

УДК 164.01

к.т.н., доцент Нікогосян Н.І.,
к.е.н., професор Погорельцев В.М., к.е.н., доцент Євдоченко О.М.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЛОГІСТИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА ЗОВНІШНІХ УТЕПЛЮВАЧІВ

Стаття відтворює сучасні методики розрахунку оптимальної величини партії виробництва продукції та перспективи застосування економіко-математичної моделі виробничої собівартості одиниці продукції

Ключові слова: логістична оптимізація, вартість одиниці виробу, величина партії виробництва, формування технологічного часу.

Логістичним продовженням оптимізації фази виробництва є оптимізація організації виробництва (щодо планування виробничої програми та керування її виконанням). Розглянемо першу проблему – логістичний аспект планування виробництва. Якщо процес планування зорієнтований на прискорення процесу виготовлення, то особливого значення з економічного погляду набуває формування внутрішнього замовлення, поділ його на партії визначених розмірів та фактори впливу на ці величини.

Загалом процес планування може ґрунтуватися на двох альтернативних підходах, а саме: або планування виробництва уможливорює максимальне використання обладнання за потужністю за умови одночасного відповідного (похідного) використання його в часі, або мінімально необхідне використання потужності за стабільного повного часового використання.

Формування внутрішнього замовлення (виробничої програми) та його доведення до виробничих підрозділів (робочих місць, обробних машин) має вирішальний вплив на скорочення загального часу робіт. Безумовно, що основним у формуванні внутрішнього замовлення на виробництво слід уважати необхідність узгодження інтересів клієнта з організаційно-технічними та фінансово-економічними умовами та вимогами підприємства.

Оптимальну величину партії виробництва N_{opt} можна розрахувати за формулою:

$$N_{opt} = \sqrt{\frac{2 * P_3 * B_{пер}}{S * r/100}} \quad (1)$$

P_3 – річне замовлення, одиниць;

$V_{пер}$ – витрати одноразового переналагоджування виробничої лінії;

S – вартість одиниці виробу;

r – витрати утримання запасів виробництва у відсотках від вартості виробу.

Графічно це виглядає як подано на рис. 1.

Розрахуємо оптимальну величину партії виробництва для ТОВ «Компанія «Термікс».

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку оптимальної величини партії

№ з/п	Назва показника	Позначення показника	Розмірність	Значення
1	Постійні витрати на партію	$V_{пер}$	грн.	100
2	Змінні витрати на одиницю виробу	S_n	грн. /шт.	10
3	Річне замовлення	P_3	шт.	20000
4	Середньорічна норма витрат	r	%	10

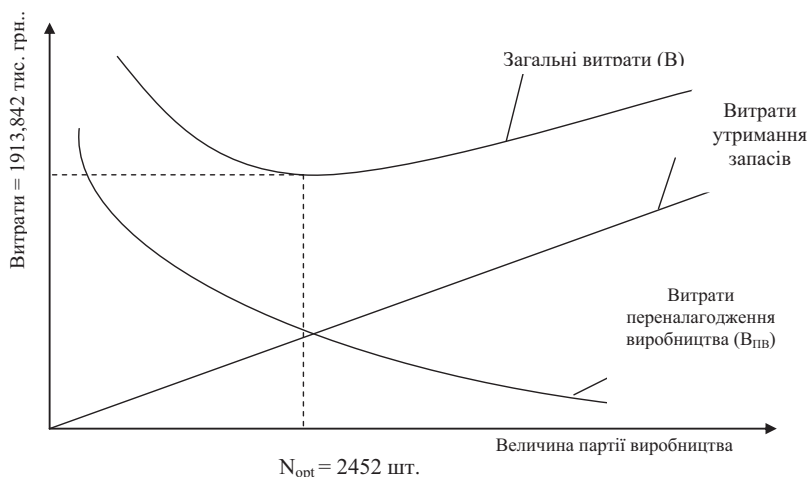


Рис. 1. Графічна інтерпретація визначення оптимальної величини партії виробництва

Сформуємо економіко-математичну модель виробничої собівартості одиниці продукції (S_B) залежно від величини партії

$$S_B = V_{пер}/N + S_n, \quad (2)$$

де 3_p – загальні постійні витрати на партію виробів;

S_n – змінні витрати на одиницю продукції;

x – кількість продукції в партії, що визначається за формулою.

$$N = P_3 / \pi, \quad (3)$$

де P_3 – річне замовлення;

π – кількість партій.

Тоді річні виробничі витрати становитимуть:

$$B_{\text{вир}} = S_b * P_3 = B_{\text{пер}} * \pi + S_n * P_3. \quad (4)$$

При формуванні економіко-математичної моделі витрат, спричинених виготовленням та зберіганням на складі партії товарів, враховуємо, що ці витрати зумовлені потребою створення достатніх оборотних запасів для забезпечення виробництва всієї партії (матеріальні витрати, витрати на оплату праці, проміжне складування, транспорт тощо) та витрати зберігання на складі. За своєю суттю вони ідентифікують як витрати замороження капіталу. Тому на практиці ці витрати розраховують із використанням норми витрат у відсотках до собівартості. У розрахунках ця норма приймається в половинному розмірі, оскільки ці витрати зростають від нуля у момент запускання партії до максимуму у момент закінчення виготовлення партії. І процес циклічно повторюється стільки разів, скільки запускається партій (π). математично витрати на партію (B_{y3}) виражаємо так:

$$B_{y3} = S_b * N * (\gamma/2 * 100), \quad (5)$$

де γ – норма витрат утримання запасів у виробництві, %.

При формуванні економіко-математичної моделі загальних витрат на річне замовлення визначаємо:

$$B = S_b * B_{\text{пер}} + B_{y3} = (B_{\text{пер}} / N + S_n) * P_3 + (B_{\text{пер}} / N + S_n) * N * \gamma / 200 = B_{\text{пер}} / N + S_n * P_3 + (B_{\text{пер}} * \gamma / 200) + (S_n * \gamma * N / 200) \quad (6)$$

При здійсненні мінімізації річних загальних витрат, розрахунком першої похідної знайдемо значення x , за якого досягається екстремум функції:

Спростимо цю залежність:

$$S_n * \gamma * N^2 - 200 * B_{\text{пер}} * P_3 = 0 \quad (7)$$

Тоді

$$N_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{200 * B_{\text{пер}} * P_3}{S_n * \gamma}} \quad (8)$$

Розрахуємо оптимальну величину партії для ТОВ «Компанія «Термікс».

Оптимальна величина партії дорівнює:

$$N_{opt} = \sqrt{\frac{200 \cdot 1700 \cdot 20000}{94,3 \cdot 12}} = 2452 \text{ шт} \quad (9)$$

Загальні витрати становитимуть:

$$B_{\min} = 1700/2452 \cdot 20000 + 94,3 \cdot 20000 + 1700 \cdot 12/200 + 94,3 \cdot 12 \cdot 2452/200 = 1913841,647 \text{ грн.} \quad (10)$$

При збільшенні величини партії зростуть витрати утримання запасів і загальні витрати. Більша партія за рахунок масштабу знизить витрати переналагодження виробництва. Не доцільно і зменшувати партію виробництва через те, що витрати, практично, не знизяться.

Зауважимо, що розрахована у такий спосіб величина партії є орієнтиром, першим наближенням оптимальної величини партії, оскільки не були взяті до уваги інші істотні фактори впливу техніко-технологічного характеру, а саме:

- параметри транспортних та пакувальних контейнерів і продуктивність транспортної системи;
- термін служби інструментів і приладів;
- потужності проміжного складування;
- тривалість складових технологічного процесу виготовлення (наприклад, тривалість сушіння);
- параметри постачання матеріалів, частин, вузлів (наприклад, ритмічність).

Час, протягом якого здійснюється технологічний процес, можна оптимізувати.

Значні резерви криються у виборі часу на техніко-технологічні та організаційні зупинки, коли матеріали, частини та вузли перебувають у виробничому процесі, але не обробляються, а саме:

- необхідні транспортні, вантажні і контрольні процеси;
- організаційні недоліки;
- взаємна невідповідність виробничих потужностей окремим стадіям виробничого процесу;
- нестача робочої сили і виробничих засобів;
- ремонтно-експлуатаційні (профілактичні) роботи.

Тому під час планування використання технологічного часу виготовлення підлягають оптимізації часова координація та послідовність окремих технологічних операцій для визначених варіантів поділу партій на основі принципів послідовності, паралельності та комбінування.

Покажемо можливість цього на прикладі ТОВ «Компанія «Термікс».

Вихідна інформація:

- величина партії $x = 5$ ємкостей ґрунтової суміші по 25 літрів;
- технологічний процес охоплює 5 технологічних операцій тривалістю відповідно: $t_1 = 34$ хв/шт., $t_2 = 24$ хв/шт., $t_3 = 20$ хв/шт., $t_4 = 24$ хв/шт., $t_5 = 36$ хв/шт.

Розрахуємо технологічний час T_x виготовлення партії для різних варіантів виконання операцій:

а) послідовний варіант

$$T_x^n = x * \sum_{i=1}^5 t_i = 5(34 + 24 + 20 + 24 + 36) = 690 \text{ хв.} \quad (11)$$

Графічно формування технологічного часу подано на рис. 2.

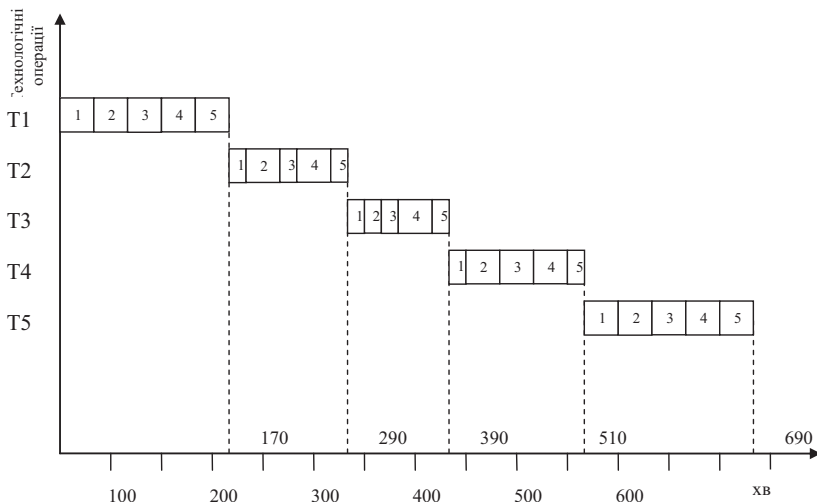


Рис. 2. Графічна інтерпретація T_x (послідовний варіант)

б) паралельний варіант

$$T_{x(p=1)} = (x - P) * t_{i(\max)} + P * \sum_{i=1}^5 t_i = (5 - 1) * 36 + 1 * (34 + 24 + 20 + 24 + 36) = 282 \text{ хв,} \quad (12)$$

де $P = 1$ – кількість штук в одній частині партії.

Графічна інтерпретація формування технологічного часу показана на рис. 3.

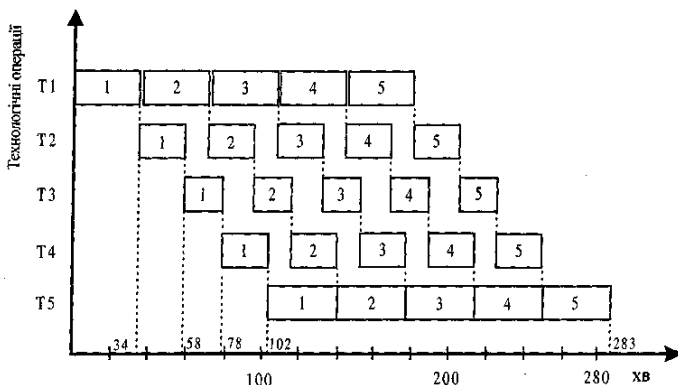


Рис. 3. Графічна інтерпретація T_x (паралельний варіант)

в) комбінований варіант

$$T_n^p = \sum_{i=1}^n t_i + (x - P) * (\sum_{i=1}^{n1} t_{i(max)} - \sum_{i=1}^{n2} t_{i(min)}) = (34 + 24 + 20 + 24 + 36) + (5 - 1) * (34 + 36 - 20) = 338 \text{ хв}, \quad (13)$$

де $t_{i(max)}$ – тривалість «умовно максимальної» операції, тобто такої, яка перебуває між двома операціями з меншою тривалістю;

$t_{i(min)}$ – тривалість «умовно мінімальної» операції, тобто такої, яка перебуває між двома операціями з більшою тривалістю;

Графічну інтерпретацію комбінованого варіанту показано на рис. 4

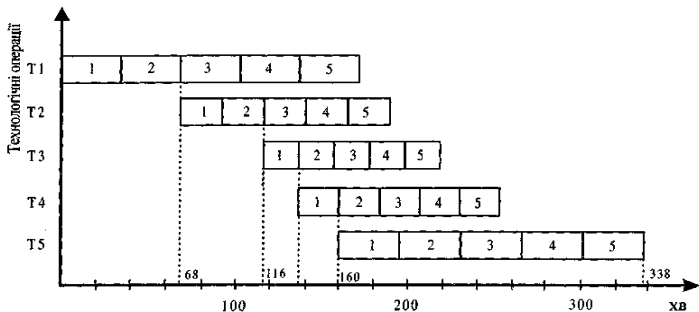


Рис. 4. Графічна інтерпретація T_x (комбінований варіант)

Порівняльний аналіз ефективності трьох варіантів показує, що:

- недоліком першого варіанта є велика тривалість технологічного процесу (690 хв), а його перевагою — чимало вільного часу на кожній операції для розміщення інших замовлень;
- перевагою другого варіанта є істотне зменшення тривалості технологічного процесу (282 хв), а його недоліком — значно менша можливість використання вільного часу для інших замовлень;
- третій (комбінований) варіант уможливорює послаблення недоліків перших двох варіантів: деяким програванням у тривалості технологічного процесу (338 хв) досягається відповідна концентрація вільного часу на окремих технологічних операціях.

Наступна можливість скорочення часу виготовлення може бути реалізована як в балансуванні проектної здатності (потужності) окремих операцій (робочих місць, машин тощо), так і в техніко-організаційних витратах часу. Покажемо це на такому прикладі. Припустимо, що є 2 замовлення по 10 шт. у кожному. Технологічний процес охоплює 5 технологічних операцій тривалістю відповідно: $t_1 = 34\text{хв/шт}$, $t_2 = 24\text{хв/шт}$, $t_3 = 20\text{хв/шт}$, $t_4 = 24\text{хв/шт}$, $t_5 = 36\text{хв/шт}$. Час транспортування і перевантаження між технологічними операціями становить:

$t_{1-2} = 40\text{ хв}$, $t_{2-3} = 50\text{ хв}$, $t_{3-4} = 50\text{ хв}$, $t_{4-5} = 30\text{ хв}$.

Оскільки час виконання замовлення складається з трьох частин, одна з яких є цілком недоцільною (час простою t_{np}), то з'являється можливість оптимізації як складових, так і загального часу:

$$T_E = x \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{nn\ k} + \sum t_{ij} \rightarrow \quad (14)$$

Наведемо графічну інтерпретацію двох варіантів розв'язання цієї задачі без поділу (рис. 15) та з поділом партії на частини на окремих операціях (рис. 1.16).

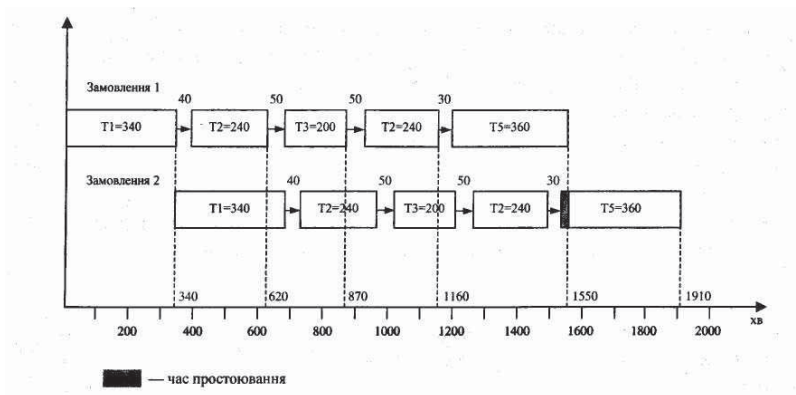
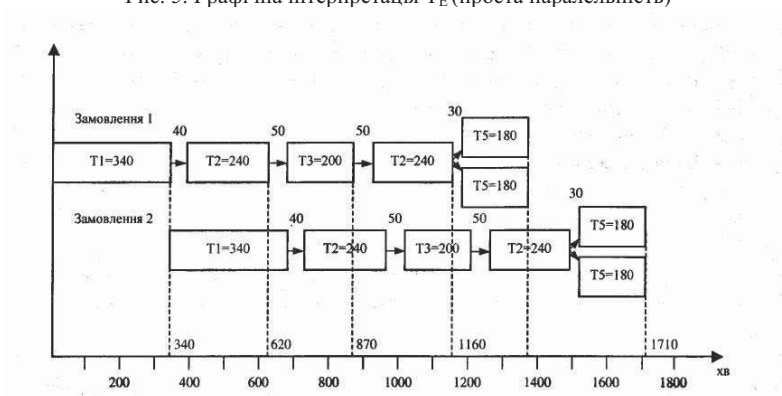
а) проста паралельність

$$T_x^u = x \sum_{i=1}^n t_i = 10x(34+24+20+24+36) \quad (15)$$

$$T_{E1} = 1380 + 0 + (40+50+50+30) \approx 1550 \quad (16)$$

$$T_{E2} = 1380 + 20 + (40 + 50 + 50 + 30) \approx 1570 \quad (17)$$

$$T_{E2} = 1200 + 0 + (40 + 50 + 50 + 30) \approx 1370 \quad (18)$$

Рис. 5. Графічна інтерпретація T_E (проста паралельність)Рис. 6. Графічна інтерпретація T_E (проста паралельність)

Час простою у цьому разі ліквідовано.

Розрахунки показують, що за умови збільшення вдвоє пропускної здатності операції t_5 встановленням додаткової машини існує можливість ліквідувати час простою для другого замовлення, що зумовить скорочення загального часу:

- для замовлення 1:

$$\Delta T_{E1} = 1550 - 1370 = 180 \text{ хв, або } \approx 11,6 \text{ \%}; \quad (19)$$

- для замовлення 2:

$$\Delta T_{E2} = 1570 - 1370 = 200 \text{ хв, або } \approx 12,7 \text{ \%}; \quad (20)$$

Висновок: використання будь-якої можливості скорочення часу виготовлення продукції, здатне підвищити ефективність виробничого процесу.

Література

1. Крикавський Є. Логістика для економістів, Національний університет «Львівська політехніка», 2004. – 448с.
2. Крикавський Є. В., Чухрай Н.І., Чернописька Н.В. Логістика: компендіум і практикум. Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2006р. – 340с.
3. Методы и модели теории логистики: учебное пособие. 2-е изд./под ред. В.С. Лукинского, ООО «Питер пресс», 2008 г. – 448с..
4. Окландер М.А. Логістика : Підручник. – К.: ЦУЛ, 2008. – 346с.

Аннотация

Статья отражает современные методы расчета оптимальной стоимости производства и перспективы применения экономико-математической модели производственных издержек на единицу продукции

Abstract

The article uses modern methods of calculation of the optimal value of production and prospects of application of economic-mathematical model of the production cost per unit of production