

658

D-73

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.
 Жуковського
 "Харківський авіаційний інститут"

ПЕРЕОБЛІК 2013 р.

О.Г. Осієвський, Н.К. Баєва

ПЕРЕОБЛІК 2006 р.

**ОСНОВИ МЕНЕДЖМЕНТУ:
 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ
 НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДУВАННЯ**

Навчальний посібник

Научно-техническая
 библиотека
 "ХАИ"




mt0050466

50 466 М

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
 БІБЛІОТЕКА
 Національного аерокосмічного
 університету ім. М.Є. Жуковського
 «Харківський авіаційний інститут»

Харків "ХАІ" 2002

УДК 658.512: 681.2

Основи менеджменту: організація виробничих процесів на підприємствах машинобудування / О.Г. Осієвський, Н.К. Баєва. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2002. – 27 с.

Викладено основні теоретичні відомості з організації виробничих процесів. Розглянуто питання розрахунку тривалості виробничих циклів, організації та розрахунку основних параметрів потокового виробництва, синхронізації операцій. Наведено завдання для виконання практичних розрахунків, а також типову задачу з розв'язанням. Подано рекомендації щодо використання обчислювальної техніки.

Для студентів при підготовці до практичних занять з курсу "Організація виробничих процесів на підприємстві".

Іл.8. Табл.8. Бібліогр.: 7 назв

Рецензенти: д-р економ. наук, проф. Є.М. Воробйов,
проф. П.М. Коюда

© Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут", 2002 р.

1. ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС І ПРИНЦИПИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

1.1. Структура виробничого процесу

Сучасне виробництво являє собою складний процес перетворення сировини, матеріалів, напівфабрикатів та інших предметів праці в готову продукцію, тобто виробничий процес - це процес, в якому люди, знаходячись у визначених виробничих відносинах і використовуючи знаряддя та предмети праці, створюють необхідні суспільству продукти виробничого й особистого споживання. У цілому виробничий процес підрозділяється на взаємозалежні процеси - основні, ті, що забезпечують виробничі процеси, і ті, що їх обслуговують [1] (рис. 1.1).

Основні виробничі процеси в машинобудуванні - це сукупність окремих виробничих процесів, у ході яких основні матеріали чи напівфабрикати перетворюються у готовий продукт, призначений для реалізації зовнішніми споживачами. Ці процеси складаються із чотирьох фаз: заготівельної, обробної, складальної та випробувальної, причому на частку малопродуктивних процесів (складальних і механічних), наприклад, у приладобудуванні, припадає до 70% усієї трудомісткості виготовлення продукції [1]. Зменшення трудомісткості в даному випадку можливе за рахунок широкого впровадження нових технологічних процесів, наприклад, точного штампування і точного лиття, електрофізичних методів обробки металів, ультразвуку, лазерів і т.п.

Забезпечуючі (допоміжні) виробничі процеси - це сукупність процесів виготовлення технологічного оснащення, ремонту устаткування і будинків, виробництва запасних частин, різних видів енергії та ін. Це процеси, що забезпечують безперебійне протікання основних процесів.

Обслуговуючі - це процеси, пов'язані з обслуговуванням як основних, так і допоміжних процесів. До них відносять процеси збереження, транспортування, технічного контролю і т.д. В умовах автоматизованого виробництва обслуговуючі процеси часто поєднуються з основними, стаючи при цьому невід'ємною частиною процесів виробництва продукції, наприклад, сполучення технологічних і контрольних, транспортних і технологічних операцій [2,5].

Основою виробничого процесу є технологічний процес, у ході якого відбувається зміна геометричних форм, розмірів, фізико-хімічних властивостей предметів праці, тобто процес, що реалізується в рамках однієї конкретної системи технологічного устаткування і додає вихідним матеріалам або заготовкам необхідну форму чи властивості [4,5].



Рис. 1.1. Склад виробничого процесу

Технологічний процес складається з послідовно виконуваних технологічних дій – операцій на одному робочому місці одним чи декількома спільно оброблюваними предметами одним виконавцем або бригадою. Залежно від ступеня механізації операції бувають ручні, машинно-ручні, машинні, автоматичні, апаратурні.

1.2. Принципи організації виробничого процесу

Особливості організації виробничого процесу на різних підприємствах визначаються характером продукції, яка випускається, її номенклатурою, масштабами випуску та рівнем розвитку спеціалізації кооперування. В основу раціональної організації на будь-якому машинобудівному підприємстві мають бути покладені такі принципи [1,2]: спеціалізація, пропорційність, паралельність, прямоточність, безперервність, ритмічність, автоматичність, гнучкість.

Спеціалізація – це форма розподілу праці в галузі, на підприємстві, у цеху, на робочому місці. Реалізація цього принципу припускає розчленовування виробничого процесу на складові частини

і закріплення за кожним підрозділом підприємства строго обмеженої номенклатури робіт. Це дозволяє використовувати високопродуктивне устаткування і передові форми організації виробництва.

Рівень спеціалізації робочого місця може бути визначений за формулою

$$K_{з.оп} = m_o / C_{р.м.},$$

де $K_{з.оп}$ - коефіцієнт закріплення операцій; m_o - число різних операцій; $C_{р.м.}$ - число робочих місць.

Значення коефіцієнтів для різних типів виробництва [4]:

- для масового 1 – 2;
- для крупносерійного 2 – 5;
- для середньосерійного 6 – 19;
- для дрібносерійного 20 – 40;
- для одиничного > 40.

Чим ближче значення $K_{з.оп}$ до одиниці, тим вище спеціалізація і більше можливостей для підвищення продуктивності праці.

У цей час переважають підприємства з дрібносерійним і серійним типами виробництва. Однак існуючі передові методи організації виробничого процесу, такі, як групові методи обробки, стандартизація та ін., дозволяють в умовах дрібносерійного виробництва використовувати принципи економічніших типів виробничих процесів.

У табл. 1.1 наведено техніко-економічні характеристики основних типів виробництва.

Під принципом пропорційності розуміють пропорційну продуктивність в одиницю часу всіх виробничих підрозділів і окремих робочих місць. Порушення цього принципу веде до перебоїв та виникненню "вузьких місць" у роботі. Основою для встановлення пропорцій у виробництві є технічне нормування.

Принцип паралельності характеризується паралельним (одночасним) виконанням окремих операцій або процесів. Реалізація цього принципу дозволяє істотно скоротити тривалість виробничого циклу, тобто зменшити потребу в оборотних коштах.

Принцип прямоочності означає забезпечення найкоротшого шляху руху виробів на всіх стадіях і операціях виробничого процесу, крім повернень у маршруті руху.

Принцип безперервності потребує усунення чи зведення до мінімуму всіх перерв у процесі виготовлення виробів.

Під принципом ритмічності розуміють необхідність випуску в рівні проміжки часу рівної кількості виробів.

Таблиця 1.1

Техніко-економічні характеристики типів виробництва

Виробництво	Обладнання	Спеціалізація дільниць	Технологічний процес	Виробнича структура заводу	Розряд робітників	Вид оснащення	Трудоємність виробів	Питома вага зарплати у вартості продукції, %
Одиничне	Універсальне	Технологічна	Маршрутний	Складна	4-6	Універсальна	Висока	20-25
Серійне	Спеціалізоване	Технологічно-предметна	Типовий	Середньої складності	3-5	Спеціалізована універсальна	Середня	15-20
Масове	Спеціалізоване	Предметна	Операційний	Проста	2-3	Спеціалізована	Низька	10

Принцип автоматичності припускає автоматизоване або автоматичне виконання операцій під контролем і спостереженням людини.

Гнучкість організації виробничого процесу - це здатність швидко перебудовуватися, пристосовуватися до конкретних змін ситуації (відновлення продукції, порушення постачань і т.п.).

Організація виробничого процесу - це забезпечення раціональної взаємодії у просторі та у часі виробничих процесів людей і речовинних елементів. Сполучення різних частин виробничого процесу в просторі забезпечується структурою підприємства, під якою розуміється сукупність виробничих одиниць підприємства, що входять до його складу, а також форми взаємозв'язків між ними. Характер виробничої структури підприємства, склад його цехів і служб визначається особливостями виробленої продукції, рівнем спеціалізації в галузі, обсягами виробництва, видами технологічних процесів і в рамках розглянутого підприємства, цеху, дільниці є характеристикою досить стійкою.

Найбільші можливості для підвищення ефективності діючого виробництва без значних капітальних вкладень дає раціональна організація виробничих процесів у часі. Однак різні види організації виробничого процесу в часі в тих самих умовах неоднаково економічно ефективні. Кожний з них забезпечує відмінну від інших видів собівартість продукції, кількість оборотних коштів у незавершеному виробництві, їхню оборотність і т.д. Змінюючи в необхідному напрямку організацію виробничого процесу в часі, можна досягти підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції, прискорення оборотності коштів, поліпшення використання устаткування і виробничих площ [1-7].

2. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ В ЧАСІ

При виборі виду організації процесів у часі враховуються конкретні умови виробництва, кількість одночасно виготовлених (або відремонтованих) видів продукції, способи транспортування деталей (вузлів, виробів) від одного робочого місця до іншого, порядок виконання контрольних операцій, умови збереження незакінченої продукції між операціями, порядок передачі робіт між змінами, ступінь кооперування дільниць цеху і цехів та інші умови.

Організація виробничого процесу в часі найповніше характеризується структурою і тривалістю виробничого циклу (рис. 2.1).

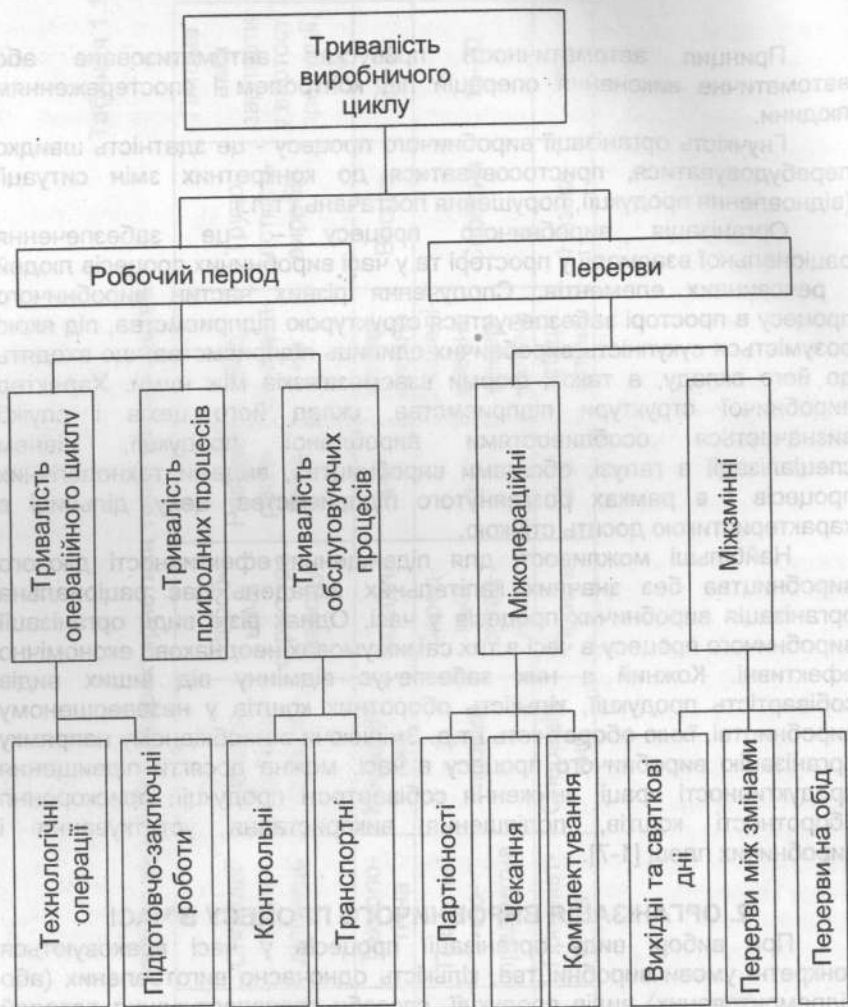


Рис. 2.1. Структура тривалості виробничого циклу

2.1. Розрахунок тривалості виробничого циклу

Тривалість виробничого циклу – це календарний період часу між початком і закінченням виробничого процесу виготовлення одного виробу (партії однотипних виробів), або час між запуском предметів праці у виробництво та випуском готового виробу.

Тривалість виробничого циклу складається із робочого періоду і часу перерв. Основною складовою частиною тривалості виробничого

циклу слід вважати час виконання технологічної операції (операційний цикл) – $T_{оп}$, що може визначатися по одному, двох або декількох цехах, залежно від технологічного маршруту.

Операційний цикл за наявності на розглянутій операції декількох паралельно працюючих верстатів:

$$T_{оп} = n \cdot t_{ум.к} / C, \quad (2.1)$$

де n – число деталей у партії; $t_{ум.к}$ – норма штучно-калькуляційного часу; C – число робочих місць, на яких одночасно обробляється партія деталей.

При визначенні тривалості багатоопераційного циклу необхідно за один з основних факторів враховувати ступінь одночасності (паралельності) обробки виробів на різних операціях, що, у свою чергу, залежить від методу сполучення в часі виконання операцій технологічного процесу.

Існують три методи сполучення (виду) руху предметів праці у виробництві: послідовний (рис. 2.2.), паралельний (рис. 2.3), послідовно-паралельний (рис. 2.4).

Розрахунок тривалості виробничого циклу при різних видах руху можна проводити аналітичним чи графічним методами.

а) *Послідовний вид руху:* $T_{ц.посл} = nt_1 + nt_2 + \dots + nt_m = n \sum_{i=1}^m t_i, \quad (2.2)$

де t_i – час обробки одного виробу на даній операції: $t_i = t_{ум.к} / C_i$;

m – кількість операцій; $n \sum_{i=1}^m t_i$ – час виготовлення одного виробу ($t_{вир}$) на всіх операціях (у хвиликах).

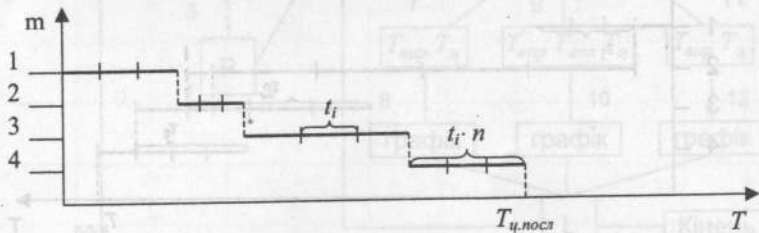


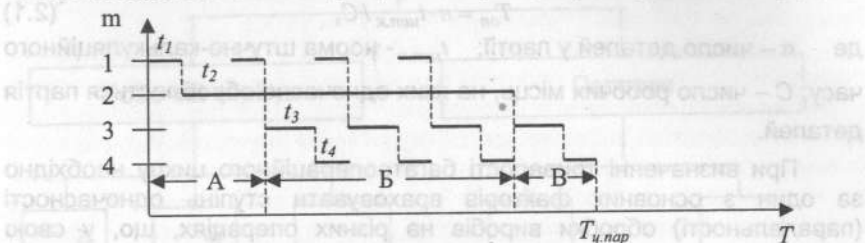
Рис. 2.2. Тривалість операційного циклу при послідовному русі виробів

б) Паралельний вид руху:

$$T_{ц.пар} = (n - p) \cdot t_{гол} + p \cdot t_{вир}, \quad (2.3)$$

де $t_{гол}$ – час виготовлення одного виробу на найдовшій (головній) операції; при синхронізованому процесі - тривалість однієї операції; p – число деталей у передатній партії.

Рис. 2.3. Тривалість операційного циклу при паралельному русі



виробіє:

$$t_1 < t_2, t_2 > t_3, t_3 > t_4, t_2 > t_{гол}; \quad (A+B) = t_{вир} \cdot p; \quad B = t_{гол} \cdot (n - p).$$

в) Послідовно-паралельний вид руху:

$$T_{ц.пм} = T_{ц.посл} - \sum_{i=1}^m \tau_i = T_{ц.посл} - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} t_{кор}, \quad (2.4)$$

де τ_i – час, що перекивається, або час одночасного виконання суміжних операцій; $(m - 1)$ – кількість пар суміжних операцій при m операцій; $t_{кор}$ – найкоротша операція в розглянутій парі суміжних операцій.

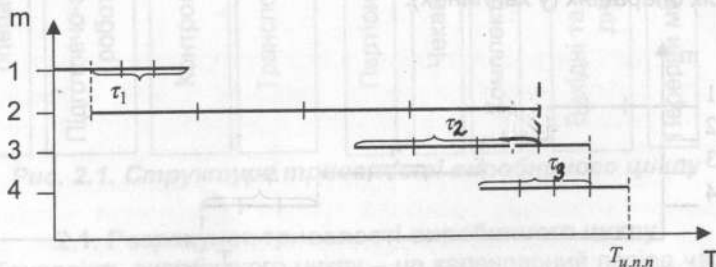


Рис. 2.4. Тривалість операційного циклу при паралельно-послідовному русі виробіє

При визначенні тривалості виробничих циклів для різних видів руху необхідно врахувати також перерви. Тоді формула для визначення тривалості виробничого циклу при послідовному русі набуває такого вигляду:

$$T_{ц,вир,посл} = T_{ц,посл} + T_{мо} \cdot m + T_{пр} + T_k + T_{тр}, \quad (2.5)$$

де $T_{мо}$ – міжопераційні перерви; $T_{пр}$ – природні процеси, хв; T_k , $T_{тр}$ – час на контрольні та транспортні операції, хв.

Формули для розрахунку тривалості циклів при паралельному і паралельно-послідовному видах руху відрізняються від формули (2.5) тільки тривалістю операційного циклу.

Виконання розрахунків і побудову графіків руху виробів доцільно робити з використанням обчислювальної техніки, наприклад ПК.

На рис. 2.5 наведено укрупнену схему алгоритму побудови графіків для різних видів руху. На схемі: 1 – введення числа операцій; 2 – вибір режиму переміщень виробів подетально або партіями; 3 – введення числа виробів в передатній партії; 4 – введення тривалості операцій; 5 – введення числа виробів; 6 – вибір виду переміщень виробів послідовне, паралельне або послідовно-паралельне; 7 – обчислення часу виготовлення 1-го виробу, усього циклу для послідовного переміщення виробів; 8 – побудова графіка послідовного переміщення виробів; 9 – обчислення часу виготовлення 1-го виробу, усього циклу та головного часу для паралельного переміщення виробів; 10 – побудови графіка паралельного переміщення виробів; 11 – обчислення часу виготовлення 1-го виробу та всього циклу для послідовно-паралельного переміщення виробів;

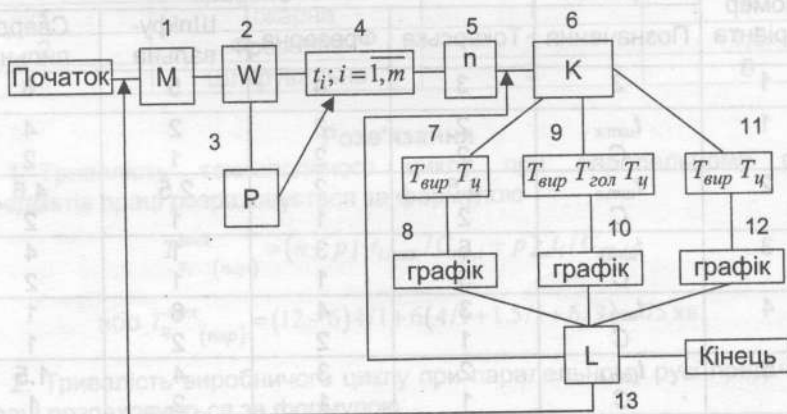


Рис. 2.5. Схема алгоритму

12 – побудова графіка послідовно-паралельного переміщення виробів; 13 – вибір виду продовження роботи з програмою: зі старими даними; з новими даними; кінець роботи.

2.2. Завдання і запитання для самостійної підготовки

Завдання для виконання самостійних практичних розрахунків за темою викладач видає кожному студенту індивідуально.

Приклад. Виробничий процес виготовлення партії деталей кількістю 32 шт. містить ряд операцій, тривалість яких ($t_{шт.к}$) і число робочих місць C_i наведено в табл. 2.1. Необхідно провести аналітичні та графічні розрахунки тривалості операційного (технологічного) циклу, а також аналітичні розрахунки тривалості виробничого циклу для трьох видів руху партії деталей: послідовного, паралельного, послідовно-паралельного.

При цьому слід мати на увазі, що розмір передатної партії дорівнює 8 деталям, на передачу партії з операції на операцію витрачається 5 хв. Вибірковий контроль передбачає перевірку 10% від партії деталей після першої й останньої операцій, тривалість перевірки однієї деталі – 1 хв.

Крім цього, необхідно передбачити можливість скорочення тривалості технологічного циклу при послідовно-паралельному методі на 10% без зміни технологічного процесу і кількості устаткування.

Вихідні дані за варіантами

Таблиця 2.1

Номер варіанта	Варіанти	Операції			
	Позначення	Токарська	Фрезерна	Шліфу-вальна	Сверд-льйна
1	2	3	4	5	6
1	$t_{шт.к}$	2	3	2	4
	C	2	2	1	2
2	$t_{шт.к}$	3.5	2	2.5	4.6
	C	2	1	1	2
3	$t_{шт.к}$	6	3	1	4
	C	3	1	1	2
4	$t_{шт.к}$	3	4	6	1
	C	1	2	2	1
5	$t_{шт.к}$	2	3	4	1.5
	C	1	1	2	1
6	$t_{шт.к}$	5	2	4	8
	C	2	1	2	2

1	2	3	4	5	6
7	$t_{шт.к}$ С	1.5 1	3 2	2 1	4 2
8	$t_{шт.к}$ С	3 1	8 4	2 1	2 1
9	$t_{шт.к}$ С	4 2	5 2	3 2	2 1
10	$t_{шт.к}$ С	2 1	3 2	4 1	1.5 1

Типова задача з розв'язанням

Задача. Визначити тривалість технологічного та виробничого циклів обробки деталей при паралельному русі виробів, побудувати графік процесу обробки партії деталей при таких даних:

- 1) розмір партії деталей $n = 12$ шт.;
- 2) розмір транспортної партії $p = 6$ шт.;
- 3) середній міжопераційний час $t_{мо} = 2$ хв.;
- 4) на природні процеси $t_{пр} = 35$ хв.

Таблиця 2.2

Технологічний процес обробки деталей

Номер операції	Операція	Кількість одиниць обладнання	Норма часу, хв
1	Токарна	1	4
2	Фрезерна	1	1,5
3	Шліфувальна	2	6

Розв'язання

1. Тривалість технологічного циклу при паралельному русі предметів праці розраховується за формулою

$$T_{ч}^{mex} (пар) = (n - p) \cdot t_{i \max} / C_{np.i} + p \sum t_i / C_{np.i},$$

$$\text{або } T_{ч}^{mex} (пар) = (12 - 6)4/1 + 6(4/1 + 1.5/1 + 6/2) = 75 \text{ хв.}$$

2. Тривалість виробничого циклу при паралельному русі предметів праці розраховується за формулою

$$T_{ч}^{вир} (пар) = T_{ч}^{mex} (пар) + m \cdot t_{мо} + t_{пр} = 75 + 3 \cdot 2 + 35 = 116 \text{ хв.}$$

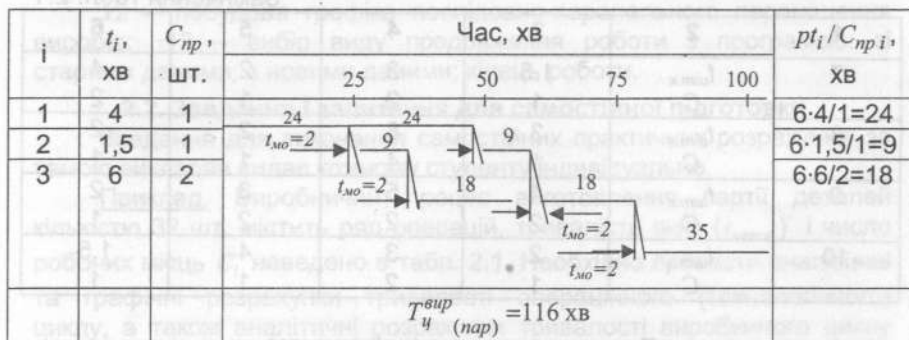


Рис. 2.6. Графік тривалості виробничого циклу при паралельному русі предметів праці

Контрольні запитання

1. Охарактеризувати виробничий процес і його структуру.
2. Які характеристики основних типів виробничих процесів?
3. Перелічити принципи організації виробничих процесів.
4. Описати структуру виробничого циклу.
5. Що ви знаєте про тривалість виробничого циклу?
6. Дати порівняльну характеристику трьох типів руху виробів у виробництві.
7. Які шляхи скорочення тривалості виробничого циклу?
8. В яких умовах раціонально застосовувати кожний з розглянутих видів руху предметів праці у виробництві?
9. У чому особливості аналітичного методу розрахунку тривалості виробничого циклу для різних видів руху?
10. Дати геометричну інтерпретацію різних видів руху предметів праці у виробництві.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПОТОКОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Потокове виробництво - це найбільш прогресивна форма організації виробничого процесу, основана на ритмічній повторюваності, узгодженні в часі основних і допоміжних операцій, що виконуються на спеціалізованих робочих місцях і розташовані згідно з послідовністю технологічного процесу.

Існує велика кількість різновидів чи форм потокового виробництва, що відрізняються способом завантаження робочих місць, характером руху виробів або людей, способом підтримки ритму та ін. За ступенем безперервності необхідно розрізняти безупинні та

перервні потоки, за кількістю найменувань закріплених виробів – одно- і багатомономенклатурні. Приналежність потокового виробництва до одного з цих класів визначає спосіб розрахунку його основних параметрів.

3.1. Розрахунок параметрів поточкових ліній

Первинною ланкою потокового виробництва є потокова лінія (група робочих місць), на якій виконуваний процес здійснюється згідно з характерними ознаками потокового виробництва. Організація поточкових ліній висуває специфічні вимоги до планування устаткування виробничих дільниць і цехів, а також до транспортних засобів і тари, що застосовується на поточкових лініях. Класифікацію застосовуваних у галузі поточкових ліній наведено на рис. 3.1 [3].

При проектуванні та організації поточкових ліній виконуються розрахунки показників, що визначають регламент роботи лінії та методи виконання технологічних операцій.

3.1.1. Розрахункові параметри одномономенклатурних ліній

1. Такт потоку, хв/шт.:

$$T = \Phi_d / N, \quad (3.1)$$

де Φ_d – дійсний фонд часу роботи лінії у планованому періоді, хв;
 N – виробнича програма на цей же період, шт.; за необхідності розрізняють: $N_{зан}$ – програму запуску виробів у виробництво або $N_{вип}$ – програму випуску готових виробів, і для них розраховують відповідно такт запуску або такт випуску:

$$N_{зан} = N_{вип} / (1 - K_{ут}), \quad (3.2)$$

де $K_{ут}$ – коефіцієнт утрат.

Іноді для розрахунку такту береться не повний дійсний фонд часу, а фонд оперативного часу, наприклад, при визначенні змінного такту:

$$T_{зм} = (\Phi_{д.зм} - t_{пер}) / N_{зм}, \quad (3.3)$$

де $t_{пер}$ – час регламентованих перерв, хв; $\Phi_{д.зм}$ і $N_{зм}$ – відповідно дійсний фонд часу за зміну і змінна виробнича програма.

Якщо вироби в потоці передаються партіями, то такт партії дорівнює

$$T_{парт} = T \cdot p, \quad (3.4)$$

де p – величина транспортної партії, шт.

2. Ритм поточкової лінії, шт./хв.:

$$R = N / \Phi_d = 1 / T. \quad (3.5)$$

3. Кількість робочих місць, шт.:

$$C_{pi} = t_i / T \cdot k_{одн} \cdot k_{в.н}, \quad (3.6)$$

де C_{pi} – розрахункова кількість робочих місць на i -й операції;
 t_i – трудомісткість i -ї операції, чол.-хв; $k_{одн}$ – кількість одночасно працюючих на одному робочому місці; $k_{в.н}$ – коефіцієнт виконання норм.

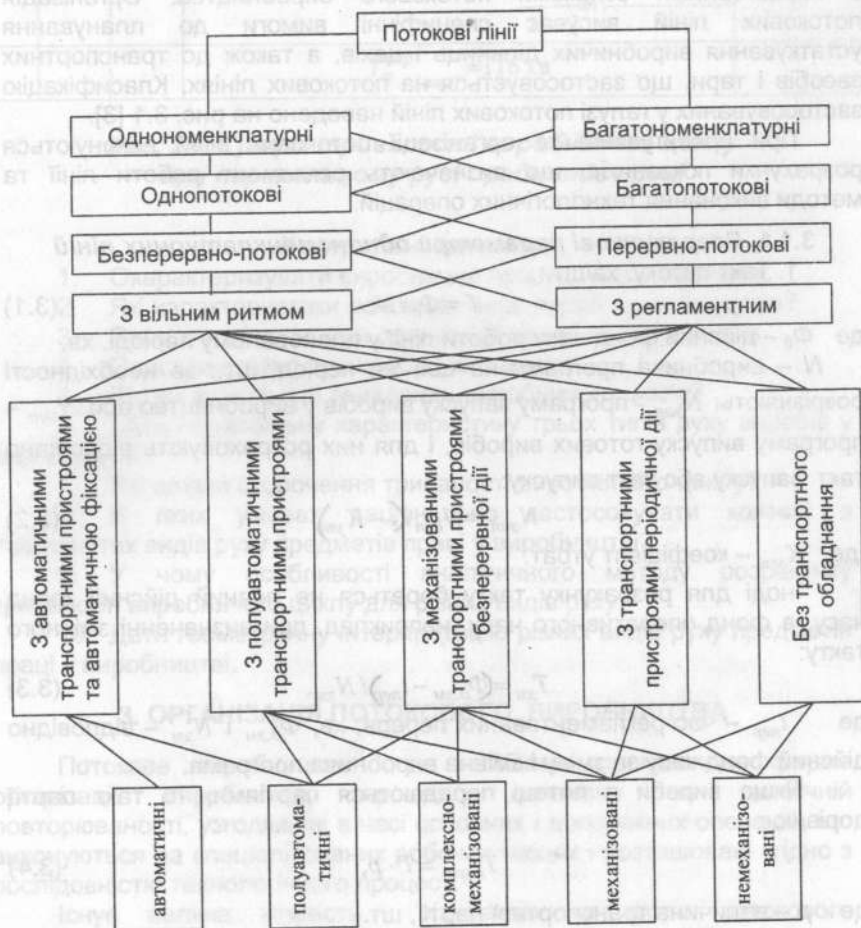


Рис. 3.1. Схема класифікації поточкових ліній

4. Коефіцієнт завантаження робочих місць по кожній операції:

$$K_{zi} = C_{pi} / C_{npi}, \quad (3.7)$$

де C_{npi} – фактично встановлена (прийнята) кількість робочих місць на i -й операції.

5. Загальна кількість робочих місць на лінії, шт.:

$$C_L = \sum_1^m C_{npi} \quad \text{чи} \quad C_L = \sum t_i / T \cdot K_{одн} K_{вн}, \quad (3.8)$$

де m – кількість виконуваних операцій; $\sum t_i$ – загальна (сумарна) трудомісткість робіт, чол.-хв.

Якщо потокова лінія обладнана робочим конвеєром, то далі розраховують інші параметри.

6. Швидкість руху конвеєра, м/хв:

$$V = l / T \cdot p \leq V_{дон}, \quad \text{або} \quad V = l / C_L \cdot T \cdot p, \quad (3.9)$$

де l – крок конвеєра або довжина робочої зони, тобто відстань між осями двох суміжних виробів, рівномірно розташованих на лінії (в метрах); $V_{дон}$ – припустима швидкість руху конвеєра ($V_{дон} \leq 0.8$ м/хв для безупинного конвеєра і до 4,7 м/хв – для пульсуючого).

7. Довжина конвеєра, м:

$$L = C_L \cdot l + 2. \quad (3.10)$$

8. Тривалість технологічного циклу виготовлення виробу на потоці:

$$Ц = C_L \cdot T \cdot p. \quad (3.11)$$

9. Наробки незавершеного виробництва, шт.:

а) технологічний – $Z_{mex} = p \cdot C_L$;

б) транспортний – $Z_{mp} = p(C_L - 1)$;

в) страховий – 4-5% змінного завдання.

Перервно-потокове виробництво застосовується у тих випадках, коли тривалість операцій не дорівнює і не є кратною такту (причому добитися кратності за допомогою синхронізації практично неможливо), а швидкість руху $> 0,3$ м/хв. У цьому випадку на відміну від безупинної лінії розраховують такт пульсуючого (переривчастого) конвеєра:

$$T_{---} = t_{роб} + t_{пер}, \quad (3.12)$$

де $t_{роб}$ – робочий такт на лінії; $t_{пер}$ – час переміщення (транспортування) виробу від одного робочого місця до іншого, хв; $t_{пер} = l/V$. Тоді

$$t_{роб} = T_{---} - t_{пер}. \quad (3.13)$$

50466 M

10. Тривалість технологічного циклу на конвеєрі:

$$C_{п.к} = t_{роб} \cdot C_{л} + t_{неп} (C_{л} - 1). \quad (3.14)$$

3.1.2. Особливості розрахунку багатомономенклатурних потокових ліній

Специфічною особливістю розрахунку багатомономенклатурних потокових ліній є визначення єдиного (загального) такту (ритму) лінії і окремих тактів виготовлення виробів кожного найменування.

1. Загальний розрахунковий такт лінії, хв/шт.:

$$T = \Phi_{\partial} (1 - a) / \sum_1^k N_j, \quad (3.15)$$

де $\sum_1^k N_j$ – сума програмних завдань по всіх закріплених за лінією j -х виробів, $j=1, k$; a – припустимий коефіцієнт утрат часу на переналадження лінії (0.02...0.088).

Даний параметр розглядають, коли за лінією закріплені вироби з однаковою трудомісткістю.

Якщо вироби, закріплені за лінією, мають неоднакові трудомісткість виготовлення і розмір випуску, то розраховуються окремі такти для кожного j -го виробу.

2. Окремі такти виробів:

$$T_j = \Phi_{\partial j} / N_j, \quad (3.16)$$

де $\Phi_{\partial j}$ – дійсний фонд часу на виготовлення виробу j -го найменування в хв (год.):

$$\Phi_{\partial j} = K_j \cdot \Phi_{\partial}; \quad (3.17)$$

$$K_j = N_j \cdot Q_{jv} / \sum N_j \cdot Q_{jv}; \quad (3.18)$$

де K_j – коефіцієнт трудомісткості j -го виробу;

$Q_{jv} = \sum t_i$ – трудомісткість виготовлення одного j -го виробу по всіх операціях;

j – кількість найменувань виробів.

3. Число робочих місць на i -й операції для кожного j -го виробу:

$$C_{ij} = t_{ij} / T_j \cdot K_{одн} \cdot K_{ен}, \quad (3.19)$$

де t_{ij} – трудомісткість на i -й операції при виготовленні виробу j -го найменування.

4. Тривалість випуску кожного виробу (період):

$$P_j = N_j \cdot T_j. \quad (3.20)$$

Коефіцієнти завантаження робочих місць $K_{зі}$ розраховуються, як звичайно, за формулою (3.7).

3.2. Синхронізація операцій

Синхронізація - це процес вирівнювання тривалості операцій технологічного процесу відповідно до такту потокової лінії, тобто час виконання операцій має бути прирівняним до такту або кратним йому. Синхронізація проводиться в два етапи: попередня - при проектуванні лінії та остаточна - при налагодженні діючої лінії чи її перебудові на випуск нової продукції [5].

Попередня синхронізація проводиться шляхом виділення на лінії дублюючих місць, перерозподілу переходів суміжних операцій, упровадження високоефективного оснащення і т.д. Остаточна синхронізація включає додатковий перерозподіл переходів суміжних операцій діючого процесу, поліпшення режимів праці й організації робочих місць, модернізацію устаткування та ін.

При великій питомій вазі ручних і машинно-ручних операцій на поточкових лініях попередня синхронізація проводиться в основному шляхом розчленовування операцій або поєднання окремих переходів у нові операції, або комбінуванням різних комбінацій цих прийомів.

Мета синхронізації - усунення або мінімізація міжопераційних перевозок. Критерієм оптимальності синхронізації є виконання умови

$$t_i / C_i \cdot K_{одн} \cdot K_{вн} = t_p = T - t_{пер}, \quad (3.21)$$

де t_i - трудомісткість і-ї операції; C_i - кількість робочих місць дублерів, зайнятих виконанням і-ї операції; T - такт випуску потокової лінії; $t_{пер}$ - час переміщення.

Задача попередньої синхронізації вирішується на ЕОМ одночасно з розрахунком основних параметрів поточкового виробництва на стадії його проектування.

3.3. Постановка задачі раціонального завантаження устаткування дільниці

У практиці проектування багатоніменклатурних дільниць одним з найбільш актуальних і важко розв'язуваних є питання оптимального завантаження виробничих дільниць і робочих місць. Задача в загальному вигляді полягає у виборі раціональної номенклатури деталей для дільниці та черговості їх обробки, що забезпечують оптимальне завантаження устаткування дільниці в заданий календарний період. Для оцінки завантаження устаткування можна використовувати різні критерії [7], наприклад, максимум коефіцієнта завантаження, мінімальний цикл, мінімум переналагодження устаткування та ін.

Формально критерії можуть мати такий вигляд:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m t_{ij} \cdot N_j \rightarrow \max; \quad (3.22)$$

$$\sum_{i=1}^m C_i \cdot \Phi_i - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m t_{ij} \cdot N_j \rightarrow 0; \quad (3.23)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m t_{ij} \cdot N_j / \sum_{i=1}^m C_i \cdot \Phi_i \rightarrow \bar{K}_3 \max; \quad (3.24)$$

де t_{ij} – трудомісткість виготовлення j -ї деталі на i -му робочому місці;

N_j – програма запуску j -ї деталі;

C_i – кількість устаткування на i -му робочому місці;

Φ_i – дійсний фонд часу роботи i -го устаткування;

i – кількість операцій ($i = \overline{1, m}$);

j – номенклатура деталей;

\bar{K}_3 – середній коефіцієнт завантаження устаткування; n' – номенклатура деталей, закріплених за дільницею ($n' \leq n$).

За критерієм (3.22) максимізується сумарна трудомісткість по всіх робочих місцях та всіх закріплених деталей з урахуванням їх програм запуску на заданий календарний період, але цей критерій не відображає завантаження устаткування. Другий критерій (3.23) передбачає мінімізацію різниці між кількістю верстато-годин, якими забезпечена дільниця, і сумарною трудомісткістю закріплених деталей (у верстато-годинах). Критерій (3.24) дає можливість відразу розраховувати середній коефіцієнт завантаження дільниці.

Як обмеження використовують такі умови:

$$0,8 \leq \bar{K}_3 \leq 1; \quad (3.25)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} \cdot N_j / C_i \cdot \Phi_i \leq 1,1. \quad (3.26)$$

Задача вирішується шляхом послідовного перебору деталей з обчисленням для кожного набору деталей загального (3.25) і окремих (3.26) коефіцієнтів завантаження. При незадоволенні заданими умовами набір деталей викреслюють із списку припустимих деталей і далі розглядають наступний набір. У результаті одержують матриці, для яких виконуються обов'язкові обмеження на всіх $i = \overline{1, m}$, і загальний коефіцієнт завантаження в межах $0,8 \dots 1$. З цих матриць вибирається оптимальна матриця, наприклад із $\bar{K}_3 = 0,95$.

Обчислення виконуються спочатку послідовно – по стовпцях для кожної деталі з перевіркою умов (3.25), (3.26), потім аналогічно – для

пар деталей (1-2, 1-3...1-j...1-n), для трьох деталей (1-2-3, 1-2-4...) і у висновку на завершення – для всіх деталей.

Ті з варіантів, що задовольняють обмеження і вибраний критерій у даному випадку (3.24), мають безліч припустимих розв'язків задачі, кращий з яких вибирається особою, що приймає рішення.

Надалі результати даної задачі використовують для розрахунку необхідної кількості устаткування по операціях, синхронізації, а також для побудови графіків завантаження устаткування і т.д.

3.4. Завдання і запитання для самостійної підготовки

Завдання 1. Спроекувати операції потокової лінії збирання елементів підсилювача, що містять такі ЕРІ: транзистори – 2 шт., конденсатори – 5 шт., резистори – 10 шт. Розрахувати конвеєрну лінію, для чого визначити: такт лінії (T), необхідне число робочих місць на операціях (C_i) і на лінії (C_n), коефіцієнт завантаження робітника на i -й операції, швидкість конвеєра (V_k), його довжину (L) і ритм (P).

Програма випуску виробів задається дискретно в межах від 1300 до 1500 шт. у зміну. Режим роботи: вісьмигодинний робочий день, регламентовані перерви на відпочинок $T_{пер} = 30$ хв. Крок конвеєра $l_0 = 0,6$ м. Нормативи часу на виконання технологічно неподільних елементів операції наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Нормативи часу на виконання елементів операції

Вихідні дані	
Зміст елементів операції	Штучна норма часу, хв
Взяти і відкласти плату	0.07
Установити транзистор	0.56
Установити резистор	0.20
Установити конденсатор	0.26

Спроекувати операції тривалістю, яка дорівнює або кратна такту, розрахунок числа робочих місць по операціях і коефіцієнти завантаження записати за формою табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Результати розрахунків

Номер елемента операції	Зміст операції по елементах	Норма часу на елемент операції, хв	Норма часу на операцію, хв	Параметри		
				C_{ip}	C_{inp}	K_{zi}
...

Завдання 2. Розрахувати параметри змінно-потокової лінії механічного цеху машинобудівного підприємства, що спеціалізується на випуску конструктивно-подібних виробів А, Б, В.

Трудомісткість обробки виробів по операціях і місячну програму випуску за варіантами наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Вихідні дані

Номер варіанта	Виріб	Програма	Трудомісткість по операціях, чол.-хв			
			Токарська	Фрезерна	Шліфувальна	Свердильна
1	А	2000	6	3	4	3
2		1500				
3		300				
4		600				
5		700				
6		1200				
7		1000				
8		1700				
9		500				
10		1300				
1	Б	1000	3	8	3,5	3
2		750				
3		1500				
4		2000				
5		1300				
6		350				
7		1200				
8		600				
9		900				
10		800				
1	В	3000	7	3	5	3,5
2		900				
3		700				
4		1000				
5		1500				
6		800				
7		600				
8		1200				
9		4000				
10		1300				

Потокова лінія працює у дві зміни по 8 годин 24 дня на місяць; сумарні втрати часу на ремонт і переналагодження лінії складають 1%. Необхідно: визначити окремі робочі такти виробів, кількість робочих місць за видами обробки і коефіцієнти їхнього завантаження;

намітити заходи щодо попередньої синхронізації процесу, побудувати графік завантаження цеху.

Завдання 3. На багатопредметному робочому конвеєрі обробляються вироби А,Б,В. Необхідно визначити: спосіб дії конвеєра, швидкість його руху, крок конвеєра (відстань між виробами 0,5 м), окремі такти, число робочих місць і кількість робітників на лінії, загальну довжину конвеєра, тривалість технологічного циклу та необхідні наробки незавершеного виробництва. Вихідні дані для розрахунків наведено в табл. 3.4.

Вихідні дані

Таблиця 3.4

Номер варіанта	Виріб	Програма	Трудомісткість, нормо-ч	$K_{одн.р}$	Довжина виробу, м
1	А	1800	2.2	1	0.5
2		1700	2	1	0.3
3		1600	3	1	0.3
4		1900	3	1	0.4
5		1750	2.5	1	0.4
1	Б	1800	2	1	0.5
2		1300	2	1	0.3
3		1000	2.3	1	0.3
4		1800	2.5	1	0.5
5		1700	2	1	0.4
1	В	1800	2.2	1	0.5
2		2000	3	1	0.3
3		1700	2	1	0.3
4		1700	2	1	0.4
5		1600	2.5	1	0.3

Дійсний фонд часу лінії – 4000 год.

Завдання 4. Використовуючи наведені критерії (3.24), обмеження (3.25), (3.26), а також вихідні дані (табл. 3.5), розв'язати задачу раціонального завантаження дільниці.

Таблиця 3.5

Вихідні дані

Устаткування		Трудомісткість деталей, верстато-хв				C_i	Φ_i , хв
Номер операції	Найменування операції ($i=1, m$)	1	2	3	4	2	240000
1	Токарська	10	5	5	4	1	240000
2	Токарська (чистова)	5	4	3	4	1	240000
3	Свердлильна	5	4	4	5	1	240000
4	Розточувальна	6	5	5	3	1	240000
5	Шліфувальна	4	5	4	3	1	240000
Річна програма (шт.)		20000	20000	30000	10000		

Завдання 5. На дільниці є дві взаємозамінні технологічні лінії з виробничою потужністю по 300 нормо-ч. на місяць кожна. Дільниці видано місячний план випуску деталей П1, П2, П3 кількістю 500, 300 і 400 шт. відповідно. Час виготовлення деталі П1 на першій технологічній лінії складає 0,2 ч, на другій – 0,3 ч. При виготовленні деталі П2 відповідні часи – 0,5 і 0,4 ч, а деталі П3 – 0,5 і 1 ч. Витрати на виготовлення однієї деталі П1 на першій технологічній лінії складають 30 грн., на другій – 40 грн. Витрати на виготовлення деталі П2 на лініях – 70 і 90 грн., П3 – 100 і 90 грн. відповідно. Відпускна ціна деталі П1 – 50 грн., П2 – 80 грн., П3 – 140 грн.

Скласти такий план завантаження устаткування при виконанні завдання по номенклатурі, щоб максимізувався прибуток від реалізації деталей і мінімізувався загальний час роботи устаткування.

Математична модель:

– максимізація прибутку

$$\Pi = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 (C_i - S_{ij}) \cdot X_{ij} \rightarrow \max; \quad (3.27)$$

– мінімізація часу

$$B = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 a_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min. \quad (3.28)$$

Обмеження на ресурси технологічних ліній –

$$\sum_{i=1}^2 a_{ij} \cdot x_{ij} \leq e_i, \quad (i = \overline{1,2}). \quad (3.29)$$

Обмеження на планові завдання –

$$\sum_{j=1}^3 x_{ij} = d_j; \quad (3.30)$$

граничні умови –

$$x_{ij} \geq 0, \quad (i = \overline{1,2}; j = \overline{1,3}), \quad (3.31)$$

де i – вид технологічних ліній; j – тип деталі; a_{ij} – час виготовлення j -деталі на i -й лінії; x_{ij} – кількість j -деталей, виготовлених на i -й лінії; e_i – ресурс часу i -ї лінії; d_j – планове завдання до випуску j -х деталей; S_{ij} – собівартість виготовлення одиниці продукції j -го типу на i -й лінії; C_j – оптова ціна j -ї деталі.

Задача розв'язується з використанням лінійного програмування.

Контрольні запитання

1. Дати характеристику потокового виробництва як найбільш прогресивної форми організації виробничих процесів.
 2. У чому особливості потокового виробництва?
 3. Дати класифікацію потокових ліній.
 4. Які розрахункові характеристики однопредметних потокових ліній, багатопредметних потокових ліній?
 5. У чому переваги і недоліки потокового виробництва?
 6. Сформулювати мету і методи синхронізації операцій.
 7. Проаналізувати можливі графіки завантаження ділянок, цехів.
 8. Перелічити типи виробництва і їхні техніко-економічні характеристики.
 9. Які перспективи застосування ЕОМ і економіко-математичних методів у потоковому виробництві?
- Студент здає викладачеві цілком оформлені завдання: задачі з вихідними даними, розрахунками і результатами, оформленими за необхідності у вигляді таблиць, графіків або машинних роздруків і алгоритмів (якщо задачі розв'язувались з використанням ЕОМ).

Бібліографічний список

1. Организация и планирование приборостроительного производства. Управление предприятием: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.М. Лыча и А.Э. Розенплантера. – К., 1986.
2. Организация, планирование и управление предприятием электронной промышленности / Под ред. П.М. Стукалова. – М., 1980.
3. Макаров В.М., Споткай И.И., Хижняк А.П. Организация, управление и планирование на предприятиях гражданской авиации. – М., 1974.
4. Организация и планирование машиностроительного производства / Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова, М.К. Захаровой. – М., 1988.
5. Плоткін Я.Д., Янушкевич О.К. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві. – Л., 1996.
6. Ромакин М.И. Оптимизация планирования производства. – М., 1981.
7. Новицкий Н.И. Основы менеджмента: Организация и планирование производства (задачи и лабораторные работы). – М., 1988.

<http://www.khai.edu>

Видеонавчальний центр "ХАІ"

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu

ЗМІСТ

1. Виробничий процес і принципи його організації.....	3
1.1. Структура виробничого процесу.....	3
1.2. Принципи організації виробничого процесу.....	4
2. Організація виробничого процесу в часі.....	7
2.1. Розрахунок тривалості виробничого циклу.....	8
2.2. Завдання і запитання для самостійної підготовки.....	12
3. Організація потокового виробництва.....	14
3.1. Розрахунок параметрів поточкових ліній.....	15
3.1.1. Розрахунок параметри однономенклатурних ліній ..	15
3.1.2. Особливості розрахунку багатноменклатурних потокових ліній.....	18
3.2. Синхронізація операцій.....	19
3.3. Постановка задачі раціонального завантаження устаткування дільниці.....	19
3.4. Завдання і запитання для самостійної підготовки.....	21
Бібліографічний список.....	25

Осієвський Олексій Григорович
Басва Нур'я Каримівна

ОСНОВИ МЕНЕДЖМЕНТУ:
ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ
НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДУВАННЯ

Редактори: Є.О. Александрова, Л.О. Кузьменко

Зв. план, 2002

Підписано до друку 15.04.2002

Формат 60x84 1/16. Папір офс. №2. Офс.друк.

Ум.-друк. арк. 1,3. Обл.-вид. арк. 1,68. Т. 200 прим.

Замовлення 206. Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр "ХАІ"

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu