

В. О. Козловський

# ВИРОБНИЧИЙ МЕНЕДЖМЕНТ



Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

В. О. Козловський

# **ВИРОБНИЧИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

Електронний навчальний посібник  
Видання 3-є, перероблене та доповнене

Вінниця  
ВНТУ  
2025

**УДК 658.5:005] (075.8)**  
**К59**

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 8 від 30.01.2025 р.)

Рецензенти:

**Н. П. Карачина**, доктор економічних наук, професор

**В. В. Зянько**, доктор економічних наук, професор

**І. В. Заюков**, доктор економічних наук, доцент, професор кафедри менеджменту та публічного управління Вінницького торговельно-економічного інституту Державного торговельно-економічного університету

**Козловський, В. О.**

**К59** Виробничий менеджмент : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Козловський В. О. – [Вид. 3-є, перероб. та доп.]. – Вінниця : ВНТУ, 2025. – (PDF, 133 с.)

ISBN 978-617-8163-46-4 (PDF)

В навчальному посібнику викладено основи теорії і практики застосування виробничого менеджменту на підприємствах України.

Може бути використаний здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 073 «Менеджмент» освітньої програми «Менеджмент виробничої та комерційної діяльності» під час вивчення навчальної дисципліни «Виробничий менеджмент».

УДК 658.5:005] (075.8)

**ISBN 978-617-8163-46-4 (PDF)**

© ВНТУ, 2025

## З М І С Т

Вступ.....	4
1 Побудова виробничої системи підприємства та розрахунок рівня її функціональності .....	5
2 Визначення рівня прогресивності і оптимальності виробничої структури підприємства .....	16
3 Визначення типу виробництва та розрахунок його організаційно-технічного рівня .....	27
4 Розрахунок оптимального варіанта розміщення технологічного обладнання .....	38
5 Розрахунок тривалості технологічного циклу простого виробничого процесу .....	44
6 Розрахунок тривалості технологічного циклу складного виробничого процесу .....	57
7 Розрахунок основних параметрів безперервно-потоккових ліній.....	64
8 Розрахунок безперервно-потоккових ліній з робочим та розподільчим конвеєром .....	72
9 Розрахунок основних параметрів прямопотоккових ліній .....	79
10 Розрахунок основних параметрів багатопредметних потоккових ліній .....	88
11 Економічне обґрунтування доцільності здійснення у виробничому менеджменті операції «мерджер» .....	99
12 Аналізування динаміки зміни абсолютних економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства.....	106
13 Аналізування динаміки зміни відносних економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства.....	111
14 Матеріальне стимулювання менеджерів виробничого підприємства за покращення певних абсолютних показників діяльності .....	114
15 Матеріальне стимулювання менеджерів підприємства на основі певної сукупності показників .....	123
Література .....	132

## ВСТУП

Для забезпечення подальшого розвитку економіки Україні украй важливими є запровадження на вітчизняних підприємствах передових досягнень виробничого менеджменту, оскільки істотно розширилося і ускладнилося коло завдань, які потрібно вирішувати на підприємствах в умовах загострення конкурентної боротьби, глобалізації світової економіки тощо, а для України – подолання наслідків військової агресії росії. Щоб ефективно управляти виробничими підприємствами в цих складних умовах, менеджери потрібно мати чітко визначені цілі, активно використовувати досягнення теорії і практики сучасного менеджменту, забезпечувати раціональне використання вітчизняного й закордонного досвіду в організації, плануванні й управлінні виробництвом.

Саме виробничий менеджмент дає знання, які потрібні менеджеру сучасного виробничого підприємства. Об'єктом виробничого менеджменту є процес виробництва матеріальних благ, а предметом вивчення дисципліни «Виробничий менеджмент» є безпосереднє управління окремими складовими цього процесу, який охоплює такі функції, як організування виробництва (основного, допоміжного та обслуговуючого), планування виробництва, мотивування виробництва, аналізування, контролювання та регулювання виробництва тощо, які здійснюються за допомогою використання характерних у виробництві форм, методів, моделей тощо.

Менеджер, який працює на виробництві, має знати основні положення виробничого менеджменту, вміти швидко та кваліфіковано вирішувати різноманітні питання, що постійно виникають у виробничій діяльності підприємства.

Тому метою цього навчального посібника є закріплення у здобувачів низки важливих теоретичних положень виробничого менеджменту та набуття практичних навичок з вирішення актуальних питань, з якими може зіткнутись менеджер у процесі здійснення на підприємстві виробничої діяльності, управління виробничими підрозділами підприємства і самим підприємством тощо.

Цей посібник написаний автором за результатами викладання на кафедрі ЕПВМ дисципліни «Виробничий менеджмент» (та споріднених дисциплін) протягом останніх 20-ти років (2005-2025 роки) і є 3-м виданням (переробленим і доповненим). Зрозуміло, що цей посібник з об'єктивних причин не може увібрати в себе всі складові сучасного виробничого менеджменту, але безумовно має допомогти здобувачам опанувати та зрозуміти його конкретні форми і методи, сформувані у здобувачів наукове управлінсько-економічне мислення і практичні навички його реалізації тощо.

Окремі теми цього посібника присвячені вивченню питань, що пов'язані з організуванням виробництва, а інші – з плануванням виробництва, мотивуванням підприємства та його менеджерів, аналізуванням окремих сторін діяльності виробничого підприємства тощо.

# 1

## ТЕОРЕТИЧНЕ і ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Побудова виробничої системи підприємства та розрахунок рівня її функціональності»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання про суть виробничих систем та розвинути практичні навички з побудови виробничої системи підприємства та розрахунку рівня її функціональності.

#### 1.1 Теоретична частина

Як відомо, *системою* називається об'єктивна єдність закономірно з'єднаних (тобто взаємозалежних) один з одним елементів, кожен із яких, унаслідок функціональної взаємодії, робить свій внесок у розвиток цієї системи. Систему можна визначити і як ціле, яке складається з частин, упорядкованих за певними законами або принципами.

Будь-яка система розглядається, з одного боку, як елемент (частина) системи більш високого порядку, а з іншого боку, як сукупність ще менших елементів (частин), які перебувають у взаємному нерозривному зв'язку. Існує багато видів систем, серед яких можна виокремити соціально-економічну, технічну, виробничу системи тощо. З позицій теорії систем виробництво може розглядатися як певна виробнича система.

*Виробнича система* підприємства – це штучна, але об'єктивна єдність закономірно упорядкованих, взаємодоповнювальних та взаємопов'язаних між собою елементів (частин), які ще називають підсистемами, загальною метою яких є виробництво певної продукції для задоволення потреб споживачів та отримання бажаного (запланованого) прибутку. Виробнича система підприємства є штучною, оскільки створюється людиною, а не природою, а також є об'єктивною, оскільки реально функціонує і підпорядковується дії об'єктивних економічних законів.

*Елементи виробничої системи* підприємства – це відносно відокремлені частини, які не копіюють саму виробничу систему, але які за безпосередньої взаємодії між собою утворюють нову цілісну виробничу систему. Тобто, виробнича система підприємства – це не просто арифметична сума окремих елементів, частин або сума їх властивостей, а таке їх об'єднання, внаслідок якого утворюється нова цілісна виробнича система з абсолютно новою інтегрованою якістю. *Інтегрована якість* – це така якість, яка є абсолютно новою відносно елементів, частин та їх властивостей, що утворюють виробничу систему підприємства. Зазвичай такою інтегрованою якістю є нова продукція (послуги), що її випускає підприємство.

Сьогодні будь-яке *виробниче підприємство є складною виробничою системою*, що складається з елементів (частин), пов'язаних між собою ланцюжками причинно-наслідкових взаємовідносин, яка спрямовує діяльність підприємства на виробництво певної продукції (послуг).

Для характеристики виробничої системи підприємства використовуються такі основні поняття, як *види, функції та структура* тощо.

Основними видами виробничих систем підприємства є *закриті та відкриті* системи. *Закрита* система має жорсткі фіксовані межі, її дії незалежні відносно зовнішнього середовища. *Відкрита* система характеризується взаємодією із зовнішнім середовищем. Така система не є самозабезпеченою, вона залежить від енергії, інформації, матеріалів тощо, які надходять ззовні. Всі сучасні виробничі системи підприємств є *відкритими виробничими системами*.

*Функції виробничої системи* – це такі її дії, які постійно повторюються і заздалегідь є відомими. До основних функцій виробничих систем належать: організування виробництва певної продукції; управління трудовими та матеріальними ресурсами; аналізування інформації, що надходить; мотивування працівників тощо. Функції виробничої системи підприємства є *найбільш мобільною* характеристикою системи. І це зрозуміло, оскільки зовнішнє середовище, в якому функціонують виробничі системи сучасних підприємств, постійно змінюється, що викликає необхідність коригування і конкретизації тих чи інших функцій виробничої системи.

*Структура виробничої системи* підприємства – це конкретний склад її елементів (частин) і взаємодія (взаємопідпорядкованість) між ними. Структура виробничої системи підприємства є *найбільш консервативною* характеристикою системи, яка за зміни зовнішнього середовища у певних межах може тривалий час залишатись незмінною.

На формування та функціонування виробничої системи підприємства впливають внутрішні і зовнішні фактори.

*Внутрішні фактори безпосередньо формуються* всередині самої виробничої системи підприємства. До них належать: цілі, завдання, ресурси, технології, кваліфікація працівників та інші. Оскільки виробничі системи підприємств є системами, створеними людьми, то внутрішні фактори є *результатом управлінських рішень*, які були прийняті раніше менеджерами підприємства. Тому ці фактори певною мірою є контрольованими і регульованими.

*Зовнішні фактори* – це фактори зовнішнього середовища, які завжди і суттєво впливають на функціонування виробничої системи підприємства. Ці фактори поділяються на фактори прямого впливу та фактори опосередкованого впливу.

*Зовнішні фактори прямого впливу* – це прогнозовані і непрогнозовані дії постачальників, конкурентів, посередників, покупців, державних органів, нормативних актів тощо. *Зовнішні фактори опосередкованого впливу* – це загальний стан економіки країни, рівень науково-технічного прогресу в галузі, події в інших країнах тощо. Ці фактори також впливають на функціонування виробничої системи підприємства, але цей вплив відбувається більш складним, непрямим і часто неконтрольованим способом.

Водночас потрібно враховувати, що внутрішні та зовнішні фактори тісно пов'язані між собою і їх часто неможливо розглядати у відриві один від одного. В той самий час розглядати всі без винятку внутрішні та зовнішні фактори впливу на функціонування виробничої системи підприємства просто неможливо (оскільки їх є дуже багато). Тому потрібно вибирати та враховувати тільки ті фактори, які є найвагомішими і які, найімовірніше, найбільше можуть вплинути на функціонування виробничої системи підприємства.

Будь-яку виробничу систему підприємства можна подати у вигляді моделі. *Модель* – це абстрактна, *спрощена форма* подання елементів (частин) виробничої системи підприємства та взаємозв'язків між ними. Моделі полегшують розуміння суті функціонування виробничої системи підприємства (так звані функціональні моделі).

Будь-яка функціональна модель виробничої системи має віддзеркалювати такі відомості: головну мету виробничої системи та часткові цілі її елементів (частин); структуру (тобто склад елементів і частин) виробничої системи; задачі, що мають вирішуватися окремими елементами (частинами) виробничої системи; схему інформаційних потоків та документообороту, що існує у виробничій системі; критерії (показники), за якими може бути розраховано рівень функціональності виробничої системи тощо.

Спрощений вигляд функціональної моделі виробничої системи підприємства наведено на рис. 1.1.

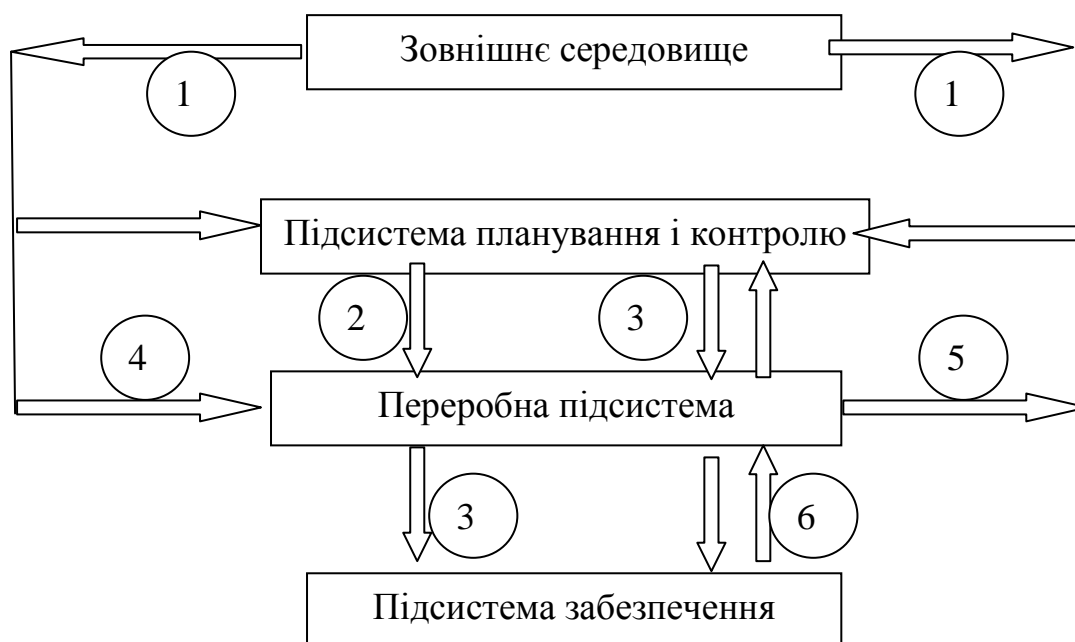


Рисунок 1.1 – Функціональна (спрощена) модель виробничої системи підприємства

(1 – інформація із зовнішнього середовища; 2 – накази, плани, рішення; 3 – внутрішня інформація про стан системи; 4 – вхідні ресурси (сировина, капітал, праця, енергія тощо); 5 – вихідні результати (продукція, прибуток, мета тощо); 6 – ресурсне забезпечення)

Функціональна модель виробничої системи підприємства показує (див. рис. 1.1), що на вході виробнича система отримує із зовнішнього середовища інформацію, енергію, капітал, людські і матеріальні ресурси тощо. Далі виробнича система підприємства перетворює ці вхідні ресурси на продукцію (послуги), яка є «виходами» виробничої системи підприємства. За ефективного функціонування виробничої системи підприємство може отримати певний прибуток.

Зазвичай *головною метою виробничої системи підприємства* є забезпечення високої економічної і соціальної ефективності функціонування підприємства, виготовлення та реалізація продукції, яка б відповідала попиту споживачів, збільшення прибутковості підприємства тощо.

Окрім досягнення основної мети перед виробничою системою підприємства можуть ставитися й інші часткові цілі: економічні, техніко-технологічні, екологічні тощо. Взаємозалежність між деякими можливими частковими цілями виробничої системи підприємства та шляхами їх досягнення (як приклад) наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Часткові цілі виробничої системи підприємства та можливі шляхи їх досягнення (приклад умовний)

Часткові цілі	Можливі шляхи їх вирішення
Задоволення попиту споживачів, поставка продукції згідно з замовленнями та договорами. Виконання планів виробництва з номенклатури, асортименту і якості продукції	Організація маркетингових досліджень. Удосконалення оперативного планування виробництвом. Удосконалення збуту та реалізації продукції
Розробка нових видів продукції та їх удосконалення згідно з вимогами ринку. Забезпечення стабільності випуску продукції високої якості, скорочення браку та рекламацій	Удосконалення підготовки та освоєння виробництва нових видів продукції. Проведення робіт з підвищення якості продукції. Удосконалення технічного контролю
Підвищення продуктивності праці робітників. Скорочення тривалості виробничого циклу. Скорочення матеріально-технічних запасів. Раціоналізація інформаційних потоків	Запровадження наукової організації праці робітників, передових прийомів і методів праці. Впровадження сучасних методів регулювання запасів на виробництві. Впровадження сучасних інформаційних систем на виробництві
Підвищення якості трудового життя та активізація творчої діяльності членів трудового колективу підприємства	Покращення організації праці працівників. Гуманізація праці. Залучення працівників до управління виробництвом тощо

Як показано на рис. 1.1, процес переробки ресурсів, які є «входами» виробничої системи підприємства, забезпечують три основні *підсистеми: переробна, забезпечення, планування і контролю.*

Так, *підсистема планування та контролю* отримує від зовнішнього середовища та від власної переробної підсистеми інформацію про загальний стан системи, хід виконання планів, рівень запасів та іншу інформацію. Ця підсистема має опрацювати весь цей великий обсяг доволі складної інформації і прийняти рішення (накази, плани, розпорядження тощо), як саме має працювати переробна підсистема в подальшому, як вона буде забезпечуватися ресурсами тощо.

Потрібно зауважити, що окремі цілі підсистем виробничої системи підприємства можуть відрізнятися як між собою, так і не збігатися із загальною метою виробничої системи підприємства. Тому підсистема планування і контролю має спрямовувати свої зусилля на координацію дій всіх підсистем і виробничої системи підприємства загалом. У цьому випадку цілі підсистем мають бути узгоджені з головною метою виробничої системи підприємства загалом і не вступати у протиріччя з цілями інших підсистем виробничої системи.

*Підсистема забезпечення* на основі отриманої інформації (пункт «б» рис. 1.1) виконує задачу щодо забезпечення безперебійної ритмічної роботи переробної підсистеми. Зазвичай, підсистема забезпечення складається з трьох функціональних підсистем більш нижчого рівня: підсистеми технічної підготовки виробництва нових видів продукції, підсистеми технічного обслуговування, підсистеми ресурсного забезпечення.

*Підсистема технічної підготовки виробництва* здійснює функції науково-експериментального пошуку, конструкторського і технологічного проектування та освоєння нових конкурентоспроможних видів продукції.

*Підсистема технічного обслуговування* забезпечує виготовлення робочого і вимірювального інструменту та оснащення, проведення ремонтних робіт та модернізації устаткування, виконання транспортних та складських операцій, організацію технічного контролю якості продукції та інші.

*Підсистема ресурсного забезпечення* підтримує на необхідному рівні запаси матеріалів, сировини, енергії, інформації, людські ресурси тощо.

Як було зазначено вище, *переробна підсистема* є основною підсистемою виробничої системи підприємства, яка здійснює перетворення вхідних ресурсів (енергія, інформація, капітал, матеріали, праця) на вихідні результати у вигляді продукції (послуг). На виході переробної системи підприємства результати її діяльності можуть бути як позитивними (наприклад, висока якість продукції підприємства, значний прибуток, перемога у конкурентній боротьбі тощо), так і негативними (наприклад, значні витрати, наявність технологічних дефектів в продукції, вивільнення працівників тощо).

Всі переробні підсистеми *можуть бути підсистемами одиничного, серійного, масового та неперервного типу.*

Характерними ознаками *переробних підсистем* *одиночного типу* є велика різноманітність продукції; переважання технологічної форми спеціалізації робочих місць; застосування універсального обладнання та оснащення; переважна більшість робітників-універсалів високої кваліфікації; відносно велика тривалість виробничого циклу і висока виробнича собівартість продукції.

*Серійний тип переробних підсистем* характеризується постійністю номенклатури продукції, яку виготовляють у значній кількості; спеціалізацією низки робочих місць на виконанні постійних операцій; випуском продукції серіями із встановленою періодичністю; використанням поряд з універсальним спеціалізованого і спеціального обладнання; залученням робітників середньої кваліфікації тощо.

*Масовий тип переробних підсистем* характеризується високою стабільністю випуску невеликої номенклатури видів продукції у великій кількості; спеціалізацією робочих місць на виконанні постійно закріплених операцій; використанням спеціального обладнання і високопродуктивного оснащення; суттєвим скороченням тривалості виробничого циклу; зменшенням витрат живої праці та збільшенням питомої ваги витрат на утримання технологічного обладнання тощо.

Характерними ознаками *переробних підсистем* *неперервного типу* є виготовлення значних обсягів однорідної продукції; переробка ресурсів неперервним потоком; застосування робототехнічного обладнання; значне скорочення тривалості виробничого циклу; зменшення величини оборотних засобів; підвищення продуктивності праці; зниження виробничої собівартості продукції; застосування автоматизованих систем управління виробництвом тощо. Неперервний тип переробної підсистеми можна вважати різновидом масового типу переробної підсистеми.

Черговим етапом аналізування результатів функціонування виробничої системи підприємства є розрахунок (оцінювання) рівня *функціональності створеної* виробничої системи підприємства.

Для цього спочатку визначають (вибирають) критерії (показники), за якими можна оцінити рівень функціональності виробничої системи підприємства загалом та її підсистем.

Узагальнювальним показником оцінювання рівня функціональності виробничої системи підприємства може виступати *комплексний показник, що визначає середній рівень виконання (досягнення) кожної із загальних цілей, які були поставлені перед виробничою системою підприємства загалом, та середній рівень виконання кожної із часткових цілей, які було поставлено перед кожною із її підсистем*. Вважається, що, якщо виробнича система підприємства загалом та кожна із її підсистем на високому рівні будуть виконувати (досягати) поставлені загальні та часткові цілі, то і рівень функціональності виробничої системи підприємства загалом також буде високим.

Комплексний показник  $K$ , що визначає рівень функціональності виробничої системи підприємства, можна розрахувати за формулою:

$$K = \sum_{i=1}^N \alpha_i \cdot \left( \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot P_j \right), \quad (1.1)$$

де  $N$  – загальна кількість загальних та часткових цілей;

$\alpha_i$  – питома вага кожної із загальних і часткових цілей,  $\sum_1^N \alpha_i = 1$ ;

$m$  – кількість показників, за якими оцінюється рівень досягнення кожної із загальних та часткових цілей;

$\beta_j$  – питома вага кожного із показників, за яким оцінюється рівень виконання певної загальної та часткових цілей;  $\sum_1^m \beta_j = 1$ ;

$P_j$  – показник, за яким оцінюється рівень досягнення  $i$ -ої загальної та часткових цілей, які було поставлено перед виробничою системою підприємства; зазвичай

$$P_j = \frac{A_j}{A_n};$$

$A_j$  – досягнуте значення аналізованого показника;

$A_n$  – нормативне значення цього показника (або критерій);

Якщо при розрахунках виявиться, що  $P_j$  буде більшим за 1, то у формулу (1.1) все одно підставляється  $P_j = 1$ .

Максимальне значення комплексного показника  $K$  дорівнює 1.

#### Приклад

Виробнича система ставить перед собою за мету досягнення 3-х загальних і часткових цілей. Питома вага кожної з цілей визначена так:  $\alpha_1=0,2$ ;  $\alpha_2=0,32$ ;  $\alpha_3=0,48$ . Для оцінювання рівня досягнення першої загальної цілі використовується 4 показники. Значення цих показників:  $P_1=0,67$ ;  $P_2=0,7$ ;  $P_3=0,8$ ;  $P_4=0,9$ ; питома вага кожного із цих показників:  $\beta_1=0,3$ ;  $\beta_2=0,2$ ;  $\beta_3=0,15$ ;  $\beta_4=0,35$ . Для оцінювання рівня досягнення другої часткової цілі використовується 3 показники. Значення цих показників:  $P_1=0,5$ ;  $P_2=0,4$ ;  $P_3=0,8$ ; питома вага кожного із цих показників:  $\beta_1=0,4$ ;  $\beta_2=0,1$ ;  $\beta_3=0,5$ . Для оцінювання рівня досягнення третьої часткової цілі використовується 2 показники. Значення цих показників:  $P_1=0,9$ ;  $P_2=0,5$ ; питома вага кожного із цих показників:  $\beta_1=0,3$ ;  $\beta_2=0,7$ .

Потрібно розрахувати рівень функціональності цієї виробничої системи підприємства.

#### Розв'язування задачі

Розрахуємо рівень досягнення кожної із загальних та часткових цілей.

Рівень досягнення першої загальної цілі:

$$\sum_{j=1}^m \beta_j \cdot P_j = 0,3 \cdot 0,67 + 0,2 \cdot 0,7 + 0,15 \cdot 0,8 + 0,35 \cdot 0,9 = 0,776.$$

Рівень досягнення другої часткової цілі:

$$\sum_{j=1}^m \beta_j \cdot P_j = 0,4 \cdot 0,5 + 0,1 \cdot 0,4 + 0,5 \cdot 0,8 = 0,64;$$

Рівень досягнення третьої часткової цілі.

$$\sum_{j=1}^m \beta_j \cdot P_j = 0,3 \cdot 0,9 + 0,7 \cdot 0,5 = 0,62.$$

Тоді комплексний показник  $K$ , що визначає рівень функціональності виробничої системи (підприємства) загалом, становитиме:

$$K = 0,2 \cdot 0,776 + 0,32 \cdot 0,64 + 0,48 \cdot 0,62 = 0,6576.$$

Після оцінювання *рівня функціональності* виробничої системи підприємства може трапитись так, що функціонуюча виробнича система підприємства не може забезпечити досягнення поставлених перед виробничою системою загальної мети чи досягнення низки часткових цілей.

Тоді необхідно здійснити комплекс робіт з удосконалення цієї виробничої системи та її підсистем. Для цього потрібно провести аналіз функціонування виробничої системи підприємства загалом та її підсистем, проаналізувати нормативні значення показників, які планувалося досягти за допомогою створеної виробничої системи підприємства, знайти причини і зробити пояснення існуючих відхилень аналізованих показників від нормативних значень, вивчити прогресивні тенденції в побудові та розвитку виробничих систем підприємств тощо, внаслідок чого запропонувати заходи щодо покращення роботи функціонуючої виробничої системи підприємства та її підсистем.

## 1.2 Практичне завдання для самостійного виконання

В таблиці 1.2 наведено дані щодо 9-ти видів виробничих систем підприємств: «А», «Б», «В» і т. п. Ці дані містять: кількість загальних та часткових цілей  $N$ , які було поставлено перед виробничою системою та її підсистемами, а також питому вагу  $\alpha_i$  кожної із цих цілей.

В таблиці 1.3 наведено дані щодо показників  $A_j$ , за якими оцінюється досягнення виробничою системою підприємства та її підсистемами кожної загальної та часткової цілі, а також нормативне значення (критерій) цих показників  $A_n$ . Значення показників  $A_j$  та їх нормативні значення  $A_n$  наведено як в абсолютному (грн, години, продуктивність тощо), так і у відносному вимірах.

Таблиця 1.2 – Початкові дані для виконання завдання

Виробничі системи	N	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$
А	5	0,15	0,2	0,05	0,1	0,5	
Б	6	0,25	0,35	0,1	0,05	0,1	0,15
В	4	0,1	0,2	0,3	0,4		
Г	5	0,35	0,3	0,2	0,05	0,1	
Д	6	0,15	0,25	0,3	0,15	0,05	0,1
Е	5	0,5	0,05	0,1	0,15	0,2	
Ж	6	0,12	0,18	0,15	0,25	0,13	0,17
И	4	0,6	0,1	0,12	0,18		
К	5	0,23	0,27	0,1	0,25	0,15	

Таблиця 1.3 – Початкові дані для виконання завдання

Показники	$A_j$	$A_n$	Показники	$A_j$	$A_n$	Показники	$A_j$	$A_n$
а	600	870	і	1200	1300	с	34	56
б	0,3	0,4	и	560	670	т	279	300
в	0,9	1,2	к	60	100	у	120	130
г	400	430	л	100	170	ф	3	6
д	500	670	м	0,7	1,3	х	4,7	8,1
е	45	60	н	1,4	1,8	ц	40	70
є	12	8	о	50	90	ч	60	90
ж	55	90	п	2,5	5,2	ш	0,6	1,5
з	90	46	р	2,9	3,6	щ	4,6	9,0

В таблицях 1.4 – 1.5 наведено дані щодо того, скільки ( $m_i$ ) та які показники («а», «б», «в», «г» і т. п.) використовуються для оцінювання рівня досягнення кожної із загальних та часткових цілей для кожного із наведених в таблиці 1.2 виду виробничих систем підприємства, а також питома вага кожного із показників, за яким оцінюється досягнення загальної або часткових цілей виробничої системи підприємства

Таблиця 1.4 – Початкові дані для виконання завдання

Виробничі системи	Перша загальна ціль		Друга часткова ціль		Третя часткова ціль	
	$m_i$	Питома вага $\beta_j$ кожного із показників	$m_i$	Питома вага $\beta_j$ кожного із показників	$m_i$	Питома вага $\beta_j$ кожного із показників
А	а,б,в	0,15 – 0,25 – 0,6	г,д,е,є	0,2 – 0,3 – 0,4 – 0,1	ц,ч,щ,с	0,3 – 0,1 – 0,25 – 0,35
Б	є,є,з,і	0,15 – 0,2 – 0,5 – 0,15	н,б	0,7 – 0,3	п,р,ч	0,3 – 0,45 – 0,25
В	з,і,и	0,7 – 0,2 – 0,1	т,у,ф,х	0,23 – 0,47 – 0,2 – 0,1	ч,п,б	0,1 – 0,2 – 0,7
Г	з,і,к,л	0,12 – 0,18 – 0,3 – 0,4	о,у,р,с	0,11 – 0,29 – 0,5 – 0,1	г,н,ш	0,8 – 0,15 – 0,05
Д	д,в,щ	0,36 – 0,44 – 0,2	ф,е,а	0,26 – 0,54 – 0,2	у,о,и,б	0,12 – 0,38 – 0,3 – 0,2
Е	к,л,м,н,о	0,1 – 0,2 – 0,1 – 0,2 – 0,4	в,ф,т	0,4 – 0,12 – 0,48	г,с,х,щ	0,11 – 0,19 – 0,5 – 0,2
Ж	о,а,у,є,ф	0,1 – 0,3 – 0,2 – 0,3 – 0,1	р,п,з,і	0,4 – 0,2 – 0,3 – 0,1	ш,щ	0,9 – 0,1
И	в,х,о,ч,а	0,3 – 0,4 – 0,1 – 0,1 – 0,1	ж,щ,ш	0,1 – 0,2 – 0,7	с,ц,р,н	0,5 – 0,1 – 0,3 – 0,1
К	і,в,п,а,щ	0,4 – 0,1 – 0,1 – 0,3 – 0,1	т,г	0,1 – 0,9	ж,д,о	0,36 – 0,14 – 0,5

Таблиця 1.5 – Початкові дані для виконання завдання

Виробничі системи	Четверта загальна ціль		П'ята часткова ціль		Шоста часткова ціль	
	$m_i$	Питома вага $\beta_j$ кожного із показників	$m_i$	Питома вага $\beta_j$ кожного із показників	$m_i$	Питома вага $\beta_j$ кожного із показників
А	л,н,о,р,ш	0,1-0,2 -0,3-0,1-0,3	у,ф,х	0,5 – 0,15 – 0,35		
Б	и,щ,ж,о	0,21–0,29–0,4–0,1	г,д,у,т	0,2–0,4–0,26–0,14	к,л,с,а	0,4–0,2–0,3–0,1
В	р,с,г,ш,о	0,1-0,1-0,2-0,2-0,4				
Г	д,и,б,м,п	0,2-0,2-0,4-0,1-0,1	ф,в,є,ч	0,13–0,37–0,1–0,4		
Д	п,т,р,с	0,25–0,35–0,1–0,3	м,х,н	0,7 – 0,2 – 0,1	і,р,ш	0,05 – 0,15 – 0,8
Е	б,а,д,е,є	0,3-0,2-0,1-0,1-0,3	ш,ч,ц	0,9 – 0,05 – 0,05		
Ж	б,г,д,т	0,24–0,16–0,5–0,1	л,м,н	0,34 – 0,5 – 0,16	и,в	0,95 – 0,05
И	б,є,є,д,з	0,1-0,3-0,2-0,1-0,2				
К	є,є,з,с,р	0,2-0,1-0,1-0,1-0,5	н,ш,к	0,42 – 0,3 – 0,28		

В таблиці 1.6 наведено дані щодо тих видів виробничих систем підприємства, які здобувач має взяти для оцінювання, а також коригувальні коефіцієнти  $KK_1$  та  $KK_2$ , за допомогою яких потрібно скоригувати наведені в таблиці 1.3 значення показників  $A_j$  та  $A_n$ .

Показник  $A_j$  коригується шляхом множення його значення на коефіцієнт  $KK_1$ , а показник  $A_n$  – шляхом множення на показник  $KK_2$ .

Таблиця 1.6 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Виробничі системи	$KK_1$	$KK_2$	Варіант	Виробничі системи	$KK_1$	$KK_2$
1	А та Б	0,87	1,1	16	В та Г	0,9	0,95
2	А та В	1,1	0,98	17	В та Д	0,96	0,91
3	А та Г	0,98	1,05	18	В та Е	1,2	1,1
4	А та Д	1,3	1,4	19	В та Ж	1,3	1,1
5	А та Е	0,9	0,8	20	В та З	0,8	0,89
6	А та Ж	0,5	1,1	21	В та К	0,89	0,97
7	А та И	1,13	1,1	22	Г та Д	1,4	1,2
8	А та К	0,8	0,7	23	Г та Е	1,2	1,3
9	Б та В	1,05	1,15	24	Г та Ж	0,98	0,99
10	Б та Г	1,15	1,05	25	Г та З	0,97	1,2
11	Б та Д	0,97	0,8	26	Г та К	1,12	1,1
12	Б та Е	1,3	1,2	27	Д та Е	0,87	0,93
13	Б та Ж	1,2	1,3	28	Д та Ж	0,98	0,91
14	Б та И	1,5	1,4	29	Д та З	0,91	0,98
15	Б та К	1,4	1,5	30	Д та К	0,9	1,1

1. Вибрати види виробничих систем підприємства, які потрібно оцінити за рівнем їх функціональності.

2. Для вибраних виробничих систем підприємства вписати всі показники  $A_j$ , за якими оцінюється досягнення поставлених загальних і часткових цілей, нормативні значення  $A_n$  цих показників та питому вагу  $\beta_j$  кожного із показників.

3. Розрахувати рівень функціональності вибраних для аналізування виробничих систем (підприємства) та виявити кращу з них.

4. Скоригувати всі виписані значення  $A_j$  та  $A_n$ , помноживши їх відповідно на коригувальні коефіцієнти  $KK_1$  та  $KK_2$ .

5. Розрахувати нові показники  $P_j$ , за якими оцінюється рівень досягнення загальної і часткових цілей вибраних виробничих систем. Водночас потрібно врахувати, що величина нового показника  $P_j$  не може бути більшою за 1.

6. Для кожної із вибраних виробничих систем (підприємства) розрахувати новий рівень їх функціональності. Встановити причини покращення (або погіршення) цього показника. Визначити кращу виробничу систему (підприємства) за цим новим показником.

7. Зробити висновки.

### **1.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань**

1. Дайте означення поняття «система». Охарактеризуйте суть відкритих та закритих систем.

2. Дайте означення поняття «виробнича система підприємства». Доведіть, що сучасне підприємство є відкритою виробничою системою.

3. Дайте означення поняття «елемент виробничої системи підприємства». Покажіть зв'язок елементів виробничої структури підприємства з поняттям «інтегрована якість».

4. Охарактеризуйте поняття «структура виробничої системи підприємства». Назвіть основні фактори, які впливають на структуру виробничої системи підприємства.

5. Поясніть різницю між внутрішніми та зовнішніми факторами впливу на структуру виробничої системи підприємства за ознакою «контрольованість».

6. Дайте означення поняття «модель виробничої системи підприємства». Яку інформацію (відомості) вона має містити?

7. Охарактеризуйте суть головної мети виробничої системи підприємства та можливий зміст часткових цілей, які ставляться перед її підсистемами. Наведіть шляхи та методи їх вирішення.

8. Наведіть основні складові функціональної моделі виробничої системи підприємства.

9. Охарактеризуйте суть та задачі переробної підсистеми, підсистеми забезпечення та підсистеми планування і контролю, що діють у складі виробничої системи підприємства.

10. Дайте порівняльну характеристику ознак одиничного, серійного, масового та неперервного типу переробних підсистем виробничої системи підприємства.

11. Яким чином можна розрахувати (визначити) рівень функціональності виробничої системи підприємства? Якими способами його можна підвищити?

# 2

## ТЕОРЕТИЧНЕ І ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Визначення рівня прогресивності і оптимальності виробничої структури підприємства»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання з основ проектування виробничої структури підприємства та розвинути практичні навички з визначення її прогресивності та оптимальності.

#### 2.1 Теоретична частина

*Виробнича структура підприємства* – це конкретний склад підрозділів підприємства, які виконують певні виробничі функції та утворюють відповідні ланки й рівні виробництва, а також форми взаємозв'язку між підрозділами підприємства, що виникають в процесі виготовлення продукції.

Зазвичай виробнича структура підприємства має вигляд, показаний на рис. 2.1.

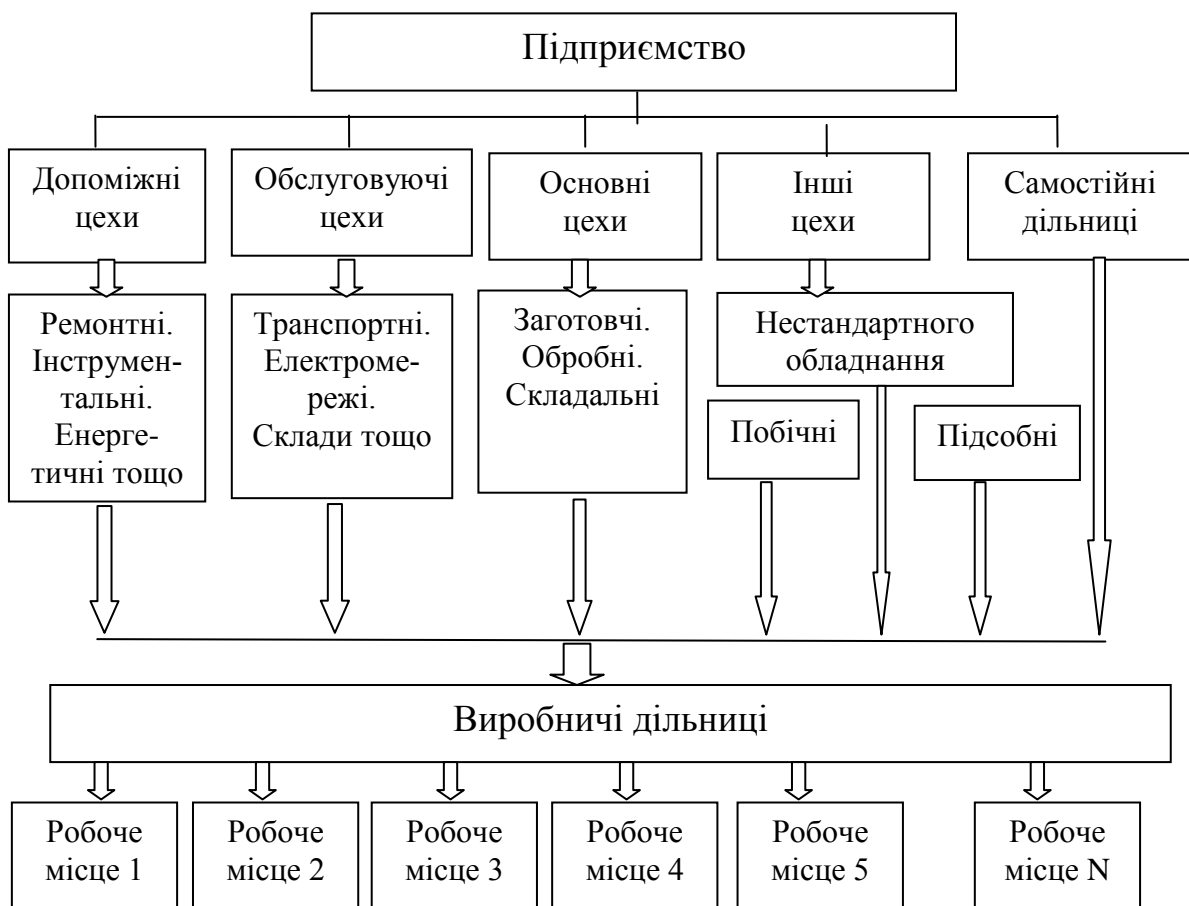


Рисунок 2.1 – Схематичний вигляд виробничої структури підприємства (приклад умовний)

*Цехи* – основні виробничі одиниці підприємства, які відокремлені в адміністративному та територіальному відношенні. Цехи можуть бути: *основні*, в яких виконуються технологічні процеси з виготовлення основної продукції підприємства (конкретна назва основного цеху визначається суттю технологічних операцій, які в ньому виконуються); *допоміжні*, в яких виготовляється продукція, що споживається самим підприємством і не підлягає реалізації на стороні; *обслуговуючі*, в яких створюються умови для виконання основних та допоміжних технологічних процесів, але нова продукція тут не створюється; *інші* цехи, тобто цехи нестандартного обладнання, побічні та підсобні цехи тощо.

*Самостійні дільниці* утворюються тоді, коли встановлені нормативи (або інші обставини) не дозволяють створити цех. Так, самостійні дільниці створюються, коли кількість робочих місць є меншою за 45...50 одиниць, а чисельність робітників – є меншою за 90...100 осіб за двозмінної роботи. Самостійні дільниці мають права, які є характерними для цехів.

*Виробничі дільниці* входять до складу цехів (рідше – до складу самостійних дільниць) і забезпечують виконання конкретних технологічних операцій на спеціалізованих робочих місцях.

На формування виробничої структури підприємства впливає багато факторів. Серед них: вид продукції, яка виготовляється, обсяги виробництва, рівень спеціалізації та кооперування в галузі, особливості технологічних процесів тощо.

Склад цехів і дільниць, обумовлений видом та обсягами продукції, яка виготовляється, утворює так званий *тип виробничої структури підприємства*. Наразі існує дві основні класифікації типів виробничих структур підприємства: а) класифікація залежно від стадій виробництва, які виконуються на підприємстві (рис. 2.2), та б) залежно від кількості та місця розташування підрозділів підприємства (рис. 2.3).

Тип виробничої структури	Наявність заготовельної стадії	Наявність обробної стадії	Наявність складальної стадії
З повним технологічним циклом	+	+	+
Механо-складального типу		+	+
Складального типу			+

Рисунок 2.2 – Класифікація типів виробничих структур підприємства залежно від наявності тих чи інших стадій виробництва

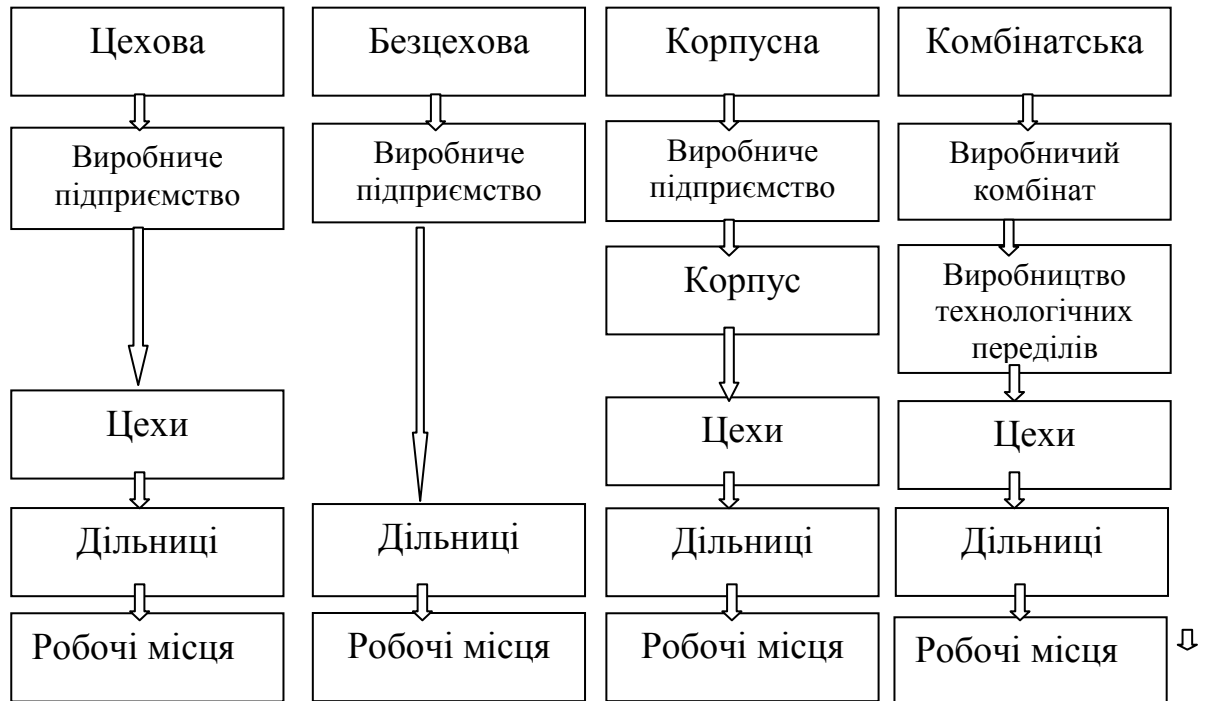


Рисунок 2.3 – Класифікація типів виробничих структур підприємства залежно від кількості підрозділів та їх місця розташування

Проектування виробничої структури підприємства, цеху, дільниці починають з розрахунку кількості робочих місць (обладнання), необхідних для виконання виробничого завдання.

Кількість робочих місць  $C_p$ , необхідних для виконання виробничого завдання, розраховується за формулою:

$$C_p = \frac{T}{F_p \cdot K} = \frac{\sum_1^m t_i \cdot N}{(D_k - D_b) \cdot m_{zm} \cdot T_{zm} \cdot (1 - \frac{\beta}{100}) \cdot K \cdot 60}, \quad (2.1)$$

де  $T$  – загальна трудомісткість річної виробничої програми, нормо-годин;

$t_i$  – час виконання  $i$ -ої технологічної операції, хвилин. Визначається режимом роботи обладнання, його продуктивністю, видом матеріалу, який обробляється, тощо;

$N$  – кількість виробів (деталей, заготовок, вузлів тощо), які потрібно виготовити за рік, шт.;

$F_p$  – режимний фонд роботи обладнання за рік, годин;

$K$  – коефіцієнт виконання норм часу, який планується.

Режимний фонд роботи обладнання  $F_p$  за рік (в годинах) розраховується за формулою:

$$F_p = (D_k - D_b) \cdot m_{zm} \cdot T_{zm} \cdot (1 - \frac{\beta}{100}), \quad (2.2)$$

де  $D_k$  – кількість календарних днів в цьому році;  
 $D_b$  – кількість святкових та вихідних днів в цьому році;  
 $m_{зм}$  – кількість змін роботи;  
 $T_{зм}$  – тривалість зміни, годин;  
 $\beta$  – втрати часу на переналагодження обладнання (робочих місць), ремонт і технічне обслуговування, %. Зазвичай  $\beta = 3...10\%$ .

Після розрахунку кількості обладнання (робочих місць), необхідного для виконання виробничого завдання, здійснюють розміщення цього обладнання на певній території, утворюючи цехи, виробничі дільниці тощо. Розміщення обладнання може здійснюватися за технологічною або предметною ознакою, внаслідок чого цехи, самостійні виробничі дільниці та виробничі дільниці в складі цехів можуть бути спеціалізовані за *технологічною, предметною або змішаною ознаками*.

Спеціалізація за *технологічною ознакою* передбачає установаження в цехах та на дільницях однотипного обладнання, за допомогою якого виконуються однотипні технологічні операції, наприклад, термічні, гальванічні, хімічні, ковальські тощо над дуже широкою номенклатурою виробів. Така спеціалізація характерна для одиничного типу виробництва.

До позитивних якостей такої спеціалізації відноситься більш повне використання обладнання, висока якість продукції, високий рівень кваліфікації робітників. До недоліків можна віднести ускладнення міжцехових та міждільничих зв'язків, порушення принципу прямоочності виробництва (тому що вироби по декілька разів повертаються до цеху або дільниці для виконання наступних операцій), ускладнення планування та обліку, збільшення тривалості виробничого процесу тощо.

Спеціалізація за *предметною ознакою* передбачає установаження в цехах та на дільницях різнотипного обладнання таким чином, щоб забезпечити можливість виготовлення вузької номенклатури кінцевої продукції. Така спеціалізація характерна для масового типу виробництва. В основі організації цього типу виробництва лежать предметно-замкнуті дільниці.

Позитивні якості предметної спеціалізації: утворюються замкнені технологічні цикли, спрощуються планування та облік, скорочується тривалість виробничого циклу. Але виникають і негативні явища: можливе недовантаження обладнання, погіршення техніко-економічних показників роботи дільниці або цеху.

Спеціалізація за *змішаною ознакою* передбачає, що частина обладнання установажується за технологічною ознакою, а частина – за предметною. Така форма розміщення обладнання є досить поширеною. Так, наприклад, на заготівельній стадії установажується здебільшого технологічно однотипне обладнання, а на складальній – різноманітне.

Зрозуміло, що в цьому випадку позитивні і негативні якості спеціалізації перекриваються і виявляються тією мірою, в якій переважає та чи інша ознака спеціалізації.

Така спеціалізація виробничих підрозділів підприємства характерна для серійного типу виробництва.

Виробничу структуру будь-якого підприємства можна оцінити за двома основними критеріями (показниками): *рівнем прогресивності та оптимальністю*.

*Прогресивною* вважається така виробнича структура, в якій переважають підрозділи, спеціалізовані за *предметною ознакою*. Для визначення рівня прогресивності виробничої структури можна використовувати одиничні  $K_i$  та загальний  $K_3$  коефіцієнти прогресивності.

*Одиничний коефіцієнт прогресивності*  $K_i$  виробничої структури підприємства розраховується за формулою:

$$K_i = \frac{A_{\text{пр}(i)}}{A_{\text{пр}(i)} + A_{\text{тех}(i)}}, \quad (2.3)$$

де  $A_{\text{пр}(i)}$  – значення  $i$ -го показника, який характеризує організацію та виконання окремих частин технологічного процесу в підрозділах підприємства, спеціалізованих за предметною ознакою. Такими показниками можуть бути: кількість робітників, тривалість технологічних операцій, тривалість виробничого циклу тощо;

$A_{\text{тех}(i)}$  – значення конкретного показника, який характеризує організацію та виконання окремих частин технологічного процесу в підрозділах підприємства, спеціалізованих за технологічною ознакою.

Якщо коефіцієнт  $K_i = 1$ , то це означає, що окрема частина технологічного процесу (за вибраним показником) організована або виконується у підрозділі, який спеціалізований тільки за предметною ознакою.

*Загальний коефіцієнт прогресивності*  $K_3$  виробничої структури підприємства може бути розрахований за формулою:

$$K_3 = \sum_1^n \alpha_i \cdot K_i, \quad (2.4)$$

де  $\alpha_i$  – питома вага одиничного показника, вибраного для характеристики рівня прогресивності цієї виробничої структури;

$$\sum_1^n \alpha_i = 1;$$

$n$  – кількість одиничних показників, вибраних для характеристики рівня прогресивності виробничої структури.

Чим ближче коефіцієнт  $K_3$  до 1, тим прогресивнішою буде виробнича структура підприємства (за тими показниками, які було взято для аналізу). Коефіцієнт  $K_3 = 1$  означає, що на підприємстві функціонують підрозділи, які спеціалізовані тільки за предметною ознакою.

Оптимальною вважається така виробнича структура підприємства, яка забезпечує мінімальні витрати на функціонування (в абсолютному вимірі або в розрахунку на одиницю продукції, що випускається).

Оптимальність виробничої структури може визначатись й іншими спеціальними показниками. Такими показниками, наприклад, можуть бути: загальна кількість працюючих, середня тривалість технологічних операцій, тривалість виробничого циклу виготовлення продукції тощо.

Якщо після переходу підприємства з технологічної на предметну спеціалізацію виробничих підрозділів абсолютні значення цих показників покращилися, то можна стверджувати про *оптимальність* нової виробничої структури. Якщо, навпаки, ці показники погіршилися, то прогресивний характер перетворень виробничої структури, тобто перехід на спеціалізацію підрозділів за предметною ознакою, був економічно невиправданим.

## 2.2 Практичне завдання для самостійного виконання

Існує 20 цехів, які можуть бути спеціалізовані або за предметною, або за технологічною ознакою. Для оцінювання рівня прогресивності виробничої структури підприємства використовуються показники, які наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Початкові дані для виконання завдання

Цех	Кількість робочих місць		Кількість технологічних операцій		Середня тривалість технологічних операцій, хв		Загальна тривалість транспортних операцій, годин		Середня тривалість виробничого циклу, годин	
	Можлива спеціалізація:									
	Технологічна	Предметна	Технологічна	Предметна	Технологічна	Предметна	Технологічна	Предметна	Технологічна	Предметна
1	36	35	577	560	10	10	8	2	120	100
2	65	63	600	590	48	48	10	9	139	130
3	78	70	600	500	50	50	34	30	140	130
4	30	27	460	430	38	38	32	31	400	290
5	77	75	580	550	20	20	50	30	35	30
6	120	108	680	500	10	10	7	6	60	50
7	100	80	1200	1000	13	13	9	8	78	70
8	46	39	500	460	11	11	11	10	80	60
9	76	69	600	500	24	24	13	12	40	36
10	40	30	250	200	13	13	24	23	89	57
11	40	39	266	200	7	7	30	25	120	100
12	86	80	600	450	8	8	20	18	130	110
13	64	58	800	780	9	9	16	15	46	40
14	55	54	600	500	5	5	15	14	50	45
15	26	23	500	400	6	6	17	16	60	40
16	70	54	590	550	12	12	39	36	80	70
17	44	35	490	370	12	12	20	10	60	56
18	90	83	590	300	11	11	18	13	89	79
19	90	89	480	410	10	10	15	10	30	20
20	50	48	200	190	4	4	9	7	70	60

Інформацію щодо того, які цехи складають виробничу структуру підприємства і які потрібно взяти для аналізу, наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Цехи, які беруться для аналізу	Цех має спеціалізацію:		Цехи, які планується перевести на предметну спеціалізацію
		технологічну	предметну	
1	1-2-3-4	1, 2	3, 4	1
2	2-3-4-5	3, 4	2, 5	4
3	3-4-5-6	3, 6	4, 5	3
4	4-5-6-7	4, 6	5, 7	6
5	5-6-7-8	5, 6	7, 8	5
6	6-7-8-9	6, 7	8, 9	7
7	7-8-9-10	7, 10	8, 9	10
8	8-9-10-11	8, 9	10, 11	8
9	9-10-11-12	9, 10	11, 12	9
10	10-11-12-13	10, 12	11, 13	10
11	11-12-13-14	11, 13	12, 14	13
12	12-13-14-15	12, 13	14, 15	12
13	13-14-15-16	13, 15	14, 16	15
14	14-15-16-17	14, 15	16, 17	14
15	15-16-17-18	15, 16	17, 18	16
16	16-17-18-19	16, 18	17, 19	18
17	17-18-19-20	17, 20	18, 19	17
18	1-3-5-7	1, 5	3, 7	5
19	1-4-8-9	4, 8	1, 9	4
20	2-4-8-12	2, 4	8, 12	2
21	2-6-13-16	2, 13	6, 16	13
22	3-6-10-20	3, 10	6, 20	10
23	4-6-14-16	4, 6	14, 16	6
24	4-8-12-14	4, 14	8, 12	14
25	5-7-9-13	5, 13	7, 9	13
26	7-9-12-17	7, 9	12, 17	9
27	8-13-14-15	8, 14	13, 15	8
28	3-6-13-17	3, 17	6, 13	17
29	10-13-16-19	10, 16	13, 19	16
30	12-15-16-17	12, 16	15, 17	12

В таблиці 2.3 наведено дані щодо питомої ваги (коефіцієнтів вагомості) одиничних показників, за допомогою яких планується оцінювати рівень прогресивності виробничої структури підприємства і які потрібно взяти для розрахунків загального рівня прогресивності.

Керуючись даними таблиць 2.1, 2.2 та 2.3, потрібно:

1. Для заданого варіанта завдання, яке відображає базову виробничу структуру підприємства, що складається із 2-х цехів предметної та 2-х цехів технологічної спеціалізації, виписати та підрахувати абсолютні значення показників  $A_{пр(i)}$  та  $A_{тех(i)}$ , які вибрані для визначення рівня прогресивності виробничої структури підприємства.

Таблиця 2.3 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Коефіцієнт вагомості одиничного показника прогресивності, що характеризує:				
	кількість робочих місць, $\alpha_1$	кількість технологічних операцій, $\alpha_2$	середню тривалість технологічних операцій, $\alpha_3$	загальну тривалість транспортних операцій, $\alpha_4$	середню тривалість виробничого циклу, $\alpha_5$
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
3	0,24	0,26	0,25	0,12	0,13
4	0,25	0,25	0,2	0,15	0,15
5	0,2	0,25	0,2	0,15	0,2
6	0,23	0,22	0,2	0,16	0,19
7	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1
8	0,3	0,3	0,1	0,15	0,15
9	0,35	0,25	0,1	0,17	0,13
10	0,28	0,22	0,1	0,27	0,13
11	0,22	0,28	0,1	0,13	0,27
12	0,2	0,2	0,3	0,15	0,15
13	0,29	0,21	0,2	0,1	0,2
14	0,21	0,29	0,2	0,11	0,19
15	0,4	0,2	0,1	0,16	0,14
16	0,35	0,25	0,1	0,14	0,16
17	0,32	0,28	0,1	0,13	0,17
18	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2
19	0,42	0,18	0,2	0,1	0,1
20	0,26	0,24	0,15	0,225	0,125
21	0,3	0,15	0,15	0,2	0,2
22	0,2	0,15	0,3	0,15	0,2
23	0,3	0,2	0,15	0,15	0,2
24	0,21	0,29	0,2	0,11	0,19
25	0,41	0,19	0,11	0,15	0,14
26	0,35	0,26	0,1	0,13	0,16
27	0,32	0,29	0,1	0,12	0,17
28	0,5	0,11	0,1	0,1	0,19
29	0,32	0,28	0,2	0,1	0,1
30	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2

*Примітка.* Чисельність робочих місць, кількість технологічних операцій та загальну тривалість транспортних операцій підрахувати шляхом складання абсолютних значень цих показників по кожному із цехів, а середню тривалість технологічних операцій та середню тривалість виробничого циклу підрахувати як середнє арифметичне із відповідних показників діяльності цих цехів.

2. Для базового варіанта виробничої структури підприємства за формулою 2.3 підрахувати значення одиничних коефіцієнтів прогресивності  $K_i$  виробничої структури.

3. Для базового варіанта виробничої структури підприємства за формулою 2.4 підрахувати загальний коефіцієнт прогресивності  $K_3$  виробничої структури. Водночас врахувати задану вагомість кожного одиничного показника прогресивності (див. таблицю 2.3).

4. З урахуванням того, що один із цехів планується спеціалізувати за предметною ознакою, скласти новий варіант виробничої структури підприємства (згідно з завданням таблиці 2.2).

5. Для нового варіанта виробничої структури підприємства підрахувати абсолютне значення показників  $A_{\text{пр}(i)}$  та  $A_{\text{тех}(i)}$ , які вибираються для визначення рівня прогресивності виробничої структури.

6. Для нового варіанта виробничої структури підприємства за формулою 2.3 підрахувати нові значення одиничних коефіцієнтів прогресивності  $K_i$  виробничої структури.

7. Для нового варіанта виробничої структури підприємства за формулою 2.4 підрахувати нове значення загального коефіцієнта прогресивності  $K_3$  виробничої структури.

8. Зробити висновки відносно того, чи доцільна запропонована структурна перебудова підприємства з погляду її прогресивності.

9. Порівнюючи абсолютні значення показників  $A_{\text{пр}(i)}$  та  $A_{\text{тех}(i)}$ , розрахованих в п. 1 та п. 5, зробити висновок щодо *оптимальності* запропонованих на підприємстві структурних перетворень.

10. Зробити загальні висновки.

### **2.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань**

1. Дайте означення поняття «виробнича структура підприємства». Назвіть основні складові частини виробничої структури підприємства.

2. Назвіть основні види та дайте характеристику цехів, які входять до складу виробничої структури підприємства.

3. Зробіть порівняльну характеристику понять «самостійні виробничі дільниці» та «виробничі дільниці у складі цехів».

4. Назвіть основні класифікації типів виробничих структур підприємства та дайте їхню характеристику.

5. Як розраховується кількість робочих місць, необхідних для виконання підприємством виробничого завдання?

6. Що означає і як розраховується режимний фонд роботи обладнання?

7. Назвіть основні види спеціалізації цехів та дільниць підприємства. Зробіть їх порівняльну характеристику.

8. Охарактеризуйте переваги та недоліки спеціалізації виробничих підрозділів підприємства за предметною та технологічною ознаками.

9. Зробіть порівняльний аналіз понять «рівень прогресивності» виробничої структури підприємства та «оптимальність» виробничої структури.

10. Як розраховуються одиничні та загальний коефіцієнти прогресивності виробничої структури?

11. Яка виробнича структура підприємства вважається оптимальною? Як визначається оптимальність виробничої структури підприємства?

#### **2.4 Задачі для самостійного розв'язування**

1. Для виконання річної виробничої програми в цеху встановлено 120 робочих місць. Цех працює в 2 зміни, тривалість зміни 8 годин. В році 255 робочих днів. Втрати часу на переналагодження обладнання дорівнюють 5%. Коефіцієнт виконання норм часу – 1,05.

Розрахувати трудомісткість річної виробничої програми.

2. Для виконання річної виробничої програми в 961459 нормо-годин в цеху встановлено 150 робочих місць. В році 260 робочих днів. Тривалість кожної зміни 8 годин. Втрати часу на переналагодження обладнання становлять 4%. Коефіцієнт виконання норм часу – 1,07.

Розрахувати, скільки змін протягом доби працює цех.

3. Для виконання річної виробничої програми в 557230 нормо-годин в цеху встановлено 136 робочих місць. В році 240 робочих днів. Цех працює в дві зміни. Тривалість кожної зміни 8 годин. Коефіцієнт виконання норм часу – 1,1.

Розрахувати втрати часу на переналагодження обладнання.

4. Річна виробнича програма становить 784800 нормо-годин. В році 250 робочих днів. Цех працює в три зміни. Тривалість кожної зміни 8 годин. Втрати часу на переналагодження обладнання – 4%. Коефіцієнт виконання норм часу – 1,09. З метою підвищення якості продукції в цеху було встановлено нове обладнання, внаслідок чого трудомісткість виробничої програми зменшилась на 256150 нормо-годин, а втрати часу на переналагодження обладнання зменшились до 3%, що дало змогу скоротити кількість змін роботи протягом доби.

Розрахувати, скільки змін за добу став працювати цех.

5. Для виконання річного виробничого завдання в цеху встановлено 200 робочих місць. В році 250 робочих днів. Цех працює в дві зміни. Тривалість кожної зміни 8 годин. Втрати часу на переналагодження обладнання – 10%. Коефіцієнт виконання норм часу – 1,05.

Розрахувати, скільки виробів за рік виготовляється в цеху, якщо середня тривалість однієї технологічної операції становить 30 хв.

6. Для виконання річного виробничого завдання в цеху встановлено 100 робочих місць. В році 220 робочих днів. Цех працює в дві зміни. Три-

валість кожної зміни 8 годин. Втрати часу на переналагодження обладнання – 2%. Коефіцієнт виконання норм часу – 1,01.

Розрахувати середню тривалість технологічних операцій, якщо за рік в цеху виготовляється 10 млн виробів.

7. На підприємстві є такі виробничі підрозділи:

Цехи і господарства	Обсяг виробництва продукції за рік, тис. грн	Кількість зайнятих осіб
1. Ливарний цех	3590	270
2. Пресово-заготівельний цех	4360	265
3. Ковальсько-пресовий цех	2200	230
4. Механічний цех	4000	190
5. Зварювальний цех	5000	100
6. Складальний цех	12000	1200
7. Ремонтно-механічний цех	357	87
8. Енергетичний цех	465	97
9. Інструментальний цех	700	120
10. Транспортний цех	800	121
11. Енергоремонтний цех	780	100
12. Цех нестандартного обладнання	400	70
13. Паросилове господарство	200	60
14. Експериментальний цех	1000	60

Підрахувати, скільки продукції може бути реалізовано підприємством за рік, якщо безпосередньо на ринок працює складальний цех, до 30% продукції реалізують на ринку ливарний, пресово-заготівельний та ковальсько-пресовий цехи, 10% продукції реалізує на ринку зварювальний цех, 40% продукції реалізують на ринку інструментальний та транспортний цехи.

Розрахувати кількість та питому вагу робітників, які працюють в основному виробництві.

**2.5 Відповіді на задачі**

1. 488376 нормо-годин.
2. Три зміни.
3. 3%.
4. 2 зміни.
5. 1,512 млн шт.
6. 2,09 хв.
7. 16145 тис. грн; 2255 осіб; 75,9%.

# 3

## ТЕОРЕТИЧНЕ І ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Визначення типу виробництва та розрахунок його організаційно-технічного рівня»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання з основ організації виробничого процесу та розвинути практичні навички з визначення типу виробництва та розрахунку його організаційно-технічного рівня.

#### 3.1 Теоретична частина

*Виробничий процес* – це сукупність здійснюваних на підприємстві за допомогою засобів праці або без них трудових дій робітників, внаслідок чого предмети праці, матеріали, сировина, напівфабрикати тощо перетворюються у готову продукцію (або у продукцію певної стадії готовності). Виробничий процес відбувається у просторі протягом певного часу.

Головною частиною виробничого процесу є *технологічний процес*, який безпосередньо забезпечує зміну форм, розмірів та властивостей предметів праці і складання готової продукції. Технологічний процес складається із технологічних операцій.

*Технологічна операція* – це елементарна частка технологічного процесу, яка виконується одним робітником або бригадою робітників над одним предметом праці або партією предметів праці на спеціалізованому робочому місці без переналагодження обладнання за незмінності наявного інструменту, оснащення, креслень тощо.

Сукупність різноманітних взаємопов'язаних виробничих процесів, які використовуються на підприємстві, і утворює так зване *виробництво*. Для характеристики виробництва застосовується низка показників. Серед найуживаніших показників можна виділити *тип виробництва* та *організаційно-технічний рівень* виробництва.

*Тип виробництва* – це техніко-економічна характеристика виробництва, яка обумовлена спеціалізацією виробничих процесів, стабільністю номенклатури, ритмічністю і, як вважають деякі автори, величиною обсягу (кількістю) виробництва.

Загалом виділяють три основних типи виробництва: *одиничний, серійний* (з модифікаціями *дрібносерійний* та *крупносерійний*) та *масовий*. Характерні ознаки основних типів виробництва наведено в таблиці 3.1.

*Одиничний тип виробництва* характерний для підприємств, де виготовляються унікальні складні вироби, виробництво яких може в подальшому ніколи не повторюватись. На випуск кожного виробу витрачається відносно великий час: декілька тижнів, місяців або років. Виробнича програма підприємства одиничного типу виробництва складається з великої номенклатури виробів різного призначення.

Таблиця 3.1 – Характерні ознаки основних типів виробництва

Ознаки	Типи виробництва		
	Одиничний	Серійний	Масовий
Спеціалізація (номенклатура виробів)	Практично необмежена	Обмежена серіями виробів	Обмежена одним або декількома виробами
Стабільність номенклатури	Відсутня	Періодична	Постійна
Ритмічність	Відсутня	Характерна для тривалих відрізків часу: місяця, кварталу тощо	Характерна для коротких відрізків часу: хвилини, години, зміни, доби тощо
Обсяги виробництва	Малі: одиниці, десятки шт.	Середні: сотні, тисячі штук	Великі: десятки, сотні тисяч, мільйони штук
Обладнання	Універсальне	Універсальне та спеціальне	Спеціальне
Документація	Маршрутна карта	Технологічна карта	Подетальна карта, поопераційна карта
Вид інструменту, який використовується	Універсальний	Універсальний та спеціальний	Спеціальний
Кваліфікація робітників	Дуже висока	Висока	Середня та низька
Виробнича собівартість продукції	Висока	Середня	Низька

Нестабільність номенклатури виробництва, її різнотипність, обмеженість випуску зменшує можливість використання стандартних конструкторських рішень, застосування спеціального оснащення обмежено, переважно використовуються універсальні пристосування та універсальний обробний інструмент. Основним документом, що регламентує технологічні процеси, є маршрутна карта, в якій перераховано тільки назви підрозділів, групи обладнання та назви технологічних операцій. У виробництві використовується праця робітників високої кваліфікації.

*Серійний тип виробництва* характерний для підприємств, де виготовляються складні вироби, що мають обмежене використання у виробництві або побуті і потребують постійних конструктивних змін в конструкції у зв'язку з науково-технічним прогресом в цій галузі виробництва. Кількість виготовлення виробів є доволі великою, а самі вироби протягом встановленого періоду випускаються переважно серіями (партіями).

Ознакою серійного виробництва є повторення випуску виробів протягом певного періоду, що дає змогу закріплювати за деякими робочими місцями певні технологічних операцій та організувати випуск окремих виробів більш-менш ритмічно.

Основним видом технологічної документації є технологічна карта.

Для виготовлення таких виробів використовується спеціальне високопродуктивне обладнання. За кожним робочим місцем закріплюють виконання декількох стабільних технологічних операцій, що дає можливість робітникам краще вивчати сам процес виробництва, вдосконалювати прийоми виконання технологічних операцій, підвищувати продуктивність праці і якість продукції.

*Масовий тип виробництва* характерний для випуску продукції широкого вжитку: автомобілів, радіоприймачів, телевізорів, електроприладів тощо. Основною ознакою масового типу виробництва є виготовлення на підприємстві однотипної продукції обмеженої номенклатури у великих кількостях протягом тривалого часу. Зміна виробництва продукції пов'язана, зазвичай, з реконструкцією підприємства та іншими суттєвими змінами.

Великі обсяги випуску продукції та її стабільність дозволяють здійснювати ретельне розроблення технологічних процесів. Технологічні операції виконуються на спеціалізованих робочих місцях на спеціальному високопродуктивному обладнанні. За кожним робочим місцем закріплюється одна або декілька однотипних технологічних операцій. Основним видом технологічної документації є операційна карта, в якій детально описується, яким чином має виконуватися та чи інша технологічна операція.

Для масового виробництва обов'язковим є застосування розрахунково-аналітичного методу технічного нормування праці, оскільки навіть невелика неточність норми часу за великих обсягів виробництва може призвести до порушення виробничих пропорцій. Ретельне розроблення технологічного процесу та широке застосування спеціального обладнання і спеціальних пристосувань дає змогу використовувати працю робітників невисокої кваліфікації. Разом з тим, водночас тут широко застосовується праця висококваліфікованих наладчиків обладнання.

Для підприємств масового типу виробництва характерною є розробка щомісячних, щотижневих, щодобових, щозмінних, щогодинних планів виготовлення продукції. У цьому випадку будь-яка зміна технології виготовлення продукції призводить до значних витрат праці і коштів підприємства.

Оскільки наведені вище типи виробництва мають суттєві відмінності, то для правильної побудови виробничої структури підприємства, організації на ньому бухгалтерського обліку, запровадження ефективної системи оперативного планування та системи розробки технологічної документації тощо важливе значення має встановлення типу виробництва, який переважає на цьому підприємстві.

Визначення типу виробництва можна здійснити за такою методикою.

*1-й крок:* для кожного робочого місця підприємства розраховують коефіцієнт спеціалізації  $K_{сп}$  цього робочого місця:

$$K_{сп} = \frac{\Phi_H}{t \cdot N} = \frac{(D_K - D_B) \cdot m \cdot T_{зм} \cdot 60}{t \cdot N}, \quad (3.1)$$

де  $\Phi_n$  – номінальний фонд часу роботи обладнання за рік, хв;

$D_k$  – кількість календарних днів в цьому році;

$D_v$  – кількість вихідних та святкових днів в цьому році;

$m$  – число змін роботи;

$T_{zm}$  – тривалість зміни, годин;

60 – коефіцієнт переведення годин в хвилини;

$t$  – тривалість виконання технологічної операції на цьому робочому місці (або норма часу), хв;

$N$  – кількість виробів, деталей, вузлів тощо, які обробляються на цьому робочому місці за рік, шт.

2-й крок: керуючись таблицею 3.2, визначають тип виробництва на кожному робочому місці.

Таблиця 3.2 – Залежність типу виробництва на робочому місці від кількісного значення коефіцієнта спеціалізації

Коефіцієнт спеціалізації $K_{сп}$	Тип виробництва	
1...2	Масовий	
2...9	Серійний	Крупносерійний
10...19		Серійний
20...29		Дрібносерійний
>30	Одиничний	

3-й крок: за більшістю кількості робочих місць, що мають той чи інший тип виробництва, визначається тип виробництва дільниці, цеху та підприємства в цілому.

*Приклад.*

На дільниці є 40 робочих місць. Серед них: 15 місць відносяться до масового типу виробництва, 10 місць – до крупносерійного, 9 місць – до серійного та 6 місць – до одиничного.

До якого типу виробництва відноситься дільниця?

Розв'язування:

Оскільки найбільше робочих місць, а саме 15, відноситься до масового типу виробництва, то цю дільницю доцільно вважати дільницею масового типу виробництва.

Окрім встановлення на підприємстві типу виробництва доцільно розраховувати організаційно-технічний рівень виробництва.

Організаційно-технічний рівень виробництва може бути визначений за допомогою певної системи показників.

Так, одиничні показники  $K_i$  характеризують окремі сторони виробничого процесу і розраховуються за єдиною методикою:

$$K_i = \frac{N_i}{N_3} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де  $N_i$  – обсяг робіт в трудових, натуральних або інших одиницях, який виконується на підприємстві з застосуванням прогресивних прийомів та методів праці;

$N_3$  – загальний обсяг робіт в трудових, натуральних або інших одиницях, який виконується на цьому підприємстві.

До одиничних показників, які характеризують організаційно-технічний рівень виробництва, належать: рівень випуску конкурентоспроможної продукції; рівень уніфікації продукції; рівень використання прогресивного обладнання; рівень вікового складу обладнання; рівень використання типових та групових технологічних процесів; змінність роботи обладнання; рівень механізації праці та робіт і багато інших.

Розглянемо розрахунок найуживаніших одиничних показників – *рівня механізації праці*  $K_{мп}$  та *рівня механізації робіт*  $K_{мр}$ . Будемо керуватись положенням, що за рівнем механізації та автоматизації праці всі робітники поділяються на 5 груп:

1 група – це робота на автоматичному обладнанні, верстатах-автоматах тощо;

2 група – це робота, яка виконується механізованим способом за допомогою машин;

3 група – це ручне обслуговування машин (робота біля машин і механізмів);

4 група – це робота не біля машин і механізмів (ручна робота);

5 група – це робота з ремонту і налагодження машин та механізмів.

Робітники 1 та 2 груп відносяться до таких, які зайняті механізованою або автоматизованою працею. Робітники 3, 4 та 5 груп відносяться до таких, які зайняті ручною працею.

Тоді *рівень механізації праці*  $K_{мп}$  (в %) розраховується за формулою:

$$K_{мп} = \frac{R_1 + R_2}{R} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

де  $R_1, R_2$  – кількості робітників 1 і 2 груп, відповідно;

$R$  – загальна кількість робітників:  $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$ ;

$R_3, R_4, R_5$  – кількості робітників 3, 4 і 5 груп, відповідно.

Показник «рівень механізації праці  $K_{мп}$ » має свій обернений показник «рівень ручної праці  $K_{рп}$ ».

*Рівень ручної праці*  $K_{рп}$  (в %) можна розрахувати за формулою:

$$K_{рп} = \frac{R_3 + R_4 + R_5}{R} \cdot 100\%. \quad (3.4)$$

Зрозуміло, що:

$$K_{мп} = 100\% - K_{рп}. \quad (3.5)$$

Рівень механізації робіт  $K_{\text{мр}}$  (в %) розраховується за формулою:

$$K_{\text{мр}} = \frac{T_1 + T_2}{T_3} \cdot 100\% = \frac{t_1 \cdot N_1 + t_2 \cdot N_2}{\sum_1^n t_i \cdot N_i} \cdot 100\%, \quad (3.6)$$

де  $T_1, T_2$  – трудомісткість робіт, які виконуються робітниками 1 та 2 груп, відповідно, нормо-годин;

$T_3$  – загальна трудомісткість робіт, нормо-годин, яка визначається за формулою:

$$T_3 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5; \quad (3.7)$$

$T_3, T_4, T_5$  – трудомісткість робіт, які виконуються відповідно робітниками 3, 4 та 5 груп, нормо-годин;

$t_1, t_2$  – тривалість технологічних операцій, що їх виконують відповідно робітники 1 та 2 груп, хвилин або годин;

$t_i$  – тривалість технологічних операцій, що їх виконують робітники кожної групи, хвилин або годин;

$N_1, N_2$  – кількість предметів праці, що їх виготовляють робітники відповідно 1 та 2 груп за рік, шт.;

$N_i$  – кількість предметів праці, що їх виготовляють робітники кожної групи за рік, шт.

Показник «рівень механізації робіт  $K_{\text{мр}}$ » має свій обернений показник «рівень ручних робіт  $K_{\text{рр}}$ ».

Рівень ручних робіт  $K_{\text{рр}}$  (в %) можна розрахувати за формулою:

$$K_{\text{рр}} = \frac{T_3 + T_4 + T_5}{T_3} \cdot 100\% = \frac{t_3 \cdot N_3 + t_4 \cdot N_4 + t_5 \cdot N_5}{\sum_1^n t_i \cdot N_i} \cdot 100\%, \quad (3.8)$$

де  $t_3, t_4, t_5$  – тривалість технологічних операцій, що їх виконують відповідно робітники 3, 4 та 5 груп, хвилин або годин;

$N_3, N_4, N_5$  – кількість предметів праці, що їх виготовляють робітники, відповідно 3, 4 та 5 груп за рік, шт.

Зрозуміло, що:

$$K_{\text{мр}} = 100\% - K_{\text{рр}}. \quad (3.9)$$

Одним із важливих показників, які характеризують організаційно-технічний рівень виробництва, є рівень охоплення виробництва типовими технологічними процесами.

Рівень охоплення виробництва типовими технологічними процесами  $K_{\text{тп}}$  (в %) розраховується за формулою:

$$K_{\text{тп}} = \frac{\sum_1^m t_r \cdot N_r}{\sum_1^n t_j \cdot N_j} \cdot 100\%, \quad (3.10)$$

де  $t_T$  – тривалість технологічних операцій, які виконуються за типовими технологічними процесами, хвилин або годин;

$t_j$  – тривалість технологічних операцій, які виконуються або можуть виконуватись за типовими технологічними процесами, хвилин або годин;

$N_T$  – кількість предметів праці, які обробляються за типовими технологічними процесами за рік, шт.;

$N_j$  – кількість предметів праці, які обробляються або можуть оброблятися за типовими технологічними процесами за рік, шт.;

$m$  – кількість типових технологічних процесів;

$n$  – кількість типових технологічних процесів та таких, які можуть бути виконані із застосуванням типових технологічних процесів.

Чим більшим буде значення показників  $K_{мп}$ ,  $K_{мр}$  та  $K_{тп}$ , тим вищим буде організаційно-технічний рівень виробництва. Максимальне значення, якого можуть досягти ці показники, становить 100%.

Зведений показник  $K_{зв}$  організаційно-технічного рівня виробництва можна розрахувати за формулою:

$$K_{зв} = \sum_1^p \alpha_i \cdot K_i, \quad (3.11)$$

де  $K_i$  – певний одиничний показник організаційно-технічного рівня виробництва, який був розрахований раніше;

$\alpha_i$  – питома вага кожного одиничного показника організаційно-технічного рівня виробництва, у відносних одиницях. Питома вага кожного одиничного показника визначається зазвичай експертним шляхом або на основі проведення спеціальних досліджень. У цьому випадку обов'язково має виконуватись умова:

$$\sum_1^p \alpha_i = 1, \quad (3.12)$$

де  $p$  – кількість одиничних показників, за допомогою яких визначається організаційно-технічний рівень виробництва.

Чим більшим буде значення зведеного показника  $K_{зв}$ , тим вищим буде організаційно-технічний рівень виробництва на цьому підприємстві.

### 3.2 Практичне завдання для самостійного виконання

Цех має дві виробничі ділянки – «А» та «Б». В кожній ділянці встановлено по 30 робочих місць (із 50-ти робочих місць, інформація про які наведена в таблиці 3.3). Тривалість технологічних операцій, які виконуються на цих робочих місцях, кількість предметів праці, які обробляються на цих робочих місцях за рік, групу робітників за рівнем механізації і автоматизації праці наведено в таблиці 3.3.

В таблиці 3.4 наведено дані щодо того, які робочі місця конкретно встановлені на виробничих ділянках цеху для варіанта, що його має виконати здобувач, а також дані щодо кількості святкових та вихідних днів в році, числа змін та їх тривалості.

Таблиця 3.3 – Початкові дані для виконання завдання

Виробнича ділянка «А»				Виробнича ділянка «Б»			
Робочі місяці	t, хв.	N, тисяч шт.	Група робітників	Робочі місяці	t, хв.	N, тисяч шт.	Група робітників
1	4,3	10	1	1	4,1	1	5
2	5,2	3	3	2	1,3	4	5
3	3,8	1	4	3	1,9	5	4
4	2,6	0,8	5	4	2,4	6	4
5	6,2	12	4	5	3,4	0,7	3
6	6,3	6	5	6	6,3	4	3
7	4,4	2	1	7	3,6	0,3	4
8	1,9	0,6	1	8	3,5	43	5
9	4,6	0,4	2	9	7,1	0,9	3
10	4,8	9	3	10	8,5	1	4
11	3,9	7	3	11	4,4	4	2
12	5,1	5	4	12	5,2	3	1
13	5,2	10	5	13	6,2	6	2
14	4,7	12	3	14	3,3	2	3
15	4,5	6	4	15	4,4	3	3
16	2,6	3	5	16	1,9	0,5	2
17	2,8	4	3	17	4,6	0,3	1
18	2,9	1	3	18	4,8	0,1	1
19	4,3	2	2	19	3,9	4	3
20	4,5	3	1	20	4,7	3	4
21	7,4	4	2	21	4,5	0,2	4
22	7,5	0,5	3	22	2,6	5	5
23	1,5	5	4	23	2,8	0,7	4
24	1,8	4	4	24	1,9	12	3
25	5,3	2	3	25	4,6	0,1	4
26	6,4	6	2	26	4,8	21	4
27	5,5	1	2	27	3,9	1,3	3
28	5,4	0,4	2	28	5,1	0,8	2
29	3,5	0,3	1	29	8,5	2	2
30	3,7	6	1	30	4,4	5	3
31	5,5	0,5	2	31	6,3	0,45	3
32	6,3	2,3	2	32	3,2	10,1	2
33	5,1	3,4	3	33	1,6	12	1
34	5,0	0,4	4	34	1,9	6	1
35	4,8	13	5	35	5,3	4	3
36	4,7	0,3	5	36	1,8	2	2
37	4,6	0,8	4	37	5,3	3	4
38	3,6	22	3	38	6,4	0,2	5
39	4,1	3,3	2	39	5,5	0,06	5
40	1,3	4,4	3	40	5,4	1	3
41	1,8	21	4	41	3,5	4	4
42	2,4	0,5	3	42	6,3	0,34	4
43	3,4	0,3	3	43	4,1	9	5
44	6,3	0,5	5	44	1,3	8	5
45	3,6	1	5	45	1,8	2,3	3
46	3,5	2	5	46	2,4	3,4	4
47	7,1	3	4	47	3,4	0,4	5
48	8,5	4	2	48	6,2	0,48	5
49	4,4	0,5	3	49	4,7	5	4
50	5,2	0,45	1	50	5,1	2	4

Таблиця 3.4 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Номери робочих місць, які конкретно установлені на дільницях	$D_k$ , дні	$D_v$ , дні	m	$T_{зм}$ , ГОДИН
1	з 1 по 30	365	110	1	8
2	з 2 по 31	365	111	2	8
3	з 3 по 32	366	112	1	7,9
4	з 4 по 33	365	113	2	7,7
5	з 5 по 34	365	121	1	8,2
6	з 6 по 35	365	123	2	8,1
7	з 7 по 36	366	134	1	8,15
8	з 8 по 37	365	120	2	8
9	з 9 по 38	365	119	3	8,1
10	з 10 по 39	365	134	2	7,8
11	з 11 по 40	366	132	1	7,9
12	з 12 по 41	365	135	1	8,0
13	з 13 по 42	365	142	2	8,1
14	з 14 по 43	366	129	3	8,15
15	з 15 по 44	365	167	2	8
16	з 16 по 45	365	126	1	8,1
17	з 17 по 46	365	132	2	7,81
18	з 18 по 47	366	137	2	7,9
19	з 19 по 48	365	120	1	8,0
20	з 20 по 49	365	123	1	8,1
21	з 21 по 50	365	132	2	8,15
22	з 22 по 50 та 1	366	143	3	8
23	з 23 по 50 та з 1 по 2	365	132	2	8,1
24	з 23 по 50 та з 1 по 3	365	134	1	7,8
25	з 23 по 50 та з 1 по 4	366	143	2	7,9
26	з 23 по 50 та з 1 по 5	365	128	3	8,0
27	з 23 по 50 та з 1 по 6	365	128	2	7,7
28	з 23 по 50 та з 1 по 7	365	110	2	8,2
29	з 23 по 50 та з 1 по 8	366	109	1	8,0
30	з 23 по 50 та з 1 по 9	365	105	1	8,17

Керуючись даними таблиць 3.3 та 3.4, потрібно:

1. Для кожного робочого місця виробничих дільниць «А» та «Б», що їх здобувач має проаналізувати згідно зі своїм завданням, розрахувати коефіцієнт спеціалізації та визначити тип виробництва.

2. Визначити тип виробництва на кожній виробничій дільниці, зробити порівняння та висновки.

3. Розрахувати для кожної виробничої дільниці рівень механізації праці, рівень ручної праці, рівень механізації робіт та рівень ручних робіт.

*Примітка.* За використання формул 3.3 та 3.4 враховувати, що на одному робочому місці за однієї зміни роботи працює один робітник, за двох змін – два робітники, за трьох змін – 3 робітники відповідної групи.

4. Зробити висновки щодо організаційно-технічного рівня виробництва на дільницях «А» та «Б».

### 3.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення понять «виробничий процес» та «технологічний процес». Зробіть порівняльну характеристику цих понять.
2. Дайте означення поняття «технологічна операція».
3. Дайте означення поняття «тип виробництва». Які основні типи виробництва ви знаєте?
4. Дайте характеристику одиничного типу виробництва.
5. Дайте характеристику серійного типу виробництва.
6. Дайте характеристику масового типу виробництва.
7. Зробіть порівняльну характеристику одиничного, серійного та масового типів виробництва за такими ознаками, як спеціалізація (номенклатура), стабільність номенклатури, ритмічність, обсяги виробництва.
8. Зробіть порівняльну характеристику одиничного, серійного та масового типів виробництва за видами обладнання, що застосовується, а також за кваліфікацією робітників.
9. Що означає та як розраховується коефіцієнт спеціалізації робочого місця?
10. Як визначити тип виробництва робочого місця, цеху, підприємства?
11. Якими одиничними показниками характеризується організаційно-технічний рівень виробництва? Як вони розраховуються?
12. Назвіть групи робітників за рівнем механізації та автоматизації їх праці. Дайте характеристику цих груп робітників.
13. Якими співвідношеннями пов'язані між собою показники «рівень механізації праці» та «рівень ручної праці», «рівень механізації робіт» та «рівень ручних робіт»?
4. Як розраховується зведений показник, який характеризує організаційно-технічний рівень виробництва?

### 3.4 Задачі для самостійного розв'язування

1. Рівень ручної праці в цеху становить 47%. Після того, як 27 робочих місць, які були раніше установлені в цеху, механізували, рівень ручної праці зменшився до 38%. Загальна кількість робочих місць не змінилась. Підрахуйте, скільки в цеху загалом було робочих місць.
2. Рівень ручної праці в цеху становить 40%. Після того, як в цеху додатково установили 20 механізованих робочих місць, рівень ручної праці зменшився до 30%. Підрахуйте, скільки в цеху було робочих місць до моменту установлення додаткових.
3. Рівень ручної праці в цеху становить 45%. Загальна кількість робочих місць в цеху – 120. Підрахуйте, скільки потрібно механізувати наявних робочих місць, щоб рівень ручної праці зменшився до 30%.

4. Рівень ручної праці в цеху становить 45%. Загальна кількість робочих місць в цеху – 120. Підрахуйте, скільки потрібно додатково поставити механізованих робочих місць, щоб рівень ручної праці зменшився до 30%.

5. У зв'язку зі збільшенням обсягу виробництва на 1000 шт. за рік коефіцієнт спеціалізації робочого місця змінився з 12 до 6. Номінальний фонд часу роботи робочого місця за рік становить 2400 годин. Підрахуйте тривалість технологічної операції на цьому робочому місці.

6. У зв'язку з технічним удосконаленням робочого місця тривалість виконання технологічної операції зменшилась і стала 3 хв. Коефіцієнт спеціалізації робочого місця залишився без змін та дорівнює 16. Номінальний фонд часу роботи робочого місця за рік становить 2400 годин.

Підрахуйте, на скільки збільшився обсяг обробки предметів праці на цьому робочому місці, якщо до нововведення на робочому місці здійснювалась обробка 1800 предметів праці за рік.

7. Рівень механізації праці в цеху становить 27%. Після того, як 30 робочих місць, на яких раніше робота виконувалась вручну, механізували, рівень механізації праці підвищився до 42%. Загальна кількість робочих місць не змінилась. Підрахуйте, скільки в цеху загалом було робочих місць.

8. Рівень механізації праці в цеху становить 30%. Після того, як в цеху додатково установили 20 механізованих робочих місць, рівень механізації праці підвищився до 42,7%. Підрахуйте скільки в цеху було робочих місць до моменту установлення додаткових.

9. Рівень механізації робіт в цеху становить 20%. Загальна трудомісткість – 100000 нормо-годин за рік. Внаслідок впровадження технічних удосконалень трудомісткість робіт, що їх виконують робітники першої групи, зросла на 1500 нормо-годин за рік, а загальна трудомісткість зменшилась на 8500 нормо-годин на рік. Підрахуйте рівень механізації робіт в цеху після впровадження технічних удосконалень.

10. На робочому місці за рік здійснюється обробка 3920 деталей. Тривалість технологічної операції – 10 хв. Коефіцієнт спеціалізації робочого місця дорівнює 6. В році 365 календарних днів. Підрахуйте, скільки в цьому році було вихідних та святкових днів, якщо підприємство працює в 2 зміни, тривалість зміни – 8 годин.

### **3.5 Відповіді на задачі**

- |               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| 1. 300 місць. | 2. 60 місць.                |
| 3. 18 місць.  | 4. 60 місць.                |
| 5. 12 хв.     | 6. 1200 деталей.            |
| 7. 200 місць. | 8. $90,2 \approx 90$ місць. |
| 9. 23,5 % .   | 10. 120 днів.               |

# 4

## ТЕОРЕТИЧНЕ І ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Розрахунок оптимального варіанта розміщення технологічного обладнання»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання та розвинути практичні навички з розрахунку оптимального варіанта розміщення технологічного обладнання на виробничих дільницях цеху.

#### 4.1 Теоретична частина

Проектування виробничої структури підприємства починається з розрахунку кількості технологічного обладнання (робочих місць), яке потрібно мати для виробництва запланованого обсягу продукції.

Після розрахунку кількості обладнання (робочих місць) проводиться його розміщення на виробничій площі цеху або дільниці. Правильне розміщення обладнання впливає на формування техніко-економічних показників роботи конкретного підрозділу, визначає довжину транспортних шляхів переміщення вантажів, обсяг вантажного обороту тощо.

Критерієм оптимальності розміщення обладнання на площі цеху або дільниці можуть бути різні показники. Одним із них є *вантажний оборот*, який характеризує загальну масу вантажів, що переміщуються по території цеху або дільниці протягом всього часу, поки здійснюється обробка партії виробів. Чим меншою буде величина вантажного обороту, тим менше потрібно транспортних робітників, тим ефективніше і з меншими витратами буде працювати дільниця або цех.

Величина *вантажного обороту*  $Q$  розраховується за формулою:

$$Q = \sum_1^m N_i \cdot q_i \cdot l_i, \quad (4.1)$$

де  $N_i$  – виробниче завдання з виготовлення виробу  $i$ -го найменування, шт.;

$q_i$  – середня маса виробу  $i$ -го найменування, кг;

$l_i$  – шлях, який проходить виріб  $i$ -го найменування за весь цикл виготовлення, м;

$m$  – число технологічних операцій.

Величина вантажного обороту залежить від того, як розміщено на території цеху або дільниці обладнання. Варіантів розміщення обладнання може бути багато. Кращим буде той варіант розміщення обладнання, який забезпечує *мінімальний вантажний оборот*. Формула, за якою визначається оптимальний варіант розміщення обладнання, має вигляд:

$$Q = \sum_1^m N_i \cdot q_i \cdot l_i \longrightarrow \text{мінімум.} \quad (4.2)$$

Задачу вибору оптимального варіанта розміщення технологічного обладнання на території цеху або дільниці можна вирішити за допомогою застосування матричного методу.

Покажемо це на такому прикладі.

Припустимо, на дільниці виготовляються деталі 3-х видів: «А», «Б» та «В». Всі деталі виготовляються за допомогою однакових технологічних операцій, але мають різні маршрути обробки. Домовимося, що деталь «А» має такий маршрут обробки: токарна → фрезерна → свердлильна операції або  $T \rightarrow \Phi \rightarrow C$ ; деталь «Б» – фрезерна → токарна → свердлильна операції або  $\Phi \rightarrow T \rightarrow C$ ; деталь «В» – свердлильна → фрезерна → токарна операції або  $C \rightarrow \Phi \rightarrow T$ .

Кожна технологічна операція виконується на спеціалізованому робочому місці. Припустимо, що деталь «А» важить 0,2 кг і їх треба виготовити 1000 штук; деталь «Б» важить 0,15 кг і їх треба виготовити 1200 штук; деталь «В» важить 0,3 кг і їх треба виготовити 1400 шт. Технологічне обладнання розміщується на одній лінії, відстань між обладнанням – 3 метри.

Перед менеджерами виробничої дільниці стоїть задача вибрати оптимальну схему розміщення обладнання.

Розв'язування задачі.

1-й крок: розраховують загальну масу деталей «А», «Б» та «В», які підлягають обробці. Так, маса деталей «А» становитиме  $0,2 \cdot 1000 = 200$  кг, деталей «Б» –  $0,15 \cdot 1200 = 180$  кг, деталей «В» –  $0,3 \cdot 1400 = 420$  кг.

2-й крок: вибирають будь-який спосіб розміщення обладнання. Припустимо, що обладнання буде розміщено за схемою токарне → фрезерне → свердлильне або  $T \rightarrow \Phi \rightarrow C$ .

3-й крок: розраховують масу деталей, які передаються з однієї технологічної операції на іншу. Розрахунки роблять відповідно до існуючої схеми передачі деталей, яку ми самі вибрали.

Зрозуміло, що з токарної операції на токарну передається 0 кг деталей, з фрезерної на фрезерну – 0 кг, з свердлильної на свердлильну – 0 кг.

З токарної на фрезерну операцію ( $T \rightarrow \Phi$ ) буде передано тільки 200 кг деталей «А».

З фрезерної операції на свердлильну ( $\Phi \rightarrow C$ ) буде передано 200 кг деталей «А».

З фрезерної операції на токарну ( $\Phi \rightarrow T$ ) буде передано 180 кг деталей «Б» та 420 кг деталей «В».

З токарної операції на свердлильну ( $T \rightarrow C$ ) буде передано 180 кг деталей «Б». Зі свердлильної операції на фрезерну операцію ( $C \rightarrow \Phi$ ) буде передано 420 кг деталей «В». З свердлильної операції на токарну операцію передач деталей не буде взагалі.

На основі зроблених розрахунків заповнюють так звану шахову відомість переміщення деталей (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Шахова відомість переміщення деталей (в кг)

Попередня операція	Наступна операція:		
	Т – токарна	Ф – фрезерна	С – свердлильна
Т – токарна	0	200	180
Ф – фрезерна	180+420	0	200
С – свердлильна	0	420	0

4-й крок: становлять так звану *шахову матрицю вантажів*. Шахова матриця вантажів складається на основі розрахунків, зроблених у попередньому пункті, а також шахової відомості переміщення деталей (табл. 4.1).

Для побудови матриці вантажів складають масу деталей, які переміщуються між технологічними операціями в обидві сторони, а отримані результати заносять до таблиці (таблиці 4.2 або 4.3).

Так, якщо з токарної операції на фрезерну (Т→Ф) переміщується 200 кг деталей «А», а зустрічно – з фрезерної на токарну (Ф→Т) 180 кг деталей «Б» та 420 кг деталей «В», то загальний обсяг вантажного обороту між цими операціями становитиме  $200+180+420 = 800$  кг.

Аналогічно, якщо з токарної на свердлильну (Т→С) операцію переміщується 180 кг деталей «Б», а з свердлильної на токарну (С→Т) – 0 кг, то загальний обсяг вантажного обороту між токарною та свердлильною операціями становитиме  $180+0=180$  кг.

Якщо з фрезерної на свердлильну (Ф→С) операцію переміщується 200 кг деталей «А», а з свердлильної на фрезерну (С→Ф) операцію переміщується 420 кг деталей «В», то загальний обсяг вантажного обороту між цими операціями становитиме  $200+420 = 620$  кг.

Тоді шахова матриця вантажів буде мати вигляд, показаний в таблиці 4.2 або в таблиці 4.3.

Таблиця 4.2 – Шахова матриця вантажів (варіант 1)

Операції	Т – токарна	Ф – фрезерна	С – свердлильна
Т – токарна	0	800	180
Ф – фрезерна	0	0	620
С – свердлильна	0	0	0

Таблиця 4.3 – Шахова матриця вантажів (варіант 2)

Операції	Т – токарна	Ф – фрезерна	С – свердлильна
Т – токарна	0	0	0
Ф – фрезерна	800	0	0
С – свердлильна	180	620	0

*Примітка.* Обидва варіанти шахової таблиці вантажів є рівноцінними для проведення подальших розрахунків.

5-й крок: складають так звану *шахову матрицю відстаней*. Для нашого випадку відстань між токарним та фрезерним обладнанням (Т→Ф), як і відстань між фрезерним та токарним обладнанням (Ф→Т), становить 3

метри. Відстань між фрезерним та свердлильним ( $\Phi \rightarrow C$ ) обладнанням, як і відстань між свердлильним та фрезерним обладнанням ( $C \rightarrow \Phi$ ), становить 3 метри. Відстань між токарним та свердлильним ( $T \rightarrow C$ ) обладнанням, як і відстань між свердлильним та токарним обладнанням ( $T \rightarrow C$ ), становитиме  $3+3=6$  метрів. Відповідно до цього матриця відстаней буде мати вигляд, наведений в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Шахова матриця відстаней (в м)

Попередня операція	Наступна операція:		
	T – токарна	$\Phi$ – фрезерна	C – свердлильна
T – токарна	0	3	6
$\Phi$ – фрезерна	3	0	3
C – свердлильна	6	3	0

6-й крок: розраховують величину вантажного обороту для вибраної схеми розміщення обладнання. Для цього потрібно помножити кожне значення клітинки матриці вантажів (таблиця 4.2 або 4.3) на відповідне значення клітинки матриці відстаней (таблиця 4.4) та додати всі отримані результати.

Для випадку, коли для аналізу взяті матриця вантажів (таблиця 4.2) та матриця відстаней (таблиця 4.4), отримаємо:

$$Q_1 = 0 \cdot 0 + 800 \cdot 3 + 180 \cdot 6 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 0 + 620 \cdot 3 + 0 \cdot 6 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 0 = 5340 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

7-й крок: розраховують величини вантажного обороту для всіх інших схем розміщення обладнання. Загальна кількість схем розміщення обладнання визначається числом  $m!$  ( $m$  – кількість технологічних операцій).

Для 3-х технологічних операцій таких схем буде  $1 \cdot 2 \cdot 3 = 6$ , для 4-х операцій –  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 = 24$  і т. п.

Припустимо, що другою схемою розміщення обладнання буде схема, за якою обробка деталей здійснюється за маршрутом  $\Phi \rightarrow T \rightarrow C$ . Для такої схеми розміщення обладнання матриці вантажів та відстаней, побудовані за методикою, наведеною в кроках 1 – 5, будуть мати вигляд, наведений в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Матриці вантажів та відстаней для схеми  $\Phi \rightarrow T \rightarrow C$

	Матриця вантажів			Матриця відстаней		
	$\Phi$	T	C	$\Phi$	T	C
$\Phi$	0	800	620	0	3	6
T	0	0	180	3	0	3
C	0	0	0	6	3	0

Тоді величина вантажного обороту  $Q_2$  для другої схеми розміщення обладнання становитиме:

$$Q_2 = 0 \cdot 0 + 800 \cdot 3 + 620 \cdot 6 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 0 + 180 \cdot 3 + 0 \cdot 6 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 0 = 6660 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

Зрозуміло, що друга схема розміщення обладнання буде менш ефективною, ніж перша. Другу схему розміщення обладнання, тобто схему розміщення обладнання  $\Phi \rightarrow T \rightarrow C$  застосовувати ніяк не можна.

Окрім вже згаданих схем розміщення обладнання є ще чотири. Це:  $(T \rightarrow C \rightarrow \Phi)$ ,  $(\Phi \rightarrow C \rightarrow T)$ ,  $(C \rightarrow T \rightarrow \Phi)$  та  $(C \rightarrow \Phi \rightarrow T)$ .

Найефективнішою схемою розміщення обладнання вибирають схему, яка забезпечить мінімальний вантажний оборот або мінімальну загальну масу переміщуваних деталей.

## 4.2 Практичне завдання для самостійного виконання

На ділянці ведеться обробка чотирьох видів деталей «А», «Б», «В» та «Г». Всі деталі обробляються за допомогою однакових технологічних операцій, але мають різний маршрут обробки. Дані щодо виробничої програми виготовлення деталей за рік, маси деталей, маршрутів обробки деталей та відстаней між обладнанням наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Виробниче завдання, шт.				Маса деталей, кг				Маршрут технологічного процесу				Середня відстань між обладнанням, м
	«А»	«Б»	«В»	«Г»	«А»	«Б»	«В»	«Г»	«А»	«Б»	«В»	«Г»	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15
1	1000	1200	1300	900	0,2	0,3	0,13	0,4	T-Φ-C	Φ-C-T	C-T-Φ	T-C-Φ	3,2
2	800	2000	1500	750	0,1	0,15	0,23	0,25	Φ-T-C	C-Φ-T	T-Φ-C	Φ-C-T	4,4
3	1500	1000	500	800	0,3	0,2	0,1	0,25	C-T-Φ	T-C-Φ	Φ-T-C	C-Φ-T	6,3
4	1350	2000	600	750	0,2	0,16	0,1	0,18	T-Φ-C	Φ-C-T	C-T-Φ	T-C-Φ	8,4
5	400	800	1000	2000	0,3	0,2	0,4	0,1	Φ-T-C	C-Φ-T	T-Φ-C	Φ-C-T	4,5
6	2000	750	1500	1250	0,2	0,12	0,17	0,4	C-T-Φ	T-C-Φ	Φ-T-C	C-Φ-T	5,4
7	1300	1000	900	400	0,1	0,3	0,12	0,4	Φ-C-T	T-C-Φ	C-T-Φ	C-Φ-T	7,5
8	500	750	1000	1500	0,15	0,2	0,3	0,1	C-Φ-T	Φ-C-T	Φ-T-C	T-Φ-C	9,6
9	1300	2100	650	950	0,4	0,1	0,35	0,2	T-Φ-C	T-C-Φ	Φ-C-T	C-Φ-T	4,2
10	1000	1200	600	300	0,1	0,2	0,15	0,7	Φ-C-T	C-T-Φ	C-Φ-T	T-C-Φ	4,8
11	1250	1500	2000	2500	0,2	0,13	0,14	0,5	T-Φ-C	Φ-C-T	Φ-T-C	C-T-Φ	6,7
12	1000	2000	1250	750	0,3	0,2	0,35	0,1	Φ-T-C	T-C-Φ	C-T-Φ	C-Φ-T	7,6
13	1250	1750	750	2000	0,15	0,2	0,3	0,6	T-Φ-C	C-T-Φ	C-T-Φ	C-Φ-T	8,6
14	2000	1300	850	1500	0,4	0,2	0,15	0,3	C-T-Φ	T-Φ-C	Φ-T-C	C-Φ-T	4,1
15	800	1500	1300	1750	0,1	0,4	0,25	0,15	T-Φ-C	Φ-T-C	C-T-Φ	T-C-Φ	3,8
16	450	1500	800	1750	0,2	0,15	0,6	0,3	Φ-T-C	T-Φ-C	C-Φ-T	Φ-C-T	6,9
17	600	1500	900	1750	0,24	0,17	0,1	0,4	C-Φ-T	Φ-T-C	T-Φ-C	T-C-Φ	9,5
18	1000	750	1500	2000	0,54	0,16	0,39	0,13	Φ-T-C	T-Φ-C	C-T-Φ	Φ-C-T	9,1
19	1500	1000	950	2000	0,43	0,2	0,3	0,15	T-Φ-C	T-C-Φ	Φ-T-C	C-T-Φ	4,6
20	2100	900	1500	500	0,2	0,3	0,25	0,5	C-T-Φ	C-Φ-T	Φ-T-C	T-C-Φ	4,8
21	2000	850	1500	750	0,5	0,2	0,3	0,15	Φ-C-T	Φ-T-C	C-Φ-T	T-Φ-C	6,2
22	1000	1500	1750	750	0,12	0,25	0,35	0,2	T-Φ-C	Φ-C-T	Φ-T-C	C-Φ-T	6,5
23	250	3250	1800	2000	0,4	0,1	0,2	0,35	C-Φ-T	Φ-T-C	T-Φ-C	T-C-Φ	5,3
24	600	1500	1800	2000	0,25	0,15	0,4	0,6	Φ-T-C	C-T-Φ	T-Φ-C	C-Φ-T	5,7
25	1250	2000	1800	1500	0,6	0,5	0,2	0,3	T-C-Φ	C-Φ-T	Φ-T-C	Φ-C-T	8,5
26	850	3000	1800	1500	0,4	0,35	0,7	0,25	C-T-Φ	T-Φ-C	Φ-T-C	C-Φ-T	3,4

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15
27	950	800	1600	1000	0,7	0,4	0,25	0,3	Ф-С-Т	Ф-Т-С	Т-С-Ф	С-Ф-Т	3,7
28	1500	950	1400	1000	0,25	0,45	0,1	0,15	Т-Ф-С	Ф-С-Т	С-Ф-Т	Ф-Т-С	5,9
29	1350	1000	1800	1500	0,45	0,15	0,5	0,25	С-Ф-Т	Т-С-Ф	Ф-Т-С	Т-Ф-С	5,2
30	1500	500	1800	1000	0,3	0,5	0,2	0,7	Ф-Т-С	С-Т-Ф	Т-С-Ф	С-Ф-Т	4,9

*Примітка.* Умовні позначення технологічних процесів: Т – токарні операції, Ф – фрезерні операції, С – свердлильні операції.

Керуючись даними таблиці 4.6, потрібно:

1. Виписати всі можливі схеми розміщення обладнання, за якими може здійснюватися обробка деталей «А», «Б», «В» та «Г». Зробити відповідні рисунки.

Визначити відстані між верстатами для кожного варіанта розміщення обладнання, враховуючи, що всі верстати розміщуються на одній лінії.

2. Для кожного із варіантів розміщення обладнання скласти шахову відомість переміщення деталей, шахову матрицю вантажів та шахову матрицю відстаней.

3. Розрахувати величину вантажного обороту для всіх можливих варіантів розміщення обладнання.

4. Вибрати найефективнішу схему розміщення обладнання.

5. Зробити висновки.

### 4.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Назвіть критерії (показники), за допомогою яких можна здійснювати розміщення обладнання на території цеху або виробничої дільниці.

2. Дайте означення поняття «вантажний оборот». Як розраховується цей показник?

3. Охарактеризуйте суть матричного методу, за допомогою якого можна здійснити вибір оптимальної схеми розміщення обладнання на території цеху або виробничої дільниці.

4. Зробіть порівняльний аналіз понять «шахова відомість переміщення деталей», «шахова матриця вантажів», «шахова матриця відстаней».

5. Яким чином, маючи матриці вантажів та відстаней, можна розрахувати величину вантажного обороту для визначення оптимальної схеми розміщення обладнання на території цеху або виробничої дільниці?

# 5

## ТЕОРЕТИЧНЕ і ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Розрахунок тривалості технологічного циклу простого виробничого процесу»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання з основ організації простого технологічного процесу та розвинути практичні навички з розрахунку його тривалості залежно від виду руху предметів праці у виробництві.

#### 5.1 Теоретична частина

*Простим виробничим процесом* називається такий процес, за якого технологічні та інші операції послідовно здійснюються над одним або партією предметів праці, внаслідок чого виготовляється встановлений обсяг певної продукції. Основними характеристиками простого виробничого процесу є тривалість виробничого циклу, тривалість технологічного циклу та тривалість операційного циклу.

*Тривалість виробничого циклу* – календарний відрізок часу від початку до закінчення процесу виготовлення того чи іншого виду продукції. Протягом цього календарного періоду продукція проходить усі стадії обробки і перетворюється на завершений продукт.

Тривалість виробничого циклу необхідно знати для визначення потреби підприємства в матеріалах, трудових ресурсах, оборотних коштах тощо. Типову структуру виробничого циклу наведено на рис. 5.1.

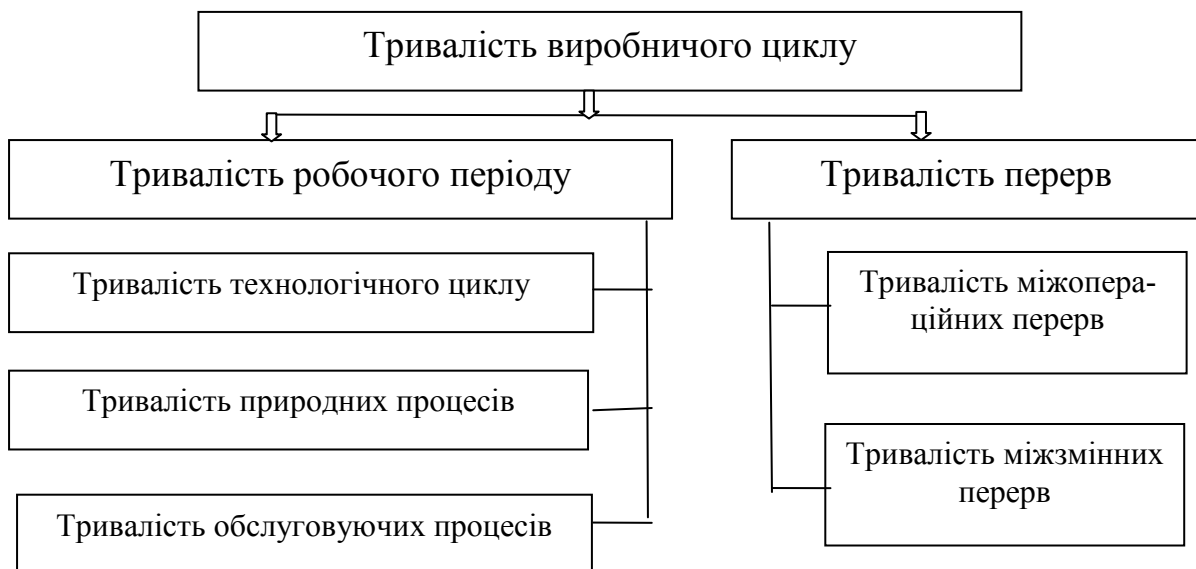


Рисунок 5.1– Структура тривалостей виробничого циклу

Тривалість виробничого циклу  $T_{ц}$  структурно можна визначити за формулою:

$$T_{ц} = T_{т} + T_{пр} + T_{обс} + T_{пер}, \quad (5.1)$$

де  $T_{т}$  – тривалість технологічного циклу, одиниць часу;

$T_{пр}$  – тривалість збігання природних процесів, одиниць часу;

$T_{обс}$  – тривалість обслуговуючих процесів, одиниць часу;

$T_{пер}$  – час перерв, одиниць часу.

У випадку, коли *не враховується* можливість перекриття часу перерв та часу збігання природних процесів іншими технологічними та обслуговуючими операціями, тривалість виробничого циклу  $T_{ц}$  (в календарних днях) виготовлення продукції можна розрахувати за формулою:

$$T_{ц} = \frac{T_{т} + (m - 1) \cdot T_{мо} + (m_{ц} - 1) \cdot T_{мц} \cdot K + \frac{T_{пр}}{24}}{T_{зм} \cdot m_{зм} \cdot 60}, \quad (5.2)$$

де  $T_{т}$  – тривалість технологічного циклу, хв;

$m$  – кількість технологічних операцій, шт.;

$T_{мо}$  – середня тривалість міжопераційних перерв (пролежування), хв;

$m_{ц}$  – кількість цехів або інших структурних підрозділів, шт.;

$T_{мц}$  – середня тривалість міжцехового пролежування продукції, хв;

$T_{зм}$  – тривалість зміни, годин;

$m_{зм}$  – число змін;

$K$  – коефіцієнт перерахунку робочих днів в календарні:

$$K = \frac{365(366)}{D_p}; \quad (5.3)$$

$D_p$  – кількість робочих днів в заданому році;

$1/60$  – коефіцієнт перерахунку хвилин в години;

$T_{пр}$  – тривалість збігання природних процесів, годин;

$1/24$  – коефіцієнт перерахунку годин в календарні дні.

Основною складовою частиною виробничого циклу є *технологічний цикл*, який являє собою сукупність технологічних операцій з виготовлення певної партії предметів праці. Технологічний цикл, зі свого боку, складається із низки операційних циклів. *Операційний цикл* – це час виконання *i*-ої технологічної операції над певною партією предметів праці.

Тривалість технологічного циклу *не є арифметичною сумою* тривалостей операційних циклів, а залежить від способу передачі предметів праці з одного робочого місця на інше або від так званого *руху предметів праці в виробництві*.

Існують послідовний, послідовно-паралельний (або змішаний) та паралельний види руху предметів праці в виробництві.

За *послідовного виду руху* предметів праці в виробництві вся партія виробів, які обробляється, передається з попередньої операції на наступну тільки після повного завершення обробки всіх предметів праці на попередній операції. Такий вид руху предметів праці простий в плануванні, але тривалий за часом та потребує додаткових площ для складування деталей. Цей вид руху предметів праці характерний для одиничного типу виробни-

цтва. Графік послідовного виду руху для 4-х предметів праці ( $n = 4$ ) та 5-ти операцій ( $m = 5$ ) наведено на рис. 5.2.

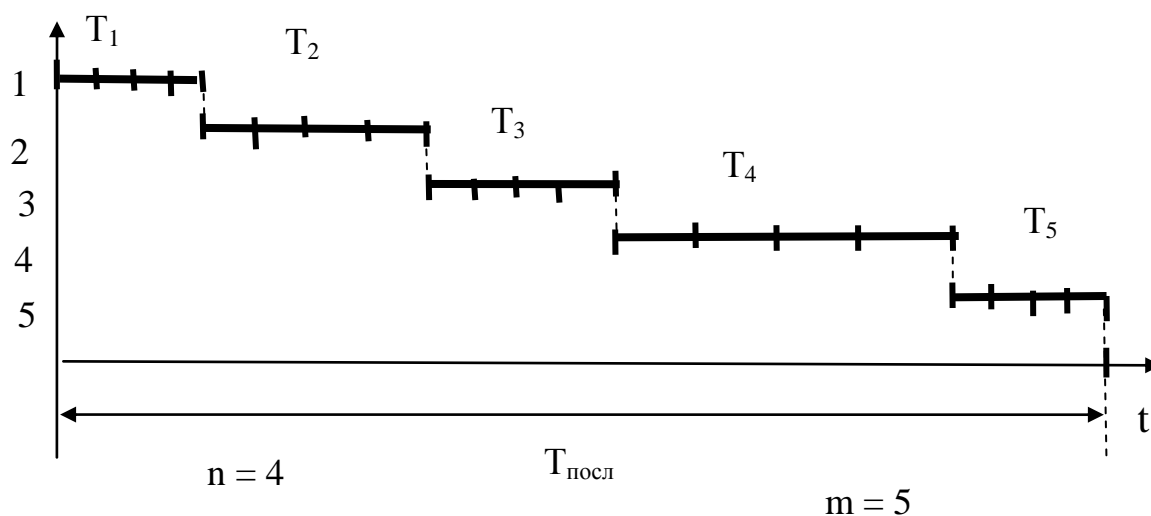


Рисунок 5.2 – Послідовний вид руху предметів праці у виробництві

Тривалість технологічного циклу  $T_{\text{посл}}$  у разі послідовного виду руху предметів праці в виробництві розраховується за формулою:

$$T_{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_i}, \quad (5.4)$$

де  $n$  – величина партії предметів праці, шт.;

$m$  – число операцій;

$t_i$  – тривалість виконання  $i$ -ої технологічної операції, хв.;

$C_i$  – кількість робочих місць на  $i$ -ій технологічній операції.

За *послідовно-паралельного (або змішаного) виду руху* предметів праці в виробництві відбувається часткове перекриття часу виконання суміжних операцій таким чином, що обробка партії предметів праці на наступній операції починається ще до закінчення обробки всієї партії предметів праці на попередній операції.

Під час організації цього виду руху предметів праці дотримуються двох основних правил. По-перше, скорочення тривалості технологічного циклу має бути максимальним, а по-друге, виконання технологічних операцій на кожному робочому місці має бути безперервним.

Послідовно-паралельний (змішаний) вид руху предметів праці скорочує тривалість технологічного циклу виготовлення партії предметів праці, але є більш складним для планування та реалізації. Цей вид руху є характерним для серійного типу виробництва.

Графік послідовно-паралельного (змішаного) виду руху для 4-х предметів праці ( $n = 4$ ) та 5-ти технологічних операцій ( $m = 5$ ) у разі поштучної

передачі предметів праці з одного робочого місця на інше наведено на рис. 5.3.

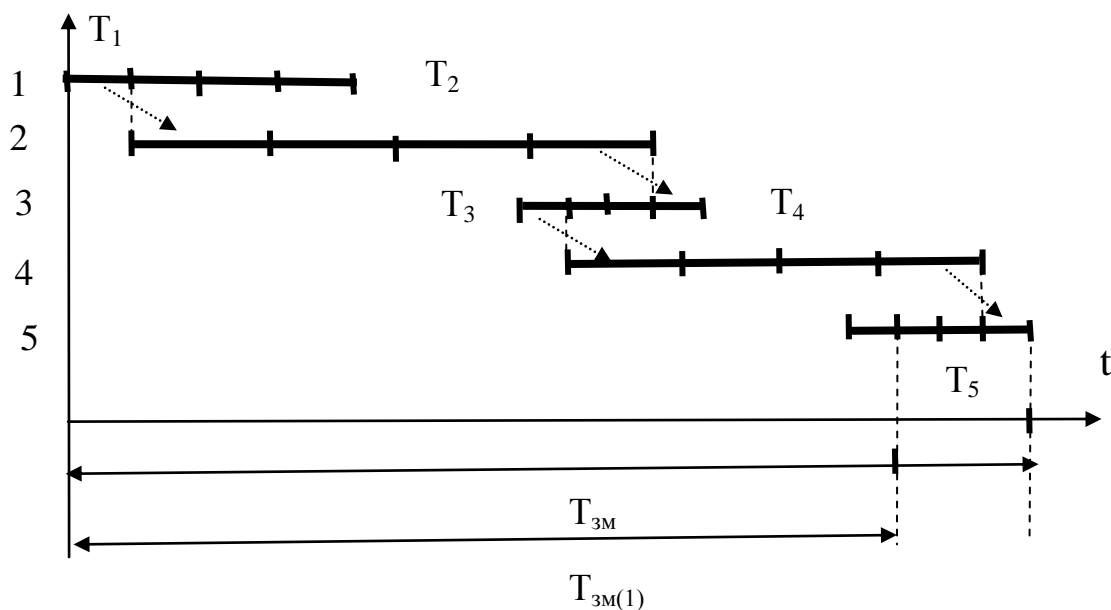


Рисунок 5.3 – Змішаний вид руху предметів праці у виробництві

Під час побудови графіка руху предметів праці за послідовно-паралельного (змішаного) виду руху предметів праці в виробництві потрібно дотримуватись таких правил:

а) якщо *наступна операція триваліша за попередню*, то передача предметів праці відбувається одразу після закінчення обробки першого предмету праці на попередній операції. В цьому випадку графік обробки предметів праці будується праворуч від точки передачі;

б) якщо *наступна операція коротша за попередню*, то спочатку з кінця відрізка, що визначає тривалість обробки партії предметів праці на попередній операції, опускається перпендикуляр. Далі праворуч відкладають тривалість обробки одного предмета праці на наступній операції, а ліворуч – тривалість обробки всіх інших предметів праці, що залишились, на цій самій операції.

Тривалість технологічного циклу  $T_{3M}$  за послідовно-паралельного (або змішаного) виду руху предметів праці розраховується за формулою:

$$T_{3M} = n \sum_1^m \frac{t_i}{C_i} - (n - p) \sum_1^{m-1} \left( \frac{t_i}{C_i} \right)_K, \quad (5.5)$$

де  $p$  – величина транспортної (або передаточної) партії предметів праці, шт.;

$\sum_1^{m-1} \left( \frac{t_i}{C_i} \right)_K$  – сума найбільш коротких операцій із кожної пари суміжних, хв.

Досить часто за використання послідовно-паралельного (змішаного) руху предметів праці в виробництві потрібно знати, через який час буде виготовлена перша транспортна партія.

Час виготовлення *першої транспортної партії предметів праці* за послідовно-паралельного (змішаного) виду руху предметів праці в виробництві  $T_{зм(1)}$  можна розрахувати за формулою:

$$T_{зм(1)} = T_{зм} - (n - p) \cdot t_{ост}, \quad (5.6)$$

де  $t_{ост}$  – тривалість технологічної операції, яка виконується на останньому робочому місці, хв.

За *паралельного виду* руху предметів праці в виробництві окремі предмети праці (або окремі транспортні партії) передаються з попередньої операції на наступну одразу після закінчення обробки на попередній операції незалежно від всіх інших предметів праці. В цьому випадку повністю завантажуються обладнання тільки на найбільш трудомісткій операції, а всі інші операції виконуються з перервами.

Паралельний вид руху предметів праці у виробництві найбільше скорочує тривалість технологічного циклу виготовлення певної партії предметів праці, але потребує наявності паралельних робочих місць. Цей вид руху характерний для масового типу виробництва.

Під час побудови графіка руху предметів праці у виробництві за паралельного виду передачі потрібно дотримуватись таких правил:

а) спочатку будують графік обробки одного предмета праці (або однієї транспортної партії предметів праці) на всіх операціях, починаючи від першої і закінчуючи останньою. Як результат – отримують графік, який має вигляд сходинки;

б) визначають найбільш трудомістку (найтривалішу) технологічну операцію;

в) для найбільш трудомісткої (найтривалішої) технологічної операції праворуч безперервно відкладають тривалість обробки всіх інших предметів праці (або всіх інших транспортних партій);

г) через точки, які характеризують час закінчення обробки кожного із предметів праці (кожної із транспортної партії предметів праці) на найбільш трудомісткій (найтривалішій) технологічній операції, будують решту графіків-сходинок, паралельних тому, який був побудований в пункті «а».

Графік паралельного виду руху предметів праці у виробництві для 4-х предметів праці ( $n = 4$ ) та 5-ти технологічних операцій ( $m = 5$ ) за поштучної передачі предметів праці з одного робочого місця на інше наведено на рис. 5.4.

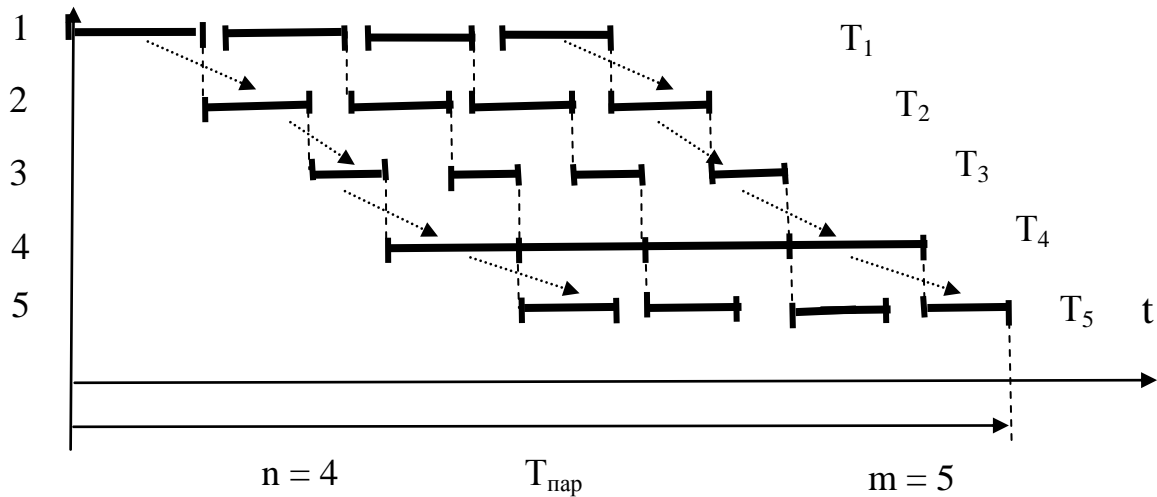


Рисунок 5.4 – Паралельний вид руху предметів праці у виробництві

Тривалість технологічного циклу  $T_{\text{пар}}$  за паралельного виду руху предметів праці в виробництві розраховується за формулою:

$$T_{\text{пар}} = p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_i} + (n - p) \left( \frac{t_i}{C_i} \right)_{\Gamma}, \quad (5.7)$$

де  $\left( \frac{t_i}{C_i} \right)_{\Gamma}$  – тривалість найбільш трудомісткої (головної) операції, хв.

Паралельний вид руху характеризується найкоротшою тривалістю технологічного циклу. Разом з цим, паралельний вид руху предметів праці має суттєвий недолік: всі технологічні операції, за винятком найтривалішої, виконуються з перервами, що може викликати простій обладнання. Винятком є тільки один випадок, за якого тривалості окремих операцій або рівні між собою, або кратні будь-якому цілому числу. Така ситуація характерна для потокового виробництва.

## 5.2 Практичне завдання для самостійного виконання

В таблиці 5.1 наведено дані варіантів технологічних процесів обробки партії виробів у певному цеху певного підприємства.

Таблиця 5.1 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Партія виробів n, шт.	Транспортна партія p, шт.	Норми часу на операціях, хв m=6						Число робочих місць на операціях					
			t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	300	30	10	8	6	4	3	2	1	1	1	2	1	1
2	400	50	8	5	3	7	6	1	2	1	3	1	1	1
3	500	50	9	8	4	7	2	9	3	1	1	1	1	3

Продовження таблиці 5.1

Варіант	Партія виробів $n$ , шт.	Транспортна партія $p$ , шт.	Норми часу на операціях, хв $m=6$						Число робочих місць на операціях					
			$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	600	60	8	5	3	2	7	8	2	1	1	1	1	2
5	650	50	7	5	3	9	4	3	1	1	3	3	2	1
6	350	70	1	2	4	7	4	9	1	1	1	1	2	3
7	200	20	3	4	1	6	3	9	1	2	1	2	3	1
8	750	50	5	6	3	8	2	1	1	2	1	2	1	1
9	400	80	7	4	2	4	9	6	1	1	2	2	1	1
10	900	100	5	8	3	9	4	1	1	4	1	3	1	1
11	700	70	4	7	5	1	3	5	1	1	1	1	3	1
12	450	90	4	5	2	8	1	4	1	1	1	2	1	1
13	600	100	5	3	8	6	1	3	1	3	1	1	1	1
14	300	30	7	6	5	3	9	7	1	2	1	1	3	1
15	800	160	4	5	9	2	2	1	2	1	3	1	1	1
16	400	80	4	6	2	9	7	5	1	2	1	1	1	1
17	500	100	6	3	5	8	9	1	3	1	1	1	3	1
18	200	40	3	7	4	1	1	9	1	1	1	1	1	3
19	250	50	4	5	7	2	1	8	1	1	1	1	1	2
20	350	70	5	8	3	1	9	5	1	4	1	1	1	1
21	420	60	4	1	1	8	4	3	1	1	1	1	2	1
22	560	70	3	4	8	5	5	2	3	1	2	1	1	1
23	360	90	4	5	8	2	5	5	2	1	2	1	1	1
24	720	80	6	4	2	9	6	2	3	1	1	3	1	1
25	980	140	1	3	8	2	9	1	1	1	4	2	3	1
26	420	70	2	2	2	3	1	1	2	2	1	3	1	1
27	220	44	1	2	9	9	9	4	1	1	3	3	3	2
28	560	80	1	1	10	2	6	7	1	1	1	2	2	1
29	280	40	1	2	3	4	5	6	1	1	3	2	1	2
30	640	80	6	6	7	8	1	1	3	3	1	2	1	1

Керуючись даними таблиці 5.1, потрібно:

1. Для певного варіанта завдання розрахувати тривалість операційного циклу обробки партії деталей на кожній із операцій.
2. Розрахувати тривалість технологічного циклу обробки партії предметів праці за послідовного, послідовно-паралельного (змішаного) та паралельного видів руху предметів праці в виробництві. Зробити порівняння та висновки.
3. Розрахувати час виготовлення першої партії виробів для послідовно-паралельного (змішаного) видів руху предметів праці в виробництві.
4. Побудувати графіки виготовлення партії виробів за послідовного, послідовно-паралельного (змішаного) та паралельного видів руху предметів праці у виробництві.
5. Зробити висновки.

### 5.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення понять: «простий виробничий процес», «виробничий цикл», «партія виробів».
2. Охарактеризуйте суть, складові та структуру виробничого циклу.
3. Зробіть порівняльний аналіз понять «виробничий цикл» та «технологічний цикл».
4. Наведіть структурну формулу, за якою можна визначити тривалість виробничого циклу. Поясніть суть цієї формули.
5. За якою формулою можна розрахувати тривалість виробничого циклу (в календарних днях) виготовлення партії предметів праці? За яких обставин можна користуватись цією формулою?
6. Як можна розрахувати тривалість операційного циклу (або час обробки партії предметів праці) на певній технологічній операції?
7. Охарактеризуйте суть послідовного, послідовно-паралельного (змішаного) та паралельного видів руху предметів праці у виробництві. Зробіть їх порівняльну характеристику. Наведіть переваги та недоліки кожного із цих видів.
8. Дайте розгорнуту характеристику послідовного виду руху предметів праці у виробництві. Як можна розрахувати тривалість виробничого циклу для цього виду руху предметів праці?
9. Дайте розгорнуту характеристику послідовно-паралельного (змішаного) виду руху предметів праці у виробництві. Як можна розрахувати тривалість виробничого циклу для цього виду руху предметів праці?
10. Якими правилами потрібно користуватись, щоб запровадити послідовно-паралельний (змішаний) вид руху предметів праці у виробництві?
11. Якими правилами потрібно користуватись, щоб побудувати графік послідовно-паралельного (змішаного) виду руху предметів праці у виробництві?
12. В яких випадках виникає потреба визначити час виготовлення першої (другої тощо) партії предметів праці у разі використання послідовно-паралельного (змішаного) виду руху предметів праці у виробництві?
13. Самостійно виведіть формули, за якими можна розрахувати час виготовлення другої та наступних партій предметів праці у випадку застосування послідовно-паралельного (змішаного) виду руху предметів праці у виробництві.
14. Дайте розгорнуту характеристику паралельного виду руху предметів праці у виробництві. Як можна розрахувати тривалість виробничого циклу для цього виду руху предметів праці?
15. Якими правилами потрібно користуватись, щоб побудувати графік паралельного виду руху предметів праці у виробництві?

## 5.4 Задачі для самостійного розв'язування

1. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Норми часу на операціях становлять:  $t_1 = 6$  хв,  $t_2 = 4$  хв,  $t_3 = 8$  хв,  $t_4 = 10$  хв. На третій операції встановлено 2 робочих місця. Величина партії виробів, що обробляються, дорівнює 100 шт., величина передаточної (або транспортної) партії становить 20 шт.

Визначити, як зміниться тривалість технологічного циклу, якщо паралельний вид руху виробів замінити послідовно-паралельним.

2. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Норми часу на операціях:  $t_1 = 8$  хв,  $t_2 = 6$  хв,  $t_3 = 10$  хв,  $t_4 = 12$  хв. На четвертій операції встановлено 3 робочих місця. Величина партії виробів, що обробляються, становить 80 шт., величина передаточної (або транспортної) партії 20 шт.

Визначити, як зміниться тривалість технологічного циклу, якщо послідовно-паралельний (змішаний) вид руху виробів замінити паралельним.

3. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Норми часу на операціях:  $t_1 = 8$  хв,  $t_2 = 6$  хв,  $t_3 = 10$  хв,  $t_4 = 12$  хв. На четвертій операції знаходиться 3 робочих місця. Величина партії виробів, що обробляються, становить 80 шт., величина передаточної (транспортної) партії 20 шт. Вид руху виробів у виробництві – послідовно-паралельний (змішаний). Треба скоротити тривалість технологічного циклу виготовлення партії виробів на 160 хвилин.

Як це зробити, не змінюючи тривалості технологічних операцій та кількості обладнання?

4. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Норми часу на операціях:  $t_1 = 10$  хв,  $t_2 = 8$  хв,  $t_3 = 12$  хв,  $t_4 = 16$  хв. На четвертій операції встановлено 4 робочих місця. Величина партії виробів, що обробляються, становить 60 шт., величина передаточної (транспортної) партії 20 шт. Вид руху виробів в виробництві – паралельний. Треба скоротити тривалість технологічного циклу виготовлення партії виробів на 110 хвилин.

Як це зробити, не змінюючи тривалості технологічних операцій та кількості обладнання?

5. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Норми часу на операціях:  $t_1 = 8$  хв,  $t_2 = 6$  хв,  $t_3 = 10$  хв,  $t_4 = 12$  хв. На четвертій операції встановлено 3 робочих місця. Величина партії виробів, що обробляються, становить 120 шт., величина транспортної (передаточної) партії 30 шт. Вид руху виробів в виробництві – послідовно-паралельний (змішаний).

Підрахувати, як зміниться тривалість технологічного циклу виготовлення виробу, якщо на другій операції додатково поставити ще одне робоче місце.

6. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Норми часу на операціях:  $t_1 = 6$  хв,  $t_2 = 3$  хв,  $t_3 = 12$  хв,  $t_4 = 10$  хв. На третій операції встановлено 3 робочих місця. Величина партії виробів, що обробляються, становить 200 шт., величина передаточної (транспортної) партії 40 шт. Вид руху виробів в виробництві – послідовно-паралельний (змішаний).

Визначити, через який час після початку обробки всієї партії виробів буде повністю готова перша передаточна (транспортна) партія виробів.

7. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Норми часу на операціях:  $t_1 = 6$  хв,  $t_2 = 3$  хв,  $t_3 = 12$  хв,  $t_4 = 10$  хв. На третій операції встановлено 3 робочих місця, а на четвертій – 2 робочих місця. Величина партії виробів, що обробляються, дорівнює 100 шт., величина передаточної (транспортної) партії становить 25 шт. Вид руху виробів у виробництві – послідовно-паралельний (змішаний).

Визначити, через який час після початку обробки всієї партії виробів будуть повністю готові друга та третя передаточні партії виробів.

8. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 3-х операцій з тривалістю технологічних операцій відповідно:  $t_1=12$  хв,  $t_2=8$  хв,  $t_3=16$  хв. На кожній операції встановлено по 4 робочих місця. Вид руху виробів – паралельний. Величина партії виробів, що проходять обробку, становить 20 шт., а величина передаточної партії – 5 шт.

Визначити, як зміниться тривалість технологічного циклу виготовлення партії виробів, якщо з другої операції забрати 2 робочих місця.

9. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Вид руху – послідовно-паралельний (змішаний). На кожній операції встановлено по одному робочому місцю. Величина партії виробів – 12 шт., передаточна партія – 4 вироби. Тривалість технологічного циклу дорівнює 100 хв. Четверта операція коротша за третю.

Визначити тривалість четвертої операції, якщо норми часу виконання операцій такі:  $t_1=4$  хв,  $t_2=3$  хв,  $t_3=5$  хв.

10. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Вид руху – послідовно-паралельний (змішаний). На кожній операції встановлено по одному робочому місцю. Величина партії виробів дорівнює 12 шт., передаточна партія – 4 вироби. Тривалість технологічного циклу становить 128 хв. Четверта операція триваліша за третю.

Визначити тривалість четвертої операції, якщо норми часу виконання операцій такі:  $t_1=4$  хв,  $t_2=3$  хв,  $t_3=5$  хв.

11. Обробляється партія виробів. Вид руху – послідовно-паралельний (змішаний). За зменшення величини передаточної партії в два рази тривалість технологічного циклу скоротиться на 100 хв.

Визначити, якою була величина передаточної (транспортної) партії виробів, якщо сума коротких операцій із кожної пари суміжних дорівнює 50 хв.

12. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Вид руху – послідовно-паралельний (змішаний). На кожній операції встановлено по одному робочому місцю. Величина партії виробів дорівнює 10 шт., передаточна партія – 2 вироби. Тривалість технологічного циклу – 76 хв. Перша технологічна операція триваліша за другу.

Визначити, якою була тривалість першої операції, якщо норми часу виконання операцій такі:  $t_2=3$  хв,  $t_3=5$  хв,  $t_4=2$  хв.

13. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Вид руху – послідовно-паралельний (змішаний). На кожній технологічній операції встановлено по два робочих місця. Величина партії виробів – 20 шт., передаточна партія – 4 вироби. Тривалість технологічного циклу – 176 хв. Друга операція коротша за першу та третю.

Визначити, якою була тривалість другої операції, якщо норми часу виконання операцій такі:  $t_1=8$  хв,  $t_3=10$  хв,  $t_4=4$  хв.

14. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Вид руху – послідовно-паралельний (змішаний). На кожній технологічній операції встановлено по одному робочому місцю. Величина партії виробів – 12 шт., передаточна партія – 2 вироби. Тривалість технологічного циклу дорівнює 88 хв. Третя технологічна операція триваліша за другу та четверту.

Визначити, якою була тривалість третьої операції, якщо норми часу виконання операцій такі:  $t_1=4$  хв,  $t_2=3$  хв,  $t_4=2$  хв.

15. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х технологічних операцій. Вид руху – паралельний. На кожній технологічній операції встановлено по одному робочому місцю. Тривалість виконання операцій:  $t_1=4$  хв,  $t_2=3$  хв,  $t_3=4$  хв,  $t_4=5$  хв. Величина партії виробів дорівнює 30 шт., передаточна партія – 10 шт. Паралельний вид руху виробів у виробництві замінили послідовно-паралельним (змішаним).

Визначити, якою має бути в цьому випадку величина передаточної партії виробів, щоб тривалість технологічного циклу не змінилась.

16. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Вид руху – послідовно-паралельний (змішаний). На кожній технологічній операції встановлено по одному робочому місцю. Тривалість

виконання операцій:  $t_1=3$  хв,  $t_2=2$  хв,  $t_3=8$  хв,  $t_4=1$  хв. Величина партії виробів 40 шт., передаточна партія – 10 виробів. Послідовно-паралельний (змішаний) вид руху виробів замінили паралельним.

Визначити, якою має бути в цьому випадку величина передаточної партії, щоб тривалість технологічного циклу не змінилась.

17. Обробляється партія виробів. Вид руху – послідовно-паралельний (змішаний). За збільшення величини передаточної (транспортної) партії виробів в 2 рази тривалість технологічного циклу збільшилась на 300 хв.

Визначити, якою була величина передаточної партії виробів, якщо сума коротких операцій із кожної пари суміжних дорівнює 75 хв.

18. Обробляється партія деталей. Вид руху – паралельний. У разі збільшення величини партії деталей в 2 рази тривалість технологічного циклу збільшилась на 2000 хв.

Визначити, якою була величина партії деталей, якщо тривалість найбільш трудомісткої (найтривалішої) операції дорівнює 20 хв.

19. Технологічний процес обробки виробу складається з 4-х операцій:  $t_1=4$  хв,  $t_2=3$  хв,  $t_3=5$  хв,  $t_4=2$  хв. Вид руху виробів – послідовно-паралельний (змішаний). На кожній технологічній операції встановлено по одному робочому місцю. Величина партії виробів в 10 раз більша за величину передаточної партії. Тривалість технологічного циклу виготовлення партії виробів дорівнює 680 хв.

Визначити величину партії виробів та величину передаточної (транспортної) партії.

20. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій:  $t_1=6$  хв,  $t_2=3$  хв,  $t_3=5$  хв,  $t_4=1$  хв. Вид руху виробів – паралельний. На кожній технологічній операції встановлено по одному робочому місцю. Величина партії виробів в 6 раз більша за величину передаточної партії. Тривалість технологічного циклу виготовлення партії виробів дорівнює 900 хв.

Визначити величину партії виробів та величину передаточної (транспортної) партії.

21. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій. Норми часу на операціях:  $t_1 = 8$  хв,  $t_2 = 6$  хв,  $t_3 = 10$  хв,  $t_4 = 12$  хв. На четвертій операції встановлено 3 робочих місця. Величина партії виробів, що обробляються, становить 100 шт., величина транспортної (передаточної) партії 20 шт. Вид руху виробів у виробництві – послідовно-паралельний (змішаний).

Розрахувати як зміниться тривалість технологічного циклу виготовлення партії виробів, якщо першу та другу операції поміняти місцями.

22. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 5-ти технологічних операцій. Тривалість виконання кожної із операцій:  $t_1=3$  хв,  $t_2 = 4$  хв,  $t_3 = 8$  хв,  $t_4 = 5$  хв,  $t_5 = 2$  хв. На кожній операції встановлено по одному робочому місцю. Величина партії виробів, що обробляються, становить 100 шт., величина транспортної (передаточної) партії 20 шт. Вид руху виробів у виробництві – паралельний.

Є технічна змога об'єднати четверту та п'яту операції в одну або третю та четверту технологічні операції в одну без зміни тривалості кожної із цих операцій.

Розрахувати, за якого варіанта об'єднання технологічних операцій тривалість технологічного циклу виготовлення виробів буде найменшою.

### 3.5 Відповіді на задачі

1. Збільшиться на 160 хв.
2. Зменшиться на 120 хв.
3. Зменшити транспортну партію на 10 шт.
4. Зменшити транспортну партію на 5 шт.
5. Збільшиться на 180 хв.
6. 1400 хв.
7. 800 хв; 925 хв.
8. Збільшиться на 10 хв.
9. 1 хв.
10. 6 хв.
11. 4 шт.
12. 4 хв.
13. 2 хв.
14. 5 хв.
15. 8 шт.
16. 15 шт.
17. 4 шт.
18. 100 шт.
19. 100 шт. та 10 шт.
20. 120 шт. та 20 шт.
21. Зменшиться на 160 хв.
22. 1080 хв; 1080 хв; 1480 хв.

# 6

## ТЕОРЕТИЧНЕ і ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Розрахунок тривалості технологічного циклу складного виробничого процесу»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання з основ організації складного виробничого процесу у часі, розвинути практичні навички з розрахунку його тривалості та побудови циклових графіків в умовах одиничного виробництва.

#### 6.1 Теоретична частина

*Складним виробничим процесом* називається сукупність узгоджених між собою та в часі простих виробничих процесів.

В умовах *одиничного типу виробництва* тривалість технологічного циклу складного виробничого процесу визначається шляхом побудови *циклового графіка* виготовлення конкретного виробу: машини, агрегату, механізму тощо.

Цикловий графік будується на основі *схеми складання виробу* з урахуванням номерів операцій, на які подаються окремі деталі та вузли для подальшої обробки або складання (рис. 6.1).

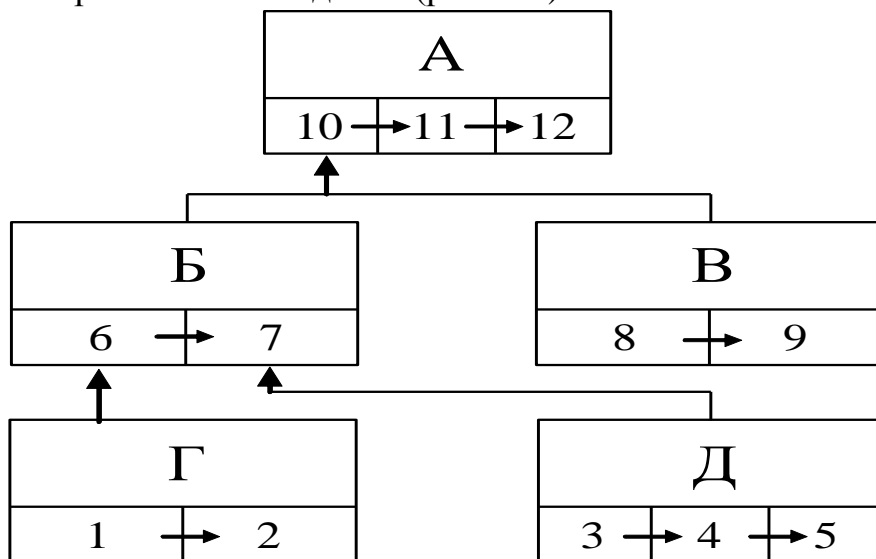


Рисунок 6.1 – Схема складання виробу (машини): (деталь «Г» подається на 6-у технологічну операцію, деталь «Д» – на 7-му, вузли «Б» та «В» – на 10-у технологічну операцію)

Аналізуючи схему складання виробу «А», яку наведено на рис. 6.1, можна зазначити, що виробництво деталі «Г» складається з двох технологічних операцій: першої та другої. Після цього готова деталь «Г» подається на шосту технологічну операцію (для складання вузла «Б»). Виробництво деталі «Д» складається з третьої, четвертої та п'ятої технологічних опера-



Після побудови циклового графіка визначають тривалість  $T_{ц\ max}$  технологічного циклу складного процесу. Тривалість технологічного циклу складного процесу визначається як сума тривалостей технологічних циклів простих процесів, які утворюють найтриваліший взаємопов'язаний ланцюжок простих процесів, починаючи від крайньої лівої точки і закінчуючи точкою «0» циклового графіка.

Для нашого прикладу тривалість технологічного циклу  $T_{ц\ max}$  складного процесу буде визначатись ланцюжком відрізків часу, який утворюють технологічні операції  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 12$ .

Далі розраховують коефіцієнт паралельності складного процесу.

*Коефіцієнт паралельності*  $K_{пар}$  складного процесу показує скільки в середньому одночасно відбувається простих технологічних процесів, внаслідок яких здійснюється виготовлення виробу. Чим більше значення коефіцієнта паралельності, тим ширше «фронт» робіт, тим більше задіяно паралельних робочих місць, на яких ведеться робота з виготовлення виробу.

*Коефіцієнт паралельності*  $K_{пар}$  складного процесу розраховується за формулою:

$$K_{пар} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{ци}}{T_{ц\ max}}, \quad (6.1)$$

де  $T_{ци}$  – тривалість технологічного циклу  $i$ -го простого процесу, одиниць часу;

$T_{ц\ max}$  – тривалість технологічного циклу складного процесу, одиниць часу;

$m$  – число простих технологічних процесів.

## 6.2 Завдання для самостійного виконання

В *одиночному виробництві* виготовляється машина, до якої входять окремі вузли, підвузли та деталі. В таблицях 6.1 та 6.2 наведені дані щодо тривалості технологічних циклів простих процесів, із яких складається виготовлення машини, а також шифри деталей «Д», підвузлів «ПВ» та вузлів «В», які утворюють машину «М».

Таблиця 6.1 – Початкові дані для виконання завдання (варіанти 1...15)

Вузол, деталь	Тривалість простих процесів (в календарних днях) за варіантами														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
М	5	8	3	9	8	4	6	5	2	7	6	9	8	7	8
В <sub>1</sub>	6	4	5	3	2	7	6	8	4	5	3	8	6	7	3
В <sub>2</sub>	5	4	2	1	4	3	5	3	4	2	6	5	7	3	4
В <sub>3</sub>	4	7	8	6	4	8	9	6	7	4	5	2	3	4	5
В <sub>4</sub>	3	6	5	7	4	5	3	5	4	2	3	1	4	2	3
ПВ <sub>1-1</sub>	0	4	6	5	6	3	5	8	6	2	4	5	0	6	3

Продовження таблиці 6.1

<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПВ <sub>1-2</sub>	2	0	6	3	8	7	3	6	9	7	5	3	1	0	1
ПВ <sub>1-3</sub>	4	3	0	3	3	2	5	3	5	7	2	5	6	1	0
ПВ <sub>2-1</sub>	5	4	3	0	5	6	3	1	6	3	4	6	7	8	9
ПВ <sub>2-2</sub>	6	7	4	8	0	5	6	2	7	4	7	4	2	2	7
ПВ <sub>2-3</sub>	7	8	5	7	5	0	4	6	1	4	6	5	7	9	6
ПВ <sub>3-1</sub>	8	9	8	6	7	5	0	3	7	4	5	2	5	7	8
ПВ <sub>3-2</sub>	3	4	7	5	6	1	4	0	7	8	3	8	4	5	7
ПВ <sub>3-3</sub>	4	3	9	7	8	3	3	7	0	3	5	6	7	8	9
ПВ <sub>4-1</sub>	5	6	7	6	7	7	5	6	7	0	3	4	5	6	7
ПВ <sub>4-2</sub>	6	7	6	5	9	6	3	7	6	4	0	7	5	6	7
ПВ <sub>4-3</sub>	7	8	5	9	8	8	3	6	5	3	4	0	3	5	6
Д <sub>1-1-1</sub>	0	5	1	8	5	4	3	5	6	8	9	7	0	4	5
Д <sub>1-1-2</sub>	0	4	2	7	4	4	5	6	7	6	5	4	0	3	4
Д <sub>1-2-1</sub>	4	0	1	6	6	5	4	5	6	7	6	5	6	0	3
Д <sub>1-2-2</sub>	6	0	2	5	5	6	4	5	6	7	8	7	6	0	4
Д <sub>1-3-1</sub>	5	6	0	4	3	7	3	4	5	6	5	6	7	8	0
Д <sub>1-3-2</sub>	4	6	0	4	3	6	2	3	5	4	6	5	7	6	0
Д <sub>2-1-1</sub>	2	3	4	0	4	5	6	8	7	9	8	6	5	7	6
Д <sub>2-1-2</sub>	3	4	5	0	4	5	6	7	8	6	7	8	6	5	3
Д <sub>2-2-1</sub>	4	7	6	2	0	5	6	7	3	7	6	5	3	8	9
Д <sub>2-2-2</sub>	2	4	5	5	0	4	5	6	2	4	5	6	2	7	8
Д <sub>2-3-1</sub>	3	5	7	5	7	0	2	3	4	7	6	5	8	9	7
Д <sub>2-3-2</sub>	4	5	6	7	3	0	2	4	6	8	7	9	8	6	3
Д <sub>3-1-1</sub>	4	5	6	2	5	4	0	4	5	6	7	8	9	8	7
Д <sub>3-1-2</sub>	6	3	5	6	2	5	0	3	6	5	4	8	7	5	3
Д <sub>3-2-1</sub>	3	4	6	5	7	9	8	0	4	7	6	5	8	7	6
Д <sub>3-2-2</sub>	3	5	4	6	5	7	6	0	3	4	6	5	7	6	8
Д <sub>3-3-1</sub>	3	4	5	7	6	8	7	3	0	3	4	6	5	7	6
Д <sub>3-3-2</sub>	3	5	4	5	6	7	6	4	0	3	5	4	6	5	7
Д <sub>4-1-1</sub>	3	5	4	7	6	8	7	9	4	0	2	3	4	5	6
Д <sub>4-1-2</sub>	3	5	4	6	5	8	7	6	9	0	2	3	4	5	6
Д <sub>4-2-1</sub>	4	5	6	3	5	6	7	8	9	7	0	4	6	5	7
Д <sub>4-2-2</sub>	4	2	5	6	5	4	3	6	5	7	0	3	4	5	6
Д <sub>4-3-1</sub>	4	5	6	7	6	4	5	2	5	5	4	0	6	5	4
Д <sub>4-3-2</sub>	7	6	5	6	3	4	5	4	5	6	5	0	6	6	5

Таблиця 6.2– Початкові дані для виконання завдання (варіанти 16...30)

Вузол, деталь	Тривалість простих процесів (в днях) за варіантами														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
М	14	16	15	12	17	16	19	18	17	8	6	5	9	8	6
В <sub>1</sub>	8	7	6	9	8	7	6	5	3	4	12	4	3	2	5
В <sub>2</sub>	5	5	8	4	7	6	9	7	6	4	4	2	3	5	4
В <sub>3</sub>	8	9	6	7	4	5	2	3	4	5	4	3	7	8	6
В <sub>4</sub>	9	7	5	5	4	8	1	7	4	3	4	3	2	1	6
ПВ <sub>1-1</sub>	6	6	8	4	8	4	6	0	6	3	6	7	2	7	3
ПВ <sub>1-2</sub>	4	8	6	10	14	13	11	8	0	8	3	7	8	9	4
ПВ <sub>1-3</sub>	12	15	13	5	7	12	15	6	11	0	7	3	6	3	2
ПВ <sub>2-1</sub>	8	10	11	8	5	7	12	9	8	9	0	4	3	6	7
ПВ <sub>2-2</sub>	8	6	6	7	3	7	9	7	5	3	8	0	4	4	6
ПВ <sub>2-3</sub>	0	7	5	11	14	6	15	17	9	16	7	4	0	2	4
ПВ <sub>3-1</sub>	15	0	9	8	9	10	12	11	5	8	8	9	7	0	4
ПВ <sub>3-2</sub>	10	14	0	17	8	13	8	14	15	17	8	6	4	3	0
ПВ <sub>3-3</sub>	13	17	5	0	9	8	6	12	8	9	5	6	3	5	6

Продовження таблиці 6.2

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПВ <sub>4-1</sub>	8	6	7	8	0	6	8	7	9	10	3	4	5	6	7
ПВ <sub>4-2</sub>	4	5	8	7	5	0	4	9	10	7	8	9	8	5	3
ПВ <sub>4-3</sub>	8	10	9	5	8	7	0	6	9	12	7	8	9	2	6
Д <sub>1-1-1</sub>	8	6	8	8	8	9	5	0	9	11	6	7	8	9	7
Д <sub>1-1-2</sub>	9	8	5	7	9	10	12	0	11	9	5	6	7	8	9
Д <sub>1-2-1</sub>	9	7	8	6	4	5	5	10	0	9	4	5	6	7	8
Д <sub>1-2-2</sub>	16	4	15	6	7	8	17	6	0	14	5	6	4	5	6
Д <sub>1-3-1</sub>	8	7	4	7	10	5	3	13	5	0	4	5	6	5	4
Д <sub>1-3-2</sub>	6	12	13	5	4	6	15	7	6	0	4	7	6	5	4
Д <sub>2-1-1</sub>	15	6	8	17	9	8	6	15	7	16	0	3	4	5	3
Д <sub>2-1-2</sub>	15	6	6	8	5	7	7	6	15	13	0	2	4	7	5
Д <sub>2-2-1</sub>	15	6	7	13	7	6	15	13	8	9	13	0	2	5	7
Д <sub>2-2-2</sub>	14	5	6	12	14	5	6	12	7	8	9	0	2	4	5
Д <sub>2-3-1</sub>	0	12	3	4	17	6	15	8	9	17	4	6	0	1	3
Д <sub>2-3-2</sub>	0	12	4	6	18	7	9	18	6	13	7	4	0	3	7
Д <sub>3-1-1</sub>	14	0	14	5	9	7	8	9	8	17	6	5	4	0	1
Д <sub>3-1-2</sub>	15	0	11	6	7	4	8	7	15	13	2	1	5	0	6
Д <sub>3-2-1</sub>	9	8	0	14	7	6	15	8	17	16	9	8	7	6	0
Д <sub>3-2-2</sub>	7	6	0	13	14	6	5	17	6	8	7	3	5	5	0
Д <sub>3-3-1</sub>	18	7	13	0	13	4	8	5	17	16	8	7	6	4	5
Д <sub>3-3-2</sub>	17	6	14	0	11	5	7	6	15	17	6	8	9	7	5
Д <sub>4-1-1</sub>	5	7	9	8	0	12	3	14	5	16	7	5	4	3	6
Д <sub>4-1-2</sub>	8	6	6	9	0	20	13	4	5	5	5	7	6	4	6
Д <sub>4-2-1</sub>	16	7	8	9	17	0	4	6	15	7	4	3	8	9	6
Д <sub>4-2-2</sub>	4	13	16	15	7	0	13	4	5	9	7	6	5	6	5
Д <sub>4-3-1</sub>	14	5	12	5	15	4	0	16	5	14	6	7	8	9	6
Д <sub>4-3-2</sub>	4	15	4	15	6	15	0	6	6	5	6	7	3	2	9

*Примітка.* Під час виконання завдання потрібно враховувати, що система адресування деталей, підвузлів та вузлів, а також тривалість їх виготовлення має такі позначення: «М» – тривалість складання машини, днів; «В<sub>*i*</sub>» – тривалість виготовлення *i*-го вузла, який входить до складу машини, днів; «ПВ<sub>*i-j*</sub>» – тривалість виготовлення підвузла *j*, який входить до складу вузла «В<sub>*i*</sub>», днів; «Д<sub>*i-j-z*</sub>» – тривалість виготовлення деталі *z*, яка входить до підвузла «ПВ<sub>*i-j*</sub>», днів; «0» – означає, що ця деталь або підвузол не виготовляються.

Керуючись даними таблиць 6.1 або 6.2, потрібно:

1. Для заданого варіанта завдання нарисувати схему складання машини.
2. Побудувати цикловий графік складання машини.
3. Визначити тривалість складного процесу виготовлення машини.
4. Розрахувати коефіцієнт паралельності складного процесу.
5. Зробити висновки.

### 6.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення поняття «складний виробничий процес». Як визначається тривалість складного виробничого процесу в умовах одиничного виробництва?
2. Як здійснюється побудова циклового графіка?
3. Що означає і як розраховується коефіцієнт паралельності складного процесу?

## 6.4 Задачі для самостійного розв'язування

1. Загальна тривалість всіх технологічних циклів простих процесів, які утворюють складний процес, становить 1000 годин. Коефіцієнт паралельності складного процесу – 4.

Внаслідок застосування технічних удосконалень вдалося скоротити тривалість простих процесів, що лежали на найтривалішому ланцюжку і визначали тривалість всього технологічного процесу, на 25 годин. На цю ж величину була скорочена загальна тривалість складного процесу.

Розрахувати, яким стане і на скільки зміниться коефіцієнт паралельності складного процесу.

2. Загальна тривалість всіх технологічних циклів простих процесів, які утворюють складний процес, становить 2000 годин. Коефіцієнт паралельності складного процесу – 5.

Внаслідок застосування технічних удосконалень вдалося скоротити тривалість простих процесів, що лежали на найтривалішому ланцюжку і визначали тривалість всього технологічного процесу, на 250 годин. Водночас на 100 годин була скорочена загальна тривалість складного процесу.

Розрахувати, яким стане і на скільки зміниться коефіцієнт паралельності складного процесу.

3. Загальна тривалість всіх технологічних циклів простих процесів, які утворюють складний процес, складає 3000 годин. Коефіцієнт паралельності складного процесу – 5.

Внаслідок застосування технічних удосконалень вдалося скоротити тривалість простих процесів, що лежали на найтривалішому ланцюжку і визначали тривалість складного процесу. Окрім цього на цю саму величину була скорочена тривалість всього складного процесу, а коефіцієнт паралельності зріс до 6.

Розрахувати, на скільки годин була скорочена тривалість складного технологічного процесу.

4. Тривалість складного виробничого процесу становить 800 годин. Коефіцієнт паралельності – 3.

Внаслідок застосування технічних удосконалень вдалося скоротити тривалість простих процесів, що лежали на найтривалішому ланцюжку і визначали тривалість складного процесу. Як результат – на цю саму величину була скорочена тривалість всього складного процесу, а коефіцієнт паралельності зріс до 3,5.

Розрахувати, на скільки годин була скорочена тривалість складного технологічного процесу.

5. Загальна тривалість всіх технологічних циклів простих процесів, які утворюють складний процес, становить 1000 годин. Коефіцієнт паралельності складного процесу – 4.

З метою покращення якості виробу на найтривалішому ланцюжку простих процесів, який визначав тривалість всього технологічного процесу, було додатково впроваджено два простих процеси загальною тривалістю 200 годин. На цю саму величину була збільшена загальна тривалість складного процесу.

Розрахувати, яким стане і на скільки зміниться коефіцієнт паралельності складного процесу.

6. Загальна тривалість всіх технологічних циклів простих процесів, які утворюють складний процес, становить 2000 годин. Коефіцієнт паралельності складного процесу – 5.

З метою покращення якості виробу було додатково впроваджено два простих процеси загальною тривалістю 200 годин. Водночас на 100 годин була збільшена загальна тривалість складного процесу.

Розрахувати, яким стане і на скільки зміниться коефіцієнт паралельності складного процесу.

7. Загальна тривалість всіх технологічних циклів простих процесів, які утворюють складний процес, становить 3000 годин. Коефіцієнт паралельності складного процесу – 5.

З метою покращення якості виробу на найтривалішому ланцюжку простих процесів, який визначав тривалість всього технологічного процесу, було додатково впроваджено два простих процеси. Це збільшило загальну тривалість складного процесу на тривалість запроваджених простих процесів, а коефіцієнт паралельності зріс до 6.

Розрахувати, на скільки годин збільшилась тривалість складного технологічного процесу.

## **6.5 Відповіді на задачі**

1. 4,33; збільшиться на 0,33.
2. 5,83; збільшиться на 0,83.
3. Зменшиться на 120 годин.
4. Зменшиться на 160 годин.
5. 2,66; зменшиться на 1,34.
6. 4,0; зменшиться на 1,0.
7. Збільшиться на 200 годин.

# 7

## ТЕОРЕТИЧНЕ і ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Розрахунок основних параметрів безперервно-потоккових ліній»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання з основ організації потокового виробництва, розвинути практичні навички з розрахунку основних параметрів безперервно-потоккових ліній.

#### 7.1 Теоретична частина

*Потокове виробництво* – це така форма організації виробництва, коли досягається ритмічне повторення узгоджених у часі основних і допоміжних операцій, які виконуються на спеціалізованих робочих місцях, розташованих безпосередньо одне біля одного за ходом технологічного процесу. Первинною ланкою потокового виробництва є *потокова лінія*. Потокова лінія являє собою предметно-замкнуту ділянку, призначену для виробництва закінчених видів продукції.

Нині на підприємствах працюють різноманітні потокові лінії, які можна згрупувати за такими ознаками (рис. 7.1).

Ознаки	Види потоккових ліній			
Ступінь спеціалізації	Однопредметні		Багатопредметні	
Ступінь безперервності	Прямо- токові	Безперервно-потоккові		Прямо- токові
Спосіб підтримки ритму		Регламен- тований	Вільний	
Засіб транспортування предметів праці	Конвеєри		Підйомні механізми, транспортери тощо	
Характер руху конвеєра	Безперервний		Пульсуючий	
Місце виконання технологічних операцій	На конвеєрі		На стаціонарних робочих місцях	

Рисунок 7.1 – Класифікація потоккових ліній

Значне місце серед потоккових ліній займають безперервно-потоккові лінії. В основі проектування та побудови безперервно-потоккових ліній лежить їх синхронізація.

*Синхронізація* потокової лінії – це узгодження тривалостей всіх операцій між собою. Умова досягнення синхронізації:

$$\frac{t_1}{C_1} = \frac{t_2}{C_2} = \frac{t_3}{C_3} = \dots = \frac{t_i}{C_i} = \Gamma, \quad (7.1)$$

де  $t_i$  – тривалість виконання  $i$ -ої технологічної операції, хв;

$C_i$  – кількість робочих місць на  $i$ -ій операції;

$\Gamma$  – такт потокової лінії, хв.

Синхронізація поточкових ліній здійснюється в два етапи і передбачає *попередню та остаточну синхронізацію*.

*Попередня* синхронізація проводиться на стадії проектування поточної лінії. Здійснюється добором обладнання з відносно однаковою продуктивністю, розчленуванням і поєднанням операцій та їх окремих частин у такий спосіб, щоб забезпечити однакову тривалість виконання всіх операцій та рівномірне завантаження робітників.

Під час проведення попередньої синхронізації тривалість кожної технологічної операції має бути *приблизно* кратна певному *цілому числу*. Допускаються відхилення тривалостей операцій від певного цілого числа на 10...15%.

Приклад проведення синхронізації безперервно-поточної лінії наведено на рис. 7.2.

Існуючі операції, номери	I		II			III			IV	V		VI	
Тривалість операцій, хв	1,7		1,8			2,5			1,3	1,1		1,6	
Технологічні переходи, номери	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тривалість переходів, хв	1	0,7	0,4	0,4	1	0,5	1,1	0,9	1,3	0,7	0,4	0,8	0,8
Нові операції, номери	I	II		III			IV		V		VI		
Тривалість нових операцій, хв	1	1,1		1,9			2		2		2		

Рисунок 7.2 – Синхронізація поточної лінії

*Остаточна синхронізація* – проводиться під час налагодження поточної лінії шляхом запровадження засобів малої механізації, застосування додаткових форм матеріального стимулювання робітників, підвищення їх кваліфікації тощо. Остаточна синхронізація допускає відхилення тривалостей операцій відносно певного цілого числа не більше, ніж на 1...3%.

Розрахунок безперервно-поточкових ліній передбачає визначення таких основних параметрів: такту, ритму, кількості робочих місць та їх завантаження, швидкості руху конвеєра та інших.

*Такт поточної лінії* – це відрізок часу, через який з поточної лінії сходять один готовий предмет праці (виріб). Такт поточної лінії  $T$  (в хвилинах) розраховується за формулою:

$$\Gamma = \frac{F_d}{N} = \frac{(D_k - D_b) \cdot m_{zm} \cdot (T_z - T_p)}{N}, \quad (7.2)$$

де  $F_d$  – дійсний фонд часу роботи потокової лінії за плановий період, хв.;

$N$  – випуск виробів з потокової лінії за плановий період, шт.;

$D_k$  – число календарних днів в плановому періоді;

$D_b$  – число вихідних та святкових днів в плановому періоді;

$m_{zm}$  – число змін роботи потокової лінії за добу;

$T_z$  – тривалість зміни, хв.;

$T_p$  – тривалість регламентованих перерв за одну зміну, хв.

*Примітка.* Регламентовані перерви являють собою зупинку в роботі потокової лінії з метою надати робітникам можливість відпочити та виконати природні потреби. Ці перерви вносяться до робочого часу і підлягають оплаті.

Якщо технологічний процес виготовлення виробів передбачає планові втрати від можливості появи бракованої продукції, то *такт потокової лінії*  $\Gamma$  розраховується за формулою:

$$\Gamma = \frac{F_d}{N_3} = \frac{(D_k - D_b) \cdot m_{zm} \cdot (T_z - T_p) \cdot (100 - \alpha)}{N_b \cdot 100}, \quad (7.3)$$

де  $N_3$  – програма запуску виробів на поточкову лінію, шт.;

$$N_3 = \frac{N_b \cdot 100}{100 - \alpha},$$

$\alpha$  – планові технологічні втрати або брак, %.

Якщо вироби на поточної лінії виготовляються партіями, то визначають ритм потокової лінії.

*Ритм потокової лінії*  $R$  розраховується за формулою:

$$R = \Gamma \cdot p, \quad (7.4)$$

де  $\Gamma$  – такт потокової лінії, хв.;

$p$  – величина транспортної (передаточної) партії виробів, шт.

*Розрахункова кількість робочих місць*  $C_i$  на кожній технологічній операції потокової лінії розраховується за формулою:

$$C_i = \frac{t_i}{\Gamma}, \quad (7.5)$$

де  $t_i$  – тривалість  $i$ -ої технологічної операції, хв.;

$\Gamma$  – такт потокової лінії, хв.

*Прийнята кількість робочих місць*  $C_{п}$  на кожній технологічній операції потокової лінії визначається шляхом округлення розрахункової кількості робочих місць до найближчого цілого числа.

Коефіцієнт завантаження  $K_3$  кожного робочого місця потокової лінії розраховується за формулою:

$$K_3 = \frac{C_i}{C_{\Pi}}. \quad (7.6)$$

Безперервно-потокова лінія вважається правильно побудованою, якщо коефіцієнт завантаження  $K_3$  коливається в межах  $0,97 \dots 1,03$ .

Загальна кількість робочих місць  $C_{\Pi}$  на потоковій лінії розраховується за формулою:

$$C_{\Pi} = \sum_1^m C_{\text{прі}}, \quad (7.7)$$

де  $m$  – число технологічних операцій.

Коефіцієнт серійності  $K_c$  потокової лінії розраховується за формулою:

$$K_c = \frac{m}{C_{\Pi}}, \quad (7.8)$$

де  $m$  – число технологічних операцій, шт.;

$C_{\Pi}$  – загальна кількість робочих місць на потоковій лінії, шт.

У випадку, коли кожна технологічна операція виконується на потоковій лінії на одному робочому місці, коефіцієнт серійності досягає свого максимального значення  $K_c=1$ . Це означає, що тривалості всіх технологічних операцій на потоковій лінії абсолютно рівні між собою.

Якщо певні технологічні операції виконуються на декількох робочих місцях, коефіцієнт серійності буде меншим за 1. Це означає, що тривалості технологічних операцій будуть мати певну кратність між собою.

Швидкість руху конвеєра  $V$  потокової лінії розраховується за формулою:

$$V = \frac{L_0}{\Gamma}, \quad \text{м/хв}, \quad (7.9)$$

де  $L_0$  – крок конвеєра, тобто відстань між осями двох суміжних виробів, які знаходяться на конвеєрі, м (рис. 7.3).

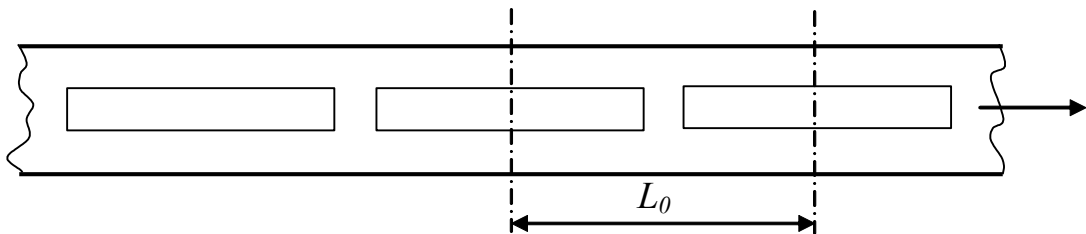


Рисунок 7.3 – Визначення кроку конвеєра потокової лінії

Тривалість технологічного циклу  $T_{\Pi}$  виготовлення виробу на безперервно-потоковій лінії розраховується за формулою:

$$T_{ц} = \Gamma \cdot C_{л}. \quad (7.10)$$

*Розрахунок напрацювань на потоковій лінії здійснюється для кожного виду напрацювань окремо, а потім підраховується їх загальна величина.*

*Технологічні напрацювання – це сукупність виробів, які знаходяться на робочих місцях потокової лінії в стадії обробки в будь-який момент часу. Технологічні напрацювання  $Z_T$  розраховуються за формулою:*

$$Z_T = p \cdot C_{л}, \quad (7.11)$$

де  $p$  – величина транспортної (передаточної партії), шт.

*Транспортні напрацювання – це сукупність предметів праці (виробів), які перебувають в будь-який момент часу в процесі транспортування з однієї технологічної операції на іншу. Транспортні напрацювання  $Z_{тр}$  розраховуються за формулою:*

$$Z_{тр} = p \cdot (C_{л} - 1). \quad (7.12)$$

*Резервні напрацювання – це сукупність предметів праці (виробів, які складаються на нестабільних операціях). Резервні напрацювання мають забезпечити безперервний рух конвеєра за відхилень від заданого такту обробки предметів праці (виробів) на нестабільних операціях. Резервні напрацювання  $Z_p$  розраховуються за формулою:*

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^m t_{пер(i)}}{\Gamma}, \quad (7.13)$$

де  $t_{пер(i)}$  – середня тривалість перерв в роботі одного робітника на  $i$ -ій операції через відсутність предметів праці, хв;

$m$  – число технологічних операцій, шт.;

$\Gamma$  – такт потокової лінії, хв.

Величину резервних напрацювань  $Z_p$  можна розрахувати також як (4...5)% від змінного завдання випуску виробів з потокової лінії.

Величина загальних напрацювань на потоковій лінії  $Z_{заг}$  розраховується за формулою:

$$Z_{заг} = Z_T + Z_{тр} + Z_p. \quad (7.14)$$

Величина незавершеного виробництва  $N$  на потоковій лінії розраховується за формулою:

$$H = \frac{Z_{\text{заг}} \cdot \left( \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{2} + t_{\text{поп}} \right)}{60} \text{ нормо-годин,} \quad (7.15)$$

де  $t_i$  – тривалість  $i$ -ої технологічної операції, хв;

$t_{\text{поп}}$  – витрати часу на виготовлення одного предмету праці (виробу) в усіх попередніх цехах та підрозділах підприємства, хв.;

$1/2$  – коефіцієнт, який враховує середній ступінь готовності предмета праці (виробу), що його виготовляють на потоковій лінії.

Для окремих видів безперервно-потоккових ліній розраховують додаткові параметри, які визначаються специфікою роботи цих ліній.

## 7.2 Завдання для самостійного виконання

Перед виробничою дільницею, де встановлена безперервно-потокова лінія, стоїть завдання виготовити за місяць певну кількість виробів. Тривалість технологічних операцій, режим роботи лінії, виробниче завдання та інші початкові дані наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Число змін	Тривалість зміни, хв	Регламентовані перерви за зміну, хв	Випуск виробів за місяць, шт.	Послідовність існуючих технологічних операцій та їх тривалість, хв.	Крок конвеєра, м
1	2	3	4	5	6	7
1	2	480	20	3680	3, 2, 10, 15, 1, 1, 3, 5, 7, 8, 12, 8, 5	1,2
2	3	480	30	3000	9, 27, 4, 5, 30, 6, 8, 10, 9, 15, 3, 45	1,5
3	1	480	20	2300	4, 20, 1, 3, 7, 9, 5, 3, 16, 8, 11, 1, 4	1,4
4	3	480	30	9000	3, 11, 1, 6, 17, 1, 3, 2, 1, 12, 7, 5, 3	1,6
5	3	480	20	4600	6, 9, 3, 12, 23, 1, 17, 1, 6, 24, 29, 1, 6	1,1
6	1	480	30	1800	5, 17, 3, 10, 21, 4, 15, 1, 1, 8, 13, 2, 5	1,7
7	2	480	40	2200	8, 15, 1, 55, 1, 8, 16, 31, 1, 14, 2, 8, 8	1,6
8	3	480	30	2700	10, 19, 1, 26, 14, 20, 45, 5, 27, 3, 10,	1,2
9	1	480	20	4600	2, 7, 1, 5, 3, 4, 8, 9, 1, 12, 1, 1, 2, 4	1,5
10	3	480	40	3300	8, 24, 1, 1, 6, 16, 31, 9, 16, 18, 6, 8	1,1
11	2	480	30	3000	6, 15, 3, 12, 24, 1, 1, 4, 12, 28, 2, 12,	1,3
12	1	480	20	1150	8, 16, 1, 7, 44, 4, 56, 16, 21, 3, 16, 8	1,4
13	1	480	20	1314	7, 16, 5, 14, 3, 4, 23, 5, 14, 21, 34, 1,	1,9
14	3	480	30	5400	5, 7, 3, 15, 20, 1, 1, 3, 5, 34, 1, 20, 15	1,2
15	2	480	40	4400	4, 8, 7, 1, 16, 19, 5, 8, 16, 23, 1, 8, 4	1,6
16	3	480	30	2250	12, 24, 35, 13, 12, 7, 5, 59, 1, 12, 11, 1	1,8
17	2	480	20	1314	14, 42, 18, 10, 60, 10, 28, 7, 5 2, 14, 56	2,0
18	1	480	30	900	10, 21, 9, 35, 15, 6, 14, 10, 50, 56, 4,	2,1

Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
19	3	480	40	3771	7, 21, 1, 1, 12, 28, 13, 15, 35, 20, 1, 14	1,9
20	2	480	50	1911	9, 27, 5, 4, 17, 1, 43, 2, 36, 12, 6, 9, 9	2,5
21	1	480	40	1760	5, 12, 18, 25, 33, 2, 15, 2, 3, 10, 11, 14	1,9
22	1	480	30	600	15, 31, 14, 66, 9, 1, 2, 12, 30, 44, 1, 60	1,4
23	3	480	20	2123	13, 26, 40, 12, 39, 7, 6, 64, 1, 13, 65,	2,0
24	2	480	30	1285	14, 30, 12, 28, 8, 6, 56, 67, 1, 2, 14, 28	2,1
25	3	480	40	3771	7, 1, 6, 35, 28, 30, 12, 15, 6, 28, 3, 4	2,5
26	2	480	40	2514	7, 55, 1, 12, 16, 14, 35, 14, 5, 9, 21, 7	1,5
27	1	480	50	1433	6, 18, 19, 11, 12, 2, 4, 40, 2, 12, 18, 6	3,0
28	2	480	30	1800	10, 56, 14, 30, 45, 5, 12, 28, 20, 40, 60	2,4
29	3	480	20	9200	3, 6, 9, 12, 15, 21, 1, 1, 4, 10, 2, 17, 1	2,3
30	2	480	30	3600	5, 11, 4, 24, 1, 40, 1, 1, 8, 13, 2, 17, 3	3,2

Керуючись даними таблиці 7.1, потрібно:

1. Розрахувати такт потокової лінії, враховуючи, що лінія працює протягом місяця 20 робочих днів.

2. Здійснити синхронізацію потокової лінії. Для цього об'єднати технологічні операції так, щоб їх тривалість дорівнювала або такту потокової лінії, або була кратна цьому такту.

*Примітка.* Технологічні операції можна об'єднувати, але не можна переставляти місцями.

3. Підрахувати розрахункову кількість робочих місць на кожній операції.

4. Прийняти відповідну кількість робочих місць на кожній операції та розрахувати коефіцієнти їх завантаження.

5. Розрахувати загальну кількість робочих місць на безперервно-потоковій лінії.

6. Підрахувати коефіцієнт серійності безперервно-потокової лінії.

7. Розрахувати швидкість руху конвеєра, враховуючи, що безперервно-потокова лінія оснащена конвеєром безперервної дії.

8. Розрахувати тривалість технологічного циклу виготовлення виробу на безперервно-потоковій лінії.

9. Розрахувати всі види напрацювань на потоковій лінії та їх загальну величину. Під час розрахунків вважати, що величина передаточної партії виробів дорівнює 1.

10. Зробити висновки.

### 7.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення поняття «потокове виробництво». Що є первинною ланкою потокового виробництва?

2. Наведіть основні ознаки, за якими здійснюється класифікація поточкових ліній.

3. Назвіть основні види поточкових ліній.

4. Дайте характеристику поточкових ліній залежно від ступеня спеціалізації, від ступеня безперервності, від способу підтримку ритму, від місця виконання технологічних операцій. Де застосовуються ці лінії?
5. Що означає і для чого здійснюється синхронізація поточної лінії? Наведіть математичну умову синхронізації.
6. Охарактеризуйте суть та мету основних етапів здійснення синхронізації поточкових ліній.
7. Зробіть порівняльний аналіз попередньої та остаточної синхронізації поточкових ліній.
8. Дайте означення поняття «такт поточної лінії». Як він розраховується у випадку відсутності та наявності на поточковій лінії технологічних втрат (браку)?
9. Що означає та як розраховується ритм поточної лінії? В яких випадках він визначається?
10. Як визначається розрахункова та прийнята кількість робочих місць на кожній технологічній операції поточної лінії?
11. Як розраховується загальна кількість робочих місць на поточковій лінії?
12. Як розраховуються коефіцієнти завантаження робочих місць на поточковій лінії? Поясніть, для чого робляться ці розрахунки.
13. Як розраховується і що означає коефіцієнт серійності поточної лінії? Яку максимальну величину він може мати? В якому випадку це може статися?
14. Як розраховується швидкість руху конвеєра? Поясніть різницю в розрахунках. Як ви вважаєте, чи є обмеження в величині швидкості руху конвеєра?
15. Дайте означення поняття «крок конвеєра». Як він визначається?
16. Як розраховується тривалість технологічного циклу виготовлення виробу на безперервно-поточковій лінії? Що означає ця тривалість?
17. Які напрацювання створюються на безперервно-поточковій лінії? Назвіть основні види цих напрацювань.
18. Як розраховуються технологічні напрацювання на безперервно-поточковій лінії? Яка суть цих напрацювань?
19. Як розраховуються транспортні напрацювання на безперервно-поточковій лінії? Яка суть цих напрацювань?
20. Як розраховуються резервні напрацювання на безперервно-поточковій лінії? Яка суть цих напрацювань?
21. Як розраховуються загальні напрацювання на безперервно-поточковій лінії?
22. Як розраховується величина незавершеного виробництва, яка має місце на безперервно-поточкових лініях? Яку інформацію потрібно знати, щоб розрахувати величину незавершеного виробництва?

# 8

## ТЕОРЕТИЧНЕ І ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Розрахунок безперервно-потоккових ліній з робочим та розподільчим конвеєром»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання з основ організації безперервно-потоккових ліній з робочим і з розподільчим конвеєрами та розвинути практичні навички з розрахунку їхніх основних параметрів.

#### 8.1 Теоретична частина

Для окремих видів безперервно-потоккових ліній розраховують додаткові параметри, які визначаються специфікою роботи цих ліній.

Так, для *безперервно-потоккових ліній з робочим конвеєром* додатково розраховують *робочі зони, довжину замкнутої стрічки транспортера та площу конвеєра*.

Схематичний план безперервно-потоккової лінії з робочим конвеєром із зазначенням робочих зон, наведений на рис. 8.1.

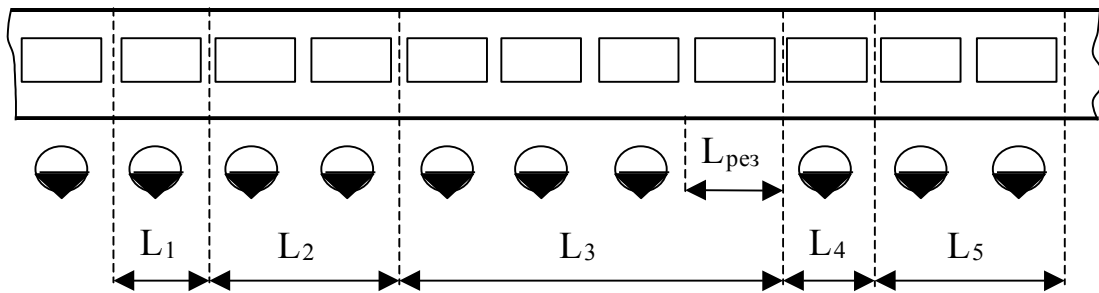


Рисунок 8.1 – Схема безперервно-потоккової лінії з робочим конвеєром та нанесеними робочими зонами

*Робочу зону  $L_i$*  кожної операції безперервно-потоккової лінії з робочим конвеєром розраховують за формулою:

$$L_i = L_o \cdot [C_{п(i)} + \Delta_{(j)}], \quad (8.1)$$

де  $L_o$  – крок конвеєра, м.;

$C_{п(i)}$  – число прийнятих робочих місць на  $i$ -ій операції;

$\Delta_{(j)}$  – число додаткових робочих місць на операції, якщо вона є нестабільною. Для стабільних операцій  $\Delta = 0$ .

*Резервну робочу зону  $L_{рез}$* , яка створюється на нестабільних операціях, розраховують за формулою:

$$L_{рез} = L_o \cdot \frac{t_{max} - \Gamma}{\Gamma} = L_o \cdot \Delta_{(j)}, \quad (8.2)$$

де  $t_{max}$  – максимальна тривалість нестабільної операції, хв;

$\Delta_{(j)} = 1, 2, 3, \dots$  або інше ціле число, яке характеризує ступінь нестабільності цієї технологічної операції;

$\Gamma$  – такт потокової лінії, хв.

Довжину робочої частини конвеєра  $L_k$  безперервно-потокової лінії розраховують за формулою:

а) за розміщення робочих місць на потоковій лінії з одного боку:

$$L_k = L_o \sum_1^m [C_{п(i)} + \Delta_{(j)}], \quad (8.3)$$

де  $m$  – число технологічних операцій;

б) за розміщення робочих місць на потоковій лінії з двох боків:

$$L_k = \frac{L_o \sum_1^m [C_{п(i)} + \Delta_{(j)}]}{2}. \quad (8.4)$$

Довжину замкнутої стрічки конвеєра  $L_3$  розраховують за формулою:

$$L_3 = 2 \cdot L_k + 2\pi \cdot R_6, \quad (8.5)$$

де  $R_6$  – радіус барабана, що натягує стрічку конвеєра, м.

Величину площі конвеєра  $S$  розраховують за формулою:

$$S = L_k \cdot \text{Ш}, \quad (8.6)$$

де  $\text{Ш}$  – ширина потокової лінії, яка включає ширину конвеєра, а також підходи до конвеєра з обох сторін, м.

Для поточкових ліній з розподільчим конвеєром додатково розраховується період конвеєра. Період конвеєра – це мінімальний комплект знаків різної форми або кольору, які використовуються для розмічування конвеєра шляхом нанесення цих знаків на поверхню стрічки конвеєра.

Наприклад, якщо період конвеєра дорівнює 6-ти, то це означає, що потрібно мати 6 видів різних знаків (цифр, букв, малюнків, фігур тощо), які наносяться послідовно на стрічку конвеєра через відстань, яка дорівнює кроку конвеєра (рис. 8.2).

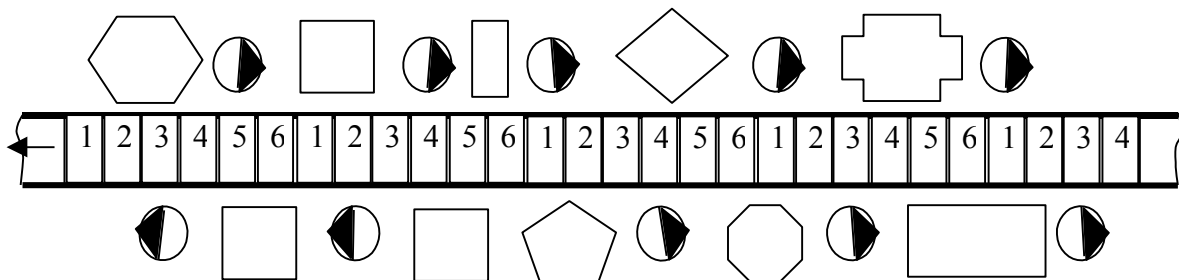


Рисунок 8.2 – Схема безперервно-потокової лінії з розподільчим конвеєром та нанесеними знаками

Період конвеєра  $\Pi$  розраховується як найменше спільне кратне (НСК) із числа робочих місць на кожній технологічній операції:

$$\Pi = \text{НСК}\{C_1, C_2, C_3 \dots C_m\}. \quad (8.7)$$

Наприклад, для випадку, коли на першій технологічній операції встановлено 3 робочих місця, на другій – 2 робочих місця, а на третій – 4 робочих місця, найменше спільне кратне становитиме 12.

Розмічування конвеєра полягає в тому, що конкретні знаки (цифри, фігури, букви) закріплюються за кожним робочим місцем (рис. 8.3).

Номери операцій	Порядкові номери робочих місць	Знаки, які закріплюються за робочими місцями
1	1	1, 4, 7, 10
	2	2, 5, 8, 11
	3	3, 6, 9, 12
2	1	1, 3, 5, 7, 9, 11
	2	2, 4, 6, 8, 10, 12
3	1	1, 5, 9
	2	2, 6, 10
	3	3, 7, 11
	4	4, 8, 12

Рисунок 8.3 – Закріплення знаків на розподільчому конвеєрі

Довжина замкнутої стрічки розподільчого конвеєра  $L_3$  розраховується за формулою:

$$L_3 = L_0 \cdot \Pi \cdot K, \quad (8.8)$$

де  $L_0$  – крок конвеєра, м;

$\Pi$  – період розподільчого конвеєра;

$K$  – число повторів періоду конвеєра на стрічці конвеєра. Визначається конструктивними особливостями потокової лінії і обов'язково є цілим числом.

## 8.2 Завдання для самостійного виконання

Перед виробничою ділянкою, де встановлена безперервно-потокова лінія, стоїть завдання виготовити за місяць певну кількість виробів. Тривалість технологічних операцій, режим роботи лінії, виробниче завдання та інші початкові дані наведено в таблиці 8.1.

Керуючись даними таблиці 8.1, потрібно:

1. Розрахувати такт потокової лінії, враховуючи, що лінія працює протягом місяця 20 робочих днів.

2. Розрахувати кількість робочих місць на кожній технологічній операції.

3. Якщо потокова лінія має *робочий* конвеєр, розрахувати: робочу зону кожної технологічної операції, довжину робочої частини конвеєра, довжину замкнутої стрічки транспортера.

Радіус натяжного барабана взяти в межах (1...1,8) м.

4. Якщо потокова лінія має *розподільчий* конвеєр, розрахувати період конвеєра та зробити його розмічування.

5. Зробити висновки.

Таблиця 8.1 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Число змін	Тривалість зміни, хв	Регламентовані перерви за зміну, хв	Випуск виробів за місяць, шт.	Послідовність існуючих технологічних операцій та їх тривалість, хв	Крок конвеєра, м
1	2	480	20	3680	5, 10, 15, 5, 5, 15, 20, 5	1,2
2	3	480	30	3000	9, 27, 9, 36, 18, 9, 18, 45	1,5
3	1	480	20	2300	4, 20, 4, 16, 8, 16, 8, 12, 4	1,4
4	3	480	30	9000	3, 12, 6, 18, 3, 3, 12, 12, 3	1,6
5	3	480	20	4600	6, 12, 12, 24, 18, 6, 24, 30, 6	1,1
6	1	480	30	1800	5, 20, 10, 25, 15, 10, 15, 5	1,7
7	2	480	40	2200	8, 16, 56, 8, 16, 32, 16, 8, 8	1,6
8	3	480	30	2700	10, 20, 40, 20, 50, 30, 10,	1,2
9	1	480	20	4600	2, 8, 8, 4, 8, 10, 12, 2, 2, 4	1,5
10	3	480	40	3300	8, 24, 8, 16, 40, 16, 24, 8	1,1
11	2	480	30	3000	6, 18, 12, 24, 6, 12, 30, 12,	1,3
12	1	480	20	1150	8, 16, 8, 48, 56, 16, 24, 16, 8	1,4
13	1	480	20	1314	7, 21, 14, 7, 28, 14, 21, 35,	1,9
14	3	480	30	5400	5, 10, 15, 20, 5, 5, 35, 20, 15	1,2
15	2	480	40	4400	4, 8, 8, 16, 24, 8, 16, 24, 8, 4	1,6
16	3	480	30	2250	12, 24, 48, 12, 12, 60, 12, 12	1,8
17	2	480	20	1314	14, 42, 28, 70, 28, 7, 7, 14, 56	2,0
18	1	480	30	900	10, 30, 50, 20, 10, 50, 60	2,1
19	3	480	40	3771	7, 21, 14, 28, 28, 35, 21, 14	1,9
20	2	480	50	1911	9, 27, 9, 18, 45, 36, 18, 9, 9	2,5
21	1	480	40	1760	5, 30, 25, 35, 15, 5, 10, 25	1,9
22	1	480	30	600	15, 45, 75, 15, 30, 45, 60	1,4
23	3	480	20	2123	13, 26, 52, 39, 13, 65, 13, 65,	2,0
24	2	480	30	1285	14, 42, 28, 14, 56, 70, 14, 28	2,1
25	3	480	40	3771	7, 7, 35, 28, 42, 21, 28, 7	2,5
26	2	480	40	2514	7, 56, 28, 14, 35, 14, 14, 21, 7	1,5
27	1	480	50	1433	6, 18, 30, 12, 6, 42, 12, 18, 6	3,0
28	2	480	30	1800	10, 70, 30, 50, 40, 20, 40, 60	2,4
29	3	480	20	9200	3, 6, 9, 12, 15, 21, 6, 12, 18	2,3
30	2	480	30	3600	5, 15, 25, 40, 10, 15, 20	3,2

### 8.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Зробіть порівняльну характеристику безперервно-потоккових ліній з робочим та з розподільчим конвеєром
2. Які додаткові показники розраховуються на безперервно-потоккових лініях з робочим конвеєром?
3. Поясніть, як визначаються і як розраховуються робочі зони на безперервно-потокковій лінії з робочим конвеєром.
4. Поясніть, як визначаються і як розраховуються резервні робочі зони на безперервно-потокковій лінії з робочим конвеєром.
5. Наведіть формули, за якими розраховується довжина робочої частини конвеєра безперервно-потоккової лінії.
6. Як розраховується довжина замкнутої стрічки конвеєра для безперервно-потоккової лінії з робочим конвеєром?
7. Які додаткові показники розраховуються на безперервно-потоккових лініях з розподільчим конвеєром?
8. Що означає і як розраховується період розподільчого конвеєра?
9. Як розмічується розподільчий конвеєр? Мета цього розмічування?
10. Як розраховується довжина замкнутої стрічки конвеєра для безперервно-потоккової лінії з розподільчим конвеєром? Відмінності відносно потоккових ліній з робочим конвеєром.

### 8.4 Задачі для самостійного розв'язування за темами 7 та 8

1. На потокковій лінії безперервної дії здійснюється складання радіоприймачів. Випуск виробів за добу – 1000 шт. Режим роботи потоккової лінії – 2 зміни по 8 годин, регламентовані перерви дорівнюють 30 хв за зміну. Тривалість технологічного циклу складання одного виробу на лінії дорівнює 1,98 години. Крок конвеєра – 1,8 м. Робочі місця розташовані з одного боку конвеєра.

Розрахувати такт потоккової лінії, число робочих місць на лінії та швидкість руху конвеєра.

2. На потокковій лінії безперервної дії за зміну збирається 100 виробів. Конвеєр працює в одну зміну, тривалість зміни 8 годин. Регламентовані перерви – 30 хв за зміну. Довжина виробу, який виготовляється, становить 4 метри, відстань між суміжними виробами, які знаходяться на лінії, дорівнює 1 м. Загальна кількість робочих місць на конвеєрі – 20. Ширина конвеєра – 2 м, підходи з обох боків – по 2 м.

Розрахувати такт потоккової лінії, швидкість руху конвеєра, довжину робочої частини конвеєра, площу конвеєра, тривалість технологічного циклу складання одного виробу на конвеєрі.

3. За добу (2 зміни по 8 годин, регламентовані перерви – 30 хв за зміну) на безперервно-потокковій лінії з розподільчим конвеєром виготовляється 300 виробів. Технологічний процес складається з 5-ти операцій, які мають тривалість:  $t_1 = 18$  хв,  $t_2 = 3$  хв,  $t_3 = 27$  хв,  $t_4 = 12$  хв,  $t_5 = 9$  хв.

Розрахувати такт потокової лінії, число робочих місць на лінії, тривалість технологічного циклу виготовлення виробу, період конвеєра. Зробити розмічування конвеєра.

4. Технологічний процес виготовлення виробу на безперервно-потоковій лінії з робочим конвеєром складається з 4-х операцій. Тривалість операцій:  $t_1 = 3,6$  хв,  $t_2 = 7,2$  хв,  $t_3 = 5,4$  хв,  $t_4 = 9$  хв. За добу (2 зміни по 8 годин, регламентовані перерви дорівнюють 30 хв за зміну) на лінії виготовляється 500 виробів. Крок конвеєра – 1,5 м.

Розрахувати такт потокової лінії, загальне число робочих місць на лінії, тривалість виготовлення одного виробу на потоковій лінії, довжину робочої частини конвеєра, довжину замкнутої стрічки конвеєра. Радіус натяжного барабана дорівнює 1 м.

5. На безперервно-потоковій лінії з розподільчим конвеєром виконується 4 операції. Число робочих місць по операціях:  $C_1 = 3$ ,  $C_2 = 5$ ,  $C_3 = 6$ ,  $C_4 = 8$ . За добу на лінії виготовляється 900 штук виробів, а сама лінія працює в одну зміну, яка триває 480 хв. Регламентовані перерви – 30 хв за зміну.

Розрахувати тривалість технологічного циклу виготовлення одного виробу на потоковій лінії.

6. Тривалість технологічного циклу обробки виробу на безперервно-потоковій лінії становить 60 хв. На лінії розташовано 20 робочих місць. Крок конвеєра дорівнює 1,5 м.

Розрахувати швидкість руху конвеєра.

7. Такт безперервно-потокової лінії з робочим конвеєром дорівнює 1,2 хв. Довжина замкнутої стрічки конвеєра – 206,28 м. Радіус натяжного барабана – 1 м. Крок конвеєра – 2 м.

Розрахувати кількість робочих місць на потоковій лінії та тривалість технологічного циклу виготовлення виробу на цій лінії.

8. Довжина робочої частини конвеєра безперервно-потокової лінії безперервної дії – 100 м. На лінії встановлено 50 робочих місць. Лінія працює в 3 зміни по 8 годин. Регламентовані перерви – 40 хв за зміну. Швидкість руху конвеєра – 2 м/хв.

Розрахувати такт безперервно-потокової лінії та добову програму випуску виробів з цієї лінії.

9. Безперервно-потокова лінія з робочим конвеєром безперервної дії має такі параметри: довжина робочої частини – 90 м, тривалість виготовлення виробу на потоковій лінії – 50 хв, крок конвеєра – 1,8 м. Потокова лінія працює в 2 зміни по 8 годин. Регламентовані перерви – 30 хв за зміну.

Розрахувати такт потокової лінії та кількість виробів, які виготовляються на потоковій лінії за добу.

10. Довжина замкнутої стрічки конвеєра на безперервно-потоковій лінії з робочим конвеєром становить 106,28 м. Радіус натяжного барабана дорівнює 1 м. На потоковій лінії розташовано 25 робочих місць. Всі місця розташовані з одного боку.

Розрахувати крок та швидкість руху конвеєра, якщо такт потокової лінії дорівнює 4 хвилини.

11. Довжина замкнутої стрічки конвеєра на безперервно-потоковій лінії з робочим конвеєром становить 306,28 м. Радіус натяжного барабана – 1 м. На лінії розташовано 50 робочих місць. Швидкість руху конвеєра дорівнює 3 м/хв.

Розрахувати крок конвеєра та такт потокової лінії.

12. Обробка виробу на безперервно-потоковій лінії складається з п'яти операцій. Тривалість перших чотирьох операцій така:  $t_1 = 5$  хв.,  $t_2 = 10$  хв,  $t_3 = 15$  хв,  $t_4 = 20$  хв. За добу на лінії виробляється 180 виробів. Лінія працює в 2 зміни по 8 годин, регламентовані перерви становлять 30 хв за зміну. На потоковій лінії встановлено 11 робочих місць.

Розрахувати тривалість 5-ої технологічної операції.

13. Технологічний процес виготовлення виробу на безперервно-потоковій лінії з робочим конвеєром складається з 4-х операцій. Тривалість операцій:  $t_1 = 3,6$  хв,  $t_2 = 7,2$  хв,  $t_3 = 5,4$  хв,  $t_4 = 9$  хв. За добу (дві зміни по 8 годин, регламентовані перерви – 30 хв за зміну) на лінії виготовляється 500 штук виробів. Вироби передаються з операції на операцію поштучно.

Розрахувати загальну величину напрацювань на цій потоковій лінії, якщо величина резервних напрацювань, які створюються на лінії, визначається як 6% від величини змінного завдання.

14. На безперервно-потоковій лінії з розподільчим конвеєром виконується 4 операції. За добу на лінії виготовляється 900 штук виробів, а сама лінія працює в одну зміну, яка триває 480 хвилин. Регламентовані перерви – 30 хв за зміну. Тривалість технологічного циклу виготовлення виробу – 11 хв. Крок конвеєра – 2 м.

Розрахувати довжину робочої частини конвеєра.

### 8.5 Відповіді на задачі

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1. 0,9 хв; 132 шт.; 2,0 м/хв.                     | 8. 1 хв.; 1320 шт. |
| 2. 4,5 хв; 1,11 м/хв; 100 м;<br>600 кв. м; 90 хв. | 9. 1 хв.; 900 шт.  |
| 3. 3 хв; 23 місця; 69 хв; 36.                     | 10. 2 м; 0,5 м/хв. |
| 4. 1,8 хв; 14 місць; 25,2 хв;<br>21 м; 48,28 м.   | 11. 3 м; 1 хв.     |
| 5. 11 хв.   | 12. 5 хв.          |
| 6. 0,5 м/хв.                                      | 13. 42 шт.         |
| 7. 50 місць; 60 хв.                               | 14. 44 м.          |

# 9

## ТЕОРЕТИЧНЕ і ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Розрахунок основних параметрів прямотокових ліній»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання з основ проектування і побудови прямотокових ліній та розвинути практичні навички з розрахунку їх основних параметрів.

#### 9.1 Теоретична частина

*Прямотокові лінії* – це такі потокові лінії, на яких технологічні операції *не рівні* між собою і *не кратні* ніякому цілому числу. Внаслідок цього безперервність руху виробів по робочих місцях порушується, досягти синхронізації технологічних операцій *за період, який дорівнює такту*, не вдається.

Щоб організувати за таких умов потокове виробництво, потрібно вибрати відрізок часу, що *перевищує такт*, і в цьому відрізку часу *спробувати синхронізувати технологічні операції* не за рахунок вирівнювання їх тривалостей, а за рахунок здійснення *переходів робітників з одних технологічних операцій на інші*.

Відрізок часу, протягом якого таким чином здійснюється синхронізація прямотокової лінії, *називається збільшеним ритмом*.

Тривалість збільшеного ритму може бути будь-яка: одна година, чверть зміни, пів зміни тощо. Чим менша тривалість збільшеного ритму, тим більшою мірою прямотокова лінія буде наближатись до безперервно-потокової. Але робітникам доведеться дуже часто переходити з однієї операції на іншу, що буде знижувати продуктивність їх праці.

Чим тривалішим буде збільшений ритм, тим рідше робітники будуть переходити з одного робочого місця на інше, але водночас збільшуються міжопераційні запаси (напрацювання), що потребує додаткових площ, ускладнює планування роботи потокової лінії та її обслуговування.

Розрахунок прямотокової лінії передбачає здійснення таких робіт:

*1-й крок:* розраховують такт роботи прямотокової лінії.

Такт прямотокової лінії розраховується за формулами, які є аналогічними розрахунку такту безперервно-потокової лінії (див. практичне заняття 7 або 8).

*2-й крок:* вибирають величину збільшеного ритму, в межах якого планується здійснити синхронізацію технологічних процесів. За такий інтервал можна взяти будь-який час: одну годину, 0,25 зміни, 0,5 зміни тощо.

*3-й крок:* розраховують (за формулою 7.5) кількість робочих місць  $C_i$  на кожній операції. Після цього приймають певну кількість робочих місць на кожній операції  $C_{п}$ , проводячи округлення величини  $C_i$  завжди в біль-

ший бік. Далі, за формулою 7.6 розраховують коефіцієнт завантаження кожного робочого місця.

Але ці розрахунки роблять інакше, ніж для безперервно-потокової лінії. Наприклад, якщо такт потокової лінії дорівнює 5 хвилин, тривалість технологічної операції 17 хвилин, то розрахункове число робочих місць буде дорівнювати  $C_i = 17/5 = 3,6$ . Для безперервно-потокової лінії ми взяли б кількість робочих місць  $C_n = 4$ , а коефіцієнт їх завантаження становив би  $K_i = 3,6/4 = 0,9$ .

Для прямотокової лінії роблять інакше. Три з чотирьох робочих місць завантажують повністю, тобто на 1. Тоді останнє, четверте місце, буде завантажено відповідно на  $3,6 - 3 \cdot 1 = 0,6$ . Це означає, що четвертий робітник буде завантажений тільки на 0,6. Для того, щоб забезпечити повне завантаження цього робітника, потрібно після закінчення виконання ним технологічної операції на першому робочому місці *перевести* його на інше робоче місце таким чином, щоб завантаження робітника на новому робочому місці становило 0,4. Тоді загальне завантаження цього робітника буде дорівнювати  $0,6 + 0,4 = 1,0$ . Перерв в роботі робітника не буде.

*4-й крок:* складають план-графік роботи прямотокової лінії, тобто графік, за яким було б видно, коли робітники протягом часу, що дорівнює укрупненому ритму, переходять з виконання однієї технологічної операції на іншу.

У цьому випадку можуть виникати такі ситуації:

- якщо коефіцієнт завантаження дорівнює 1, то на цій операції до роботи ставлять *стільки робітників, скільки є робочих місць*. Всі робітники працюють від початку і до закінчення часу, який дорівнює укрупненому ритму, не змінюючи місця своєї роботи;

- якщо коефіцієнт завантаження дробове число, більше за 1, то до роботи на цій операції залучається стільки робітників, скільки визначено *цілою частиною* цього числа. Ці робітники будуть працювати весь визначений інтервал часу (тобто, збільшений ритм) і не змінюють свого робочого місця.

Окрім цього, до роботи на цій операції залучається *ще один робітник*, який на цій операції буде працювати стільки часу, скільки визначено дробовою частиною коефіцієнта завантаження. Після цього цей робітник переводиться на іншу операцію, а саме на таку технологічну операцію, на якій коефіцієнт завантаження також має дробову частину, що в сумі з дробовою частиною раніше описаної операції дасть 1. Тобто в цьому випадку потрібно робити переведення робітника з одного робочого місця на інше, щоб забезпечити його повне завантаження;

- якщо коефіцієнт завантаження дробове число, менше за 1, то до роботи залучається *тільки один робітник*, який на цій операції буде працювати стільки часу, скільки визначено дробовою частиною коефіцієнта завантаження. Після цього цей робітник переводиться на іншу операцію, а

саме на таку операцію, на якій коефіцієнт завантаження також має дробову частину, що в сумі з дробовою частиною раніше описаної операції дасть 1. Тобто і в цьому випадку потрібно робити переведення робітника з одного робочого місця на інше, щоб забезпечити його повне завантаження.

*Приклад.*

*Припустимо, потрібно організувати прямотокову лінію для виготовлення 96 виробів за зміну. Тривалість зміни 8 годин. Технологічний процес складається з шести операцій:  $t_1=12,5$  хв,  $t_2=7,5$  хв,  $t_3=1,25$  хв,  $t_4=8,75$  хв,  $t_5=2$  хв,  $t_6=3$  хв. Як це зробити?*

Розв'язування задачі.

Розрахуємо такт роботи потокової лінії:  $\Gamma = \frac{8 \cdot 60}{96} = 5$  хв/шт.

Виберемо збільшений ритм тривалістю 240 хв. Всі інші розрахунки та дії з організації прямотокової лінії наведено в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Розрахунок основних параметрів прямотокової лінії

Операція	$t_i$ , хв	$C_i = \frac{t_i}{\Gamma}$	$C_{п(i)}$	Робоче місце	$K_i = \frac{C_i}{C_{пр}}$	Робітники	Регламент роботи лінії, хв				
							0	60	120	180	240
1	12,5	2,5	3	I	1	А					
				II	1	Б					
				III	0,5	В					
2	7,5	1,5	2	IV	1	Г					
				V	0,5	В					
3	1,25	0,25	1	VI	0,25	Д					
4	8,75	1,75	2	VII	1	Е					
				VIII	0,75	Д					
5	2	0,4	1	IX	0,4	Ж					
6	3	0,6	1	X	0,6	Ж					
Всього робочих місць:				Всього робітників:							
10				7							

Як видно із таблиці 9.1, для побудови прямотокової лінії потрібно мати 10 робочих місць та 7 робітників, організовуючи в цьому випадку переведення робітників «В», «Д» та «Ж» протягом зміни з одного робочого місця на інше. Внаслідок таких переведень загальне завантаження кожного із робітників буде дорівнювати 1, що характерно для безперервно-потоківих ліній. Тобто на відрізок часу, який дорівнює збільшеному ритму, вдалося добитися синхронізації технологічних операцій.

*5-й крок:* розраховують максимальну величину оборотних міжопераційних напрацювань.

Суттєвою відмінністю прямотоківих ліній від безперервно-потоківих є утворення на них *оборотних міжопераційних напрацювань*, які змі-

нюються в інтервалі збільшеного ритму від нульової відмітки до певного максимального значення, а потім знов повертаються до нульової відмітки.

Повернемося до умов попередньої задачі. Звернемо увагу на першу та другу технологічні операції. З регламенту роботи лінії видно, що протягом першої половини збільшеного ритму на першій технологічній операції працює 3 робітники, а на другій операції – тільки один. Запас виробів між першою та другою технологічними операціями буде зростати, бо один робітник, який працює на другій операції, не зможе вчасно обробляти вироби, що надходять від трьох робітників, які працюють на першій технологічній операції. Справді:

$$\frac{t_1}{C_1} = \frac{12,5}{3} = 4,17 < \frac{t_2}{C_2} = \frac{7,5}{1} = 7,5.$$

Протягом другої половини збільшеного ритму на першій технологічній операції залишиться тільки 2 робітники (бо один із них перейде працювати на другу технологічну операцію), а на другій технологічній операції стане теж два робітники. Виникне нове співвідношення сил:

$$\frac{t_1}{C_1} = \frac{12,5}{2} = 6,25 > \frac{t_2}{C_2} = \frac{7,5}{2} = 3,75.$$

Тобто двоє робітників на другій операції почнуть зменшувати запас виробів між першою та другою технологічними операціями і врешті-решт зведуть його до нуля. Потокова лінія повернеться в початковий стан, після чого цикл виробництва повторюється.

*Максимальна величина міжопераційних оборотних напрацювань  $\Delta Z_{i-j}$  між кожною парою суміжних технологічних операцій розраховується за формулою:*

$$\Delta Z_{i-j} = \frac{T \cdot C_i}{t_i} - \frac{T \cdot C_{i+1}}{t_{i+1}}, \quad (9.1)$$

де  $T$  – інтервал часу (частина збільшеного ритму), протягом якого умови роботи між двома суміжними операціями на потоковій лінії *не змінюються*, хв;

$C_i$  – число робочих місць, на яких ведеться робота в інтервалі часу  $T$  на попередній (верхній) операції, шт.;

$C_{i+1}$  – число робочих місць, на яких ведеться робота в інтервалі часу  $T$  на наступній (нижній) операції, шт.;

$t_i$  – тривалість виконання попередньої (верхньої) операції, хв;

$t_{i+1}$  – тривалість виконання наступної (нижньої) операції, хв.

Якщо величина  $\Delta Z_{i-j}$  буде мати знак «плюс», то це означає, що за час, який дорівнює інтервалу  $T$ , величина напрацювань між технологічними операціями буде зростати. Якщо величина  $\Delta Z_{i-j}$  буде мати знак «мінус», то, навпаки, величина напрацювань буде зменшуватись. Знак «мінус» також означає, що перед тим, як розпочати роботу, між відповідними операціями потрібно заздалегідь створити запас виробів величиною  $\Delta Z_{i-j}$ .

6-й крок: будують графік зміни міжопераційних напрацювань між кожною парою суміжних технологічних операцій.

Покажемо це на прикладі, який був наведений раніше.

Візьмемо першу та другу технологічні операції. Визначимо інтервали часу, протягом яких умови роботи на потоковій лінії між цими операціями будуть незмінними. Таких періодів буде два: перший – тривалістю 120 хвилин, коли на першій операції працюють 3 робітники, а на другій – один робітник; і другий інтервал тривалістю теж 120 хвилин, коли на першій операції працюють 2 робітники, а на другій – теж 2 робітники.

Тоді в першому інтервалі часу  $T=120$  хвилин максимальна величина оборотних напрацювань становитиме:

$$\Delta Z_{1-2}^1 = \frac{120 \cdot 3}{12,5} - \frac{120 \cdot 1}{7,5} = 13.$$

Це означає, що протягом перших 120 хвилин величина напрацювань між першою та другою технологічними операціями збільшується на 13 виробів.

Протягом другого інтервалу часу  $T=120$  хвилин максимальна величина оборотних напрацювань між першою та другою операціями становитиме:

$$\Delta Z_{1-2}^2 = \frac{120 \cdot 2}{12,5} - \frac{120 \cdot 1}{7,5} = -13.$$

Це означає, що протягом наступних 120 хвилин величина напрацювань між першою та другою технологічними операціями зменшується на 13 виробів і повертається до початкового стану, тобто, до нуля.

Якщо взяти другу та третю технологічні операції, то можна виділити три інтервали часу, протягом яких умови роботи на лінії між цими операціями будуть незмінні. Це, відповідно, 60 хвилин, 60 хвилин та 120 хвилин.

Максимальна величина оборотних напрацювань між цими технологічними операціями в визначених інтервалах становитиме:

- в першому інтервалі, який дорівнює 60 хвилин:

$$\Delta Z_{2-3}^1 = \frac{60 \cdot 1}{7,5} - \frac{60 \cdot 1}{1,25} = -40,$$

тобто в цьому інтервалі величина оборотних напрацювань зменшиться на 40 виробів;

- в другому інтервалі, який також дорівнює 60 хвилин:

$$\Delta Z_{2-3}^2 = \frac{60 \cdot 1}{7,5} - \frac{60 \cdot 0}{1,25} = 8,$$

тобто в цьому інтервалі величина оборотних напрацювань збільшиться на 8 виробів;

- в третьому інтервалі, який дорівнює 120 хвилин:

$$\Delta Z_{2-3}^3 = \frac{120 \cdot 1}{7,5} - \frac{120 \cdot 0}{1,25} = 32,$$

тобто величина оборотних напрацювань збільшиться на 32 вироби.

Графіки зміни величини міжопераційних напрацювань між першою і другою та другою і третьою технологічною операціями наведено на рис 9.1.

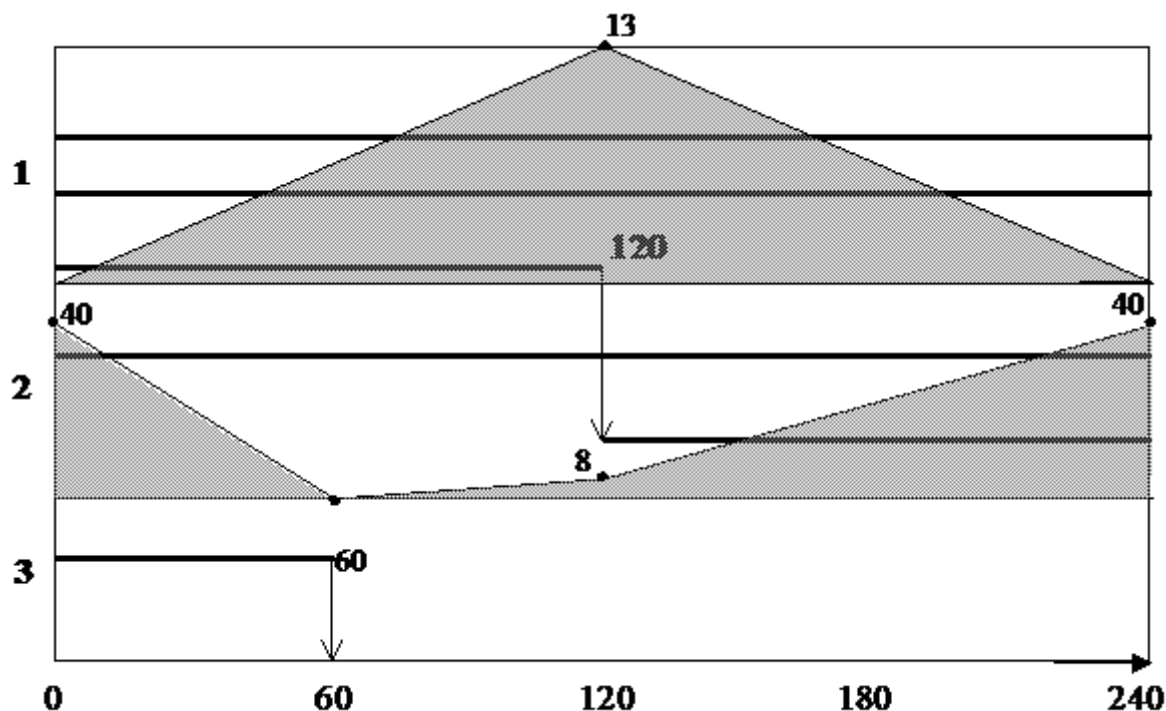


Рисунок 9.1 – Графік зміни величини міжопераційних напрацювань між 1-ою і 2-ою та 2-ою і 3-ою технологічною операціями

## 9.2 Завдання для самостійного виконання

На прямотоковій лінії виготовляються певні вироби. Процес виготовлення виробів складається з 6-ти операцій. Такт потокової лінії, тривалість виконання технологічних операцій, тривалість збільшеного ритму наведено в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Такт, хв	Норми часу на операціях, хв						Збільшений ритм, хв
		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	8	15	6	12	14	10	240
2	6	13,2	10,8	18	9	3	12	480
3	5	4	12	20	13	16	10	960
4	7	14	10	16	18	12	21	720
5	4	9	12	9,6	10,4	7	8	240
6	3	12	7	9	11	15	6	240
7	5	10	12	11	18	19	15	480
8	6	16,2	7	24	19,8	29	12	480
9	10	20	17	45	15	33	30	240
10	5	20	16	21,5	14	8,5	15	480
11	4	20,8	13,6	7,2	6,4	12	8	960
12	8	18,4	24	13,6	12	20	16	720
13	10	16	30	12	24	28	20	240

Продовження таблиця 9.2

Варіант	Такт, хв	Норми часу на операціях, хв						Збільшений ритм, хв
		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	
I	2	3	4	5	6	7	8	9
14	9	11,7	27	33,3	13,5	22,5	18	240
15	4	17	12	7	6	10	16	480
16	6	18	13,2	8,4	28,8	21,6	12	480
17	5	21,5	20	16	8,5	14	15	240
18	4	20,8	13,6	8	7,2	6,4	12	480
19	3	9	11	15	12	7	12	960
20	6	7	24	29	19,8	16,2	12	720
21	5	17	9	13	11	25	15	240
22	7	8	12	13	23	28	14	240
23	8	18	9	14	24	15	16	480
24	5	18	19	10	12	11	15	480
25	4	7	6	10	17	12	8	240
26	7	10	16	12	18	14	21	480
27	8	9	14	24	15	32	18	720
28	9	33,3	22,5	13,5	27	11,7	36	960
29	4	7	6	10	12	4	17	240
30	6	9	3	18	13,2	10,8	18	480

Керуючись даними таблиці 9.2, потрібно:

1. Розрахувати кількість робочих місць на операціях та їх завантаження. Обґрунтувати прийняту кількість робочих місць.
2. Розставити робітників по робочих місцях.
3. Побудувати план-графік роботи прямої лінії.
4. Розрахувати максимальну величину міжопераційних оборотних напрацювань між першою і другою, другою і третьою, третьою і четвертою, четвертою і п'ятою, п'ятою і шостою технологічними операціями.
5. Побудувати епюри зміни напрацювань між суміжними технологічними операціями.
6. Зробити висновки.

### 9.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення поняття «прямотокова лінія». Охарактеризуйте принципові відмінності прямої лінії від безперервно-поточної.
2. Які організаційні заходи потрібно здійснити, щоб побудувати прямої лінії? Охарактеризуйте ці заходи?
3. Дайте означення поняття «збільшений ритм». Із яких міркувань він вибирається? Поясніть, що відбудеться на поточній лінії у випадку збільшення та зменшення тривалості укрупненого ритму.
4. Які розрахунки потрібно здійснити, щоб організувати прямої лінії?
5. Поясніть відмінності в розрахунку робочих місць та їх завантаження на безперервно-поточній та на прямої лінії.

6. Поясніть, як складається (будується) план-графік роботи прямої лінії.

7. Поясніть, яким чином досягається рівномірність завантаження робітників на прямої лінії.

8. Що означає поняття «міжопераційні оборотні напрацювання?» Коли і де вони виникають, що характеризують?

9. Як розраховується максимальна величина міжопераційних оборотних напрацювань?

10. Поясніть, що означає вислів «умови роботи на потоковій лінії між суміжними технологічними операціями не змінюються».

11. Поясніть, як будуються графіки зміни величини оборотних міжопераційних напрацювань на прямої лінії.

12. Поясніть, що означає додатне значення величини оборотних міжопераційних напрацювань на прямої лінії. Коли можливий такий випадок? Відповідь обґрунтуйте.

13. Поясніть, що означає від'ємне значення величини оборотних міжопераційних напрацювань на прямої лінії. Коли можливий такий випадок? Відповідь обґрунтуйте.

14. Наведіть сфери застосування прямої ліній. Які вони мають переваги?

#### **9.4 Задачі для самостійного розв'язування**

1. На прямої лінії за добу (2 зміни по 8 годин) виготовляється 160 виробів. Технологічний процес виготовлення виробу складається з 4-х операцій:  $t_1 = 15$  хв,  $t_2 = 25,2$  хв,  $t_3 = 9$  хв,  $t_4 = 10,8$  хв. Період комплектування напрацювань на потоковій лінії (або тривалість збільшеного ритму) дорівнює 240 хв.

Побудувати план-графік роботи прямої лінії.

Розрахувати і побудувати графік (епюри) зміни величини міжопераційних оборотних напрацювань між 1-ою і 2-ою технологічними операціями.

2. На прямої лінії виготовляються певні вироби. Такт випуску виробів дорівнює 6 хв. Технологічний процес виготовлення виробів складається з 4-х операцій:  $t_1 = 15$  хв,  $t_2 = 25,2$  хв,  $t_3 = 9$  хв,  $t_4 = 10,8$  хв. Величина збільшеного ритму становить 480 хв.

Побудувати план-графік роботи прямої лінії.

Розрахувати і побудувати графіки зміни величини міжопераційних оборотних напрацювань між 2-ою та 3-ою технологічними операціями.

3. На прямої лінії виготовляються вироби з тактом випуску виробів 6 хв. Технологічний процес складається з 4-х операцій:  $t_1 = 15$  хв,  $t_2 = 25,2$  хв,  $t_3 = 9$  хв,  $t_4 = 10,8$  хв. Тривалість збільшеного ритму становить 960 хв.

Побудувати план-графік роботи прямої лінії.

Розрахувати і побудувати графіки зміни величини міжопераційних оборотних напрацювань між 3-ою та 4-ою технологічними операціями.

4. На прямої лінії виготовляються вироби. Технологічний процес складається з чотирьох операцій. Тривалість операцій відповідно дорівнює:  $t_1 = 1,92$  хв,  $t_2 = 1,12$  хв,  $t_3 = 2,08$  хв,  $t_4 = 1,28$  хв. Програма випуску виробів за місяць становить 12600 шт. В місяці 21 робочий день. Режим роботи: 2 зміни по 8 годин кожна. Тривалість збільшеного ритму рекомендується взяти 240 хв.

Розрахувати такт потокової лінії, число робочих місць та їх завантаження, кількість робітників на лінії.

Побудувати план-графік роботи прямої лінії, величину міжопераційних оборотних напрацювань між кожною парою суміжних операцій.

5. На прямої лінії за добу виготовляється 192 вироби. Режим роботи лінії: 2 зміни по 8 годин. Технологічний процес складається з п'яти операцій. Тривалість операцій відповідно дорівнює:  $t_1 = 7$  хв,  $t_2 = 10$  хв,  $t_3 = 13$  хв,  $t_4 = 30$  хв,  $t_5 = 20$  хв.

Розрахувати величину міжопераційних напрацювань між кожною парою суміжних технологічних операцій. Тривалість укрупненого ритму взяти 480 хв.

## 9.5 Відповіді на задачі

1. 0 шт.; +3 шт., -3 шт.
2. +4 шт.; +3 шт.; -15 шт.
3. +(3...4) шт.; -21 шт.; +(17...18) шт.
4. 1,6 хв.; 6 робочих місць.

Завантаження робочих місць: 100%, 20%, 70%, 100%, 30%, 80%.

На потоковій лінії в одну зміну працює 4 робітники.

Напрацювання:

- а) +7 шт.; -44 шт.; +37 шт.;
  - б) +69 шт., -69 шт.;
  - в) +23 шт.; -36 шт.; +13 шт.
5. а) +(16...17) шт., -(16...17) шт.;
  - б) +9 шт., -9 шт.;
  - в) -9 шт., +9 шт.; г) 0.

# 10

## ТЕОРЕТИЧНЕ і ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Розрахунок основних параметрів багатопредметних потокових ліній»

*Мета заняття:* дати здобувачам теоретичні знання з основ проектування багатопредметних потокових ліній та розвинути практичні навички з розрахунку їх основних параметрів.

#### 10.1 Теоретична частина

*Багатопредметні потокові лінії* – це лінії, на яких здійснюється обробка однотипних предметів праці (виробів) декількох найменувань. За своєю організацією багатопредметні потокові лінії складніші за однопредметні і застосовуються в серійному та дрібносерійному виробництві.

Існує декілька основних різновидів багатопредметних потокових ліній, що обумовлює і різні підходи до їх розрахунків.

*Групові потокові лінії* – це такі багатопредметні лінії, на яких здійснюється обробка виробів однакової трудомісткості за загальним технологічним процесом на одному і тому самому обладнанні практично без витрат часу на переналагодження.

Розрахунок групової потокової лінії передбачає визначення такту, загальної кількості робочих місць на потоковій лінії, швидкості руху конвеєра.

*Такт групової потокової лінії*  $\Gamma$  розраховується за формулою:

$$\Gamma = \frac{F_d}{\sum_1^m N_i} = \frac{(D_k - D_b) \cdot m_{zm} \cdot (T_z - T_p)}{\sum_1^m N_i}, \quad (10.1)$$

де  $F_d$  – дійсний фонд часу роботи потокової лінії за плановий період, хв.;

$N_i$  – випуск виробів кожного найменування за плановий період, шт.;

$m$  – кількість найменувань (видів) виробів;

$D_k$  – число календарних днів в плановому періоді;

$D_b$  – число вихідних та святкових днів в плановому періоді;

$m_{zm}$  – число змін роботи потокової лінії за добу;

$T_z$  – тривалість зміни, хв.;

$T_p$  – тривалість регламентованих перерв, хв.

*Загальна кількість робочих місць*  $C_{л}$  на груповій потоковій лінії розраховується за формулою:

$$C_{л} = \frac{\sum_1^m N_i \cdot T_i}{F_d}, \quad (10.2)$$

де  $T_i$  – трудомісткість виготовлення виробу  $i$ -го найменування, хв.

Швидкість руху конвеєра  $V$  групової поточної лінії розраховується за формулою:

$$V = \frac{L_o}{\Gamma}, \quad (10.3)$$

де  $L_o$  – крок конвеєра, м (див. рис. 7.3).

*Змінно-потоківі лінії* – це такі багатопредметні лінії, де здійснюється обробка виробів *різної трудомісткості*. На таких лініях витрачається певний час на переналагодження лінії під час переходу на випуск виробів іншого найменування.

Розрахунок поточкових ліній цього різновиду передбачає визначення *часткових тактів*, за якими буде вестись обробка виробів кожного найменування. Існує три основних методи розрахунку часткових тактів.

*1. Розрахунок часткових тактів методом умовного об'єкта.*

Під час застосування цього методу трудомісткість одного із видів виробів приймається за базову (так званий умовний об'єкт). Коефіцієнт зведення для цього виробу буде дорівнювати 1.

Для всіх інших видів виробів *коефіцієнт зведення*  $K_i$  розраховується за формулою:

$$K_i = \frac{T_i}{T_y}, \quad (10.4)$$

де  $T_i$  – трудомісткість обробки виробу  $i$ -го найменування, хв. Величина  $T_i$  визначається як сума тривалостей виготовлення виробу  $i$ -го найменування на всіх операціях;

$T_y$  – трудомісткість виготовлення виробу, який був прийнятий за умовний об'єкт, хв.

Далі для виробу кожного найменування розраховується *зведена програма випуску* виробів  $N_{зв(i)}$  з поточної лінії за формулою:

$$N_{зв(i)} = N_i \cdot K_i, \quad (10.5)$$

де  $N_i$  – кількість виробів  $i$ -го найменування, які необхідно виготовити на поточковій лінії за плановий період, шт.

Далі розраховується *загальний умовний такт*  $\Gamma_y$  поточної лінії:

$$\Gamma_y = \frac{F_d \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right)}{\sum_1^m N_{зв(i)}}, \quad (10.6)$$

де  $\alpha$  – витрати часу на переналагодження, %;

$N_{зв(i)}$  – зведена програма випуску виробів кожного найменування, шт.;

$m$  – кількість найменувань виробів, які обробляються на лінії.

І, нарешті, розраховуються *часткові такти*  $\Gamma_i$ , які будуть використовуватись на поточковій лінії для випуску виробів кожного найменування:

$$\Gamma_i = \Gamma_y \cdot K_i. \quad (10.7)$$

Розрахунок кількості робочих місць на кожній із операцій та їх завантаження, загальної кількості робочих місць на потоковій лінії, швидкості руху конвеєра під час виготовлення виробу кожного найменування здійснюється за допомогою тих самих формул, що і для безперервно-потоккових ліній.

2. *Розрахунок часткових тактів за тривалістю випуску виробів кожного найменування.*

Цей метод доцільно використовувати, коли вироби на потоковій лінії обробляються послідовними партіями. У разі використання цього методу спочатку розраховують фонд часу  $\Phi_i$ , необхідного для виготовлення партії виробів кожного найменування:

$$\Phi_i = F_d \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) \cdot \frac{N_i \cdot T_i}{\sum_1^m N_i \cdot T_i}, \quad (10.8)$$

де  $N_i$  – кількість виробів  $i$ -го найменування, шт.;

$T_i$  – трудомісткість виготовлення виробу  $i$ -го найменування, хв.

Далі визначають часткові такти  $\Gamma_i$  виготовлення виробу кожного найменування:

$$\Gamma_i = \frac{\Phi_i}{N_i}. \quad (10.9)$$

За використання цього методу доцільно побудувати графік роботи потокової лінії, вигляд якого для трьох найменувань виробів (вироби умовні) наведено на рис. 10.1.

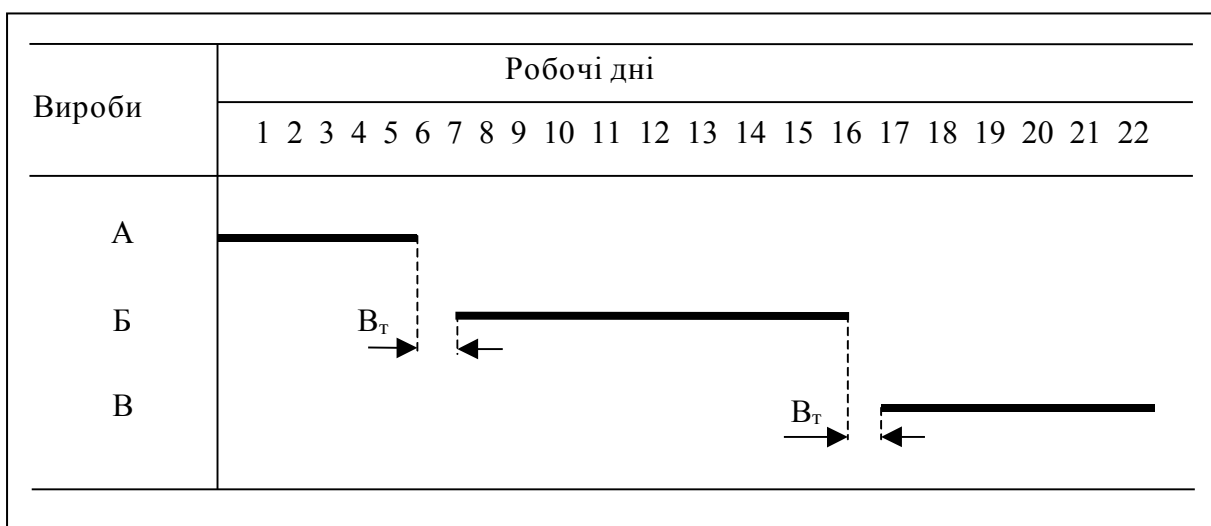


Рисунок 10.1 – Графік роботи багатопредметної потокової лінії

*Витрати часу  $B_t$  на переналагодження потокової лінії, коли вона переходить на випуск нового виду виробу, розраховуються за формулою:*

$$V_T = \frac{D_p \cdot m_{zm} \cdot T_{zm} \cdot \alpha}{100 \cdot (m - 1)}, \quad (10.10)$$

де  $D_p = (D_k - D_b)$  – число робочих днів в плановому періоді;  
 $D_k$  – число календарних днів в плановому періоді;  
 $D_b$  – число вихідних та святкових днів в плановому періоді;  
 $m_{zm}$  – число змін роботи потокової лінії за добу;  
 $T_{zm}$  – тривалість зміни, хв;  
 $\alpha$  – витрати часу на переналагодження потокової лінії, %;  
 $m$  – кількість найменувань виробів.

3. *Розрахунок часткових тактів за ступенем відмінності в трудомісткості виробів.*

За застосування цього методу спочатку розраховують загальну кількість робочих місць  $C_{л}$  на потоковій лінії:

$$C_{л} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \cdot T_i}{F_d \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right)}. \quad (10.11)$$

Часткові такти  $\Gamma_i$  виготовлення виробів кожного найменування розраховуються за формулою:

$$\Gamma_i = \frac{T_i}{C_{л}}. \quad (10.12)$$

Основні риси змінно-потоккових ліній наведено в таблиці 10.1.

Характерні особливості розрахунку потоккових ліній цього різновиду зведено до таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 – Порівняльна характеристика багатопредметних ліній

Різновиди багатопредметних потокових ліній	Такт	Швидкість руху конвеєра	Кількість робочих місць на лінії
Групові потокові лінії	Постійний	Постійна	Постійне
Змінно-потоккові лінії, на яких здійснюється обробка виробів різної трудомісткості	Різний	Різна	Постійне

## 10.2 Завдання для самостійного виконання

На змінно-потоківій лінії протягом місяця здійснюється обробка предметів праці (виробів) 5-ти найменувань: «А», «Б», «В», «Г» та «Д». Основні показники роботи поточної лінії наведені в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2 – Початкові дані для виконання завдання

Вариант	Число робочих днів в місяці	Число змін	Тривалість зміни, годин	Витрати часу на переналагодження, %	Місячна програма випуску виробів, штук	Тривалість технологічних операцій, хв						
						t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	20	1	8	1	A=280	5,1	10,3	15,2	20,6	10,1	4,9	15,4
					B=346	22,1	5,5	11,3	16,5	5,4	16,1	11,1
					V=390	12,3	18,5	6,1	18,2	12	24,5	6,0
					Г=640	20,5	5,4	15,4	5,2	10,3	10,6	15,8
					Д=103	13,6	4,4	9,4	13	4,6	19,6	9,0
2	20	2	8	2	A=206	13,7	4,3	9,4	13	4,6	19,5	9,1
					B=560	5,1	10,3	15,2	20,6	10,1	4,9	15,4
					V=1280	20,6	5,3	15,4	5,2	10,4	10,5	15,8
					Г=780	12,4	18,4	6,1	18,2	12,1	24,4	6,0
					Д=692	22,2	5,4	11,3	16,5	5,4	16,1	11,1
3	20	3	8,1	3	A=1038	22,0	5,5	11,4	16,6	5,3	16,3	10,9
					B=1170	12,5	18,3	6,1	18,4	12,0	24,3	6,0
					V=840	5,1	10,5	15,0	20,9	10,1	4,9	15,1
					Г=1920	20,8	5,1	15,6	5,2	10,1	10,4	16,0
					Д=309	13,8	4,2	9,5	12,9	4,6	19,7	8,9
4	22	1	8,2	5	A=350	4	4,1	15,9	20,5	4,2	16	7,3
					B=415	18,1	4,5	9,1	9,3	12,4	23	4,6
					V=738	7,7	11,6	3,8	11,2	15,5	7,8	10,8
					Г=99	9,5	9,2	19,3	4,7	18,8	4,9	18,2
					Д=890	17	13	8,5	8,1	4,2	4	20,8
5	22	2	8,2	5	A=1476	7,8	11,5	3,8	11,4	15,3	7,9	10,7
					B=700	4	4,2	15,8	20,5	4,0	16,1	7,4
					V=830	18,1	4,5	9,1	9,3	12,4	23	4,6
					Г=1780	17,2	12,9	8,3	8,1	4,3	4,1	20,7
					Д=198	9,6	9,1	19,2	4,8	18,7	4,9	18,3
6	21	1	8,1	2	A=875	3	6,2	9,3	13	11,5	11	6
					B=350	7,8	2,5	10,8	2,4	12	5,2	9,3
					V=141	13	5,9	3,1	12,6	15	3,3	9,1
					Г=182	2,2	9,6	9,0	2,4	2,6	5	17,2
					Д=2187	9	4,6	11	2,1	4,7	6,1	6,5
7	21	2	8,15	4	A=282	12,9	5,9	3,2	12,4	15,2	3,2	9,2
					B=1750	3,1	6,3	9,1	12,6	11,9	11,1	5,9
					V=750	7,7	2,6	10,7	2,5	12	5,1	9,4
					Г=4374	9,1	4,5	11	2,2	4,6	6,2	6,4
					Д=364	2,3	9,5	9,1	2,3	2,5	5	17,3
8	20	1	7	3	A=101	8	16,4	33	23,5	31,8	15,9	23,4
					B=224	19	9	27,5	26,9	36,5	18,4	33,7
					V=142	17	26,5	8,5	27	35	17,1	30,4
					Г=255	31	18,1	36	9,5	28	19,2	38,7
					Д=161	30,5	21	49	41	10	10,5	28

Продовження таблиці 10.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	20	2	7,2	4	A=448	18,8	9,2	27,3	27,1	36,3	18,4	33,9
					B=284	17,2	26,3	8,5	26,5	35,3	17,0	30,7
					B=510	30,6	18,1	36,4	9,5	28,4	19,2	38,3
					Г=322	30,5	20,5	49,5	40,5	10	10,5	28,5
					Д=202	8	16,2	33	23,7	31,6	15,9	23,6
10	20	3	7,3	6	A=426	17,2	26,3	8,6	27,1	35,1	16,8	30,4
					B=765	30	19,1	37	9,5	27	19,2	38,7
					B=483	31,5	20	51	39	10	10	28,5
					Г=303	7,8	16,2	33	23,9	31,6	16,1	23,4
					Д=672	18,5	9	28	26,5	36,7	18,4	33,9
11	20	1	7,4	7	A= 84	20	41,9	59	19	21	84	56
					B= 66	39	19,2	56	58	21	39	53
					B= 140	55	35,1	18	38	53	17	54
					Г= 49	32	19,7	36	17	54	16	81
					Д=130	30	33,9	29,5	17	16	51	64
12	20	2	7,5	5	A= 280	56	36,4	18,9	38	51	17	54
					B= 98	33	18,3	36,4	17	54	17	80
					B= 260	31	32,6	29,8	16	16	52	64
					Г= 168	20,8	42,5	58,2	18	22	84	56
					Д= 132	38,9	19,2	57,1	58	20	39	54,9
13	21	3	7,25	8	A= 390	30,3	33	28,9	18	16	52	63,5
					B= 252	21,2	40	60,7	18	21	83	57,7
					B= 198	38,7	19,3	57,4	58	22	38	53,3
					Г= 420	54,5	36,1	19,6	38	52	17	54,7
					Д= 147	32,1	19	36,8	18	53,9	17	80,2
14	23	1	7	3	A= 122	10,8	9,7	32	21	19,3	42	37
					B= 272	16,9	9,3	28	20	44,8	17,1	19
					B= 255	42,3	15,5	8,3	17	23,2	24	7,5
					Г= 116	15,5	22,6	14	7,8	32,1	8,9	21
					Д= 475	7,9	12,8	19	24	6,9	8	26
15	23	2	7,1	3,5	A= 510	41,3	16,7	8	16	23	25	7,9
					B= 232	14,6	21,2	14	7,9	34	8,6	21,7
					B= 950	6,7	13,1	19	24,3	6,9	8	26,4
					Г= 244	10,3	9,9	31	21,2	20	42	37,3
					Д= 544	17	9	28	19,7	44	18	18,7
16	23	3	7,15	3	A=1425	7,9	13	19	24	6	8	25
					B= 366	11	9,3	31	21	19	41	38
					B= 816	17,2	8	28,2	19	45	17	19
					Г= 765	42	14,8	8	18,1	23	23	8
					Д= 348	15	21	17,9	7	30,9	8	21
17	21	1	6,5	8	A= 60	11,4	23	45	64	12	53,1	12
					B= 138	49	12	50	23	61,1	24	21,3
					B= 178	40	51,2	13	12	66	13,4	65
					Г= 71	53,3	84	29,7	14	41	29	30,7
					Д= 88	61	44,1	31	39	15	61	58
18	21	2	6	4	A= 276	48,7	12	50,1	24	61	24,2	21
					B= 356	39	50,5	13	12,1	66	13	65,7
					B= 142	52,8	84	29,1	14	42,8	29	30
					Г= 176	60	44,1	31	30,1	15	61,1	59
					Д= 120	11	23	45,5	64	12,9	53	12,3
19	24	3	6,4	9	A= 534	39,5	52	13	12,1	66	14,5	64
					B= 213	52	24,7	29	14	42,3	29	30,1
					B= 264	60	44	31,8	30	15	60,1	60
					Г= 180	11,4	23	45	64	12,2	53	12,9
					Д= 414	48	12,1	50	24	61	24,8	21

Закінчення таблиці 10.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20	22	4	6	1,5	A = 284	52,4	84	29,1	14	42	29	30,8
					B = 352	60	49,4	31	30,1	15	61	59
					B = 240	11	23	45,2	64	12,1	53,7	12
					Г = 552	48,3	12	50	24,1	61	25	20,4
					Д = 712	38	53,7	13	12	68	13,1	65
21	23	3	7	3	A = 1125	7,8	23	19,9	24,1	6	18	15,6
					B = 336	11,7	9,9	41	21	19,2	41,1	38
					B = 819	17,2	18	28,3	19	45	17,7	19,4
					Г = 762	42,9	14	18	9	23	23,4	8
					Д = 383	15,5	21	17	17	33	8,7	21
22	21	1	6,3	2	A = 80	11,9	23,2	45	64	12	53	12
					B = 148	49	12	50,2	23	61	24	21
					B = 138	40,3	51	13	12,2	66	13	65
					Г = 79	53	84,8	29	14	41,8	29	30
					Д = 89	61	44	31,9	30	15	61,7	58
23	21	2	6,8	1,5	A = 374	38,3	12	50	24,1	61,4	24	21,2
					B = 456	79	52,8	13	12	66	13,2	65
					B = 242	33,9	84	39,1	17	42	29	30,2
					Г = 276	60	44,3	31	30,9	15	61	59
					Д = 220	21	23	45,9	64	22	53	12
24	19	3	6,3	2,5	A = 538	29,7	52	13	12	66,4	24	54
					B = 218	52,1	84,2	29	14	42	29,2	30,6
					B = 164	60	44	31,8	30	15	60	60
					Г = 280	11,5	23	45	61	12,9	53	12,2
					Д = 314	48	12,7	50	24	61	24,9	21
25	21	4	6	10	A = 294	32,3	84	29,8	14	42	29	39,9
					B = 332	60	44,9	31	30,1	15	61	59
					B = 210	11,1	23	45,1	64	42	53	12
					Г = 512	48	12,3	50	24,1	61	25,8	20
					Д = 212	38,1	53	13,1	12	66,6	13	65,2
26	23	3	7,3	3,5	A = 1500	7,9	13,8	19	24	6	18,9	25
					B = 316	21,1	9,3	31,1	21	19,9	41	38,3
					B = 416	19	8,9	28	19,1	25	17,4	19
					Г = 265	42,7	14	8,5	18	23,7	23	28,7
					Д = 348	15	22,1	37	13,8	30	8,9	21
27	18	1	6,2	5,4	A = 67	21,7	23	42,1	64	12	53	12,3
					B = 178	49	12,2	50	23,3	61	27,5	21
					B = 138	40,9	51	13,9	12	63,1	13	65,1
					Г = 171	53	34,4	29	14,1	41	29,4	30
					Д = 88	61,2	44	31,2	30	15,1	61	58
28	21	2	6,9	6,3	A = 275	48	12,1	50	24,1	61	24,4	21
					B = 256	39,8	52	23,3	12	6,9	13,2	65,1
					B = 149	52	84	29	14,4	42	29	32
					Г = 276	60,1	41,1	31,2	30	15,5	61	51,1
					Д = 220	16	22,2	45	64	12	53,3	12
29	25	3	6,2	7,2	A = 434	39,2	52	13	12,3	26,2	14	64,4
					B = 113	52	34,9	29	14	42,1	29,1	30
					B = 364	30,5	24,7	31,3	30	15	60,2	20,5
					Г = 280	11,2	23	45	64,8	12	53	12
					Д = 414	48	12,5	30,6	24	31,5	24	21,2
30	21	4	6	3,8	A = 214	52,2	74,3	29	14	42	29	30
					B = 312	60,1	44	31,2	30	15,9	61	59
					B = 140	19	23	45	14,8	12	53,3	12
					Г = 352	38,3	12,4	50	24	51,3	25	20,4
					Д = 612	38,7	51	13	12	66	13,8	65

Використовуючи дані таблиці 10.2, потрібно:

1. Керуючись методом умовного об'єкта, методом розрахунку за тривалістю випуску кожного виробу, методом розрахунку за ступенем відмінності в трудомісткості розрахувати часткові такти роботи змінно-поточної лінії для випуску предметів праці (виробів) кожного найменування.
2. Побудувати графік роботи поточної лінії за місяць за умови випуску предметів праці (виробів) послідовними партіями.
3. Розрахувати кількість робочих місць на кожній операції та їх завантаження.
4. Розрахувати загальну кількість робочих місць на поточної лінії.
5. Розрахувати швидкість руху конвеєра під час випуску предметів праці (виробів) кожного найменування. Самостійно прийняти, що крок конвеєра дорівнює від 1-го до 4-х м.
6. Зробити висновки.

### **10.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань**

1. Дайте означення поняття «багатопредметна поточкова лінія». Назвіть основні різновиди багатопредметних поточкових ліній.
2. Які поточкові лінії називаються груповими? Назвіть відмінності цих ліній. Як розраховується такт групової поточної лінії?
3. Дайте означення поняття «змінно-поточкові лінії». Назвіть основні методи розрахунку змінно-поточкових ліній.
4. Охарактеризуйте суть розрахунку змінно-поточкових ліній методом умовного об'єкта.
5. Охарактеризуйте суть розрахунку змінно-поточкових ліній за тривалістю випуску виробів кожного найменування. Коли доцільно застосовувати цей метод?
6. Охарактеризуйте суть розрахунку змінно-поточкових ліній за ступенем відмінності в трудомісткості. Коли доцільно застосовувати цей метод?
7. Поясніть що означає поняття «частковий такт обробки виробів на змінно-поточної лінії».

### **10.4 Задачі для самостійного розв'язування**

1. На змінно-поточної лінії виготовляються п'ять видів виробів. Місячна програма виготовлення виробів: «А» – 500 шт., «Б» – 1000 шт., «В» – 1000 шт., «Г» – 1500 шт., «Д» – 1000 шт. Режим роботи лінії: 2 зміни за добу по 8 годин. В місяці 22 робочих дні. Витрати часу на переналагодження лінії становлять 4%. Технологічний процес виготовлення виробів має вигляд, наведений в таблиці 10.3.

Таблиця 10.3 – Дані для розв'язання задачі

Номер операції	Тривалість технологічних операцій з виготовлення виробів, хв:				
	«А»	«Б»	«В»	«Г»	«Д»
1	5,0	4,7	8,6	7,1	8,0
2	10,26	9,5	13,0	7,2	11,4
3	14,96	14,2	22,0	14,2	21,0
4	61,75	47,0	41,0	51,0	40,0
5	48,93	59,7	37,3	25,0	36,4
Всього	140,9	135,1	121,9	104,5	116,8

Розрахувати часткові такти під час виготовлення кожного із п'яти виробів «А», «Б», «В», «Г» та «Д». При розрахунках доцільно використати всі три методи розрахунку змінно-потоккових ліній.

2. На змінно-потокковій лінії виготовляються вироби трьох найменувань: «А», «Б» та «В». Трудомісткість виготовлення кожного із виробів дорівнює: «А» – 30 хв, «Б» – 40 хв, «В» – 50 хв. Кількість виготовлених виробів за добу становить: «А» – 2000 шт., «Б» – 1500 шт., «В» – 3000 шт. Режим роботи лінії: 2 зміни по 8 годин. Витрати часу на переналагодження дорівнюють 6%.

Розрахувати часткові такти роботи потоккової лінії методом тривалості випуску виробів кожного найменування.

3. На змінно-потокковій лінії за добу виготовляється 1000 виробів «А», 1500 виробів «Б» та 2000 виробів «В». Трудомісткість виготовлення кожного із виробів: «А» – 20 хв, «Б» – 30 хв, «В» – 15 хв. Лінія працює в 2 зміни по 8 годин. Витрати часу на переналагодження – 5%.

Розрахувати часткові такти виготовлення виробу кожного найменування методом умовного об'єкта.

4. На змінно-потокковій лінії за зміну виготовляється 1000 виробів «А» та 1500 виробів «Б». Трудомісткість виготовлення кожного із виробів становить: «А» – 20 хв, «Б» – 30 хв. Потоккова лінія працює в одну зміну, тривалість зміни 8 годин. Витрати часу на переналагодження – 5%.

Розрахувати кількість робочих місць на лінії та часткові такти виготовлення виробу кожного найменування методом відмінності в трудомісткості.

5. На змінно-потокковій лінії виготовляються вироби «А» і «В». Трудомісткість виготовлення кожного із виробів: «А» – 30 хв, «В» – 50 хв. Кількість виготовлених виробів за добу: «А» – 2000 шт., «В» – 3000 шт. Режим роботи лінії: 2 зміни по 8 годин. Витрати часу на переналагодження дорівнюють 6%.

Розрахувати тривалість виготовлення на лінії всіх виробів «А» та частковий такт роботи потоккової лінії з випуску виробів «А».

6. На змінно-потоківій лінії протягом місяця (20 робочих днів, 2 зміни, тривалість кожної зміни 8 годин, витрати часу на переналагодження – 5%) виготовляється 1000 виробів «А» та 2000 виробів «Б». На виготовлення виробів «А» витрачається 60% дійсного фонду часу роботи лінії, а на виготовлення виробів «Б» – 40%.

Розрахувати часткові такти роботи лінії з виготовлення кожного виду виробів «А» та «Б».

7. На змінно-потоківій лінії виготовляються вироби «А» та «Б». Дійсний фонд часу роботи лінії за місяць з урахуванням витрат часу на переналагодження становить 19000 хв. Частковий такт роботи лінії для виготовлення виробу «А» становитиме 5 хв, а для виготовлення виробу «Б» – 6 хв.

Розрахувати кількість виготовлених за місяць виробів «А», якщо виробів «Б» було виготовлено 1000 шт.

8. На змінно-потоківій лінії за місяць обробляється 2000 виробів «А» та 1500 виробів «Б». Дійсний фонд часу роботи лінії за місяць з урахуванням витрат часу на переналагодження складає 20000 хв.

Розрахувати частковий такт роботи лінії для обробки виробу «А», якщо для виробу «Б» він становить 5 хвилин.

9. На змінно-потоківій лінії за місяць виготовляється 800 виробів «А» та 1200 виробів «Б». Частковий такт для обробки виробу «А» становить 6 хв., а для виробу «Б» – 8 хвилин.

Розрахувати витрати часу на переналагодження (в хвилинах) лінії, якщо дійсний фонд часу роботи лінії за місяць становить 15000 хв.

10. На груповій потоківій лінії за місяць виготовляється 1000 виробів «А», 2000 виробів «Б» та 5000 виробів «В». Дійсний фонд часу роботи лінії за місяць складає 20000 хв. Крок конвеєра 2,5 м.

Розрахувати швидкість руху конвеєра.

11. На груповій потоківій лінії виготовляються вироби двох найменувань: «А» та «Б». Дійсний фонд часу роботи потоківій лінії за місяць становить 16000 хв. Такт лінії дорівнює 5 хв. Виробів «Б» за місяць виготовляється 1000 шт.

Розрахувати, скільки за місяць виготовляється виробів «А».

12. На змінно-потоківій лінії за місяць виготовляється 1000 виробів «А» та 2000 виробів «Б». Дійсний фонд часу роботи лінії за місяць з урахуванням витрат на переналагодження становить 20000 хв. Трудомісткість виготовлення виробу «Б» становить 10 хв.

Розрахувати трудомісткість виготовлення виробу «А», якщо тривалість виготовлення всіх виробів «А» становить 12000 хв.

13. На груповій лінії виготовляються вироби «А», «Б» та «В». Дійсний фонд часу роботи лінії за місяць 24000 хв. Такт лінії 6 хв. Виробів «А» виготовляється 1000 шт., а виробів «Б» – 1600 шт.

Розрахувати, скільки виготовляється на лінії виробів «В».

14. На змінно-потоківій лінії за місяць виготовляється 1500 виробів «А» та 2000 виробів «Б». Дійсний фонд часу роботи лінії за місяць з урахуванням витрат часу на переналагодження становить 26000 хв. Трудомісткість виготовлення виробу «Б» дорівнює 15 хв.

Розрахувати трудомісткість виготовлення виробу «А», якщо тривалість виготовлення виробу «Б» на потоківій лінії становить 14000 хв.

15. На змінно-потоківій лінії виготовляються вироби «А» та «Б». Трудомісткість виготовлення одного виробу «А» становить 10 хв, а одного виробу «Б» – 20 хв. За місяць на лінії виготовлено 1000 шт. виробів «А». Дійсний фонд часу роботи лінії за місяць з урахуванням витрат часу на переналагодження складає 21000 хв.

Розрахувати, скільки виготовляється на лінії виробів «Б», якщо тривалість виготовлення всіх виробів «А» дорівнює 15000 хв.

16. На змінно-потоківій лінії виготовляються вироби «А» та «Б». Трудомісткість виготовлення одного виробу «А» становить 10 хв, а одного виробу «Б» – 20 хв. За місяць на лінії виготовлено 190 шт. виробів «А». Дійсний фонд часу роботи лінії за місяць з урахуванням витрат часу на переналагодження становить 20000 хв.

Розрахувати, скільки виготовляється на лінії виробів «Б», якщо тривалість виготовлення всіх виробів «Б» дорівнює 10000 хв.

### 10.5 Відповіді на задачі

1. 4,75 хв; 4,56 хв; 4,11 хв; 3,53 хв, 3,94 хв.
2. 0,1 хв; 0,13 хв; 0,167 хв.
3. 0,19 хв; 0,29 хв; 0,145 хв.
4. 143 місяць; 0,14 хв; 0,21 хв.
5. 257,8 хв; 0,129 хв.
6. 10,9 хв; 3,65 хв.
7. 2600 шт.
8. 6,25 хв.
9. 600 хв.
10. 2 м/хв.
11. 2200 шт.
12. 30 хв.
13. 1400 шт.
14. 17,1 хв.
15. 200 шт.
16. 95 шт.

# 11

## ТЕОРЕТИЧНЕ і ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Економічне обґрунтування доцільності здійснення у виробничому менеджменті операції «мерджер»

*Мета заняття:* надати здобувачу теоретичні знання та закріпити практичні навички з проведення економічного обґрунтування доцільності поглинання малого підприємства великим.

#### 11.1 Теоретична частина

*Мерджер* (лат. major – більший, старший) – означає поглинання певного малого підприємства більшим і сильнішим великим підприємством.

Причиною проведення операції мерджер є така ситуація на ринку, коли продукції, що її виробляє певне велике підприємство, активно протидіє інше (менше) підприємство, яке виготовляє аналогічну продукцію.

В цьому випадку виникає проблема: яким чином можна збільшити обсяги реалізації продукції на ринку, не *зашкоджуючи діловому іміджу як великого, так і малого підприємства*. Ця проблема вирішується шляхом застосування операції мерджер.

*Мета мерджеру* полягає в досягненні так званого ефекту *синергії*, тобто в об'єднанні зусиль виробників аналогічної продукції таким чином, щоб загальний ефект від цього об'єднання перевищував суму ефектів, які можуть отримувати на ринку велике і мале підприємство, якщо вони будуть працювати окремо.

Існує декілька форм проведення операції «мерджер». Розглянемо одну із них, коли велике підприємство випускає додаткові акції і обмінює їх на акції малого підприємства. *Саме така операція безпосередньо відноситься до операції мерджер*. В цьому випадку мале підприємство може зберегти свою юридичну самостійність, товарний знак, діловий імідж і навіть попередніх власників, які стають співвласниками як великого підприємства, так і малого підприємства (хоча безпосередньо управляти великим підприємством попередні власники вже не можуть).

Розглянемо третю форму операції мерджер докладніше.

Процедура операції мерджер складається з таких основних етапів:

*1-й крок.* Визначають основні показники діяльності малого підприємства, насамперед: величину чистого прибутку  $ЧП_M$ , що його отримувало мале підприємство у звітному році; кількість акцій  $N_M$ , які були випущені малим підприємством в обіг; вартість активів  $A_M$  малого підприємства (за даними бухгалтерського балансу) у звітному періоді.

*2-й крок.* Розраховують максимальну ринкову вартість  $PВ_M$  малого підприємства за формулою:

$$PВ_M = \frac{ЧП_M \cdot 100\%}{\alpha}, \quad (11.1)$$

де  $\text{ЧП}_M$  – величина чистого прибутку, що його отримало мале підприємство у звітному році, грн;

$\alpha$  – середньозважена номінальна депозитна ставка комерційних банків у звітному році, %.

*3-й крок.* Розраховують максимальну ринкову вартість  $\text{PB}_{\text{ам}}$  однієї акції малого підприємства за формулою:

$$\text{PB}_{\text{ам}} = \frac{\text{PB}_M}{N_M}, \quad (11.2)$$

де  $\text{PB}_M$  – максимальна ринкова вартість малого підприємства, грн;

$N_M$  – кількість акцій, які були випущені в обіг малим підприємством, штук.

*4-й крок.* Розраховують гудвіл  $\Gamma_{M1}$  (або вартість ділового іміджу) малого підприємства до його поглинання великим підприємством:

$$\Gamma_{M1} = \text{PB}_M - A_M, \quad (11.3)$$

де  $A_M$  – вартість активів малого підприємства у звітному періоді, грн.

*5-й крок.* Здійснюється обмін акцій малого підприємства на акції великого підприємства. Ціна обміну  $\text{Ц}_M$  акцій малого підприємства на акції великого підприємства може бути розрахована за формулою:

$$\text{Ц}_M = K_{\text{пр}} \cdot \text{PB}_{\text{ам}}, \quad (11.4)$$

де  $K_{\text{пр}}$  – коефіцієнт, який враховує премію власникам акцій малого підприємства, щоб зацікавити їх обміняти свої акції на акції великого підприємства. Зазвичай,  $K_{\text{пр}} = (1,1 \dots 2,0)$ .

*6-й крок.* Визначають основні показники діяльності великого підприємства, яке планує поглинути мале підприємство. До таких основних показників відносяться: чистий прибуток  $\text{ЧП}_B$ , що його отримувало велике підприємство у звітному році; кількість акцій  $N_B$ , які були випущені в обіг великим підприємством, штук.

*7-й крок.* Розраховують максимальну ринкову вартість  $\text{PB}_a$  великого підприємства за формулою:

$$\text{PB}_B = \frac{\text{ЧП}_B \cdot 100\%}{\alpha}, \quad (11.5)$$

де  $\text{ЧП}_B$  – величина чистого прибутку, що його отримало велике підприємство у звітному році, грн;

$\alpha$  – середньозважена номінальна депозитна ставка комерційних банків у звітному році, %.

*8-й крок.* Розраховують максимальну ринкову вартість  $\text{PB}_{\text{ав}}$  однієї акції великого підприємства за формулою:

$$\text{PB}_{\text{ав}} = \frac{\text{PB}_B}{N_B}, \quad (11.6)$$

де  $\text{PB}_B$  – максимальна ринкова вартість великого підприємства, грн;

$N_B$  – кількість акцій, які були випущені в обіг великим підприємством, штук.

9-й крок. Розраховують додаткову кількість акцій  $\Delta N_B$ , які має випустити велике підприємство для обміну на всі акції малого підприємства:

$$\Delta N_B = \frac{P_M \cdot N_M}{PB_{ав}}, \quad (11.7)$$

де  $P_M$  – ціна обміну акції малого підприємства, грн;

$N_M$  – кількість акцій, випущених в обіг малим підприємством, шт.;

$PB_{ав}$  – максимальна ринкова вартість однієї акції великого підприємства, грн.

10-й крок. Розраховують величину чистого прибутку ЧП (за рік), що його може отримати велике підприємство після поглинання малого підприємства:

$$ЧП = (ЧП_M + ЧП_B) \cdot K_c, \quad (11.8)$$

де  $ЧП_M$  – величина чистого прибутку, що його отримувало мале підприємство у звітному році, грн;

$ЧП_B$  – величина чистого прибутку, що його отримувало велике підприємство у звітному році, грн;

$K_c$  – коефіцієнт, що характеризує синергію, тобто ефект від поглинання великим підприємством малого;  $K_c = (1,1 \dots 1,5)$ .

11-й крок. Розраховують загальну кількість акцій  $N_{заг}$  великого підприємства, що будуть в обігу після обміну його акцій на акції малого підприємства:

$$N_{заг} = N_B + \Delta N_B, \quad (11.9)$$

де  $N_B$  – кількість акцій, які були випущені в обіг великим підприємством, штук;

$\Delta N_B$  – додаткова кількість акцій, які має випустити велике підприємство для обміну на акції малого підприємства, шт.

12-й крок. Розраховують максимальну ринкову вартість  $PB_2$  однієї акції великого підприємства після того, як воно поглинуло мале підприємство:

$$PB_2 = \frac{ЧП \cdot 100\%}{\alpha \cdot N_{заг}}, \quad (11.10)$$

де  $ЧП$  – величина чистого прибутку (за рік), що його може отримати велике підприємство після поглинання малого підприємства, грн;

$\alpha$  – середньозважена номінальна депозитна ставка комерційних банків у звітному році, %.

$N_{заг}$  – загальна кількість акцій великого підприємства, що будуть в обігу після обміну його акцій на акції малого підприємства, шт.

13-й крок. Порівнюють величини  $PB_2$  та  $PB_{ав}$ . Якщо  $PB_2 > PB_{ав}$ , то тільки в цьому випадку операція мерджер для великого підприємства буде доцільною та економічно виправданою. В іншому випадку, великому підприємству немає сенсу здійснювати таку операцію.

*14-й крок.* Розраховують гудвіл  $\Gamma_{m2}$  (вартість ділового іміджу) малого підприємства після її поглинання великим підприємством:

$$\Gamma_{m2} = \Pi_m \cdot N_m - A_m, \quad (11.11)$$

де  $\Pi_m$  – ціна обміну акції малого підприємства, грн;

$N_m$  – кількість акцій, випущених в обіг малим підприємством, шт.;

$A_m$  – вартість активів малого підприємства у звітному періоді, грн.

*15-й крок.* Порівнюють величини  $\Gamma_{m2}$  та  $\Gamma_{m1}$ . Якщо  $\Gamma_{m2} > \Gamma_{m1}$ , то тільки в цьому випадку операція мерджер для малого підприємства буде доцільною та економічно виправданою.

*16-й крок.* Робиться остаточний висновок щодо доцільності здійснення операції мерджер. Тільки в тому випадку, коли ринкова вартість акції великого підприємства зростає, а вартість ділового іміджу малого підприємства збільшиться, проведення операції мерджер для сторін угоди буде економічно виправданим.

*Приклад.* *Мале підприємство отримує чистий прибуток 1,2 млн грн на рік, кількість випущених акцій становить 10 млн шт. Велике підприємство отримує річний чистий прибуток 60 млн грн, а кількість випущених ним акцій – 50 млн шт. Вартість активів малого підприємства становить 8 млн грн. Велике і мале підприємства конкурують на ринку, виготовляючи однотипну продукцію.*

*Визначити, чи доцільно великому підприємству поглинути мале підприємство за допомогою операції мерджер, якщо середньозважена депозитна ставка комерційних банків становить 10%.*

Розв'язання.

Розраховуємо максимальну ринкову вартість  $PB_m$  малого підприємства:

$$PB_m = \frac{ЧП_m \cdot 100\%}{\alpha} = \frac{1,2 \cdot 100}{10} = 12 \text{ млн грн.}$$

Розраховуємо максимальну ринкову вартість  $PB_{am}$  однієї акції малого підприємства:

$$PB_{am} = \frac{PB_m}{N_m} = \frac{12000000}{10000000} = 1,2 \text{ грн/шт.}$$

Розраховуємо гудвіл  $\Gamma_{m1}$  (вартість ділового іміджу) малого підприємства до його поглинання великим підприємством:

$$\Gamma_{m1} = PB_m - A_m = 12 - 8 = 4 \text{ млн грн.}$$

Розраховуємо ціну  $\Pi_m$  обміну акцій малого підприємства на акції великого підприємства:

$$\Pi_m = K_{пр} \cdot PB_{am} = 1,5 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ грн/шт.}$$

Розраховуємо максимальну ринкову вартість  $PB_a$  великого підприємства:

$$PB_B = \frac{ЧП_B \cdot 100\%}{\alpha} = \frac{60 \cdot 100\%}{10\%} = 600 \text{ млн грн.}$$

Розраховуємо максимальну ринкову вартість  $PB_{ав}$  однієї акції великого підприємства:

$$PB_{ав} = \frac{PB_B}{N_B} = \frac{600}{50} = 12 \text{ грн/шт.}$$

Розраховуємо додаткову кількість акцій  $\Delta N_B$ , які має випустити велике підприємство для обміну на всі акції малого підприємства:

$$\Delta N_B = \frac{Ц_M \cdot N_M}{PB_{ав}} = \frac{1,8 \cdot 10000000}{12} = 1,5 \text{ млн шт.}$$

Розраховуємо величину чистого прибутку ЧП (за рік), що його може отримати велике підприємство після поглинання ним малого підприємства:

$$ЧП = (ЧП_M + ЧП_B) \cdot K_c = (1,2 + 60) \cdot 1,25 = 76,5 \text{ млн грн.}$$

Розраховуємо загальну кількість акцій  $N_{заг}$  великого підприємства, що будуть в обігу після обміну його акцій на акції малого підприємства:

$$N_{заг} = N_B + \Delta N_B = 50 + 1,5 = 51,5 \text{ млн шт.}$$

Розраховуємо максимальну ринкову вартість  $PB_2$  однієї акції великого підприємства після того, як воно поглине мале підприємство:

$$PB_2 = \frac{ЧП \cdot 100\%}{\alpha \cdot N_{заг}} = \frac{76500000 \cdot 100\%}{10\% \cdot 51500000} = 14,85 \text{ грн/шт.}$$

Оскільки  $PB_2 = 14,85 > PB_{ав} = 12$ , то операція мерджер для великого підприємства буде доцільною та економічно виправданою.

Розраховуємо гудвіл  $\Gamma_{м2}$  (вартість ділового іміджу) малого підприємства після його поглинання великим підприємством:

$$\Gamma_{м2} = Ц_M \cdot N_M - A_M = 1,8 \cdot 10000000 - 8000000 = 10 \text{ млн. грн.}$$

Оскільки  $\Gamma_{м2} = 10 \text{ млн грн} > \Gamma_{м1} = 4 \text{ млн грн}$ , то операція мерджер для малого підприємства також буде доцільною та економічно виправданою.

## 11.2 Завдання для самостійного виконання

Існують велике і мале підприємства, які працюють та конкурують на одному ринку, виготовляючи аналогічну продукцію.

Основні показники діяльності великого підприємства і малого підприємств наведено в таблиці 11.1.

Таблиця 11.1 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Мале підприємство			Велике підприємство		$\alpha$	$K_c$
	ЧП <sub>м</sub> , млн грн	N <sub>м</sub> , млн шт.	A <sub>м</sub> , млн грн	ЧП <sub>в</sub> , млн грн	N <sub>в</sub> , млн шт.		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,2	9,5	8,2	61,0	50	0,1	1,15
2	1,25	9,6	8,5	61,5	51	0,11	1,17
3	1,3	9,7	9,0	62,0	52	0,12	1,19
4	1,35	9,8	9,3	62,4	53	0,13	1,2
5	1,4	9,9	9,5	62,8	54	0,14	1,21
6	1,45	10,0	9,9	63,0	55	0,135	1,24
7	1,5	10,5	10,0	63,3	56	0,132	1,25
8	1,55	11,0	10,3	64,0	57	0,126	1,23
9	1,6	11,4	10,7	64,5	58	0,105	1,27
10	1,7	11,6	11,0	64,8	59	0,109	1,30
11	1,15	12,0	11,5	65,0	60	0,09	1,32
12	1,1	12,5	11,9	65,4	61	0,08	1,35
13	1,05	12,8	12,5	65,8	62	0,14	1,25
14	1,0	13,2	12,9	66,2	63	0,135	1,28
15	1,16	13,7	13,0	67,0	64	0,132	1,29
16	1,19	14,0	13,5	68,0	65	0,123	1,31
17	1,24	14,3	14,0	68,4	66	0,130	1,30
18	1,28	14,8	14,3	69,0	65,5	0,125	1,34
19	1,32	15,0	15,0	70,0	64,5	0,127	1,27
20	1,37	15,2	15,8	70,8	63,5	0,119	1,34
21	1,51	10,5	16,0	73,3	65,6	0,132	1,25
22	1,57	11,0	16,3	74,0	65,7	0,126	1,23
23	1,64	11,4	17,7	74,5	65,8	0,105	1,27
24	1,72	11,6	17,0	74,8	75,9	0,109	1,30
25	1,18	12,0	17,5	75,0	76,0	0,09	1,32
26	1,13	12,5	18,9	75,4	76,1	0,08	1,35
27	1,09	12,8	18,5	75,8	76,2	0,14	1,25
28	1,07	13,2	18,9	76,2	76,3	0,135	1,28
29	1,19	13,7	18,0	77,0	76,4	0,132	1,29
30	1,29	14,0	18,5	78,0	76,5	0,123	1,31

Керуючись даними таблиці 11.1, потрібно:

1. Розрахувати максимальну ринкову вартість  $PВ_m$  малого підприємства.
2. Розрахувати максимальну ринкову вартість однієї акції  $PВ_{ам}$  малого підприємства.
3. Розрахувати гудвіл  $\Gamma_{m1}$  (діловий імідж) малого підприємства до його поглинання великим підприємством.

4. Розрахувати ціну обміну акцій малого підприємства  $C_M$  на акції великого підприємства.
5. Розрахувати максимальну ринкову вартість  $PV_a$  великого підприємства.
6. Розрахувати максимальну ринкову вартість  $PV_{ав}$  однієї акції великого підприємства.
7. Розрахувати додаткову кількість акцій  $\Delta N_b$ , які має випустити велике підприємство для обміну на акції малого підприємства.
8. Розрахувати величину чистого прибутку ЧП (за рік), що його може отримати велике підприємство після поглинання ним малого підприємства.
9. Розрахувати загальну кількість акцій  $N_{заг}$  великого підприємства, що будуть в обігу після обміну його акцій на акції малого підприємства.
10. Розрахувати максимальну ринкову вартість  $PV_2$  однієї акції великого підприємства після того, як воно поглине мале підприємство.
11. Зробити висновок щодо доцільності для менеджерів великого підприємства здійснювати поглинання малого підприємства шляхом застосування операції мерджер.
12. Розрахувати гудвіл  $\Gamma_{m2}$  (вартість ділового іміджу) малого підприємства після його поглинання великим підприємством.
13. Зробити висновок щодо доцільності для менеджерів малого підприємства погоджуватися на поглинання малого підприємства великим шляхом застосування операції мерджер.

### 11.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Охарактеризуйте суть та призначення здійснення операції «мерджер».
2. Поясніть суть процедури здійснення операції мерджер.
3. Як часто здійснюється операція мерджер у сучасній ринковій економіці.
4. За яких умов менеджери великого та менеджери малого підприємства будуть зацікавлені у здійсненні операції мерджер?
5. Чи зможуть власники малого підприємства управляти великим підприємством після здійснення операції мерджер? Якщо зможуть, то за яких умов?

# 12

## ТЕОРЕТИЧНЕ І ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Аналізування динаміки зміни абсолютних економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства»

*Мета заняття:* надати здобувачам теоретичні знання та закріпити практичні навички з розрахунку низки абсолютних економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства та аналізування динаміки зміни цих показників.

#### 12.1 Теоретична частина

Однією із важливих функцій виробничого менеджменту є розрахунок і проведення аналізу динаміки зміни основних абсолютних економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства, на основі яких менеджери розробляють і впроваджують заходи щодо покращення діяльності цього підприємства.

Більшість цих абсолютних економічних і фінансових показників береться із звітів підприємства.

До таких основних абсолютних економічних і фінансових показників можна віднести: чистий дохід підприємства, собівартість реалізованої продукції, операційні витрати, матеріальні витрати, витрати на збут продукції, адміністративні витрати, витрати на заробітну плату працівникам підприємства, амортизаційні витрати, валовий прибуток підприємства, прибуток від операційної діяльності підприємства, прибуток до оподаткування, чистий прибуток підприємства тощо.

Під час аналізування динаміки зміни абсолютних показників доцільно розраховувати їх відносну зміну  $\Delta$ . Це можна зробити за формулою:

$$\Delta = \frac{З - Б}{Б} \cdot 100\%, \quad (12.1)$$

де  $З$  – значення аналізованого абсолютного показника за звітом;

$Б$  – базове значення абсолютного показника.

Аналізування динаміки зміни цих абсолютних показників діяльності виробничого підприємства доцільно проводити за їх групами.

*Перша група показників:* аналізування динаміки зміни чистого доходу підприємства ЧД, собівартості реалізованої продукції СРП та операційних витрат ОВ здійснюють шляхом проведення *горизонтального* аналізу так, як це показано в таблиці 12.1 та на рис. 12.1.

Таблиця 12.1 – Приклад аналізування динаміки зміни деяких абсолютних економічних показників діяльності підприємства (в млн грн і %)

Показники	Роки			Відхилення			
	1-й	2-й	3-й	2-й / до 1-го		3-й / до 2-го	
				Абс. знач.	%	Абс. знач.	%
1. Чистий дохід	657	835	1 865	178	+27	+1030	+124
2. Собівартість реалізованої продукції	595	709	1 185	114	+19	+476	+67
3. Операційні витрати	594	965	1 391	371	+62	+426	+44

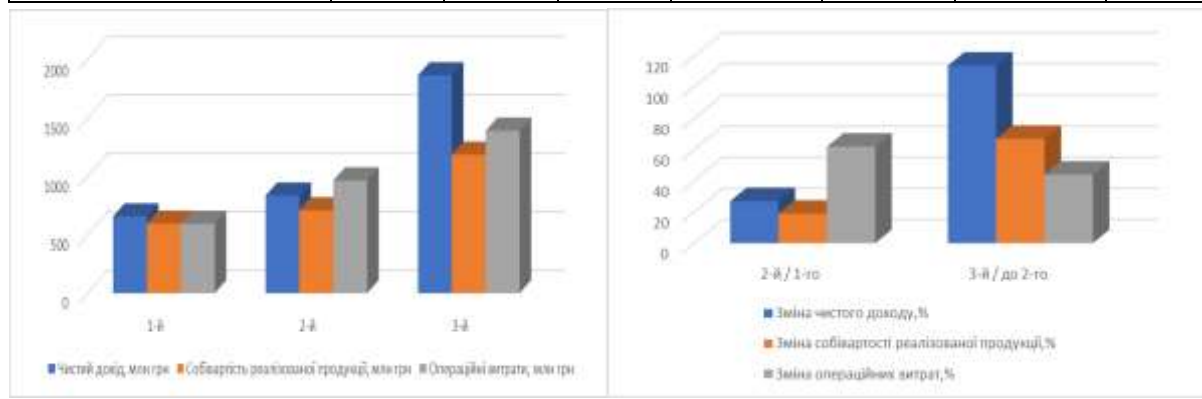


Рисунок 12.1 – Динаміка зміни деяких абсолютних економічних показників діяльності виробничого підприємства за 3 роки

Друга група показників: аналізування динаміки зміни структури операційних витрат ОП, а саме матеріальних витрат М та витрат на оплату праці ВОП працівників підприємства здійснюють шляхом проведення *вертикального* аналізу так, як це показано в таблиці 12.2 та на рис. 12.2.

Таблиця 12.2 – Матеріальні витрати та витрати на оплату праці у вартості операційних витрат підприємства та структура цих витрат

Показники / Рік	1-й	2-й	3-й
Операційні витрати, млн грн	594	965	1391
1. Зокрема – матеріальні витрати, млн грн	359	696	936
в процентах	61%	72%	67%
2. Зокрема – витрати на оплату праці, млн грн	88	83	144
в процентах	15%	8,6%	10,3%

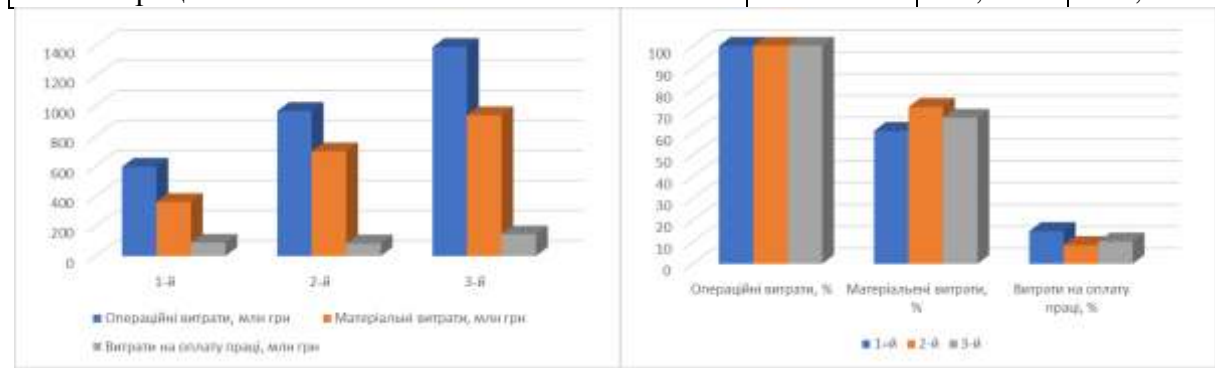


Рисунок 12.2 – Динаміка зміни структури операційних витрат виробничого підприємства

*Третя група показників:* аналізування динаміки зміни валового прибутку підприємства ВД, прибутку від операційної діяльності ПРОД та чистого прибутку підприємства ЧП здійснюють шляхом проведення *горизонтального* аналізу так, як це показано в таблиці 12.3 та на рис. 12.3.

Таблиця 12.3 – Приклад аналізування динаміки зміни деяких абсолютних фінансових показників діяльності підприємства (в млн грн і %)

Показники	Роки			Відхилення			
	1-й	2-й	3-й	2-й / до 1-го		3-й / до 2-го	
				Абс. Знач.	%	Абс. Знач.	%
1.Валовий прибуток	62	127	681	+65	+105%	+554	+436%
2.Прибуток від операційної діяльності	21	123	542	+102	+486%	+419	+341%
3.Чистий прибуток	30	50	75	20	+66,7%	+25	+50%

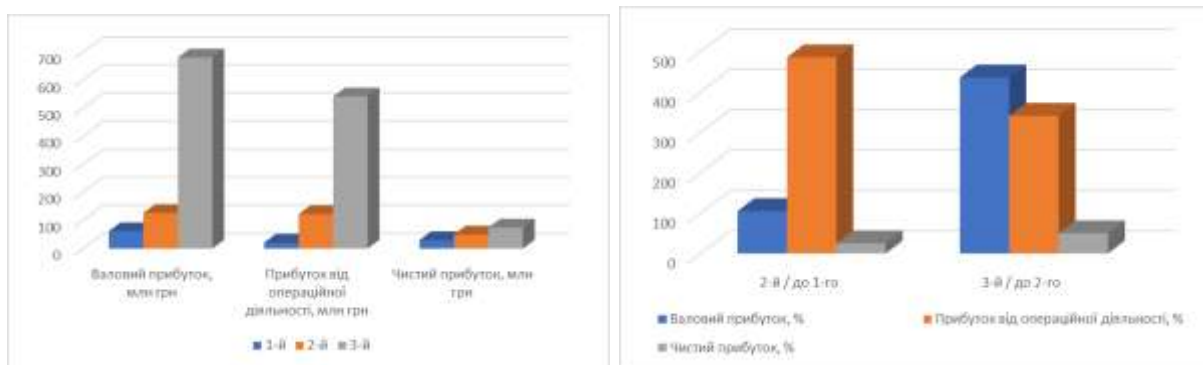


Рисунок 12.3 – Динаміка зміни деяких абсолютних фінансових показників діяльності виробничого підприємства за 3 роки

Аналізування діяльності виробничого підприємства може здійснюватися і за допомогою використання багатьох інших абсолютних економічних і фінансових показників (та їх відхилень) діяльності, які є актуальними для виробничого підприємства і його менеджменту в цей відрізок часу.

На підставі отриманих результатів робиться висновок про ефективність роботи менеджерів виробничого підприємства, а також розробляються заходи щодо покращення результатів виробничої діяльності виробничого підприємства.

## 12.2 Завдання для самостійного виконання

В таблиці 12.4 наведено дані щодо низки економічних та фінансових показників діяльності виробничого підприємства за низку років, які потрібно проаналізувати та зробити висновок щодо ефективності роботи підприємства та його менеджменту.

Таблиця 12.4 – Абсолютні значення економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства за низку років (млн грн)

Абсолютне значення економічних та фінансових показників	Роки							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1. Чистий дохід, ЧД	1290	1340	1530	1670	1800	2025	2100	2300
2. Собівартість реалізованої продукції, СРП	780	900	960	1090	1250	1590	1700	1820
3. Операційні витрати, ОВ	800	945	1100	1240	1390	1500	1650	1750
4. Матеріальні витрати, МВ	500	600	760	830	1120	1380	1530	1590
5. Витрати на оплату праці, ВОП	120	137	160	180	200	260	230	290
6. Валовий прибуток, ВП	540	580	670	850	860	990	900	340
7. Прибуток від операційної діяльності, ПРОД	123	143	153	171	183	251	300	240
8. Чистий прибуток, ЧП	27	34	58	68	89	100	105	110

В таблиці 12.5 наведено дані щодо того, показники яких років здобувач має взяти для аналізування.

Таблиця 12.5 – Варіанти завдання

Варіант	Роки, які потрібно взяти для аналізування	Варіант	Роки, які потрібно взяти для аналізування
1	1-й, 2-й, 3-й	11	2-й, 3-й, 8-й
2	1-й, 2-й, 4-й	12	3-й, 4-й, 5-й
3	1-й, 2-й, 5-й	13	3-й, 4-й, 6-й
4	1-й, 2-й, 6-й	14	3-й, 4-й, 7-й
5	1-й, 2-й, 7-й	15	3-й, 4-й, 8-й
6	1-й, 2-й, 8-й	16	4-й, 5-й, 6-й
7	2-й, 3-й, 4-й	17	4-й, 5-й, 7-й
8	2-й, 3-й, 5-й	18	4-й, 5-й, 8-й
9	2-й, 3-й, 6-й	19	5-й, 6-й, 7-й
10	2-й, 3-й, 7-й	20	5-й, 6-й, 8-й
		21	6-й, 7-й, 8-й

Керуючись даними таблиці 12.4 та 12.5, потрібно:

1. Побудувати графіки зміни чистого доходу підприємства ЧД, собівартості реалізованої продукції СРП та операційних витрат ОВ за низку років, які відповідають заданому варіанту, взятому для аналізування.

2. Розрахувати відносну зміну показників, наведених в пп.1 та побудувати графіки відносної зміни цих показників.

3. Побудувати графіки зміни операційних витрат ОВ, матеріальних витрат М та витрат на оплату праці ВОП працівників підприємства, розрахувати структуру цих витрат та побудувати відповідні графіки (за зразком рисунка 12.1).

4. Побудувати графіки зміни валового прибутку підприємства ВП, прибутку підприємства від операційної діяльності ПРОД та чистого прибутку ЧП за низку років, які відповідають заданому варіанту, взятому для аналізування.

5. Розрахувати відносну зміну показників, наведених в пп. 4, та побудувати графіки відносної зміни цих показників.

6. Зробити висновки по роботі.

### **12.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань**

1. Назвіть основні економічні показники, за допомогою аналізування яких можна встановити ефективність виробничої діяльності виробничого підприємства.

2. Назвіть основні фінансові показники, за допомогою аналізування яких можна встановити ефективність виробничої діяльності виробничого підприємства.

3. Як розраховується відносна зміна абсолютних економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства? Яку інформацію для менеджера несуть ці показники?

4. Поясніть суть горизонтального та вертикального аналізування динаміки зміни економічних та фінансових показників діяльності виробничого підприємства. Поясніть, у чому полягає відмінність зазначених видів аналізування.

5. Поясніть, які статті витрат виробничого підприємства входять до структури операційних витрат. Які з цих витрат є особливо важливими для аналізування виробничими менеджерами і чому?

## ТЕОРЕТИЧНЕ і ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### Тема: «Аналізування динаміки зміни відносних економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства»

*Мета заняття:* надати здобувачам теоретичні знання та закріпити практичні навички з розрахунку низки відносних економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства та аналізування динаміки зміни цих показників.

#### 13.1 Теоретична частина

Для аналізування результатів діяльності виробничого підприємства використовується низка відносних показників, які характеризують ефективність окремих сторін діяльності виробничого підприємства. Основними з них є рентабельність активів підприємства, рентабельність власного капіталу підприємства та рентабельність основного капіталу підприємства.

Рентабельність  $R_i$  зазначених вище показників діяльності виробничого підприємства можна розрахувати за загальною формулою (13.1):

$$R_i = \frac{\Pi_i}{Q_i} \cdot 100\%, \quad (13.1)$$

де  $\Pi_i$  – прибуток певного виду (валовий, від операційної діяльності, чистий), що його отримало підприємство у цьому році;

$Q_i$  – середньорічна величина конкретного показника діяльності виробничого підприємства, який досліджується. Зазвичай такими показниками є активи підприємства, власний капітал підприємства та основний капітал підприємства.

Після розрахунку показників рентабельності будують відповідні графіки, вид яких наведено на рис. 13.1.

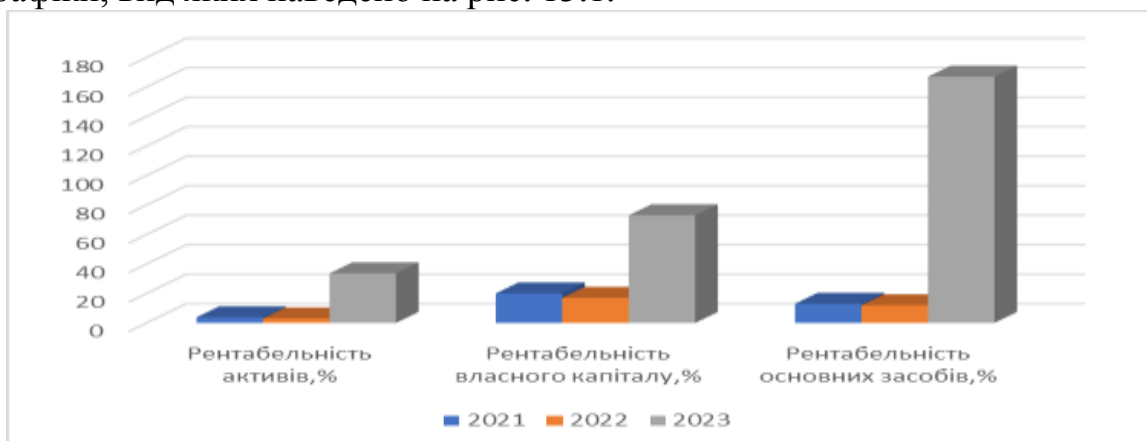


Рисунок 13.1 – Графіки зміни показників рентабельності, розраховані для аналізування ефективності використання окремих показників діяльності підприємства (за 3 роки)

### 13.2 Завдання для самостійного виконання

В таблиці 13.1 наведено дані щодо низки економічних та фінансових показників діяльності виробничого підприємства за низку років, які потрібно проаналізувати та зробити висновок щодо ефективності їх використання.

Таблиця 13.1 – Значення економічних і фінансових показників діяльності виробничого підприємства за низку років (млн грн)

Абсолютне значення економічних та фінансових показників	Роки							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1. Валовий прибуток, ВП	540	580	670	850	860	990	900	340
2. Прибуток від операційної діяльності, ПРОД	123	143	153	171	183	251	300	240
3. Чистий прибуток, ЧП	27	34	58	68	89	100	105	110
4. Середньорічне значення активів підприємства, А	230	256	289	350	390	400	427	460
5. Середньорічне значення власного капіталу підприємства, ВК	90	93	108	140	137	160	200	210
6. Середньорічне значення основного капіталу підприємства, ОК	100	120	115	150	170	320	220	240

В таблиці 13.2 наведено дані щодо того, показники яких років здобувач має взяти для аналізування.

Таблиця 13.2 – Варіанти завдання

Варіант	Роки, які потрібно взяти для аналізування	Варіант	Роки, які потрібно взяти для аналізування
1	1-й, 2-й, 3-й	11	2-й, 3-й, 8-й
2	1-й, 2-й, 4-й	12	3-й, 4-й, 5-й
3	1-й, 2-й, 5-й	13	3-й, 4-й, 6-й
4	1-й, 2-й, 6-й	14	3-й, 4-й, 7-й
5	1-й, 2-й, 7-й	15	3-й, 4-й, 8-й
6	1-й, 2-й, 8-й	16	4-й, 5-й, 6-й
7	2-й, 3-й, 4-й	17	4-й, 5-й, 7-й
8	2-й, 3-й, 5-й	18	4-й, 5-й, 8-й
9	2-й, 3-й, 6-й	19	5-й, 6-й, 7-й
10	2-й, 3-й, 7-й	20	5-й, 6-й, 8-й
		21	6-й, 7-й, 8-й

Керуючись даними таблиці 13.1 та 13.2, потрібно:

1. Розрахувати показники рентабельності окремих сторін діяльності виробничого підприємства за низку років, взявши для розрахунків показники валового прибутку, прибутку від операційної діяльності та чистого.

2. На основі розрахованих показників рентабельності побудувати графіки зміни розрахованих показників рентабельності менеджери підприємства розробляють та реалізують заходи щодо покращення результатів діяльності виробничого підприємства.

### **13.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань**

1. Дайте означення показника «рентабельність». Назвіть основні види рентабельності, які найчастіше досліджуються на виробничому підприємстві.

2. Як розраховуються показники рентабельності? Наведіть формули розрахунку.

3. Чим відрізняються між собою показники валового прибутку підприємства, прибутку підприємства від операційної діяльності та чистого прибутку підприємства?

4. Поясніть, чому показники рентабельності окремих сторін діяльності виробничого підприємства найкращим чином характеризують ефективність діяльності виробничого підприємства та його менеджерів.

**Тема: «Матеріальне стимулювання менеджерів виробничого підприємства за покращення певних абсолютних показників діяльності»**

*Мета заняття:* надати здобувачам теоретичні знання та закріпити практичні навички з розрахунку величини матеріальної винагороди, яку можуть отримувати менеджери за покращення встановлених абсолютних показників діяльності виробничого підприємства.

### 14.1 Теоретична частина

В загальному вигляді стимулювання топ-менеджерів виробничого підприємства може складатися з трьох основних частин: фіксованої, змінної та додаткових умов (рис. 14.1):



Рисунок 14.1 – Структура стимулювального контракту менеджера

*Фіксована частина винагороди* – це певний постійний розмір винагороди, що її отримує менеджер. Розмір винагороди не залежить від результатів діяльності підприємства, а визначається масштабами діяльності підприємства, його традиціями, перспективами розвитку, діловою репутацією самого менеджера тощо.

*Змінна частина винагороди* містить основні матеріальні стимули для менеджера діяти на благо і в інтересах підприємства. Змінна частина винагороди може бути встановлена на основі *покращення абсолютних показників* діяльності підприємства та на основі *покращення відносних показників* діяльності підприємства тощо.

Найчастіше використовується метод визначення *винагороди менеджера на основі покращення абсолютних показників* діяльності підприємства, оскільки цей метод точніше віддзеркалює результати роботи самого підприємства. Також на практиці цей метод використовують у двох основних формах: а) винагорода за покращення окремих абсолютних показників діяльності підприємства (наприклад, за зростання доходу підприємства; за збільшення ринкової вартості підприємства; за збільшення чистого прибутку на одну акцію підприємства тощо) та б) за покращення наперед визначеної сукупності (системи) показників (наприклад, за покращення наперед визначеної системи фінансових показників, за покращення наперед визначеної системи технічних показників тощо).

*Винагорода менеджеру за покращення відносних показників* діяльності підприємства відображає покращення результатів діяльності підприємства порівняно з її конкурентами і застосовується рідше, часто через брак потрібної інформації.

*Додаткові умови стимулювання* менеджерів використовують у разі їх високої кваліфікації і великих сподівань власників підприємства на те, що робота менеджерів приведе до суттєвого покращення результатів діяльності підприємства. Наприклад, додаткові умови можуть передбачати пільгове кредитування менеджера і його страхування від звільнення (так званий «золотий парашут»).

*Пільгове кредитування* є однією із найпоширеніших форм утримання менеджерів на підприємстві та їх стимулювання, оскільки дає можливість менеджеру отримувати кошти для реалізації своїх задумів за значно нижчими (пільговими), ніж це є в комерційних банках, процентними ставками.

*Страхування менеджерів від звільнення* (так званий «золотий парашут») гарантує менеджеру значні виплати у разі звільнення. Їх обсяг становить, як правило, не більше одного процента від поточної ринкової вартості підприємства (!). На практиці, в Україні у випадку звільнення (чи виходу на пенсію) керівник або ТОП-менеджер підприємства може отримати винагороду, яка у сотні разів перевищує його заробітну плату.

Детальніше розглянемо три поширених методи встановлення винагороди менеджеру виробничого підприємства, які базуються на покращенні основних абсолютних показників діяльності підприємства, а саме: за

збільшення ринкової вартості підприємства; за зростання величини доходу підприємства; за збільшення чистого прибутку на одну акцію.

*1-й метод: стимулювання менеджерів на основі зростання ринкової вартості підприємства* передбачає здійснення таких розрахунків:

А) розраховують загальний грошовий потік ГП, що його отримало підприємство за рік:

$$\text{ГП} = \text{ПРДО} + \text{А} - (\text{П}_{\text{пр}} + \text{В}_{\text{к}}), \quad (14.1)$$

де ПРДО – величина прибутку підприємства до оподаткування, грн;

$\text{П}_{\text{пр}}$  – величина податку з прибутку, що його сплачує підприємство, грн;

$\text{В}_{\text{к}}$  – величина процентів, сплачених підприємством протягом року за отримані кредити, грн;

А – величина нарахованих амортизаційних відрахувань (за рік), грн.

Величину податку з прибутку  $\text{П}_{\text{пр}}$  можна розрахувати за формулою:

$$\text{П}_{\text{пр}} = \frac{\text{ПРДО} \cdot \lambda(\%)}{100}, \quad (14.2)$$

де  $\lambda(\%)$  – ставка податку з прибутку, %.

Величина процентів  $\text{В}_{\text{к}}$ , сплачених підприємством протягом року за отримані кредити, розраховується за формулою:

$$\text{В}_{\text{к}} = \frac{\text{ПК} \cdot \alpha(\%)}{100}, \quad (14.3)$$

де ПК – середньорічна величина позичкового капіталу, грн;

$\alpha(\%)$  – середньорічна ставка проценту за отриманими кредитами, %;

Б) обчислюють середньозважену ціну капіталу підприємства  $\text{Ц}_{\text{к}}$ .

Ціна капіталу – це відношення плати за капітал, що вкладається в підприємство, до величини самого капіталу.

Для нашого випадку середньозважену ціну капіталу  $\text{Ц}_{\text{к}}$  (у процентах) компанії можна розрахувати за формулою:

$$\text{Ц}_{\text{к}} = \frac{\Delta\text{ПК}(\%) \cdot \alpha(\%)}{100} + \frac{\Delta\text{ВК}(\%) \cdot \rho(\%)}{100}, \quad (14.4)$$

де  $\Delta\text{ПК}(\%)$  – частка позичкового капіталу, %;

$\alpha(\%)$  – середньорічна ставка проценту за отриманими кредитами, %;

$\Delta\text{ВК}(\%)$  – частка власного капіталу підприємства, %;

$\rho(\%)$  – рентабельність власного капіталу підприємства, %.

Частка позичкового капіталу  $\Delta\text{ПК}(\%)$  розраховується за формулою:

$$\Delta\text{ПК}(\%) = \frac{\text{ПК}}{\text{ПК} + \text{ВК}} \cdot 100\%, \quad (14.5)$$

де ПК – середньорічна величина позичкового капіталу, грн;

ВК – величина власного капіталу підприємства, грн;

Частка власного капіталу підприємства  $\Delta BK(\%)$  розраховується за формулою:

$$\Delta BK(\%) = \frac{BK}{ПК + BK} \cdot 100\%. \quad (14.6)$$

Рентабельність власного капіталу компанії  $\rho(\%)$  розраховується за формулою:

$$\rho(\%) = \frac{ПРДО - П_{пр}}{BK} \cdot 100\%; \quad (14.7)$$

В) розраховуються ринкову вартість підприємства РВ за формулою:

$$РВ = \frac{ГП}{Ц_k} \cdot 100\%, \text{ грн}, \quad (14.8)$$

де ГП – величина загального грошового потоку, грн;

$Ц_k$  – середньозважена ціна капіталу компанії, грн;

Г) розраховують відносне збільшення ринкової вартості підприємства  $\Delta RB(\%)$ :

$$\Delta RB(\%) = \frac{РВ_{зв} - РВ_б}{РВ_б} \cdot 100\%, \quad (14.9)$$

де  $РВ_{зв}$  – ринкова вартість підприємства у звітному році, грн;

$РВ_б$  – ринкова вартість підприємства у базовому році, грн;

Д) розраховують величину премії менеджеру ПР за збільшення ринкової вартості підприємства:

$$ПР = ПР_{1\%}^{PB} \cdot \Delta RB(\%), \quad (14.10)$$

де  $ПР_{1\%}^{PB}$  – розмір встановленої премії за 1% збільшення ринкової вартості підприємства, грн.

2-й спосіб: стимулювання менеджерів на основі збільшення доходу підприємства:

А) розраховують абсолютну величину збільшення доходу  $\Delta D$  підприємства (за рік) за формулою:

$$\Delta D = D - \frac{АКТ \cdot Ц_k}{100} \approx D - \frac{(BK + ПК) \cdot Ц_k}{100}, \text{ грн}, \quad (14.11)$$

де D – дохід підприємства від реалізації продукції за рік, грн;

АКТ – вартість активів підприємства, грн;

$Ц_k$  – середньозважена ціна капіталу підприємства, %;

ВК – величина власного капіталу підприємства, грн;

ПК – величина позичкового капіталу, грн.

Величину активів підприємства приблизно можна визначити за формулою:

$$\text{АКТ} = \text{ВК} + \text{ПК}; \quad (14.12)$$

Б) розраховують відносне збільшення доходу підприємства  $\Delta\text{Д}(\%)$ :

$$\Delta\text{Д}(\%) = \frac{\text{ДВ}_{\text{зв}} - \text{ДВ}_{\text{б}}}{\text{ДВ}_{\text{б}}} \cdot 100\%, \quad (14.13)$$

де  $\text{Д}_{\text{зв}}$  – дохід підприємства у звітному році, грн;

$\text{Д}_{\text{б}}$  – дохід підприємства у базовому році, грн;

В) розраховують величину премії ПР менеджеру за збільшення доходу підприємства:

$$\text{ПР} = \text{ПР}_{1\%}^{\text{ДВ}} \cdot \Delta\text{Д}(\%), \quad (14.14)$$

де  $\text{ПР}_{1\%}^{\text{ДВ}}$  – встановлений розмір премії за 1% збільшення доходу підприємства, грн.

3-й метод: стимулювання менеджерів на основі збільшення величини чистого прибутку підприємства в розрахунку на одну акцію передбачає здійснення таких розрахунків:

А) розраховують величину чистого прибутку на одну акцію ЧП(1):

$$\text{ЧП}(1) = \frac{\text{ПРДО} - \text{П}_{\text{пр}}}{\text{N}}, \quad (14.15)$$

де ПРДО – величина прибутку підприємства до оподаткування, грн;

$\text{П}_{\text{пр}}$  – величина податку з прибутку, що його сплачує підприємство, грн;

$\text{N}$  – кількість випущених підприємством акцій, шт.;

Б) розраховують відносне збільшення чистого прибутку підприємства в розрахунку на одну  $\Delta\text{ЧП}(1, \%)$  за формулою:

$$\Delta\text{ЧП}(1, \%) = \frac{\text{ЧП}(1)_{\text{зв}} - \text{ЧП}(1)_{\text{б}}}{\text{ЧП}(1)_{\text{б}}} \cdot 100\%, \quad (14.16)$$

де  $\text{ЧП}(1)_{\text{зв}}$  – величина чистого прибутку підприємства в розрахунку на одну акцію у звітному році, грн;

$\text{ЧП}(1)_{\text{б}}$  – величина чистого прибутку підприємства в розрахунку на одну акцію у базовому році, грн;

В) розраховують величину премії менеджеру ПР підприємства за збільшення величини чистого прибутку в розрахунку на одну акцію:

$$\text{ПР} = \text{ПР}_{1\%}^{\text{ЧП}(1)} \cdot \Delta\text{ЧП}(1, \%), \quad (14.17)$$

де  $\text{ПР}_{1\%}^{\text{ЧП}(1)}$  – встановлений розмір премії за 1% збільшення величини чистого прибутку в розрахунку на одну акцію, грн.

Застосування кожної із наведених вище трьох методик стимулювання менеджерів формує у них різні мотиваційні дії для розробки і впровадження тих чи інших заходів. Це потребує від власників компанії вдумливого підходу до вибору такої методики, яка б найбільшою мірою відповідала меті діяльності виробничого підприємства.

## 14.2 Завдання для самостійного виконання

В таблицях 14.1 – 14.2 наведено дані щодо основних показників роботи підприємства. Показники наведено за базовий та звітний періоди і відповідають позначенням, які було наведено у формулах (14.1)–(14.17).

Таблиця 14.1 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Період	ПРДО, млн грн	$\lambda(\%)$	$\alpha(\%)$	A, млн грн	ПК, млн грн	ВК, млн грн	Д, млн грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Базовий	2,3	25	22	0,5	3,0	7,0	50
	Звітний	2,6			0,52	3,1	7,1	54
2	Базовий	2,25	26	23	0,52	2,9	7,1	51
	Звітний	2,45			0,53	3,0	7,15	55
3	Базовий	2,1	24,5	21	0,46	3,2	6,9	49,5
	Звітний	2,5			0,48	3,25	7,05	54,5
4	Базовий	1,9	24	20	0,47	3,15	7,1	52
	Звітний	2,4			0,49	3,2	7,3	56
5	Базовий	2,0	20	18	0,51	3,2	7,2	55
	Звітний	2,5			0,53	3,3	7,4	60
6	Базовий	2,2	24	19	0,5	2,95	7,05	52
	Звітний	2,65			0,6	3,05	7,1	57
7	Базовий	2,15	23	26	0,45	3,2	6,8	49
	Звітний	2,37			0,5	3,3	6,9	54
8	Базовий	2,18	26	22	0,6	3,5	6,7	51
	Звітний	2,51			0,61	3,55	6,9	57
9	Базовий	2,4	23	23	0,43	3,1	7,2	59
	Звітний	2,7			0,5	3,14	7,3	65
10	Базовий	2,34	22	22	0,57	3,4	6,8	55
	Звітний	2,76			0,58	3,45	6,9	61
11	Базовий	2,36	24	22	0,53	3,0	7,1	50,5
	Звітний	2,66			0,58	3,1	7,2	54,6
12	Базовий	2,25	27	23	0,52	2,9	7,2	51,4
	Звітний	2,45			0,56	3,0	7,25	55,3
13	Базовий	2,16	24,5	21	0,46	3,2	7,0	49,5
	Звітний	2,56			0,49	3,25	7,15	54,5
14	Базовий	1,96	22	20	0,47	3,15	7,14	52,7
	Звітний	2,46			0,53	3,2	7,31	56,3
15	Базовий	2,06	21	18	0,51	3,2	7,21	55,9
	Звітний	2,56			0,57	3,3	7,42	60,3

Продовження таблиці 14.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	Базовий	2,26	25	19	0,55	2,95	7,05	52,6
	Звітний	2,65			0,62	3,05	7,15	57,9
17	Базовий	2,15	29	26	0,45	3,2	6,9	49,3
	Звітний	2,37			0,54	3,3	7,04	54,3
18	Базовий	2,18	28	22	0,61	3,5	6,3	51,3
	Звітний	2,51			0,65	3,55	6,94	57,7
19	Базовий	2,46	21	23	0,43	3,1	7,22	59,8
	Звітний	2,76			0,51	3,14	7,34	65,4
20	Базовий	2,34	28	22	0,55	3,4	6,84	55,4
	Звітний	2,76			0,59	3,45	6,94	61,6
21	Базовий	2,40	23	21	0,55	3,6	6,4	53
	Звітний	2,70			0,6	3,9	6,9	56
22	Базовий	2,45	22	20	0,36	3,7	6,4	55
	Звітний	2,75			0,4	3,9	6,5	59
23	Базовий	2,55	21	25	0,51	4,0	6,1	47
	Звітний	2,9			0,6	4,1	6,3	52
24	Базовий	2,46	20	18	0,6	4,2	6,7	53
	Звітний	2,79			0,61	4,3	6,8	59
25	Базовий	2,18	27	22	0,62	3,55	6,3	51,3
	Звітний	2,52			0,65	3,65	6,94	57,7
26	Базовий	2,46	22	23	0,44	3,1	7,22	59,8
	Звітний	2,77			0,51	3,24	7,34	65,4
27	Базовий	2,34	26	22	0,56	3,4	6,84	55,4
	Звітний	2,78			0,59	3,55	6,94	61,6
28	Базовий	2,40	24	21	0,57	3,6	6,45	53
	Звітний	2,71			0,6	3,97	6,95	56
29	Базовий	2,45	21	20	0,38	3,71	6,45	55
	Звітний	2,77			0,4	3,96	6,55	59
30	Базовий	2,55	29	25	0,53	4,05	6,15	47
	Звітний	2,91			0,6	4,15	6,35	52

Таблиця 14.2 – Початкові дані для виконання завдання

Вариант	Період	Н, млн шт.	ПР <sub>1%</sub> <sup>РВ</sup> , тисяч грн	ПР <sub>1%</sub> <sup>ДВ</sup> , тисяч грн	ПР <sub>1%</sub> <sup>ЧП(1)</sup> , тисяч грн
1	2	3	4	5	6
1	Базовий	2	20	21	22
	Звітний				
2	Базовий	2,1	11	10	15
	Звітний				
3	Базовий	1,9	16	17	18
	Звітний				
4	Базовий	1,8	12	13	15
	Звітний				
5	Базовий	1,7	14	16	17
	Звітний				
6	Базовий	1,6	18	19	20
	Звітний				

Продовження таблиці 14.2

1	2	3	4	5	6
7	Базовий Звітний	1,5	21	23	27
8	Базовий Звітний	1,4	24	24	25
9	Базовий Звітний	1,3	23	21	20
10	Базовий Звітний	1,2	24	27	29
11	Базовий Звітний	1,25	15	14	13
12	Базовий Звітний	1,35	10	11	14
13	Базовий Звітний	1,45	14	13	12
14	Базовий Звітний	1,55	35	36	37
15	Базовий Звітний	1,65	32	31	30
16	Базовий Звітний	3	20	21	22
17	Базовий Звітний	3,1	11	10	15
18	Базовий Звітний	2,9	16	17	18
19	Базовий Звітний	2,8	15	13	15
20	Базовий Звітний	2,7	14	19	17
21	Базовий Звітний	2,6	18	19	22
22	Базовий Звітний	2,5	21	25	27
23	Базовий Звітний	2,4	27	24	25
24	Базовий Звітний	2,3	24	21	20
25	Базовий Звітний	2,2	24	28	29
26	Базовий Звітний	2,25	15	14	16
27	Базовий Звітний	2,35	13	18	14
28	Базовий Звітний	2,45	14	15	12
29	Базовий Звітний	2,55	35	31	37
30	Базовий Звітний	2,65	31	26	30

Керуючись даними таблиць 14.1 та 14.2, потрібно:

1. Розрахувати величину винагороди менеджера, якщо її планується визначати на основі збільшення ринкової вартості підприємства.
2. Розрахувати величину винагороди менеджера, якщо її планується визначати на основі збільшення величини доходу підприємства.
3. Розрахувати величину винагороди менеджера, якщо її планується визначати на основі збільшення величини чистого прибутку підприємства в розрахунку на одну акцію.
4. Порівняти отримані результати та зробити висновки щодо того, за якої системи стимулювання менеджер отримає найбільшу та найменшу винагороди.
5. Поясніть вашу думку щодо того, на який варіант стимулювання має погодитися менеджер, а на який варіант – власники підприємства, обираючи той чи інший напрям розвитку підприємства.

### **14.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань**

1. Із яких основних частин складається стимулювання покращення результатів виробничої діяльності менеджера? Назвіть ці частини та поясніть їх суть.
2. Дайте характеристику фіксованій та змінній частинам винагороди менеджера.
3. Охарактеризуйте суть системи стимулювання менеджерів на основі зміни відносних показників діяльності підприємства. Назвіть переваги та недоліки цього методу.
4. Охарактеризуйте суть системи стимулювання топ-менеджерів на основі зміни абсолютних показників діяльності компанії. Назвіть переваги та недоліки цього методу.
5. Охарактеризуйте суть системи стимулювання менеджерів, що базується на збільшенні ринкової вартості підприємства. В яких випадках може здійснюватися це стимулювання?
6. Охарактеризуйте суть методу стимулювання менеджерів на основі збільшення величини доходу підприємства.
7. Охарактеризуйте суть методу стимулювання менеджерів на основі збільшення величини чистого прибутку підприємства в розрахунку на одну акцію.
8. Поясніть суть додаткових умов стимулювання менеджерів. Які загрози для підприємства у цьому випадку можуть виникнути?
9. Дайте означення поняття «золотий парашут». Поясніть, яким чином «золотий парашут» впливає на заохочення менеджерів до підвищення ефективності роботи підприємства та його підрозділів? Які небезпеки може мати цей метод стимулювання менеджерів?

**Тема: «Матеріальне стимулювання менеджерів підприємства на основі певної сукупності показників»**

*Мета заняття:* надати здобувачам теоретичні знання та закріпити практичні навички з розрахунку величини матеріальної винагороди, що її можуть отримувати менеджери за покращення результатів діяльності підприємства на основі застосування наперед визначеної сукупності показників.

**15.1 Теоретична частина**

Як було зазначено у практичному завданні 14, стимулювання менеджерів на основі покращення тільки одного абсолютного показника діяльності підприємства (особливо важливого для підприємства в цей час) формує у менеджерів певний напрям мотиваційних дій, спрямованих на покращення встановлених показників. Це потребує від власників підприємства вдумливого підходу до вибору таких абсолютних показників оцінювання менеджерів, які б найбільшою мірою відповідали поставленим перед підприємством завданням та обраній стратегії розвитку.

Щоб уникнути помилок у виборі абсолютних показників оцінювання результатів роботи менеджерів була запропонована методика стимулювання менеджерів, що базується не на одному абсолютному показнику, а на наперед визначеній сукупності технічних, фінансових, економічних тощо показників. Ця методика була створена у Франції під назвою *Tableau de bord* і поширена у США під назвою *Balanced ScoreCard (BSC)*.

*Особливість цієї методики* полягає в тому, що стимулювання менеджерів (особливо топ-менеджерів) здійснюється на основі досягнення ними покращення значень певної сукупності показників, які наперед були вибрані власниками підприємства.

Застосування методики *Balanced ScoreCard (BSC)* передбачає здійснення таких основних етапів робіт:

а) визначення сукупності показників діяльності підприємства, які характеризують суть діяльності менеджерів (топ-менеджерів) та слугують досягненню стратегічних цілей підприємства. Умовний приклад сукупності таких показників наведено в таблиці 15.1;

б) для кожного із вибраних показників (з урахуванням стратегічних задач підприємства та інших факторів зовнішнього і внутрішнього середовища) *установлюються нормативні значення* (критерії), яких має досягти менеджер (топ-менеджер) за певний час своєї роботи на підприємства. Ці нормативи можуть бути визначені як в абсолютному значенні, так і у відносному.

Умовні приклади таких нормативів для топ-менеджерів, що очолюють різні підрозділи підприємства, також наведено в таблиці 15.1;

Таблиця 15.1 – Приклади сукупності показників, що можуть бути використані для розрахунку винагороди менеджерів (нормативи умовні)

Цілі підприємства	Фінансові, економічні, виробничі, маркетингові тощо показники	Норматив	Коефіцієнт вагомості, %
<i>Менеджери, що займаються фінансовою діяльністю</i>			
Зростання ринкової вартості підприємства	Рентабельність власного капіталу	30%	40
	Зростання доходу підприємства від реалізації продукції	+ 5%	15
	Абсолютне зростання віддачі основних засобів виробництва	+ 0,12 грн	20
	Розмір дивідендів на одну акцію	50 коп	25
<i>Менеджери, що займаються маркетинговою діяльністю</i>			
Зростання обсягу реалізації продукції	Зростання обсягу продажу освоєної продукції	+ 5%	25
	Зростання обсягу продажу інноваційної продукції	+ 10%	30
	Лояльність клієнтів (процент повторних придбань)	80%	20
	Ефективність рекламної компанії	15%	25
<i>Менеджери кадрових служб підприємства</i>			
Підвищення продуктивності праці працівників підприємства	Питома вага працівників, що набули нових знань через підвищення кваліфікації	20% (щорічно)	15
	Кількість фахівців, що беруть участь у роботі творчих колективів	15%	30
	Зростання рівня середньої зарплати працівників підприємства	+ 12%	20
	Плинність кадрів, не більше .....	5%	15
	Витрати на навчання, не менше .....	200 тис. грн	20

Під час визначення нормативів (критеріїв), що їх мають досягти менеджери, потрібно враховувати обрану стратегію розвитку підприємства, а також те, що окремі показники з вибраної сукупності можуть мати суперечливий характер. Наприклад, якщо вибрана стратегія передбачає технологічне оновлення виробництва, для чого потрібні значні інвестиції, то це передбачає зменшення (!) дивідендів на одну акцію. На цей період не доцільно планувати зростання коефіцієнта віддачі основних засобів виробництва, оскільки віддача від інвестицій у нову технологію настає значно пізніше. Тобто, стимулювання діяльності менеджерів (топ-менеджерів) може бути і у випадку запланованого погіршення певних абсолютних показників діяльності, наприклад, за зменшення виплат дивідендів тощо);

в) для кожного із нормативних значень вибраних показників визначається їх вагомість, тобто величина впливу на загальний розмір винагороди, яку може отримати менеджер (топ-менеджер). Умовні приклади значень вагомості показників також наведено в таблиці 15.1;

г) для кожного із показників, які входять до вибраної сукупності показників, за якою здійснюється розрахунок винагороди менеджерів (топ-менеджерів), *визначається розмір винагороди, яку отримує менеджер (топ-менеджер) за умови досягнення (або перевищення) нормативного значення (критерію) кожного із показників.*

*Розрахунок загальної величини винагороди (премії) ПР менеджера (топ-менеджера) здійснюється за формулою:*

$$ПР = \sum_{i=1}^n B_i \cdot \frac{\eta_i}{100}, \quad (15.1)$$

де  $B_i$  – розмір винагороди, яку отримує менеджер (топ-менеджер), за досягнення або перевищення нормативного значення (критерія) конкретного  $i$ -го показника, грн;

$\eta_i$  – вагомість даного показника, %;

$n$  – кількість показників, що входять до системи оцінювання.

У цьому випадку  $\sum_{i=1}^n \eta_i = 100\%$ .

Якщо нормативного значення встановленого того чи іншого показника *не було досягнуто*, то цей показник виключається в процесі розрахунку загальної величини винагороди. Якщо нормативне значення показника *було перевищено*, то розмір винагороди за цим показником може бути пропорційно збільшений.

Використання методики Balanced ScoreCard (BSC) для визначення величини винагороди менеджерам (топ-менеджерам) має суттєві переваги, оскільки дозволяє комплексно підійти до питання стимулювання праці менеджерів. Ця методика дає змогу винагороджувати менеджерів навіть тоді, коли за певних обставин прибутковість підприємства не зростає, але очевидними є позитивні зрушення в роботі підприємства, які були визначені стратегією його розвитку і менеджери забезпечили своєю діяльністю.

На думку фахівців, наведена вище система стимулювання діяльності менеджерів (топ-менеджерів), що поєднує різні фінансові, економічні, виробничі тощо показники, є найефективнішою системою з погляду досягнення стратегічних завдань розвитку підприємства.

Розглядаючи існуючі системи стимулювання менеджерів (топ-менеджерів) потрібно звернути увагу ще на таку форму, як «компенсаційний пакет». За певних умов (наприклад, за високих ставок оподаткування) вигідніше надавати менеджерам (особливо топ-менеджерам) компенсацію, аніж платити високу зарплату. У «компенсаційний пакет» може входити користування мобільним телефоном, оплата курортного відпочинку, спортклубів, ділових обідів у престижних ресторанах, на організацію прийомів, презентацій, свят, придбання подарунків тощо.

Детальніше розглянемо методику розрахунку винагороди менеджерам за встановленою власниками системою показників, детальніше:

*1-й крок:* визначають показники, які беруться за основу розрахунку винагороди менеджера (топ-менеджера). Припустимо, це будуть такі показники:

- зростання рентабельності власного капіталу;
- зростання доходу підприємства від реалізації продукції;
- розмір дивідендів на одну акцію;
- зростання віддачі основного капіталу підприємства.

*Примітка.* Кількість показників, що входять до системи Balanced ScoreCard (BSC), може бути будь-якою, але в межах до 5 – 6-ти.

*2-й крок:* визначають методику розрахунку вибраних показників.

Так, *рентабельність власного капіталу* підприємства  $\rho(\%)$  розраховується за формулою:

$$\rho(\%) = \frac{\text{ПРДО} - \text{П}_{\text{пр}}}{\text{ВК}} \cdot 100\%, \quad (15.2)$$

де ПРДО – величина прибутку підприємства до оподаткування, грн;

$\text{П}_{\text{пр}}$  – величина податку з прибутку, що його сплачує підприємство, грн;

ВК – величина власного капіталу підприємства, грн.

Величину податку з прибутку  $\text{П}_{\text{пр}}$  можна розрахувати за формулою:

$$\text{П}_{\text{пр}} = \frac{\text{ПРДО} \cdot \lambda(\%)}{100}, \quad (15.3)$$

де  $\lambda(\%)$  – ставка податку з прибутку до оподаткування, %.

*Зростання рентабельності власного капіталу* підприємства  $\Delta\rho(\%)$  розраховується за формулою:

$$\Delta\rho(\%) = \frac{\rho_{\text{зв}}(\%) - \rho_{\text{б}}(\%)}{\rho_{\text{б}}(\%)} \cdot 100\%, \quad (15.4)$$

де  $\rho_{\text{зв}}(\%)$  – рентабельність власного капіталу підприємства у звітному періоді, %;

$\rho_{\text{б}}(\%)$  – рентабельність власного капіталу підприємства у базовому періоді, %.

*Величина доходу*  $\Delta$  підприємства від реалізації продукції береться із бухгалтерського звіту про фінансові результати роботи підприємства (форма 2).

*Зростання доходу підприємства*  $\Delta\Delta$  від реалізації продукції розраховується за формулою:

$$\Delta\Delta = \frac{\Delta_{\text{зв}} - \Delta_{\text{б}}}{\Delta_{\text{б}}} \cdot 100\%, \quad (15.5)$$

де  $\Delta_{\text{зв}}$  – дохід підприємства від реалізації продукції у звітному періоді, грн;

$\Delta_{\text{б}}$  – дохід підприємства від реалізації продукції у базовому періоді, грн.

Розмір дивідендів на одну акцію ДВ розраховують за формулою:

$$ДВ = \frac{(ПРДО - П_{пр}) \cdot d}{N}, \quad (15.6)$$

де ПРДО – величина прибутку підприємства до оподаткування, грн;

$П_{пр}$  – величина податку з прибутку, що його сплачує підприємство, грн;

$N$  – кількість випущених акцій, шт.;

$d$  – частка прибутку, що виплачується акціонерам, у відн. одиницях.

Віддачу основного капіталу підприємства  $\Phi$  можна визначити за формулою:

$$\Phi = \frac{Д}{НА}, \quad (15.7)$$

де  $Д$  – дохід підприємства від реалізації продукції, грн;

$НА$  – вартість необоротних активів підприємства, грн. Цей показник береться із бухгалтерської звітності підприємства (форма 1).

Абсолютне збільшення віддачі основного капіталу підприємства  $\Delta\Phi$  розраховується за формулою:

$$\Delta\Phi = \Phi_{зв} - \Phi_б, \quad (15.8)$$

де  $\Phi_{зв}$  – значення віддачі основного капіталу у звітному періоді, грн;

$\Phi_б$  – значення віддачі основного капіталу у базовому періоді, грн.

*3-й крок:* установлюють нормативні значення (критерії) для вибраних показників, що становлять систему оцінювання, та їх вагомість.

*4-й крок:* установлюють величину премії, що її отримає менеджер (топ-менеджер) за досягнення нормативного значення кожного із вибраних показників. Якщо нормативне значення встановленого показника *не було досягнуто*, то цей показник виключається під час розрахунку загальної величини винагороди. Якщо нормативне значення показника *було перевищено*, то розмір винагороди за цим показником може бути пропорційно збільшений.

*5-й крок:* розраховують розмір винагороди за кожним із показників, вибраних для оцінювання роботи менеджера (топ-менеджера).

*6-й крок:* розраховують загальну величину винагороди, яку може отримати менеджер (топ-менеджер) за результати своєї діяльності.

## 15.2 Завдання для самостійного виконання

Власник підприємства і топ-менеджер, укладаючи контракт, домовились, що стимулювання топ-менеджера буде здійснюватися на основі системи показників, до якої були внесені такі основні показники:

- П1 – зростання рентабельності власного капіталу підприємства;

- П2 – зростання доходу від реалізації продукції;
- П3 – розмір дивідендів на одну акцію;
- П4 – зростання віддачі основного капіталу підприємства.

Були визначені також нормативні значення (критерії) цих показників (відповідно, Н1, Н2, Н3 та Н4), за досягнення яких менеджеру буде виплачуватись винагорода, а також було визначено базовий розмір винагороди (відповідно В1, В2, В3 та В4), який буде виплачуватись менеджеру за досягнення кожного із вибраних показників.

Зазначені вище показники та нормативи (критерії), а також інші відомості, необхідні для визначення розміру винагороди, яку може отримати менеджер (топ-менеджер) за результати своєї роботи, наведено в таблицях 15.2 та 15.3.

Позначення величин, наведених в таблицях 15.2 та 15.3, відповідають позначенням, які були використані в формулах (15.1) – (15.8).

Таблиця 15.2 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Період	ПРДО, млн грн	$\lambda(\%)$	d	НА, млн грн	Н, млн шт.	ВК, млн грн	Д, млн грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Базовий	2,3	25	0,22	6,0	2	7,0	50
	Звітний	2,6			6,2		7,1	54
2	Базовий	2,25	26	0,23	6,2	2,1	7,1	51
	Звітний	2,45			6,3		7,15	55
3	Базовий	2,1	24,5	0,21	5,4	1,9	6,9	49,5
	Звітний	2,5			5,5		7,05	54,5
4	Базовий	1,9	24	0,20	6,1	1,8	7,1	52
	Звітний	2,4			6,2		7,3	56
5	Базовий	2,0	20	0,18	6,6	1,7	7,2	55
	Звітний	2,5			6,7		7,4	60
6	Базовий	2,2	24	0,19	5,5	1,65	7,05	52
	Звітний	2,65			5,7		7,1	57
7	Базовий	2,15	23	0,26	6,0	1,6	6,8	49
	Звітний	2,37			6,1		6,9	54
8	Базовий	2,18	26	0,22	6,1	1,95	6,7	51
	Звітний	2,51			6,2		6,9	57
9	Базовий	2,4	23	0,23	5,8	1,4	7,2	59
	Звітний	2,7			5,9		7,3	65
10	Базовий	2,34	22	0,22	4,5	1,3	6,8	55
	Звітний	2,76			4,7		6,9	61
11	Базовий	2,36	24	0,22	4,3	1,2	7,1	50,5
	Звітний	2,66			4,4		7,2	54,6
12	Базовий	2,25	27	0,23	5,1	1,25	7,2	51,4
	Звітний	2,45			5,4		7,25	55,3
13	Базовий	2,16	24,5	0,21	6,1	1,35	7,0	49,5
	Звітний	2,56			6,4		7,15	54,5
14	Базовий	1,96	22	0,20	6,0	3	7,14	52,7
	Звітний	2,46			6,3		7,31	56,3

Продовження таблиці 15.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	Базовий	2,06	21	0,18	5,8	3,1	7,21	55,9
	Звітний	2,56			5,9		7,42	60,3
16	Базовий	2,26	25	0,19	5,4	2,9	7,05	52,6
	Звітний	2,65			5,5		7,15	57,9
17	Базовий	2,15	29	0,26	6,1	2,8	6,9	49,3
	Звітний	2,37			6,2		7,04	54,3
18	Базовий	2,18	28	0,22	5,3	2,7	6,3	51,3
	Звітний	2,51			5,4		6,94	57,7
19	Базовий	2,46	21	0,23	6,4	2,6	7,22	59,8
	Звітний	2,76			6,6		7,34	65,4
20	Базовий	2,34	28	0,22	5,8	2,5	6,84	55,4
	Звітний	2,76			5,9		6,94	61,6
21	Базовий	2,40	23	0,21	6,0	3,1	6,4	53
	Звітний	2,70			6,1		6,9	56
22	Базовий	2,45	22	0,20	5,3	2,9	6,4	55
	Звітний	2,75			5,5		6,5	59
23	Базовий	2,55	21	0,25	5,1	2,8	6,1	47
	Звітний	2,9			5,2		6,3	52
24	Базовий	2,46	20	0,18	4,4	2,6	6,7	53
	Звітний	2,79			4,5		6,8	59
25	Базовий	2,18	27	0,22	3,3	2,5	6,3	51,3
	Звітний	2,52			3,5		6,94	57,7
26	Базовий	2,46	22	0,23	3,6	2,4	7,22	59,8
	Звітний	2,77			3,7		7,34	65,4
27	Базовий	2,34	26	0,22	5,1	2,3	6,84	55,4
	Звітний	2,78			5,2		6,94	61,6
28	Базовий	2,40	24	0,21	5,7	2,2	6,45	53
	Звітний	2,71			5,8		6,95	56
29	Базовий	2,45	21	0,20	5,0	2,25	6,45	55
	Звітний	2,77			5,1		6,55	59
30	Базовий	2,55	29	0,25	4,9	3,0	6,15	47
	Звітний	2,91			5,0		6,35	52

Таблиця 15.3 – Початкові дані для виконання завдання

Варі- ант	Нормативні значення показників (критерії)				Вагомість показників				Базовий розмір винаго- роди, тисяч грн			
	Н1, %	Н2, %	Н3, грн	Н4, грн	$\eta_1$ , %	$\eta_2$ , %	$\eta_3$ , %	$\eta_4$ , %	В1	В2	В3	В4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	+ 10	+ 7	0,21	+0,35	25	15	30	30	12	13	14	15
2	+ 7	+ 7	0,19	+0,50	21	29	32	18	10	21	21	20
3	+ 15	+ 10	0,20	+0,70	19	33	25	23	11	14	15	17
4	+ 22	+ 6	0,20	+0,45	11	28	34	27	23	12	18	24
5	+ 21	+ 9	0,17	+0,60	35	15	25	25	12	10	20	27
6	+ 18	+ 9	0,23	+0,55	34	16	22	28	22	11	24	12
7	+ 8	+ 10	0,29	+0,65	33	17	28	22	10	23	10	10
8	+ 10	+ 11	0,19	+0,80	31	19	24	26	24	12	22	11

Продовження таблиці 15.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	+ 10	+ 10	0,34	+0,82	26	24	31	19	13	22	31	23
10	+ 16	+ 8	0,33	+0,75	24	31	19	26	17	10	12	12
11	+ 11	+ 8	0,37	+0,65	22	33	20	25	12	22	10	22
12	+ 8	+ 7	0,32	+0,15	25	22	33	20	10	31	11	10
13	+ 16	+ 10	0,30	+0,40	33	20	25	22	11	12	23	19
14	+ 22	+ 6,5	0,12	+0,15	21	35	28	16	23	10	12	31
15	+ 26	+ 7	0,11	+0,55	35	28	16	21	12	11	22	26
16	+ 15	+ 10	0,13	+0,70	28	16	35	21	22	23	10	25
17	+ 8	+ 9	0,15	+0,65	16	35	21	28	10	12	31	23
18	+ 4	+ 12	0,14	+1,00	17	18	36	29	12	22	12	12
19	+ 10	+ 8	0,19	+0,55	18	36	29	17	22	10	10	10
20	+ 16	+ 11	0,17	+0,85	36	29	17	18	10	10	11	11
21	+ 4	+ 5	0,14	+0,35	29	17	18	36	19	11	23	23
22	+ 10	+ 7	0,13	+0,35	19	27	26	28	31	23	12	12
23	+ 9	+ 10	0,20	+0,75	27	26	28	19	26	12	22	22
24	+ 11	+ 12	0,15	+1,00	26	28	19	27	25	22	10	10
25	+ 4	+ 12	0,16	+0,90	28	19	27	26	23	10	12	19
26	+ 10	+ 9	0,20	+1,00	23	26	27	24	10	12	10	31
27	+ 16	+ 11	0,19	+0,95	26	27	24	23	12	10	11	26
28	+ 3	+ 5	0,19	+0,35	27	24	23	26	22	11	23	25
29	+ 11	+ 7	0,19	+0,50	24	23	26	27	10	23	12	23
30	+ 10	+ 10	0,17	+0,80	30	21	22	27	19	12	22	10

Керуючись даними таблиць 15.2 та 15.3, потрібно:

1. Для вибраного варіанта завдання розрахувати значення вибраних показників діяльності підприємства, що входять до системи оцінювання роботи менеджера (топ-менеджера), в базовому і звітному періоді.

2. Розрахувати значення показників, за якими здійснюється оцінювання результатів діяльності менеджера (топ-менеджера).

3. Порівняти величини розрахованих показників діяльності, досягнутих менеджером (топ-менеджером), з нормативними значеннями (критеріями).

4. Розрахувати величину винагороди менеджера (топ-менеджера) за кожним досягнутим показником (результатом) діяльності.

Потрібно врахувати:

а) якщо значення розрахункового показника менше нормативного значення (критерія), то нарахування винагороди в цьому випадку не відбувається;

б) якщо значення розрахункового показника дорівнює або перевищує нормативне значення (критерій), то величину винагороди менеджера (топ-менеджера)  $V_i$  по цьому показнику розрахувати за формулою:

$$ПР_i = V_i \cdot \frac{\eta_i}{100}, \quad (15.9)$$

де  $\eta_i$  – вагомість конкретного показника оцінювання, %;

в) якщо значення розрахункового показника перевищує нормативне, то за використання формули (13.9) величину базового розміру винагороди менеджеру (В1, В2, В3 або В4) збільшити пропорційно тому, наскільки значення розрахункового показника перевищує встановлене нормативне значення (критерій).

5. Для випадків «б» і «в» пункту 4-го розрахувати загальну величину винагороди (премії) ПР менеджера (топ-менеджера):

$$ПР = \sum_{i=1}^n ПР_i. \quad (15.10)$$

6. Зробити висновки.

### 15.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Поясніть, які недоліки характерні для систем стимулювання менеджерів (топ-менеджерів), коли ці системи базуються на абсолютних або відносних показниках оцінювання результатів їхньої діяльності.

2. Охарактеризуйте суть та переваги системи Balanced ScoreCard (BSC), що використовується для розрахунку величини винагороди менеджерів (топ-менеджерів).

3. Назвіть основні етапи робіт, які потрібно виконати, щоб забезпечити функціонування системи Balanced ScoreCard (BSC).

4. Поясніть суть, призначення та переваги (для підприємства) так званого «компенсаційного пакета». Із яких послуг може складатися цей пакет?

5. В яких випадках підприємству вигідніше застосовувати «компенсаційний пакет» замість виплати менеджерам (топ-менеджерам) відповідної грошової винагороди?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Козловський В. О. Виробничий менеджмент. Практикум : навч. посібник. Частина 1. Видання 2-ге, доповн. та перероблене. Вінниця : ВНТУ, 2005. 154 с.
2. Козловський В. О., Козловський С. В. Виробничий менеджмент. Практикум : навч. пос. Частина 2. Вінниця : ВНТУ, 2005. 168 с.
3. Давидова О. Ю. Організація виробництва : підручник. Х. : Світ книг, 2021. 266 с.
4. Редкін О. В. Виробничий та операційний менеджмент : навч. посібник. Полтава : НУ ПП ім. Ю. Кондратюка, 2020. 552 с.
5. Гевко І. Б. Операційний (виробничий) менеджмент: конспект лекцій. Тернопіль: ТНТУ, 2017. 128 с.
6. Маркіна І. А., Помаз О. М., Помаз Ю. В. Операційний менеджмент. Полтава : ПДАА, 2018. 224 с.
7. Прохорова В. В., Давидова О. Ю. Організація виробництва : навч. посібник. Х. : Вид-во Іванченка І. С., 2018. 275 с.
8. Запорожець Г. В., Кучер М. М., Ревенко Н. Г. Виробничий менеджмент : навч. посіб. для самост. вивч. дисц. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2010. 209 с.
9. Виробничий менеджмент. Навчально-методичний комплекс дисципліни : навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня бакалавр, які навчаються за спеціальністю 073 «Менеджмент», освітньою програмою «Менеджмент і бізнес-адміністрування» / уклад. Т. А. Коцко. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2024. 60 с.
10. Бутко М. П. Виробничий менеджмент : підручник. К. : Видавництво «ЦУЛ», 2019. 420 с.

*Навчальне видання*

**Володимир Олександрович Козловський**

# **ВИРОБНИЧИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

Навчальний посібник

Рукопис оформлено *В. Козловським*

Редактор *Т. Старічек*

Оригінал-макет виготовлено *Т. Старічек*

Підписано до видання 16.05.2025 р.

Гарнітура Times New Roman.

Зам. № P2025-078.

Видавець та виготовлювач

Вінницький національний технічний університет,

Редакційно-видавничий відділ.

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.

**press.vntu.edu.ua;**

*E-mail: irvc.vntu@gmail.com.*

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія

ДК № 3516 від 01.07.2009 р.