta_{is} - U_{is} = A_{is}, \quad i = \overline{1, I}; \quad s = \overline{1, S} \quad (1)$$

де U_{is} – надвиробництво i -го різновиду взуття на сегменті s , яке викликає додаткові витрати прибутку;

θ_{is} – недо випуск i -го взуття в порівнянні з величиною A_{is} .

2. Сумарний випуск взуття i -го різновиду повинен дорівнювати установленій мінімальній величині (R_{is}) з урахуванням можливості виникнення дефіциту взуття:

$$\sum_{\gamma=1}^G \sum_{\mu=1}^M \sum_{j=1}^J \sum_{a=1}^A \sum_{t=1}^T X_{\gamma\mu sijat} + dis - kis = R_{is}, \quad i = \overline{1, I}; \quad s = \overline{1, S}, \quad (2)$$

де dis – дефіцит випуску взуття i -го різновиду на сегменті s , що призводить до втрати прибутку;

kis – перевищення випуску i -го взуття над мінімально-допустимим обсягом.

3. Випуск взуття j -ої моделі i -го різновиду на сегменті s в проміжок часу t може бути більшим або меншим у порівнянні з попереднім $(t - 1)$ -м проміжком:

$$\sum_{\gamma=1}^G \sum_{\mu=1}^M \sum_{a=1}^A X_{\gamma\mu sijat} - \sum_{\gamma=1}^G \sum_{\mu=1}^M \sum_{a=1}^A X_{\gamma\mu sija(t-1)} - gsijt + Zsijt = 0, \quad s = \overline{1, S}; \quad i = \overline{1, I}; \quad j = \overline{1, J}; \quad t = \overline{1, T}, \quad (3)$$

де $gsijt$ – обсяг, на який збільшиться випуск ij -го взуття на сегменті s у період часу t ;

$Zsijt$ – обсяг, на який зменшиться випуск ij -го взуття у період часу t .

4. Сумарний випуск взуття j -ої моделі i -го різновиду на сегменті s в проміжок часу t з урахуванням його запасів на початок цього періоду повинен дорівнювати прогнозованому попиту на цей проміжок та запасу взуття, який утворюється на кінець t -го проміжку часу:

$G \ M \ A$

$$\sum_{\gamma=1}^G \sum_{\mu=1}^M \sum_{a=1}^A X_{\gamma\mu s i j a t} + V_{s i j t(t-1)} - V_{s i j t} = D_{s i j t}, \quad s = \overline{1, S}; i = \overline{1, I}; j = \overline{1, J}; t = \overline{1, T}, \quad (4)$$

$\gamma=1 \ \mu=1 \ a=1$

де $V_{s i j t}$ – запас взуття j -ої моделі i -го різновиду, який складається на кінець проміжку часу t на сегменті s ;

$V_{s i j t(t-1)}$ – запас ij -го взуття на кінець попереднього $(t-1)$ -го періоду, тобто на початок t -го періоду.

5. Сумарні витрати матеріалу виду α з урахуванням його запасів на початок періоду повинні дорівнювати плановому обсягу постачання протягом періоду t та запасу матеріалу α , який утворюється на кінець цього періоду:

$G \ M \ S \ I \ J$

$$\sum_{\gamma=1}^G \sum_{\mu=1}^M \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J a_{\gamma\mu s i j a} X_{\gamma\mu s i j a t} - W_{\alpha}(t-1) + W_{\alpha} t - Y_{\alpha} t + \lambda_{\alpha} t = Q_{\alpha} t \quad a = \overline{1, A}; t = \overline{1, T} \quad (5)$$

$\gamma=1 \ \mu=1 \ s=1 \ i=1 \ j=1$

де $W_{\alpha} t$ – запас матеріалу виду α , який складається на кінець періоду t ;

$W_{\alpha}(t-1)$ – запас матеріалу на початок періоду t ;

$Y_{\alpha} t$ – дефіцит матеріалу виду α в періоді t , який може бути компенсований за рахунок альтернативних джерел постачання;

$\lambda_{\alpha} t$ – надлишок матеріалу виду α в період t .

6. Сумарний випуск взуття в кожному періоді не може бути більшим за виробничу потужність μ -го складального потоку в підрозділі γ (з урахуванням планового коефіцієнта її використання):

$S \ I \ J \ A$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J X_{\gamma\mu s i j a t} \leq K_{\gamma\mu t} B_{\gamma\mu t}, \quad \gamma = \overline{1, G}; \mu = \overline{1, M}; t = \overline{1, T}. \quad (6)$$

$s=1 \ i=1 \ j=1 \ a=1$

7. Сумарні витрати часу на складання заготовок взуття у підрозділі γ протягом періоду часу t не можуть бути більшими за встановлений фонд робочого часу заготовельних потоків підрозділу γ :

$M \ S \ I \ J \ A$

$$\sum_{\mu=1}^M \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J f_{\gamma\mu s i j a} X_{\gamma\mu s i j a t} \leq F_{\gamma t}, \quad \gamma = \overline{1, G}; t = \overline{1, T}. \quad (7)$$

$\mu=1 \ s=1 \ i=1 \ j=1 \ a=1$

8. Сумарні грошові кошти від реалізації взуття на протязі періоду часу t мають бути не меншими за планову потребу в них:

$G \ M \ S \ I \ J \ A$

$$\sum_{\gamma=1}^G \sum_{\mu=1}^M \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \Psi_{\gamma\mu s i j a} X_{\gamma\mu s i j a t} \geq \Psi t, \quad t = \overline{1, T}. \quad (8)$$

$\gamma=1 \ \mu=1 \ s=1 \ i=1 \ j=1 \ a=1$

В задачі необхідно знайти значення невідомих:

$$X_{\gamma\mu s i j a t} \geq 0; \theta_{is} \geq 0; U_{is} \geq 0; dis \geq 0; kis \geq 0; gsijt \geq 0; Zsijt \geq 0; Vsijt \geq 0; Wat \geq 0; Yat \geq 0; \lambda_{\alpha} \geq 0, \quad (9)$$

при яких максимізується функція цілі:

$$L = \sum_{\gamma=1}^G \sum_{\mu=1}^M \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{a=1}^A \sum_{t=1}^T \pi_{\gamma\mu s i j a t} X_{\gamma\mu s i j a t} - \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \text{lis}_{i s} U_{i s} - \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \text{Eis}_{i s} \text{dis}_{i s} -$$

$$- \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \tau_{s i j t} \text{gsijt} - \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \beta_{s i j t} \text{Zsijt} - \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \text{nsijt} V_{s i j t} - \sum_{a=1}^A \sum_{t=1}^T \text{mat}_{a t} W_{a t} - \sum_{a=1}^A \sum_{t=1}^T \text{Cat}_{a t} Y_{a t} \rightarrow \max.,$$

де: $\pi_{\gamma\mu s i j a t}$ = ($\text{Ц}_{\gamma\mu s i j a t}$ - $\text{С}_{\gamma\mu s i j a t}$) – маржинальний прибуток від реалізації пари взуття за варіантом $\text{P}_{\gamma\mu s i j a t}$;

$\text{lis}_{i s}$ – середні витрати на уцінку пари взуття i -го різновиду на сегменті s .

$\text{Eis}_{i s}$ – додаткові витрати, пов’язані з штрафними санкціями за недопоставку пари взуття i -го різновиду.

$\tau_{s i j t}$ – витрати на пару ijs -го взуття, пов’язані зі збільшенням випуску продукції в період t порівняно до попереднього;

$\beta_{s i j t}$ – витрати на пару ijs -го взуття, пов’язані зі скороченням випуску продукції в період t ;

nsijt – середні витрати на утримання протягом t -го проміжку часу запасів пари взуття ij -го різновиду для сегменту s ;

$\text{mat}_{a t}$ – середні витрати на утримання протягом t -го часу одиниці запасу матеріалу виду a ;

$\text{Cat}_{a t}$ – додаткові витрати на залучення одиниці матеріалу виду a з альтернативних джерел в період t .

Висновки

Таким чином, цільова функція відображає критерій оптимальності – максимізація маржинального прибутку від реалізації всієї продукції за всі періоди часу з урахуванням додаткових витрат на утримання запасів готової продукції та матеріалів, а також з коливанням обсягів виробництва продукції в різні періоди часу.

Для одержання оптимального рішення по представленій комплексній ЕМ моделі використовуються методи лінійного програмування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Карагодова О. О., Кігель В. Р., Рожок В. Д. Дослідження операцій. - К.: ЦНЛ, 2007. с.350.
2. Іспирян Г. Л., Рожок В. Д. Математичні методи та моделі в плануванні і управлінні в легкій промисловості. – К.: Вища школа, 1978. – 280 с.
3. Лабурцева О. І., Беляєва С. В. Оперативне планування асортименту продукції і виробничої програми взуттєвого підприємства в умовах невизначеності. // Вісник технологічного університету Поділля. – Хмельницький; 2000, №5. Ч.1 (24). – с. 144–147.
4. Гасс С. Лінійне програмування. – М.: ГИФМЛ, 1961. – 303 с.

Надійшла 22.03.2010