

А.О. ФЕДОРОВ, П.В.НОТОВСЬКИЙ, А.Е.Ю.ПЕРЕДРІЙ

ВИКОРИСТАННЯ МІРИ БЛИЗЬКОСТІ В ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПО ПЛАНОВИМ ПЕРІОДАМ НА ОСНОВІ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОДІБНОСТІ ДЕЙКА, ДЖЕКАРДА, МАКСФЕДОРА, ОТАІ, РАО, ТАНИМОТО

Розподіл виробничої програми багато варіантного виробництва по плановим періодам різної тривалості є актуальним для сучасного виробництва. Специфіка такого виробництва полягає в тому, що з одних і тих деталей, вузлів (складальних одиниць) можна зібрати для задоволення більше числа споживачів безліч модифікацій і типорозмірів виробів. Комплекси робіт по окремим виробам не є ні повторенням один іншого, ні повністю різними, а мають як деяку схожість, так і індивідуальні відмінності, а тривалість виготовлення менше планового періоду. *В роботі автори висловили думку, якщо тривалість виробничого циклу менше планового періоду, то конструктивно-технологічні особливості окремих виробів можна не приймати до уваги в задачі розподілу виробничої програми (задачі об'ємно-календарного планування). Це твердження хибне.* Використовуючи таку специфіку можна покращити економічні показники такого виробництва, що і показано нами в даній роботі.

Об'єднання в окремі планові періоди схожих конструктивно-технологічних виробів підвищує спеціалізацію виробництва в окремі періоди, що зменшує втрати від простою обладнання, підвищує продуктивність праці та зменшує навантаження на операційного менеджера за рахунок зменшення кількості планово-облікових одиниць в кожному періоді. В роботі запропоновані міри близькості на основі відомих коефіцієнтів схожості, бо процес розподілу виробничої програми зручніше алгоритмізувати. Авторами доказано, що запропоновані міри відповідають аксіоматиці Фреше.

Ключові слова: виробництво, плановий період, міри близькості, економічні показники

А.А. ФЕДОРОВ, П.В.НОТОВСКИЙ, А.Э.Ю.ПЕРЕДРИЙ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕРЫ БЛИЗОСТИ В ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПЛАНОВЫЙ ПЕРИОД НА ОСНОВЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОДОБИЯ ДЕЙКА, ДЖЕКАРДА, МАКСФЕДОРА, ОТИА, РАО, ТАНИМОТО

Распределение производственной программы много вариантного производства по плановым периодам различной длительности актуально для современного производства. Специфика такого производства заключается в том, что из одних и тех деталей, узлов (сборочных единиц) можно собрать для удовлетворения больше числа потребителей множество модификаций и типоразмеров изделий. Комплексы работ по отдельным изделиям не является ни повторением друг друга, ни полностью различными, а имеют как некоторое сходство, так и индивидуальные различия, а продолжительность изготовления меньше планового периода. *В работе авторы высказали мнение, если длительность производственного цикла меньше планового периода, то конструктивно-технологические особенности отдельных изделий нельзя не принимать во внимание в задаче распределения производственной программы (задачи объемно-календарного планирования). Это утверждение ошибочно.* Используя такую специфику можно улучшить экономические показатели такого производства, и показано нами в данной работе. Объединение в отдельные плановые периоды похожих конструктивно-технологических изделий повышает специализацию производства в отдельные периоды, уменьшает потери от простоя оборудования, повышает производительность труда и уменьшает нагрузку на операционной менеджера за счет уменьшения количества планово-учетных единиц в каждом периоде. В работе предложены меры близости на основе известных коэффициентов сходства, ибо процесс распределения производственной программы удобнее алгоритмизировать. Авторами доказано, что предложенные меры соответствуют аксиоматике Фреше.

Ключевые слова: производство, плановый период, меры близости, экономические показатели

A.A. FEDOROV, P.V.NOTOVSKYI, A.E.Y.PEREDRII

USE OF PROPOSALITY MEASURES IN THE PROBLEM OF DISTRIBUTING THE PRODUCTION PROGRAM BY THE SCHEDULED PERIOD ON THE BASIS OF THE SIMILARITY OF THE SIMILARITY OF DAKE, JACKARD, MAXFEDOR, OTIA, RAO, TANIMOTO

The distribution of the production program of many production options for planned periods of various durations is relevant for modern production. The specificity of this production is that from the same parts, assemblies (assembly units), many modifications and sizes of products can be assembled to satisfy more consumers. The complexes of work on individual products is neither a repetition of each other, nor completely different, but have some similarities and individual differences, and the production time is less than the planned period. In the work, the authors expressed the opinion that if the duration of the production cycle is less than the planned period, then the structural and technological features of individual products cannot be ignored in the tasks of distributing the production program (volume-calendar planning tasks). This statement is erroneous. Using such specifics, it is possible to improve the economic indicators of such production, and we have shown in this paper. The combination of similar structural and technological products in separate planning periods increases the specialization of production in separate periods, reduces losses from equipment downtime, increases labor productivity and reduces the load on the operating manager by reducing the number of planning and accounting units in each period. In the work, proximity measures are proposed based on the known similarity coefficients, since it is more convenient to algorithmize the distribution process of the production program. The authors proved that the proposed measures correspond to the Frechet axiomatics.

Keywords: production, planning period, proximity measures, economic indicators

Вступ. Одним із можливих шляхів підвищення ефективності багато чисельного варіантного виробництва є концентрація виготовлення

конструктивно та технологічно близьких виробів (сімейства) в окремі планові періоди.

Мета статті. Якщо тривалість виробничого циклу виготовлення виробу менше планового періоду, то

конструктивно-технологічні особливості виготовлення окремих виробів можна не приймати до уваги, так же як і у задачі формування виробничої програми (портфеля замовлень) [1]. Це твердження хибне, що і покажемо на прикладі велика чисельного номенклатурного виробництва.

В різні часи в різних галузях знань наукові дослідники Дейк (лінгвіст), Отіаї, Рао, Танімото, Джекард, Хамман порівнювали об'єкти, які досліджували, шукали їх схожість та класифікували об'єкти дослідження. Пропонували різні коефіцієнти схожості, проводячі дослідження у своїх галузях знань, деякі коефіцієнти змінювалися в межах [01], а деякі як коефіцієнт схожості Хаммана в межах [-1+1] [2]. Коефіцієнти схожості які змінювалися в межах [01] в [3,4] трансформували в міри близькості, тому що їх легко алгоритмізувати для машинних обчислень, вирішили використати їх в задачі розподілу виробничої програми по плановим періодам та

$$\sum_k \sum_{\substack{i,j=1,\bar{n} \\ i \neq j}} d_{ij}^k \rightarrow \min \quad (1)$$

порівняти отримані результати. В [4] показано, що всі запропоновані міри на основі коефіцієнтів подібності (схожості) задовільняють аксіоматиці Фреше.

Основна частина. Велика чисельне номенклатурне виробництво (приладобудування та ін.) характеризується специфічними особливостями: при

виготовленні окремих виробів невеликими партіями використовуються одні і ті ж деталі і технологічні операції. Комплекси робіт за окремими виробами не є ні повторенням один одного, ні цілком відмінними, а мають як деяку подібність, так і індивідуальну відмінність, що формально можна записати [2]:

$$\begin{aligned} X_i \cap X_j &\neq \emptyset; i, j = \overline{1, n} \quad i \neq j \\ X_i &\not\subset X_j, \quad i \neq j \\ |X_i| &= |X_j| \\ X_i &= \{q_{ij}\} \\ q_{ij} &\in \{0, 1\}, \quad i = \overline{1, m} \end{aligned}$$

(1)

де X_i, X_j — множина деталей и технологічних операцій, необхідних для виготовлення i -го и j -го виробів.

Ми розглядається загальний випадок, коли $|X_i| \geq |X_j|$.

Для максимальної спеціалізації такого виробництва (підвищення його ефективності) в k -ті періоди використовується критерій оптимізації, де мінімізується кількість детальних та технологічних характеристик

де d_{ij} — міра близькості між виробами;

p — кількість детальних та технологічних характеристик, порівнюємих виробів.

Отримані результати. Розглянемо гіпотетичний приклад розподілу виконання 6 виробів по 2 періодам (по 3 в кожному періоді), наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Детальна та технологічна характеристика виробів

характеристики/вироби	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Д7	Д8	Д9	Д10	Д11	Д12	Д13	Д14	Д15
A	1	1	1		1	1	1					1		1	
B		1	1	1		1					1	1	1	1	
C		1		1				1	1	1			1		1
D		1	1				1	1	1		1				1
L	1			1		1	1		1	1					

Розрахуємо міри близькості між виробами за формулами на основі коефіцієнтів близькості:

Міра близькості на основі коефіцієнта подібності Отіаї

$$d_{ij} = 1 - \frac{|X_i \cap X_j|}{\sqrt{|X_i| * |X_j|}} \quad (2)$$

Міра близькості на основі коефіцієнта подібності Дейка

$$d_{ij} = 1 - \frac{2|X_i \cap X_j|}{2|X_i \cup X_j| + |X_i \cup X_j \setminus X_i \cap X_j|} \quad (3)$$

Міра близькості на основі коефіцієнта подібності Танімото

$$d_{ij} = 1 - \frac{|X_i \cap X_j|}{|X_i| + |X_j| - |X_i \cap X_j|} \quad (4)$$

Міра близькості на основі коефіцієнта подібності Рао

$$d_{ij} = 1 - \frac{|X_i \cap X_j|}{|X_i \cup X_j|} \quad (5)$$

Міра близькості на основі коефіцієнта подібності Максфедора

$$d_{ij} = 1 - \frac{2|X_i \cap X_j|}{|X_i| + |X_j|} \quad (6)$$

Міра близькості на основі коефіцієнта подібності Джекарда

$$d_{ij} = 1 - \frac{|X_i \cap X_j|}{|X_i \cap X_j| + |X_i \cup X_j|} \quad (7)$$

Розрахунок мір близькості по формулам (2-7) зведемо в таблицю 2-7.

Таблиця 2 – Міри близькості між заданими виробами основі коефіцієнтів подібності Дейка

	A	B	C	D	K	L
A	0	0,64	0,95	0,82	0,77	0,80
B	0,64	0	0,82	0,82	0,77	0,88
C	0,95	0,82	0	0,69	0,75	0,78
D	0,82	0,82	0,69	0	0,75	0,87
K	0,77	0,77	0,75	0,75	0	0,89
L	0,80	0,88	0,78	0,87	0,89	0

Таблиця 3 – Міри близькості між заданими виробами основі коефіцієнтів подібності Джеккарда

	A	B	C	D	K	L
A	0	0,69	0,93	0,80	0,76	0,79
B	0,69	0	0,80	0,80	0,76	0,86
C	0,93	0,80	0	0,71	0,75	0,77
D	0,80	0,80	0,71	0	0,75	0,85
K	0,76	0,76	0,75	0,75	0	0,87
L	0,79	0,86	0,77	0,85	0,87	0

Таблиця 4 – Міри близькості між заданими виробами основі коефіцієнтів подібності Максфедора

	A	B	C	D	K	L
A	0	0,38	0,87	0,60	0,53	0,57
B	0,38	0	0,60	0,60	0,53	0,71
C	0,87	0,60	0	0,43	0,50	0,54
D	0,60	0,60	0,43	0	0,50	0,69
K	0,53	0,53	0,50	0,50	0	0,73
L	0,57	0,71	0,54	0,69	0,73	0

Таблиця 5 – Міри близькості між заданими виробами основі коефіцієнтів подібності Отіаї

	A	B	C	D	K	L
A	0	0,38	0,87	0,60	0,53	0,57
B	0,38	0	0,60	0,60	0,53	0,71
C	0,87	0,60	0	0,43	0,50	0,54
D	0,60	0,60	0,43	0	0,50	0,69
K	0,53	0,53	0,50	0,50	0	0,73
L	0,57	0,71	0,54	0,69	0,73	0

Таблиця 6 – Міри близькості між заданими виробами основі коефіцієнтів подібності Рао

	A	B	C	D	K	L
A	0	0,55	0,93	0,75	0,69	0,73
B	0,55	0	0,75	0,75	0,69	0,83
C	0,93	0,75	0	0,60	0,67	0,70
D	0,75	0,75	0,60	0	0,67	0,82
K	0,69	0,69	0,67	0,67	0	0,85
L	0,73	0,83	0,70	0,82	0,85	0

Таблиця 7 – Міри близькості між заданими виробами основі коефіцієнтів подібності Танімото

	A	B	C	D	K	L
A	0	0,55	0,93	0,75	0,69	0,73
B	0,55	0	0,75	0,75	0,69	0,83
C	0,93	0,75	0	0,60	0,67	0,70
D	0,75	0,75	0,60	0	0,67	0,82
K	0,69	0,69	0,67	0,67	0	0,85
L	0,73	0,83	0,70	0,82	0,85	0

Всього кількість варіантів розподілу виробничої програми із 6 виробів по 2 періодам по 3 вироби в кожному періоді (сполучень із 6 елементів по 3) можна розрахувати по формулі (8):

$$C_n^t = \frac{n!}{t!(n-t)!}, \quad (8)$$

а їх загальна кількість буде дорівнювати 20, так як в нашому випадку нема прив'язки конкретного виробу

до періоду, то таких варіантів буде всього 10, що відображено в табл.8.

Таблиця – 8 Можливі варіанти розподілу виконання 6 виробів по 3 по 2 періодам без повтору

1-й період		2-й період	$\Sigma\Sigma$ Дейка	$\Sigma\Sigma$ Джекарда	$\Sigma\Sigma$ Максфедора	$\Sigma\Sigma$ Отіаі	$\Sigma\Sigma$ Рао	$\Sigma\Sigma$ Танімото
ABC	+	DKL	4,93	4,88	3,77	3,76	4,56	4,56
ABD		CKL	4,7	4,67	3,35	3,33	4,26	4,26
ABK		CDL	4,53	4,55	3,09	3,09	4,05	4,05
ABL		CDK	4,52	4,54	3,09	3,07	4,04	4,04
ACD		BLK	5,01	4,94	3,87	3,86	4,65	4,65
ACK		BDL	5,04	4,95	3,9	3,89	4,69	4,69
ACL		BDK	4,87	4,8	3,61	3,59	4,46	4,46
ADK		BCL	4,82	4,74	3,48	3,47	4,39	4,39
ADL		BCK	4,83	4,75	3,49	3,48	4,4	4,4
AKL		BCD	4,79	4,73	3,46	3,45	4,37	4,37

Висновки. Задовольняє критерію (2) один і той же варіант розподілу виробів з використанням різних мір близькості: ACL – BDK. Потрібно відмітити, що усі коефіцієнти подібності вводилися науковцями в різних галузях знань, як їм казалось, що вони відображають специфіку їх науки, але в задачі розподілу виробничої програми по плановим періодам з використанням мір близькості на основі їх коефіцієнтів, ми отримали один варіант.

Варіант ACL – BDK розподілу виробів з використанням міри близькості дозволяє підвищити поточну спеціалізацію виробництва, зменшуючи кількість планово-облікових одиниць в кожному періоді (різноманітних деталей 13 в першому та 13 у другому періодах, всього деталей 22 у першому періоді та 23 у другому).

Інші варіанти дають більшу кількість планово-облікових одиниць в кожному періоді (наприклад варіант ABC-DKL потребує контролювати відповідно 15 та 14 позицій різноманітних деталей та відповідно всього деталей 23 у першому періоді та 23 у другому).

Такий розподіл зменшує навантаження на операційних менеджерів, так як їм потрібно контролювати меншу кількість планово-облікових одиниць.

Список літератури

1. Первин Ю. А., Португал В. М., Семенов А. И. *Планирование мелкосерийного производства в АСУП*. М.: Наука, 1973. – 455 с.

2. Боннер Р.Е. *Некоторые методы классификации*. – В кн. Автоматический анализ сложных изображений. - М.: Мир, 1969. – 273 с.
3. Салыга В. И. Федоров А. А. *Модель текущей специализации в задаче распределения квартальной программы*. «Электротехническая промышленность», вып. 8 (454), 1977. с. 23-25.
4. Задание метрики в задачах классификации объектов различной природы / А. А. Федоров, Ю. В. Лопухин, А. Ю. Скобликов // *АСУ и приборы автоматизации : всеукр. межвед. науч.-техн. сб.* – Х. : Изд-во ХНУРЕ, 2010. – Вып. 151. – С. 96–100

References (transliterated)

1. Pervin Yu. A., Portugal V. M., Semenov A. I. *Planirovanie melkoseriynogo proizvodstva v ASUP*. [Small-scale production planning in automated process control systems] Moscow: Nauka, 1973. – 455 p.
2. Bonner R.E. *Nekotorye metody klassifikacii*. [Some classification methods] – V kn. Avtomaticheskij analiz slozhnyh izobrazhenij.- Moscow: Mir, 1969. – 273 p.
3. Salyga V. I. Fedorov A. A. *Model' tekushchej specializacii v zadache raspredeleniya kvartal'noj programmy*. «Elektrotekhnicheskaya promyshlennost'» [Model of current specialization in the problem of distribution of the quarterly program. "Electrical industry"], issue. 8 (454), 1977. pp. 23-25.
4. Zadanie metрики v zadachah klassifikacii ob"ektov razlichnoj prirody [The task of the metric in the classification problems of objects of various nature] / A. A. Fedorov, Yu. V. Lopuhin, A. Yu. Skoblikov // *ASU i pribory avtomatiki : vseukr. mezved. nauch.-tekh. sb.* [Automated Control Systems and Automation Devices: All-Ukrainian Interdepartmental Scientific and Technical Collection] – Kharkiv: Izd-vo HNURE, 2010. – issue. 151. – pp. 96–100

Надійшла (received) 18.03.2020

Відомості про авторів /Сведения об авторах / About the Authors

Федоров Андрій Олексійович (Федоров Андрей Алексеевич, Fedorov Andriy Aleksijovich)- кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», доцент кафедри менеджменту інноваційного підприємництва та міжнародних економічних відносин, тел. (066)6163314

Нотовський Павло Валентинович (Нотовский Павел Валентинович, Notovskiy Pavel Valentinovich) – кандидат економічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри менеджменту інноваційного підприємництва та міжнародних економічних відносин, м. Харків; тел.: (050) 303-38-00; e-mail: ExtraBC@gmail.com

Передрій Андреа Елізабет Юрїївна (Передрий Андреа Элизабет Юрьевна, Peredrii Andrea Elizabeth Y.) асистент кафедри менеджменту інноваційного підприємництва та міжнародних економічних відносин, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0495-9676>; e-mail: Peredrii8@gmail.com