

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА ЗА ПРЕСМЯТАНЕ НА РАЗХОДИТЕ ПО ДЕЙНОСТИ ПРИ ИЗБОРА НА ТЕХНОЛОГИЧНО ОБОРУДВАНЕ

Иван Димитров
Университет "Проф. д-р Асен Златаров" – Бургас

Проблемът за избора на технологично оборудване се състои в намирането на подходящо множество от оборудване, отговарящо на зададени икономически и технически критерии. Статията разглежда приложението на метода за пресмятане на разходите по дейности при избирането на технологично оборудване. Предложеният в статията модел може подпомогне управляващите при избора на оптимална комбинация от машини и оборудване от наличните в предприятието според критерия минимални сумарни производствени разходи.

Ключови думи: пресмятане на разходите по дейности, избор на оборудване
Key words: activity-based costing, equipment selection

Въведение

Независимо от сложната структура и отношения на производствените разходи в множество конкретни практически приложения продължават да се използват хипотезите за линейна зависимост на разходите от определящите ги фактори. Традиционно разходите в себестойността на продукта се класифицират в две групи:

- Преки разходи, които могат да се разпределят непосредствено в себестойността на определен продукт;

- Непреки разходи, които не могат директно да се разпределят в себестойността на съответните изделия като например разходи за поддръжка на машините, разходи за манипулиране с материалите, разходи за инструменти, екипировка и др.

В представената статия за разпределение на непреките разходи се използва подхода "пресмятане на разходите по дейности" (Activity-Based Costing). Негова основна цел е да отнесе непреките разходи в себестойността на отделните продукти по сравнително справедлив начин.

Процесът на избиране на оборудване включва подбиране на вида и количеството на необходимото оборудване за изпълнение на съответните производствени операции. Изборът на оптималния вариант се основава на икономически критерии. Целта на този процес е да се състави списък на необходимото за конкретната производствена програма оборудване с оглед минимизиране на сумарните разходи (амортизационни отчисления, подготвително-заключителни разходи и операционни разходи). За решаване на тази задача се използва инструментариума на линейното програмиране. Процесът на избиране на оборудване предполага наличие на следната информация:

- Технология за изработка на съответните детайли – маршрутни и операционни технологични карти.

- Изчислени постоянни и операционни разходи

- ди за провеждане на всяка операция на съответната машина.

- Времетраене и разходи за подготвително-заключителни операции на всяка машина.

Модел за избор на технологично оборудване

Моделът за избор на оборудване може да се разгледа в две ситуации (фиг. 1):

- Запазване на производствената програма. Тук моделът се използва за избор на най-икономичната съвкупност от наличните машини и оборудване. Моделът може да се ползва и за подбиране на оптималния асортимент и количество от произвежданите изделия (детайли) при спазване на икономическите и техническите ограничения.

- Промяна в производствената програма. В този случай моделът включва избор на най-икономичното множество от машини или оборудване, както от наличните в организацията, така и от тези, които още не са набавени от нея. Може да се използва от организации, подготвящи производството на нов продукт или навлизане в необслужвани досега области.

Формулирането на модела за избор на оборудване се основава на следните допълнителни изисквания и ограничения:

- вида на изделията и съответните им количества са предварително известни;

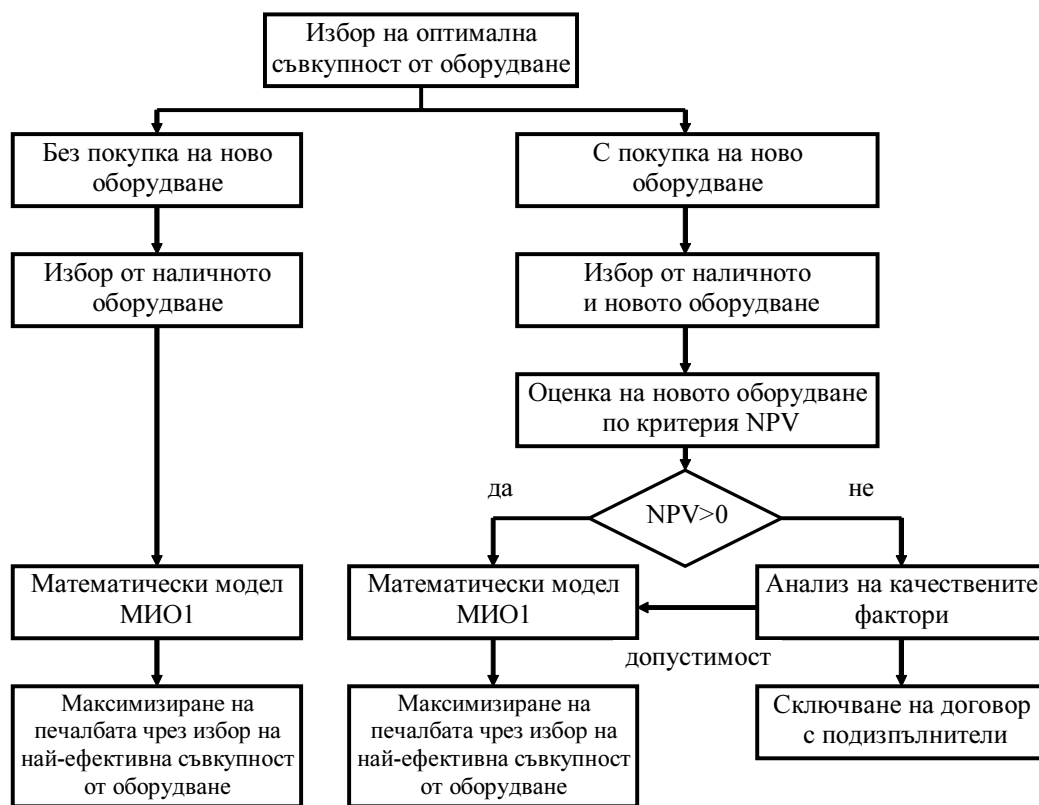
- технологичната последователност за всеки вид изделие е предварително известна;

- материалите за производство на изделията, могат да се доставят преди началото на производствения процес;

- технологичното времетраене и разходи за всяка операция на избраните машини са известни;

- съществува списък на наличните и избраните машини, които могат да изпълняват всяка операция;

- не се предвиждат ограничения в инструмен-



Фиг. 1. Процедура за избор на технологично оборудване

тите и екипировката;
 -ефективният фонд от време за всички машини от една и съща група е един и същ.

Описание на модела

Целта на предложения модел е да минимизира сумарните производствени разходи

Модел за избор на оборудване без промяна в продуктова програма - МИО1

$$\text{Min} \left[\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N X_{nm} C_{nm} + \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N S_{nm} B_{nm} + \sum_{m=1}^M \left(\frac{t_{nm}}{T_m} \right) \cdot B_m C_m + \sum_{m=1}^M B_{inst_m} C_{inst_m} \right] \quad (1)$$

$$\text{Min} \sum_{m=1}^M \left[\sum_{n=1}^N X_{nm} C_{nm} + \sum_{n=1}^N S_{nm} B_{nm} + \left(\frac{t_{nm}}{T_m} \right) \cdot B_m C_m + B_{inst_m} C_{inst_m} \right]$$

Ограничения:

$$\sum_{m=1}^M X_{nm} \leq R_n \quad (2)$$

$$\sum_{n=1}^N t_{nm} X_{nm} + \sum_{n=1}^N S_{nm} B_{nm} \leq EF_m \cdot T \quad (3)$$

$$X_{nm} \geq 0, \text{ целочислени} \quad n = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

$$m = 1, 2, \dots, M$$

m – индекс на машините $m = 1, 2, \dots, M$
 n – индекс на операцията $n = 1, 2, \dots, N$
 X_{nm} – брой на операциите n , която трябва да се изпълнят на машина m
 C_m – разходи на машина m
 C_{nm} – разходи при провеждане на операция n на машина m
 C_{inst}_m – разходи за инсталиране на машина m
 R_n – сума на операции n
 T_m – ефективен фонд от време на машина m
 T_{nm} – нормативно време за изпълнение на операция n на машина m
 S_{nm} – подготвително-заключителни разходи за операция n на машина m
 T – времеви хоризонт
 F_n – дял на операция n в общото производство
 B_m – двоична променлива, която приема 1, когато е избрана машина от вид m , и 0 в останалите случаи
 B_{nm} – двоична променлива, която приема 1, ако операцията изисква пренастройка, и 0 в останалите случаи
 B_{inst}_m – двоична променлива, която приема 0, ако машина m е избрана през период "t-1" или не може да се придвижи, и 1, ако машина m не е избрана през период "t-1"
 EF_m – коефициент на ефективност за машина m

Сумарните производствени разходи се състоят от:

1. Операционни разходи – извеждат се от произведението на операционните разходи при изпълнението на операция "n" на машина от вид "m" и броя на операции "n" на машина от вид "m"

$$\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N X_{nm} C_{nm} \quad (5)$$

2. Разходи за пренастройка на машина "m" – възникват, когато машина от вид "m" трябва да се пренастрои, за да се изпълни нова операция "n"

$$\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N X_{nm} C_{nm} \quad (5)$$

3. Постоянни разходи (разходи за оборудване) – изчисленията се основават на степента на използване на всяка машина.

$$\sum_{m=1}^M \left(\frac{t_{nm}}{T_m} \right) B_m C_m \quad (7)$$

4. Разходи за инсталиране на оборудването

$$\sum_{m=1}^M B_{inst}_m C_{inst}_m \quad (8)$$

Уравнение 1 минимизира сумарните производствени разходи. Първото ограничение (формула (2)) посочва, че сумарният брой на операция "n" на всички машини не трябва да надвишава предварително определен общ брой от съответния вид операция – R_n . Целта на второто ограничение (формула 3) е да гарантира, че сумата от времето за пренастройка и операционното време няма да надвиши ефективния фонд от време на оборудването. Факторът на ефективност EF_m за всяка машина "m" коригира времето за използване на машините като отчита динамичното поведение на системата и престойте на машините.

Описание на алгоритъма за МИО1

С представения алгоритъм може да се намери субоптимално решение на разгледания модел за избор на оборудване. Той преминава през следните стъпки:

Ст.1. Определяне на производствената програма – всички видове изделия $p = 1, \dots, P$ и количеството на всеки от тях $Q_p = 1, \dots, Q$

Ст.2. Определяне вида на технологичните операции, необходими за производството на всеки вид изделие.

Ст3. Определяне на подходящите машини за изпълнение на съответните операции.

Ст.4. Определяне на времетраенето на всяка операция "n" на машина "m" (t_{nm})

Ст.5. Определяне на разходите за изпълнение на операция "n" на машина "m" (C_{nm}), разходите за пренастройка на машина "m" за операция "n" (S_{nm}) и инсталационните разходи на оборудването (C_{inst}_m).

Ст.6. Определяне на разходите за амортизационни отчисления за всяко използвано оборудване. Постоянните разходи за амортизации се калкулират въз основа на коефициента на използване на всяка машина формула (7).

Ст.7. Определяне на технологичния маршрут R_i за всяко $i = 1, 2, \dots, R$ за всеки вид изделие. Така могат да се изчислят технологичните разходи за производство на цялата производствена програма. Допълнителни изгоди се получават, когато операциите се изпълняват с максимална непрекъснатост т.е. след като се завърши партидата от даден вид детайли, веднага на нейното място се започне обработката на други вид детайл.

Ст.8. Изчисляване на технологичните разходи за всички възможни алтернативи посредством уравнение 1ч4.

Ст.9. Установяване на маршрута с най-ниски разходи, удовлетворяващ всички ограничения.

Ст.10. Определяне на типа и количеството на необходимите машини.

Модел за избор на оборудване с промяна на продуктовата програма - МИО2

Разликата с предходния модел е, че при него трябва да се проведе предварителна икономическа оценка на новите машини или оборудване, за да се определи кои от тях осигуряват най-ефективна работа. Използваният критерий за предварителна оценка на новите машини и оборудване е "нетната настояща стойност – NPV".

$$NPV = -I_e + \sum_{t=1}^T (NCF_t - NCF \min_t) \cdot DF(r, t) \quad (9)$$

където

NPV – нетна настояща стойност, на база нетни парични потоци след данъци.

r – норма на дисконтиране

NCF_t – очаквани парични потоци след данъци за година t,

NCFmin_t – минимално необходими парични потоци след данъци за година t,

DF(r,t) – дисконтов фактор

Ако оценката на определен вид оборудване по критерия NPV е положителна, то се добавя към списъка от машини, които ще подлежат на последваща селекция. Вторият етап протича по същата логика, както при предходния модел.

Необходими данни за функционирането на модел МИО2

Провеждането на икономическа оценка на оборудването изисква набавянето на следната информация:

- срок на експлоатация на оборудването в години,
- очаквани нетни парични потоци по години
- минимално необходими годишни нетни парични потоци по години

Заключение

Целта на представената процедура за подбор

на оборудване е да се определи такова множество от машини и оборудване, които да осигурят най-ефективно производство на изделията от производствената програма. Алгоритъмът за избор се основава на критерия за минимизиране на сумарните производствени разходи. Предложените два метода се базират на подхода за изчисляване на разходите по дейности. Първият метод засяга избора на оборудване при запазване на производствената програма. В този случай селекцията е само от наличните машини. Вторият метод се прилага, когато са въведени нови продукти в производствената програма. Той включва не само подбора на машини от съществуващия машинен парк, но и избор на ново оборудване от доставчиците. За тази цел преди процедурата за подбор се прилага предварителна икономическа оценка на необходимото ново оборудване според критерия "нетна настояща стойност (NPV)". Математическият модел за подбор на оборудване се основава на линейното програмиране. Използването на подхода за "пресмятане на разходите по дейности" при формулирането на модела дава възможност в изчисленията да се включат такива стойности на разходите, които са максимално близо до действителните.

Литература

- 1.Graves, S.C., Whitney, D.E., "A Mathematical Programming Procedure for Equipment Selection and Evaluation in Programmable Assembly, Proceeding IEEE Conference on Decision and Control, 1999.
- 2.Johnson, A. L., Montgomery, D. C., "Operations Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control", John Wiley & Sons, New York, 1994.
- 3.Standel, H.J., Bellakur A., "A Dynamic Programming Based Heuristic for Machine Grouping in Manufacturing Cell Formation", Computer Industrial Engineering, 12, 1998.
- 4.Whitney C.K., Suri R., "Algorithms for Part and Machine Selection in Flexible Manufacturing Systems", Operations Research, 1995

USING AN ACTIVITY-BASED COSTING APPROACH FOR EQUIPMENT SELECTION

Ivan Dimitrov

University "Prof. D. Sc. Asen Zlatarov" – Bourgas, Bulgaria

ABSTRACT

The equipment selection problem involves the selection of a set of equipment to be used in production based on economical and technical criteria. The paper examines an activity-based costing approach to the equipment selection problem. The technique presented in this paper will help managers select the appropriate set of equipment and machines based on the objective to minimize total operating cost subject to the availability of machines in the system.