

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПОСЛІДОВНО-ПАРАЛЕЛЬНОГО ЗАПУСКУ ВИДАНЬ У ДРУК ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Відомо, що математичні моделі є основою переходу до математичних методів планування і управління. При цьому математична модель повинна досить повно відбивати модельований процес без надмірної його деталізації.

Виробничий цикл поліграфічного підприємства представимо у вигляді такої схеми:



Вважаємо, що для планового періоду перелік замовлень визначено з урахуванням можливостей підприємства, що дозволяє виконати план у грошовому і натуральному показниках [5]. Тому на підприємстві необхідно провести внутрішній розподіл замовлень за устаткуванням у кожному цеху так, щоб видання були виготовлені з найбільшим економічним ефектом. При цьому важливо визначити, які саме види продукції слід виготовляти одночасно протягом деякого часу, а також послідовність запуску замовлень у виробництво.

У пропонуваній роботі ми спробували розв'язати цю задачу за допомогою загальної математичної моделі і моделі послідовно-паралельного запуску видань у виробництво.

Кожна математична модель відбиває кількісні залежності між виробничими факторами. Це викликає потребу мати нормативи виробничих затрат кожного виду устаткування для всіх видів продукції, запланованої до виготовлення. За облікову одиницю приймаємо назву. Для складального цеху, крім цього, вводиться додаткова облікова одиниця — друкарська форма.

Усі замовлення розбиті на групи з однаковими визначальними характеристиками. Для кожної групи книг вважаємо визначеними всі необхідні нормативи на кожний вид устаткування. Якщо книги деякої групи не можуть бути виготовлені на устаткуванні певного виду, то відповідні нормативи часу при розв'язуванні задачі на ЕЦВМ слід взяти досить великими. Вважаємо, що відомі також втрати від простою устаткування.

Якщо на підприємстві продукція обробляється на потокових лініях, то відповідні нормативи вважаємо розрахованими на лінію, якщо ні, — то на устаткування основної ділянки. За основний вважаємо друкарський цех. Це не позбавляє викладки загальності.

За допомогою загальної моделі можна встановити завантаження всіх видів устаткування запланованими замовленнями. Порядок за-

пуску видань у виробництво при цьому не визначається. Таку модель ми можемо розглядати лише для основного цеху. За результатами загальної моделі вибирається основне устаткування друкарського цеху для моделі послідовно-паралельного запуску.

За допомогою моделі послідовно-паралельного запуску визначаємо, яку продукцію слід друкувати на всіх видах устаткування, якщо на основному друкується продукція певного виду. Час друкування одного виду продукції на основному устаткуванні називаємо *періодом друку*. Потрібно, щоб на початок кожного періоду друку для відповідних замовлень були готові друкарські форми, тобто щоб вони були виготовлені протягом одного або декількох попередніх періодів друку. Для першого періоду друку визначається заділ форм з попереднього планового періоду. Якщо відомі втрати від пролежування готових друкарських форм, то їх можна врахувати у функції мети.

Вся віддрукована в r -му періоді продукція повинна пройти обробку в брошурувально-палітурному цеху протягом одного або декількох наступних періодів. У першому періоді друку обробку проходять видання попереднього планового періоду.

Для зручності викладок вважаємо, що фонди часу всіх груп устаткування приведені у відповідність до фонду часу основного.

За критерій оптимальності приймаємо мінімум затрат для виробництва або максимум прибутку з урахуванням втрат від простою устаткування і пролежування готових друкарських форм.

Якщо модель містить дуже багато обмежень, що можливе при великій кількості видів устаткування і груп книг, то задачу можна розв'язувати поетапно. Спочатку визначаємо послідовно-паралельний запуск видань друкарського цеху і на основі одержаних результатів встановлюємо порядок роботи складального і брошурувально-палітурного цехів. Очевидно, що при такому методі розв'язування значення функції мети може дещо різнитися від тих, які одержані при розв'язуванні задачі для підприємства загалом.

ЗАГАЛЬНА МОДЕЛЬ ЗАВАНТАЖЕННЯ УСТАТКУВАННЯ ПОЛІГРАФІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Прийняті позначення. Вся запланована до виготовлення продукція розбита на m груп (видів) по a_i ($i=1, 2, \dots, m$) назв у кожній групі. Для однієї назви i -ї групи потрібно виготовити b_i друкарських форм.

У кожному цеху є устаткування n_k видів ($k=1, 2, 3$) у кількостях d_{j_k} ($j_k=1, 2, \dots, n_k$) відповідно. Складальному цеху відповідає $k=1$, друкарському — $k=2$, брошурувально-палітурному — $k=3$.

Фонди часу одиниці j_k -го виду устаткування дорівнюють T_{j_k} . Всі нормативи складального цеху розраховані на одну друкарську форму, друкарського і брошурувально-палітурного цехів — на одну назву. Нормативні затрати часу на виготовлення однієї облікової одиниці i -ї групи на устаткуванні j_k -го виду — t_{ij_k} , собівартість — c_{ij_k} , c_i — ціна однієї назви i -ї групи, x_{ij_k} — величини, які характеризують завантаження j_k -го устаткування замовленнями i -ї групи. При знаходженні цілочисельних розв'язків x_{ij_k} — приймають лише значення 0, 1, ..., a_i для друкарського і брошурувально-палітурного цехів або 0, 1, ..., $a_i b_i$ для складального цеху.

Необхідні обмеження

1. На виконання кожним цехом виробничої програми

$$\sum_{j_i=1}^{n_i} x_{ij_i} = a_i b_i; \quad \sum_{j_k=1}^{n_k} x_{ij_k} = a_i \quad (1)$$

($i=1, 2, \dots, m; k=2, 3$).

2. На фонди часу устаткування

$$\sum_{i=1}^m t_{ij_k} x_{ij_k} \leq T_{j_k} d_{j_k} \quad (2)$$

($k=1, 2, 3; j = 1, 2, \dots, n_k$).

3. На значення змінних

$$0 \leq x_{ij_i} \leq a_i b_i; \quad 0 \leq x_{ij_k} \leq a_i \quad (3)$$

($i=1, 2, \dots, m; k=2, 3$).

За функцію мети приймаємо мінімум затрат на виготовлення всієї книжкової продукції

$$L_1 = \sum_{k=1}^3 \sum_{j_k=1}^{n_k} \sum_{i=1}^m c_{ij_k} x_{ij_k} \quad (4)$$

або максимум прибутку від її виготовлення

$$L_2 = \sum_{i=1}^m c_i a_i - L_1 \quad (5)$$

Обидві задачі є задачами цілочисельного лінійного програмування.

МОДЕЛЬ ПОСЛІДОВНО-ПАРАЛЕЛЬНОГО ЗАПУСКУ ВИДАНЬ У ВИРОБНИЦТВО

Прийняті позначення. $x_{ij_2}^r, x_{ij_3}^r$ — кількість назв i -ї групи, яка друкується на основному (першому) і інших видах друкарського устаткування протягом r -го періоду друку ($r=1, 2, \dots, R$). $x_{j_3}^{ir}$ — кількість назв i -ї групи, які проходять обробку в брошурувально-палітурному цеху в r -му періоді друку. $x_{j_1}^{i0}, x_{ij_1}^r$ — кількість друкарських форм, виготовлених на початок першого періоду друку і протягом r -го періоду друку.

Фонди часу всіх видів устаткування і відповідні нормативи вважаємо приведеними до відповідних показників основного устаткування. Всі інші позначення ті ж, що і у п. 2.

Необхідні обмеження

1. На виконання кожним цехом виробничої програми

$$\sum_{j_i=1}^{n_i} \left(\sum_{r=1}^{R-1} x_{ij_i}^r + x_{ij_i}^0 \right) = a_i b_i; \quad \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{r=1}^R x_{ij_2}^r = a_i; \quad \sum_{j_3=1}^{n_3} \sum_{r=1}^R x_{ij_3}^{r+1} = a_i \quad (6)$$

($i=1, 2, \dots, m$).

2. На фонди часу основного устаткування

$$\sum_{i \in R} \sum_{r=1}^R \frac{x_{i1_2}^r t_{i1_2}}{d_{1_2}} \leq T_{1_2} \quad (7)$$

3. На забезпечення кожного періоду друку друкарськими формами

$$\sum_{j_1=1}^{n_1} x_{ij_1}^0 = \sum_{j_2=1}^{n_2} b_i x_{ij_2}^1; \quad \sum_{r=1}^{R-1} \sum_{j_1=1}^{n_1} x_{ij_1}^r = \sum_{r=2}^R \sum_{j_2=1}^{n_2} b_i x_{ij_2}^r. \quad (8)$$

($i=1, 2, \dots, m$).

4. На обробку в брошурувально-палітурному цеху в $(r+1)$ -му періоді друку книг, надрукованих в r -му періоді

$$\sum_{j_2=1}^{n_2} x_{ij_2}^r = \sum_{j_3=1}^{n_3} x_{ij_3}^{r+1} \quad (9)$$

($r=1, 2, \dots, R; i=1, 2, \dots, m$).

5. На час паралельного друку (на час роботи неосновного устаткування друкарського цеху в r -му періоді друку)

$$\frac{t_{i1_2} x_{i1_2}^r}{d_{1_2}} \geq \sum_{i=1}^m \frac{t_{ij_2} x_{ij_2}^r}{d_{j_2}} \quad (10)$$

($j_2=2, 3, \dots, n_2; r=1, 2, \dots, R$).

Якщо за допомогою загальної моделі завантаження устаткування визначено множину K груп книг, які бажано друкувати на основному устаткуванні, то i беруться тільки з цієї множини.

6. На тривалість $(r+1)$ -го періоду обробки

$$\frac{t_{i1_2} x_{i1_2}^r}{d_{1_2}} \geq \sum_{i=1}^m \frac{t_{ij_3} x_{ij_3}^{r+1}}{d_{j_3}} \quad (11)$$

($r=1, 2, \dots, R; j_3=1, 2, \dots, n_3$).

7. На час роботи устаткування складального цеху у кожному періоді друку

$$\frac{t_{i1_2} x_{i1_2}^r}{d_{1_2}} \geq \sum_{i=1}^m \frac{t_{ij_1} x_{ij_1}^r}{d_{j_1}} \quad (12)$$

($r=1, 2, \dots, R-1; j_1=1, 2, \dots, n_1$).

8. На значення змінних

$$0 \leq x_{ij_1}^r \leq a_i b_i; \quad 0 \leq x_{ij_k}^r \leq a_i; \quad d_i \leq x_{i1_2}^r \leq a_i \quad (13)$$

$$(i=1, 2, \dots, m; k=2, 3; r=1, 2, \dots, R; j_1=1, 2, \dots, n_1; j_k=1, 2, \dots, n_k).$$

Тут d_i — розв'язки попередньої задачі.

За функцію мети приймаємо мінімум затрат на виробництво

$$L_1 = \sum_{i=1}^m \left[\sum_{j_1=1}^{n_1} c_{ij_1} \left(x_{ij_1}^0 + \sum_{r=1}^{R-1} x_{ij_1}^r \right) + \sum_{r=1}^R \left(\sum_{j_2=1}^{n_2} c_{ij_2} x_{ij_2}^r + \sum_{j_3=1}^{n_3} c_{ij_3} x_{ij_3}^{r+1} \right) \right] \quad (14)$$

або максимум прибутку від виготовленої продукції

$$L_2 = \sum_{i=1}^m c_i a_i - L_1. \quad (15)$$

Обидві задачі є задачами цілочисельного лінійного програмування.

Умови (9) і (10) можна замінити при необхідності менш жорсткими умовами (16) і (17):

$$\sum_{j_1=1}^{n_1} \left(x_{ij_1}^0 + \sum_{r=1}^{k-1} x_{ij_1}^r \right) \geq \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{r=1}^k b_l x_{ij_2}^r \quad (16)$$

($i=1, 2, \dots, m$; $k=1, 2, \dots, k$);

$$\sum_{j_3=1}^{n_3} x_{ij_3}^r = \sum_{j_3=1}^{n_3} (x_{ij_3}^{r+1} + x_{ij_3}^{r+2}); \quad \sum_{j_3=1}^{n_3} x_{ij_3}^R = \sum_{j_3=1}^{n_3} x_{ij_3}^{R+1} \quad (17)$$

($r=1, 2, \dots, R-1$; $i=1, 2, \dots, m$),

тобто виготовляти друкарські форми і проводити обробку книг протягом декількох періодів друку.

Для термінових замовлень можна вимагати виготовлення не пізніше якогось певного періоду друку.

Якщо відомі втрати c_{jk} від простою устаткування j_k -го виду, то у функцію мети можна ввести загальні втрати від простою устаткування (тут $x_{ij_1}^R = 0$)

$$L_3 = \sum_{r=1}^R \left[\frac{t_{i_2} x_{i_1}^r}{d_{i_2}} \left(\sum_{k=1}^3 \sum_{\substack{j_k=1 \\ j_k \neq 1}}^{n_k} d_{j_k} c_{j_k} \right) - \right. \\ \left. - \sum_{i=1}^m \left(\sum_{k=1}^2 \sum_{j_k=1}^{n_k} c_{j_k} t_{ij_k} x_{ij_k}^r + \sum_{j_3=1}^{n_3} c_{j_3} t_{ij_3} x_{ij_3}^{r+1} \right) \right]. \quad (18)$$

Характер задачі при цьому залишиться попереднім.

Якщо не вимагати цілочисельності розв'язку, то слід ввести умови неперервного виготовлення однієї і тієї ж назви у послідовних періодах друку. Однак при цьому задача перестає бути лінійною.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аганбегян А. Г. [и др.]. Моделирование процессов производства и управления. Новосибирск, «Наука», 1966.
2. Канторович Л. Б. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М., Изд-во АН СССР, 1959.
3. Колосов А. И., Лаврентьева А. Г. Технология полиграфического производства. М., «Искусство», 1963.
4. Немчинов В. С. Экономико-математические методы и модели. М., Соцэкгиз, 1962.
5. Барнич Ю. О., Германюк І. М. До питання оптимального розподілу замовлень між поліграфічними підприємствами. — «Поліграфія і видавнича справа», вип. 7. Львів, Вид-во Львівського ун-ту, 1971.

Yu. O. BARNYCH, I. M. GERMANYUK

ON THE POSSIBILITY OF DETERMINATION OF CONSECUTIVE PARALLEL START OF PUBLICATIONS IN PRESS WITH THE HELP OF MATHEMATICAL MODELS

Summary

In this work the general mathematical model of equipment loading at a polygraphical enterprise and the model of consecutive-parallel start of publications into production are constructed. The criteria of optimum are: minimum expenditure on production or maximum profit from the output of the planned publications.

With the help of the general mathematical model it is defined what types of production it is desirable to produce at each type of the available equipment. With the help of the consecutive-parallel start model the titles, which should be produced simultaneously in one period of press at all types of equipment, are defined.