

О. Ф. Волик, старший викладач кафедри вищої математики та інформатики Академії митної служби України
І. В. Лавренюк, старший викладач кафедри статистики Академії митної служби України

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ СУБ'ЄКТА ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПЕРЕРОБКУ ДАВАЛЬНИЦЬКОЇ СИРОВИНИ

Запропоновано математичну модель та метод мінімізації витрат трикотажного комбінату на серійне виготовлення нових виробів шляхом пошуку оптимального варіанта завантаження різних промислових об'єктів та кількості виконуваних ними обсягів робіт. Розроблено рекомендації щодо ефективної організації виробництва з можливістю його спеціалізованого переобладнання.

There is offered mathematical model and method of minimization of expenses on a knitted combine on serial manufacturing of new products by search optimum variant of loading of different industrial targets and quantities of amounts of works carried out by them. Recommendations concerning the effective organization of manufacture with possibility of its specialized re-equipment are developed.

Ключові слова. Підприємство, витрати підприємства, операції з давальницькою сировиною, зовнішньоекономічна діяльність.

Вступ. Найбільше непродуктивних товарів виробляє легка промисловість, яка забезпечує населення тканинами, одягом, взуттям тощо. За часів СРСР більш як 50 % підприємств текстильної індустрії розміщувалося в Україні. Колишньому лідеру з виробництва верхнього одягу в СРСР українській текстильній промисловості зараз важко звикатися з неконкурентоспроможністю на світовому ринку.

У легкій промисловості найбільшою підгалуззю є текстильна, до якої належать первинна обробка текстильної сировини, бавовняна, лляна, вовняна, шовкова, нетканих матеріалів, конопле-джутова, сітків'язальна, текстильно-галантерейна, трикотажна підгалузі.

© **О. Ф. Волик, І. В. Лавренюк, 2009**

Більш як 90 % текстильної продукції України виробляється з давальницької сировини. На багатьох українських фабриках немає оборотних засобів, тому неможливо почати виробництво конкурентної продукції, погано налагоджена система збуту. Як правило, компанія-імпортер завантажує давальницькою сировиною виробничі потужності українських фабрик, а платить їм частиною виробленої продукції. Таким чином, українське підприємство має кошти для того, щоб платити заробітну платню своїм працівникам, а іноземна компанія отримує прибутки, реалізуючи цю продукцію на ринках Західної Європи.

В Україну продовжує надходити контрабандна текстильна продукція. За оцінками операторів, на українських базарах продається не менш як 70 % одягу без відома фіскальних органів. Як правило, 40–60 % тінювого товару потрапляє до України з Туреччини, Китаю, Польщі. Українські споживачі воліють купувати фірмові речі, з гарантією якості, і хоча дорогий товар із Західної Європи забезпечує лише 10–15 % від загального продажу на споживацькому ринку, тобто в Україні мало покупців такого товару, але його купують.

Українська текстильна продукція нездатна конкурувати з більш дешевою продукцією, яка імпортується з Туреччини, Польщі. Споживачі купують те, що або якісніше, або дешевше. Такий товар залишається лідером на ринку і становить 75–80 % від загального продажу.

Отже, проблеми легкої промисловості України можна умовно поділити на такі групи:

- проблема міжгалузевого обміну;
- сировинна проблема (зокрема, проблема давальницької сировини);
- проблема відносно великих виробничих витрат;
- проблема захисту українського виробника;
- проблема великих масштабів тінювого сектора виробництва й імпорту продукції.

Через це на наших підприємствах доводиться розв'язувати дві взаємовиключні проблеми [1, 228]:

1) розумне зниження ціни або її утримання на попередньому рівні як засіб конкурентної боротьби й утримання ринку;

2) одержання максимально можливого прибутку для розвитку власної продуктивної бази, капітальні вкладення в яку дуже великі.

Над визначенням оптимальної схеми спеціалізації виробництва, її формою та видом працювали різні науковці. На думку О. П. Суслова і В. В. Карцева, найбільш точний розв'язок задачі спеціалізації виробництва можна отримати, розв'язуючи її одночасно для всіх виробів, що випускаються в цілому в країні [2, 105]. Автори статті [3, 4] вважають, що одними з найбільш суттєвих факторів, які впливають на мінімізацію ризику "ціна сировини – ціна товару", є оптимізація структури сировини і технологій експлуатації обладнання, що використовується для виготовлення продукції. У публікації [4, 47] С. Михалевич пропонує методологію організації облікового процесу переробки давальницької сировини на підприємстві-виконавці. Прості питання

діяльності окремо взятого підприємства: оптимізацію використання наявних виробничих потужностей і доцільність їх переобладнання – дослідники, як правило, не виокремлюють, обмежуючись загальними характеристиками цього класу задач.

Постановка завдання. Розв'язання задачі ефективної організації виробництва для переходу на серійне виготовлення нових виробів із можливістю спеціалізованого переобладнання виробничих потужностей шляхом пошуку оптимального варіанта завантаження різних промислових об'єктів та кількості виконуваних ними обсягів робіт.

Результати дослідження. За Законом України “Про операції з давальницькою сировиною у зовнішньоекономічних відносинах” [5] операція з давальницькою сировиною – це операція з попередньої поставки сировини для її подальшого перероблення (оброблення, збагачення чи використання) на готову продукцію за відповідну плату, незалежно від кількості виконавців, а також етапів (операцій з перероблення цієї сировини) за умови, що вартість давальницької сировини на кожному етапі переробки становить не менше 20 % загальної вартості готової продукції.

Усе вищезазначене доводить, що витрати на виробництво товарів із давальницької сировини становлять значну частину їх ціни. У зв'язку з тим, що витрати на виробництво можуть становити не більше 80 % ціни виробу, виникає необхідність розв'язання так званої “розподільчої задачі” (РЗ), тобто мінімізації витрат на виробництво шляхом пошуку оптимального варіанта завантаження різних промислових об'єктів та кількості виконуваних ними обсягів робіт.

Як приклад, розглянемо трикотажний комбінат у Донецьку, де готується до серійного виробництва 5 нових виробів, оптові ціни яких дорівнюють відповідно (16, 7, 20, 17, 11) [у. о./шт.]. Виробництво може бути розгорнуте в чотирьох складальних корпусах. Витрати в умовних одиницях на виготовлення кожного виду виробу в кожному корпусі наведено в табл. 1. Пропонується спеціалізувати один (декілька) складальний корпус, для чого потрібне його додаткове переобладнання. Витрати на переобладнання наведено в табл. 2.

Таблиця 1

Витрати на виготовлення виробів у різних складальних корпусах

Складальний корпус	Витрати на виготовлення однієї одиниці виробу (у. о./шт.)				
	Виріб 1 (V_1)	Виріб 2 (V_2)	Виріб 3 (V_3)	Виріб 4 (V_4)	Виріб 5 (V_5)
Корпус 1 (A_1)	5	8	3	10	4
Корпус 2 (A_2)	21	6	20	13	7
Корпус 3 (A_3)	4	9	11	14	10
Корпус 4 (A_4)	10	8	11	6	10

Таблиця 2

Витрати на переобладнання складальних корпусів для спеціалізованого виготовлення продукції

Складальний корпус	Витрати на переобладнання (тис. у. о.)				
	Виріб 1 (V_1)	Виріб 2 (V_2)	Виріб 3 (V_3)	Виріб 4 (V_4)	Виріб 5 (V_5)
Корпус 1 (A_1)	35	40	60	80	50
Корпус 2 (A_2)	30	38	55	35	28
Корпус 3 (A_3)	37	41	75	37	20
Корпус 4 (A_4)	60	50	25	34	37

Якщо випуск виробів виконувати зі спеціалізацією, витрати на виготовлення однієї одиниці виробу зменшаться на 20 % у кожному корпусі. Фонди часу роботи корпусів у плановому періоді дорівнюють відповідно 300, 450, 350, 400 год, план випуску продукції P_j у штуках становить відповідно 3200, 4400, 8500, 2400, 2300. Трудомісткість виготовлення однієї одиниці продукції у хвилинах у відповідному корпусі наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Трудомісткість виготовлення виробів у різних складальних корпусах

Складальний корпус	Трудомісткість виготовлення однієї одиниці продукції (хв/шт.)				
	Виріб 1 (V_1)	Виріб 2 (V_2)	Виріб 3 (V_3)	Виріб 4 (V_4)	Виріб 5 (V_5)
Корпус 1 (A_1)	1	0,2	1	2	3
Корпус 2 (A_2)	2,4	0,48	2,4	4,8	7,2
Корпус 3 (A_3)	2	0,5	2	4	6
Корпус 4 (A_4)	2,3	0,5	2,5	5	7

На основі аналізу [6, 34] при побудові математичної моделі вважаємо доцільним розглянути два варіанти роботи підприємства: 1) без спеціалізації; 2) зі спеціалізацією.

Необхідно обрати оптимальний варіант організації роботи трикотажного комбінату з виготовлення продукції.

Загальний підхід до розв'язання цієї задачі полягає в побудові моделі розподільчої задачі лінійного програмування кожного зі способів організації роботи підприємства, аналізі витрат на виробництво та виборі мінімального за витратами варіанта виготовлення продукції.

Початкові параметри моделі розподільчої задачі [7, 175]:

- 1) n – кількість корпусів, m – кількість нових видів виробів.
- 2) a_i – фонд часу роботи обладнання у корпусі A_i ($i = 1, n$), год.
- 3) b_j – план випуску продукції V_j ($j = 1, m$), шт.
- 4) c_{ij} – вартість виготовлення виробу V_j в корпусі A_i , у. о./шт.
- 5) λ_{ij} – продуктивність виготовлення виробу V_j у корпусі A_i , шт./хв.

Шукані параметри моделі РЗ:

- 1) x_{ij} – час, затрачуваний на виготовлення виробу V_j у корпусі A_i , год.
- 2) x_{ij}^k – обсяг випущеної продукції V_j у корпусі A_i , шт.
- 3) $L(X)$ – загальні витрати на виконання всього запланованого обсягу робіт, у. о.

Модель двохіндексної загальної РЗ:

$$L(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} (\lambda_{ij} x_{ij}) \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i, & i = \overline{1, n} \\ \sum_{i=1}^n \lambda_{ij} x_{ij} = b_j, & j = \overline{1, m} \\ \forall x_{ij} \geq 0 & (i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}). \end{cases} \quad (1)$$

Цільова функція являє собою витрати на виготовлення всіх запланованих виробів у цілому. Перша група обмежень: фонд часу роботи обладнання в будь-якому корпусі має дорівнювати сумарному часу, затрачуваному на виготовлення продукції в цьому корпусі. Друга група обмежень: сумарна кількість виробів одного виду, виготовлена у різних корпусах, має повністю задовольнити попит на цей вид продукції. Наочний вигляд розподільчої матриці наведено в табл. 4.

Формально модель загальної розподільчої задачі (РЗ) відрізняється від моделі транспортної задачі (ТЗ) використанням параметра інтенсивності виконуваних робіт λ_{ij} у цільовій функції та в обмеженнях за виконуваними роботами (стовпцями).

Розв'язувати розподільчу задачу слід поетапно:

1. Перетворення розподільчої задачі у транспортну:

- 1) вибір базового ресурсу й розрахунок нормованих продуктивностей ресурсів α_i :

$$\alpha_i = \frac{\lambda_{ij}}{\lambda_{базj}} \quad (2)$$

Таблиця 4

Розподільча матриця

Виконавці, A_i	Вироби, V_j				Запас ресурсу, год
	V_1	V_2	...	V_m	
A_1	λ_{11} c_{11}	λ_{12} c_{12}	...	λ_{1m} c_{1m}	a_1
A_2	λ_{21} c_{21}	λ_{22} c_{22}	...	λ_{2m} c_{2m}	a_2
...		

A_n	λ_{n1}	λ_{n2}	...	λ_{nm}	a_n
	c_{n1}	c_{n2}		c_{nm}	
План, шт.	b_1	b_2	...	b_m	

При побудові моделі необхідно враховувати, що параметр інтенсивності виконання робіт λ_{ij} у даному випадку – це продуктивність корпусу A_i з випуску виробу V_j . Але у вихідних даних замість λ_{ij} зазначено кількість хвилин, затрачуваних у корпусі A_i на виробництво одного виробу V_j . Тобто трудомісткість $T = (t_{ij})$. Продуктивність і трудомісткість за своїм змістом – обернені величини, отже

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{t_{ij}} \quad \frac{1}{\text{год} / \text{шт.}} = \frac{\text{шт.}}{\text{год}} \quad (3)$$

2) перерахунку запасу робочого ресурсу виконавців a'_i :

$$a'_i = \alpha_i a_i \quad \text{год} \quad (4)$$

3) перерахунку планового завдання b'_j :

$$b'_j = \frac{b_j}{\lambda_{\text{баз}j}} \quad \frac{\text{шт.} / \text{год}}{\text{шт.}} = \text{год} \quad (5)$$

4) перерахунку собівартості робіт:

$$c'_{ij} = c_{ij} \lambda_{\text{баз}j} \quad \frac{\text{у.о.} / \text{шт.}}{\text{шт.} / \text{год}} = \frac{\text{у.о.}}{\text{год}} \quad (6)$$

II. Перевірка балансу перерахованих параметрів $\sum_{i=1}^n a'_i = \sum_{j=1}^m b'_j$ та побудова транспортної матриці.

III. Пошук оптимального розв'язку ТЗ $X^{**} = (x_{ij}^{**})$.

IV. Перетворення оптимального розв'язку ТЗ X^{**} в оптимальний розв'язок РЗ X^* , причому перехід $X^{**} \rightarrow X^*$ виконується за формулою (7):

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}^{**}}{\alpha_i} \quad \text{год} \quad (7)$$

де x_{ij}^{**} і x_{ij}^* – відповідно елементи розв'язку РЗ і ТЗ.

V. Визначення кількості робіт $X^{k*} = (x_{ij}^{k*})$, що відповідає оптимальному розв'язку РЗ X^* :

$$x_{ij}^{k*} = \lambda_{ij} x_{ij}^* \quad \frac{\text{од. тов.}}{\text{од. т}} = \text{од. тов.} \quad (8)$$

VI. Визначення ЦФ розподільчої задачі $L(X^*)$.

Транспортна задача являє собою задачу лінійного програмування, яку можна розв'язувати симплекс-методом. Для автоматизації процесу пошуку оптимального плану перевезень у транспортній задачі зручно використовувати табличний процесор Excel та його надбудову – Пошук рішення [8, 557].

Для більшої наочності отриманий в результаті розрахунків оптимальний план організації роботи трикотажного комбінату із виготовлення продукції без додаткової спеціалізації корпусів подано в табл. 5.

**Оптимальний план організації роботи трикотажного комбінату
із виготовлення продукції без додаткової спеціалізації корпусів**

План виготовлення продукції кожного типу в кожному корпусі X_k^* (шт.)					
Корпуси	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
A_1	0	0	8 500	0	2 300
A_2	0	4 400	0	0	0
A_3	3 200	0	0	0	0
A_4	0	0	0	2 400	0
Витрати на виробництво без спеціалізації			88 300 (у. о.)		

Для прийняття рішення щодо спеціалізації корпусів за видами продукції необхідно проаналізувати розподіл випуску продукції за корпусами, тобто X_k^* . У задачі, що розглядається, другий корпус зайнятий виготовленням тільки продукції V_2 , третій – виготовленням тільки продукції V_1 , четвертий – виготовленням тільки продукції V_4 . Таким чином, можна прийняти рішення про спеціалізацію другого корпусу на виготовленні виробів V_2 , третього – V_1 , четвертого – V_4 .

Загальні витрати на виробництво зі спеціалізацією містять:

- 1) витрати на виробництво 4400 шт. виробів V_2 у спеціалізованому корпусі A_2 :
 $4\,400 \times 6 \times (1 - 0,2) = 21\,120$ (у. о.);
- 2) витрати на виробництво 3200 шт. виробів V_1 у спеціалізованому корпусі A_3 :
 $3\,200 \times 4 \times (1 - 0,2) = 10\,240$ (у. о.);
- 3) витрати на виробництво 2400 шт. виробів V_4 у спеціалізованому корпусі A_4 :
 $2\,400 \times 6 \times (1 - 0,2) = 11\,520$ (у. о.);
- 4) витрати на переобладнання спеціалізованого корпусу A_2 : 38 000 (у. о.);
- 5) витрати на переобладнання спеціалізованого корпусу A_3 : 37 000 (у. о.);
- 6) витрати на переобладнання спеціалізованого корпусу A_4 : 34 000 (у. о.);
- 7) витрати на виробництво в корпусі A_1 без спеціалізації: 34 700 (у. о.).

Отже, загальні витрати на виробництво зі спеціалізацією дорівнюють 186 580 (у. о.).

Порівнюючи витрати на виробництво заданого обсягу продукції без спеціалізації (88 300 у. о.) та зі спеціалізацією (186 580 у. о.), розуміємо, що на нинішньому етапі виробництва більш вдалим є план роботи підприємства без спеціалізації корпусів.

Висновки. Задача спеціалізації промислового підприємства – це типова задача поточного планування, при якому поточні потужності можна вважати заданими. Задачі ж, пов'язані з розміщенням нових або переобладнанням наявних виробничих потужностей, – це задачі перспективного прогнозування. Але оскільки період поточного планування є частиною періоду перспективного прогнозування, то особливості задач спеціалізації виробництва цілком властиві й задачам його розміщення. Отже, розробка методології визначення оптимальної спеціалізації потужностей підприємства дозволяє здійснити певний внесок у створення методики визначення оптимальної схеми розміщення та використання виробничих потужностей.

Література

1. Транспортная логистика : учебник для транспортных вузов [Текст] / под общ. ред. Л. Б. Миротина. – М. : Экзамен, 2003. – 512 с.
2. Суслов О. П. Оптимізація процесу спеціалізації виробництва за умови ефективного використання устаткування [Текст] / О. П. Суслов, В. В. Карцева // Формування ринкових відносин в Україні. – 2005. – № 3 (46). – С. 105–109.
3. Силаков А. В. Анализ ценовых факторов при оценке товарных рисков промышленного предприятия на примере текстильного производства [Текст] / А. В. Силаков // Управление риском. – 2007. – № 2 (42). – С. 4–10.
4. Михалевич С. Облік давальницької сировини на швейних підприємствах та шляхи його вдосконалення [Текст] / С. Михалевич // Бухгалтерський облік і аудит. – 2007. – № 4. – С. 47–51.
5. Закон України “Про операції з давальницькою сировиною у зовнішньоекономічних відносинах” № 328/95-ВР від 15.09.1995 [Текст] // ВВР. – 1995. – № 32. – Ст. 256.
6. Івченко І. Ю. Математичне програмування [Текст] : навчальний посібник / І. Ю. Івченко. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 232 с.
7. Боровик О. В. Дослідження операцій в економіці [Текст] : навчальний посібник / О. В. Боровик, Л. В. Боровик. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 424 с.
8. Ульяновченко О. В. Дослідження операцій в економіці [Текст] : підручник для студентів вузів / О. В. Ульяновченко. – Харків : Гриф, 2002. – 580 с.

