



Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет

Кислий В. М.,  
Рибальченко С. М.,  
Сулим В. В.

# **ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА**

## **Підручник**

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету

Суми  
Сумський державний університет  
2023

УДК 658(075.8)

К 44

Рецензенти:

*Л. С. Лісовська* – доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту організацій Національного університету «Львівська політехніка»;

*Ф. О. Журавка* – доктор економічних наук, професор кафедри міжнародних економічних відносин Сумського державного університету

*Рекомендовано до видання  
вченою радою Сумського державного університету  
як підручник  
(протокол № 6 від 8 грудня 2022 року)*

**Кислий В. М.**

К 44      Організація виробництва : підручник / В. М. Кислий,  
С. М. Рибальченко, В. В. Сулим. – Суми : Сумський  
державний університет, 2023. – 248 с.  
ISBN 978-966-657-954-9

Підручник містить матеріали з організації виробничої діяльності підприємств в умовах становлення ринкової економіки, що відповідає програмі, затвердженій МОН України.

Для студентів економічних спеціальностей закладів вищої освіти III–IV рівнів акредитації.

**УДК 658(075.8)**

© Кислий В. М., Рибальченко С. М.,  
Сулим В. В., 2023

ISBN 978-966-657-954-9

© Сумський державний університет, 2023

## ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА.....	6
1.1 Предмет, зміст та завдання дисципліни «Організація виробництва».....	6
1.2 Системний підхід до організації виробництва.....	9
1.3 Підприємства – форма організації виробництва....	14
1.4 Техніко-організаційний рівень виробництва.....	20
Питання для самоперевірки та контролю засвоєння знань.....	33
Тести для самоперевірки та контролю засвоєння знань...	34
Приклади розв’язування задач.....	36
РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ.....	40
2.1 Загальні принципи організації основних виробничих процесів.....	40
2.2 Особливості організації процесів виробництва у часі.....	45
2.3 Особливості організації процесів виробництва у просторі.....	56
Питання для самоперевірки та контролю засвоєння знань.....	64
Тести для самоперевірки та контролю засвоєння знань...	65
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА.....	76
3.1 Особливості організації непотокового виробництва.....	76
3.2 Організація потокового виробництва.....	81
3.3 Особливості організації потокового роботизованого та автоматизованого виробництв.....	90
Питання для самоперевірки та контролю засвоєння знань.....	95
Тести для самоперевірки та контролю засвоєння знань...	96

Приклади розв'язування задач.....	103
<b>РОЗДІЛ 4 ОСНОВИ КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ</b>	
<b>ВИРОБНИЦТВА.....</b>	<b>116</b>
4.1 Особливості організації науково-дослідної роботи....	116
4.2 Організація конструкторської й технологічної підготовки виробництва та дослідно-конструкторських робіт.....	123
4.3 Особливості освоєння виробництв нових видів продукції.....	134
4.4 Освоєння нової продукції та планування процесів її створення.....	139
Питання для самоперевірки та контролю засвоєння знань.....	151
Тести для самоперевірки та контролю засвоєння знань..	152
Приклади розв'язування задач.....	155
<b>РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЇ ДОПОМІЖНИХ ВИРОБНИЦТВ</b>	
<b>ТА ОБСЛУГОВУВАЛЬНИХ ГОСПОДАРСТВ</b>	
<b>ПІДПРИЄМСТВА ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ</b>	
<b>ФУНКЦІОНУВАННЯ.....</b>	
5.1 Особливості організації інструментального господарства.....	179
5.2 Організація та функціонування енергетичного господарства підприємства.....	184
5.3 Особливості організації діяльності ремонтного господарства.....	191
5.4 Організація транспортного господарства підприємства.....	202
5.5 Особливості організації складського господарства.....	209
Питання для самоперевірки та контролю засвоєння знань.....	
Тести для самоперевірки та контролю засвоєння знань..	213
Приклади розв'язування задач.....	218
Список використаної літератури.....	246

## ВСТУП

Процеси поділу праці, розвиток промислового виробництва потребують формування визначених правил щодо оптимальної організації виробничих процесів, підготовки фахівців, які б знали й уміли використовувати ці правила. Саме тому поступово й виділилася спеціальна галузь знань, створилася та розвивається наука про організацію й планування виробництва. Науковці розробляють способи та методи організації планомірної й високоефективної роботи, яка б визначала найбільш ефективне використання технічних, матеріальних, трудових і фінансових ресурсів.

Підручник містить розділи, присвячені аналізуванню способів оптимізації виробничих витрат завдяки більш раціональній організації виробництва у часі й просторі. Окрему увагу приділено особливостям дії економічних законів, що дозволяє встановити деякі загальні для всіх підприємств і специфічні, залежні від особливостей різних підприємств, правила, форми й способи організації та планування найбільш економічної їх роботи.

У підручнику розкрито питання організаційних форм та методів найбільш прогресивного й економічно доцільного використання досягнень економічних і технічних наук у межах окремих підприємств. Він містить достатню кількість ілюстраційного матеріалу, практико-орієнтовані завдання та приклади їх розв'язування.

Під час укладання підручника було використано навчальний посібник «Організація промислового виробництва» В. М. Кислого (2008), методичні вказівки до проведення практичних занять та організації самостійної роботи з дисципліни «Організація виробництва» (2007) та методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Організація виробництва» (2007).

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

### ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

#### 1.1 Предмет, зміст та завдання дисципліни «Організація виробництва»

Під *організацією виробництва* (ОВ) розуміють координацію та оптимізацію в часі й просторі всіх трудових і матеріальних елементів виробництва для забезпечення найбільш ефективної реалізації встановлених цілей та завдань.

*Предмет* науки – вивчення як об’єктивних економічних законів на рівні конкретного виробництва, так і способів та методів поєднання в часі й просторі засобів праці з предметами праці та працею працівників.

*Об’єктами* ОВ на окремих підприємствах є виробничі системи будь-яких рівнів.

*ОВ охоплює всі ланки промислового виробництва (рис. 1.1):*

1) на рівні національної економіки ОВ – вибір раціональної галузевої структури, пропорційність розвитку різних галузей та економічних районів країни;

2) у галузях ОВ – вибір та обґрунтування як розмірів підприємств, так і їх спеціалізації й кооперування, комбінування та розміщення;

3) у первинних виробничо-господарських ланках (бригада, дільниця, цех) і на підприємствах ОВ передбачає врахування особливостей організації основного виробництва, допоміжних процесів та обслуговування завдяки поєднанню їх єдиним процесом виробництва.

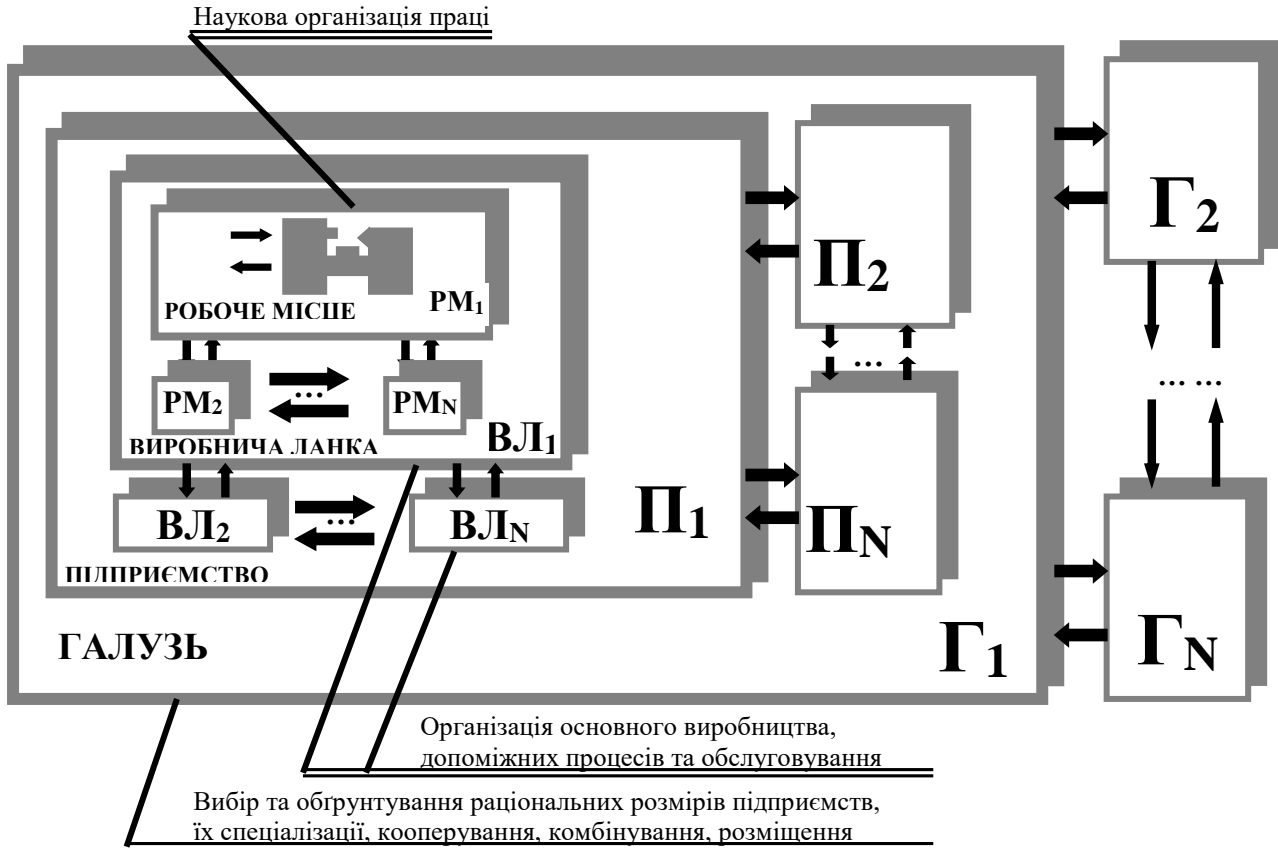


Рисунок 1.1 – Схема виробничих відносин, що складають предмет науки про організацію виробництва

4) ОВ (рівень окремого робочого місця) пов'язана з науковою організацією праці конкретного працівника.

***Основні завдання організації виробництва:***

– сформуванню оптимальний та раціональний склад працівників і засобів праці, що забезпечить безперерйне й ритмічне проходження всіх виробничих процесів;

– установити між усіма елементами виробничої системи структуровані різноманітні зв'язки, що забезпечать їх участь в єдиному виробничому процесі матеріальних благ;

– розвинути виробничі системи та адаптувати їх до постійних динамічних змін зовнішнього середовища.

Поняття «організація виробництва» розглядають за різними функціональними видами діяльності (рис. 1.2).

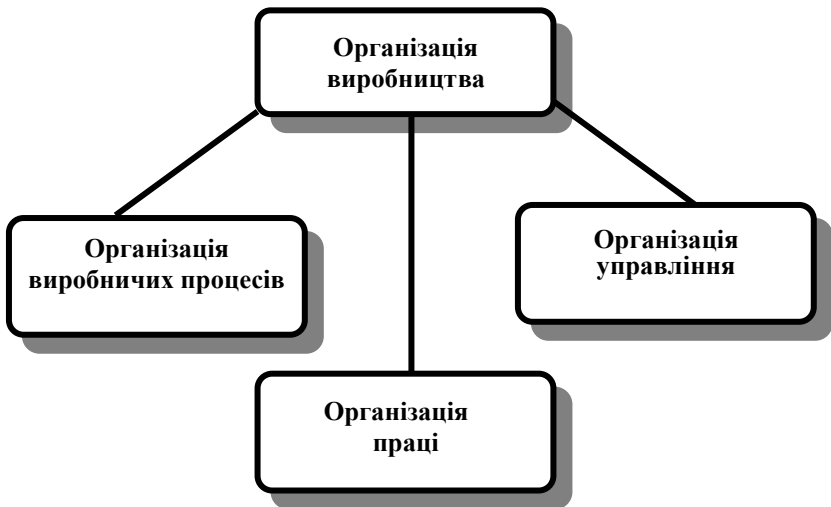


Рисунок 1.2 – Основні функціональні види організації виробництва



## **Висновки**

1 Під організацією виробництва розуміють координацію та оптимізацію в часі й просторі всіх трудових та матеріальних елементів виробництва для забезпечення реалізації встановлених цілей і завдань.

2 Основою організації виробництва є відносини на рівні всіх ланок виробництва, а саме промисловості загалом, окремих галузей чи підприємств, цехів, ділянок та окремих робочих місць.

3 Зміст ОВ як науки – це встановлення причинно-наслідкових зв'язків та закономірностей, властивих організації виробництва, для забезпечення визначення й реалізації в практичній діяльності її ефективних форм, методів і засобів.

## **1.2 Системний підхід до організації виробництва**

*Системний підхід* – це методологічний напрямок у науці, основне завдання якого полягає в розробленні основних методів дослідження та конструювання складноорганізованих об'єктів (систем) різних типів і класів.

*Система* – це загальна сукупність усіх елементів, що перебувають у відносинах чи зв'язках між собою та утворюють загальну цілісність і єдність.

*Елемент* – це об'єкт, що входить до складу зазначеної системи та розглядається як неподільний у її межах.

*Цілісність* – це внутрішня єдність об'єкта, його віддиференційованість від навколишнього середовища.

*Зауваження 1* **Все, що формується з пов'язаних одна з одною окремих частин, може називатися системою.**

**Зауваження 2** *Визначення будь-якої системи є повністю довільним.*

**Зауваження 3** *Під час дослідження впливів на будь-який матеріальний об'єкт необхідно розглядати його як частину якоїсь загальної системи.*

**Зауваження 4** *Складність системи визначається кількістю елементів, що її складають, і характером певних зв'язків, які виникають між ними.*

### **Основні властивості систем**

**Властивість 1** *Цілісність та можливість поділу її на елементи.*

**Властивість 2** *Наявність структурованих зв'язків у системі (внутрішніх і зовнішніх). Внутрішні зв'язки повинні бути сильнішими та стійкішими, ніж зовнішні.*

**Властивість 3** *Зв'язки в системі повинні бути певним чином структуровані, впорядковані.*

**Властивість 4** *Система повинна мати інтегративні властивості, тобто властивості, яких не має жоден із її елементів.*

### **Класифікація систем:**

#### **1-й критерій – складність системи:**

- а) прості динамічні системи;
- б) складні системи, що підлягають опису;
- в) дуже складні системи, що не підлягають опису;

#### **2-й критерій – ступінь детермінованості (передбачуваності) системи:**

- а) детерміновані системи – передбачувані;
- б) ймовірнісні (непередбачувані системи).

Відповідно до розглянутих критеріїв можна виділити такі класи систем (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація систем (приклади зі сфери промисловості)

Системи	Прості	Складні	Дуже складні
Детерміновані	Проект механічної ділянки	Завод-автомат	–
Ймовірнісні	Статистичний контроль якості продукції	Система утворення прибутку підприємства	Підприємство (фірма)

Під час формування виробничих систем потрібно враховувати такі принципи (основні правила) системного підходу:

– **принцип послідовного просування етапами створення системи.** Додержання цього принципу означає, що систему потрібно спочатку досліджувати на макрорівні, тобто у взаємовідносинах із навколишнім середовищем, а потім – на мікрорівні, тобто всередині своєї структури;

– **принцип узгодження інформаційних, надійнісних, ресурсних та інших характеристик проєктованих систем;**

– **принцип відсутності конфліктів між цілями окремих підсистем і цілями всієї системи.**

Сутність системного підходу виявляють під час його порівняння з класичним індуктивним підходом до формування систем.

**Підхід 1 Класичний (традиційний) підхід – від часткового до загального (індукція):**

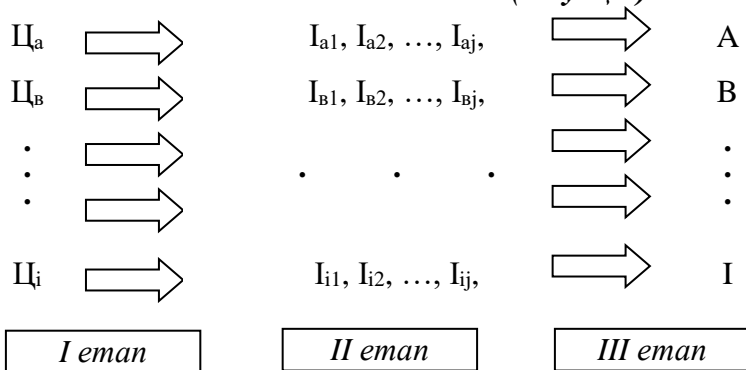


Рисунок 1.3 – Особливості формування системи за допомогою класичного (традиційного) методу

I етап – процес формування цілей окремих  $i$ -х підсистем;

II етап – збирання, аналізування та добір необхідної інформації для формування  $i$ -х підсистем;

III етап – процес формування загальної структури системи з окремих підсистем.

**Підхід 2 Системний підхід – від загального до часткового (дедукція)**

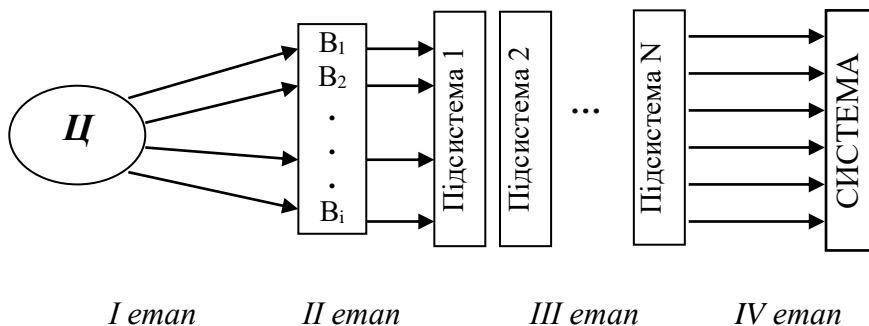


Рисунок 1.4 – Формування системи з використанням системного підходу

I етап – процес формування загальних цілей функціонування системи загалом;

II етап – на підставі аналізування загальних цілей системи та обмежень зовнішнього середовища відбувається формування вимог до системи;

III етап – процес орієнтовного формування окремих підсистем;

IV етап – на основі проведеного аналізування варіантів підсистем відбувається їх добір та формується система.

**Виробнича система** – дуже складна ймовірнісна соціотехнічна система, що являє собою сукупність взаємодіючих компонентів (структурних елементів, підсистем, блоків, зв'язків і т. ін.), що утворюють визначену впорядковану цілісність, у межах якої реалізується цілеспрямований виробничий процес, пов'язаний із випуском продукції, чи окремі його частини.

Прикладом виробничої системи є **підприємство** – самостійний статутний суб'єкт господарювання, що має права юридичної особи й здійснює свою діяльність із метою одержання прибутку (доходу). Сучасні підприємства являють собою один із найбільш складних видів виробничих систем (соціальних організацій).

**Особливості (основні тенденції розвитку) сучасних виробничих систем (підприємств, фірм):**

- 1) збільшення розмірів;
- 2) складність;
- 3) спеціалізація управлінської діяльності;
- 4) різноманітність цілей;
- 5) відношення до змін;
- 6) реакція на вплив зовнішнього середовища.

## **Висновки**

1 Системний підхід – це основна методологія вивчення певних об'єктів як систем, що складається з виявлення загальних тенденцій та факторів розвитку цих систем, а також процесу формування заходів щодо їх удосконалення. Ключовими властивостями системи є цілісність та подільність, наявність певних зв'язків, їх структурованість і наявність інтегративних властивостей.

2 Для вивчення систем необхідно їх класифікувати за певними критеріями, найважливішими з яких є їх складність та ступінь детермінованості.

3 Сучасне підприємство являє собою складну, відкриту, соціотехнічну систему, що має внутрішні зв'язки й постійно взаємодіє із зовнішнім середовищем.

4 Класичний підхід до формування систем передбачає базове використання принципу індукції, тобто перехід від часткового до загального.

5 Застосування системного підходу до організації виробництва дозволяє найбільш раціонально організувати працю менеджера та ефективно управляти виробничим процесом.

### **1.3 Підприємства – форма організації виробництва**

*Підприємство* – форма організації виробництва, що базується на кооперації та є економічно відособленим суб'єктом господарювання.

Підприємство – це окрема виробнича одиниця, що виробляє та реалізує визначений перелік продукції, тобто виготовлення виробів, надання послуг чи виконання робіт.

*Фірма* – це юридично самостійна підприємницька бізнес-одиниця.

Основні ознаки підприємства:

- *організаційна єдність*;
- *відособлене майно*;
- *майнова відповідальність*;
- *оперативно-господарська й економічна самостійність*;
- *системна єдність засобів виробництва*;
- *наявність ідентифікаційних ознак*.

Тобто підприємство – це самостійний суб’єкт господарювання, створений у порядку, встановленому законодавством, для виробництва продукції, виконання робіт і послуг щодо задоволення суспільних потреб й одержання прибутку після сплати податків та інших обов’язкових платежів.

**Функції підприємства:**

- організаційна (забезпечення виробництва товарів і послуг та їх реалізація);
- відтворювальна (інвестування капіталу на розвиток та відновлення підприємства);
- соціальна (задоволення всіх запитів споживачів у визначених сферах, одержання благ власниками й працівниками підприємства).

Для реалізації функцій підприємство використовує певні **виробничі фактори**, які умовно можна поділити на групи:

- основні фонди;
- трудові фактори;
- природні фактори;
- обігові кошти;
- інформаційні фактори.

Всі ці фактори й формують потенційні можливості підприємства, тобто його економічний потенціал. Безпосередньо саме економічний потенціал підприємства і є основою ухвалення ключових стратегічних рішень, що

визначають напрямки розвитку підприємства, ураховуючи ринкові умови, обумовлює розроблення та впровадження конкретної програми дій і є базовим критерієм управління підприємством.

**Економічний потенціал підприємства** – це можливості підприємства формувати, визначати й максимально задовольняти попит споживачів стосовно товарів і послуг у процесі оптимальної взаємодії з навколишнім середовищем та раціональним використанням усіх економічних ресурсів.

**Основними структурними елементами економічного потенціалу є:**

- виробничий потенціал;
- кадровий потенціал;
- організаційно-управлінський потенціал;
- інноваційний потенціал.

Підприємство – це складна багатофункціональна система, що впроваджує у своїй діяльності цілий комплекс організаційних, технічних, соціальних та економічних аспектів. Це є передумовою застосування великої кількості підходів та критеріїв щодо класифікації підприємств. Основними класифікаційними ознаками є цілі діяльності, форма власності, відношення до власності підприємства, форма господарювання, сфери господарювання, види діяльності, ступінь підпорядкованості, матеріально-інформаційна сфера діяльності та розміри підприємства.

**І За цілями діяльності підприємства поділяють на:**

- комерційні підприємства (основна мета – одержання прибутку);
- некомерційні підприємства (основна мета – виконання соціальних, екологічних, економічних функцій).



## ***2 Щодо власності підприємства поділяють на:***

- ті, які мають право власності;
- унітарні (мають права юридичної особи, але не наділені правом власності на засоби виробництва та інше майно підприємства).

## ***3 За формою власності підприємства поділяють на:***

- приватні (належать окремим громадянам із правом наймання робочої сили);
- колективні (власники: трудовий колектив, кооператив чи громадська організація);
- комунальні чи муніципальні (власник – відповідна територіальна громада);
- державні (засновані на державній власності);
- зі змішаною власністю (капітал належить підприємцям двох чи кількох країн).

## ***4 За формою господарювання підприємства поділяють на:***

- сімейні (власник – окрема родина);
- єдиновладні (власник – одна особа);
- кооперативні (на правах добровільного об'єднання майна з метою спільної діяльності);
- орендні (володіння й розпорядження майном на правах договорів оренди);
- господарські товариства (створюються на основі об'єднання капіталів різних власників).

## ***5 За видами діяльності підприємства поділяють на:***

- виробничі;
- сервісні (що надають послуги);
- консалтингові;
- посередницькі;
- адміністративні;

- суспільні об'єднання;
- що здають у використання майно (кредит, лізинг, оренда).

**6 За сферою господарювання підприємства поділяють на:**

- промислові;
- сільськогосподарські;
- будівельні;
- транспортні;
- торгові;
- наукові та ін.

**7 За ступенем підпорядкованості підприємства поділяють на:**

- материнські (головні підприємства, що контролюють інші фірми);
- дочірні, внучаті (адміністративна чи економічна підпорядкованість компаніям більш високого рівня);
- філії (не мають юридичної й господарської самостійності та діють повністю з доручення головного підприємства під його назвою і керуванням);
- асоційовані (формально незалежні підприємства, однак залежні від головного підприємства й змушені підпорядковуватися його стратегічним цілям).

**8 За розміром підприємства поділяють на:**

- великі (з кількістю працівників більше ніж 1 000 осіб);
- середні (з кількістю працівників від 200 до 1 000 осіб);
- малі (дрібні) (в промисловості й будівництві – до 200 осіб; в інших галузях – до 50 осіб; у науці – до 100 осіб; у галузях невиробничої сфери – до 25 осіб; у торгівлі – до 15 осіб);

– мікропідприємства (з кількістю працівників до 10 осіб).

**9 За матеріально-інформаційним середовищем діяльності підприємства поділяють на:**

– матеріальні (підприємства, що існують у матеріальній реальності);

– віртуальні (основою об'єднання фізичних і юридичних осіб є сучасні інформаційні чи комунікаційні технології, наприклад, електронна пошта, мережа «Інтернет»).

### **Висновки**

1 Підприємство – це форма організації виробництва, що базується на кооперації та є окремим економічно відособленим суб'єктом господарювання.

Під підприємством розуміють виробничу одиницю, яка виробляє та реалізує визначений вид продукції – виконання робіт, виготовлення виробів чи надання послуг.

2 Підприємство має певні ознаки: відособлене майно, організаційну єдність, оперативно-господарську та економічну самостійність, майнову відповідальність, системну єдність усіх засобів виробництва, наявність певних ідентифікаційних ознак.

3 Підприємство виконує такі функції: відтворювальну, організаційну, соціальну. Для їх реалізації на підприємстві використовують виробничі фактори, які можна умовно об'єднати в групи: природні фактори, трудові фактори, обігові кошти, основні фонди, інформаційні фактори.

4 В загальній сукупності всі фактори формують певні потенційні можливості підприємства, тобто його економічний потенціал.

Економічний потенціал підприємства – це можливості підприємства формувати, визначати й максимально задовольняти попит споживачів у товарах та послугах у процесі оптимальної взаємодії з навколишнім середовищем і раціональним використанням усіх економічних ресурсів.

В економічній літературі використовують такі класифікаційні ознаки підприємств: мету діяльності, відношення до власності підприємства, форму власності, форму господарювання, види діяльності, сфери господарювання, ступінь підпорядкованості, розмір підприємства, матеріально-інформаційну сферу діяльності.

#### 1.4 Техніко-організаційний рівень виробництва

*Техніко-організаційний рівень виробництва (ТОРВ)* – ступінь досконалості певного стану та використання технологій, техніки, предметів праці разом із методами організації виробничих процесів, управління й праці.

Найпоширенішим є те, що зміни (технічні, організаційні) пов'язуються з певними виробничими функціями (найпростішою з яких є *функція Кобба – Дугласа*).

$$Y = f(L^\alpha \cdot K^{\alpha-1}), \quad (1.1)$$

де  $Y$  – валовий продукт;  $\alpha$  – відповідний параметр виробничої функції;  $L$  – реальні витрати живої праці;  $K$  – встановлені витрати капіталу.

Встановлення як планового ТОРВ, так і оцінювання його фактичного значення є необхідною умовою для контролю та цілеспрямованого впливу на наявну виробничу систему. Також забезпечується можливість

оцінювання динаміки рівня організації та ступеня наближення до оптимального значення.

Сутність практичного застосування ТОРВ полягає у виборі, досягненні та підтримці й своєчасній зміні розглянутого рівня.

Оцінювання ТОРВ забезпечує виконання таких завдань:

- перехід до змінених організаційних умов у разі коригування структури програми випуску й технології;
- перегляд функціонуючих умов виробництва;
- обґрунтування необхідної організаційної частини проєктів реконструкції й технічного переозброєння підприємств або їх окремих підрозділів.

Оцінювання та аналізування техніко-організаційного рівня виробництва відбувається за допомогою визначення переліку показників та їх значень і зіставлення їх з оптимальними.

Вимоги до показників, що характеризують ТОРВ:

- 1) необхідно використовувати оптимальні показники;
- 2) потрібна система показників.

Система окремих показників ТОРВ повинна містити такі групи показників (загальна структура):

- 1) показники засобів праці:
  - а) рівень техніки;
  - б) рівень технологій.
- 2) показники цілеспрямованої діяльності людини в процесі виробництва:
  - а) рівень організації виробництва;
  - б) рівень організації праці;
  - в) рівень управління.
- 3) показники, що характеризують предмети праці.

**Процедура формування системи показників передбачає:**

- виявлення та класифікацію показників;
- ранжування показників та відбір найбільш значущих із них, що характеризують більшість властивостей виробничої системи (відповідно до **принципу Парето**: «... з погляду характеристик системи істотні лише деякі з безлічі факторів... у більшості систем 20 % факторів визначають 80 % властивостей системи, а інші 80 % факторів визначають лише 20 % її властивостей»);
- формування з окремих показників певних систем за допомогою виявлення зв'язку з вибраним критерієм, що характеризує ефективність діяльності підприємства (прибуток, мінімум витрат, дохід, продуктивність праці), тобто показники, зв'язок яких із вибраним критерієм був установлений, входять до системи, інші – ні;
- оптимізацію вибраних показників.

**Метод розрахунку комплексного показника ТОРВ («метод Р. О. Коломієць»):**

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^m \beta_i \frac{x_{ij}}{x_i^e}}{\sum_{i=1}^m \beta_i}, \quad (1.2)$$

де  $K_j$  – комплексний показник ТОРВ підприємства (цеху);  $x_{ij}$  – фактичне значення  $i$ -го окремого показника ТОРВ на  $j$ -му підприємстві (у цеху);  $x_i^e$  – еталонне значення  $i$ -го окремого показника ТОРВ для групи однорідних підприємств (цехів);  $\beta_i$  – коефіцієнти значущості окремих показників ТОРВ (визначають із рівняння регресії в стандартизованому вигляді, яке виражає залежність показника – критерію ефективності діяльності підприємства від окремих показників);  $i = 1, 2, \dots, m$  – кількість окремих показників ТОРВ, що впливають на

показник – критерій ефективності діяльності підприємства (дивись вище процедуру формування системи показників),

$$0 < K_j < 1.$$

За ідеального ТОВ  $K_j = 1$ .

## Приклади розв'язування задач

### Задача 1

У результаті досліджень, проведених на підприємствах верстатобудування, було одержане рівняння регресії в стандартизованому вигляді, що визначає вплив техніко-організаційних чинників виробництва ( $X_i$ ) на показник продуктивності праці ( $Y$ ):

$$Y = 0,144 X_1 + 0,108 X_2 + 0,063 X_3 + 0,378 X_4 + 0,506 X_5 + 0,082 X_6,$$

де  $Y$  – показник продуктивності праці;  $X_1$  – питома вага обладнання з ЧПК, %;  $X_2$  – коефіцієнт змінності роботи обладнання;  $X_3$  – питома вага робітників, що суміщають професії, %;  $X_4$  – питома вага основних робітників, %;  $X_5$  – ступінь охоплення робітників механізованою працею, %;  $X_6$  – питома вага технічно обґрунтованих норм часу, %.

Використовуючи вихідні дані, наведені в таблиці 1.2, розрахуйте техніко-організаційний рівень виробництва підприємств верстатобудування.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані до розрахунків

Найменування підприємств	Окремі показники ТОВП					
	$X_1$ , %	$X_2$	$X_3$ , %	$X_4$ , %	$X_5$ , %	$X_6$ , %
	Фактичні значення показників					
Підприємство 1	5,7	1,33	9,6	44,4	51,2	81,9
Підприємство 2	10,3	1,33	8,2	45,6	59,2	87,2
Підприємство 3	4,3	1,38	6,6	48,6	55,1	89,0
Підприємство 4	8,0	1,33	13,2	38,9	55,8	89,0
	Еталонні значення показників					
	35,6	1,8	21,1	70,8	66,1	100,0

## Розв'язування

1 За допомогою формули 1.2 проводимо розрахунок комплексного показника ТОРВ для підприємства 1:

$$K_1 = \frac{0,144 \frac{0,057}{0,356} + 0,108 \frac{1,33}{1,80} + 0,063 \frac{0,096}{0,211} + 0,378 \frac{0,444}{0,708} + 0,506 \frac{0,512}{0,661} + 0,082 \frac{0,819}{1,0}}{0,144 + 0,108 + 0,063 + 0,378 + 0,506 + 0,082} = 0,646.$$

2 Проводимо розрахунки комплексних показників ТОРВ для інших підприємств:

$$K_2 = 0,714, \quad K_3 = 0,682, \quad K_4 = 0,670.$$

Таким чином, найбільший показник ТОРВ має підприємство 2 (а отже, воно є більш ефективним), для якого  $K_2 = 0,714$ .

## Задача 2

Використовуючи вихідні дані, наведені в таблиці 1.3, потрібно розрахувати техніко-організаційний рівень виробництва цехів верстатобудівного підприємства та визначити резерви їх підвищення.

Таблиця 1.3 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування цехів	Окремі показники ТОУП					
	X <sub>1</sub> , %	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub> , %	X <sub>4</sub> , %	X <sub>5</sub> , %	X <sub>6</sub> , %
	Фактичні значення показників					
Цех № 1	25,1	1,20	12,2	71,4	76,7	88,3
Цех № 2	2,1	1,50	10,6	65,0	76,6	85,9
Цех № 3	3,1	1,22	9,7	74,3	47,8	82,3
Цех № 4	2,7	1,66	13,9	65,8	43,3	88,6
Цех № 5	0	1,26	12,2	64,0	31,9	89,8
Цех № 6	0	1,40	20,8	68,8	73,50	88,6
Цех № 7	0	1,53	10,9	52,1	71,0	84,9
Цех № 8	0	1,00	9,3	66,7	47,6	85,4

Еталонні значення окремих показників вибрати з якнайкращих значень, досягнутих на цьому підприємстві. Коефіцієнти значущості окремих показників визначити за допомогою рівняння регресії, наведеного в задачі 1.

Зважаючи на плановане завдання зі зростання продуктивності праці на підприємстві загалом завдяки всій сукупності техніко-організаційних чинників виробництва,



що дорівнює 140 осіб, розподіліть це завдання між основними цехами підприємства. Порівняйте розраховані значення з планом підприємства, наведеним у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – План зростання продуктивності праці за основними цехами верстатобудівного підприємства

Основний цех підприємства	Завдання з умовного вивільнення робітників, які працюють, %
Цех № 1	47,7
Цех № 2	17,0
Цех № 3	16,0
Цех № 4	3,1
Цех № 5	1,6
Цех № 6	9,2
Цех № 7	1,9
Цех № 8	3,5
Разом:	100

### Розв'язування

1 За допомогою формули 1.2 проводимо розрахунок комплексних показників ТОРВ для окремих цехів підприємства:

$$K_1 = \frac{0,144 \frac{0,251}{0,251} + 0,108 \frac{1,20}{1,66} + 0,063 \frac{0,122}{0,208} + 0,378 \frac{0,714}{0,743} + 0,506 \frac{0,767}{0,767} + 0,082 \frac{0,883}{0,898}}{0,144 + 0,108 + 0,063 + 0,378 + 0,506 + 0,082} = 0,941.$$

2 Проводимо розрахунки комплексних показників ТОРВ для інших цехів підприємства:

$$K_2 = 0,822, K_3 = 0,696, K_4 = 0,675, K_5 = 0,573,$$

$$K_6 = 0,833, K_7 = 0,735, K_8 = 0,596.$$

3 Визначаємо резерв із підвищення ТОРВ за формулою

$$\Delta K_j = 1 - K_j,$$

де  $\Delta K_j$  – резерв покращання завдяки всій сукупності техніко-організаційних факторів виробництва;  $K_j$  – комплексний показник ТОРВ j-го цеху; 1 – ідеальне значення комплексного показника ТОРВ.

$$\Delta K_1 = 1 - 0,941 = 0,059, \Delta K_2 = 1 - 0,822 = 0,178,$$

$$\Delta K_3 = 1 - 0,696 = 0,304, \Delta K_4 = 1 - 0,675 = 0,325,$$

$$\Delta K_5 = 1 - 0,573 = 0,427, \Delta K_6 = 1 - 0,833 = 0,167,$$

$$\Delta K_7 = 1 - 0,735 = 0,265, \Delta K_8 = 1 - 0,596 = 0,404.$$

4 Визначаємо частку резервів кожного з цехів у загальному (сумарному) резерві за формулою

$$T_j = \frac{\Delta K_j}{\sum_{j=1}^n \Delta K_j},$$

де  $T_j$  – частка резерву  $j$ -го цеху в загальному (сумарному) резерві.

$$T_1 = \frac{\Delta K_1}{\sum_{j=1}^n \Delta K_j} = \frac{0,059}{0,059 + 0,178 + 0,304 + 0,325 + 0,427 + 0,167 + 0,265 + 0,404} = 0,028.$$

$$T_2 = 0,084, T_3 = 0,143, T_4 = 0,153, T_5 = 0,201, T_6 = 0,078, T_7 = 0,124, T_8 = 0,189.$$

5 Розподіляємо планове завдання з підвищення продуктивності праці (разом на підприємстві згідно з планом передбачається умовне вивільнення 140 робітників) в основних цехах підприємства пропорційно резервам підвищення продуктивності праці конкретних цехів.

$$BP_j = 140 \cdot T_j,$$

де  $BP_j$  – планове завдання щодо умовного вивільнення робітників у  $j$ -му цеху.

$$BP_1 = 140 \cdot 0,028 = 4; \quad BP_2 = 140 \cdot 0,084 = 12;$$

$$BP_3 = 140 \cdot 0,143 = 20; \quad BP_4 = 140 \cdot 0,153 = 21;$$

$$BP_5 = 140 \cdot 0,201 = 28; \quad BP_6 = 140 \cdot 0,078 = 12;$$

$$BP_7 = 140 \cdot 0,124 = 17; \quad BP_8 = 140 \cdot 0,189 = 26.$$

6 Порівнюємо розраховані значення з планом зростання продуктивності праці в основних цехах верстатобудівного підприємства, прийнятим на підприємстві, та зробимо висновок про «якість» розробленого плану.

Аналізування даних таблиці 1.5 свідчить про дуже низький рівень планування на підприємстві. Завищені показники умовного вивільнення робітників плануються для кращих, за результатами роботи, цехів, що мають невеликі резерви підвищення продуктивності праці. Так у

цеху № 1 плановий показник умовного вивільнення становить 67 робітників, у той час як наявні резерви дозволяють умовно вивільнити лише 4 робітників. У той самий час для цеху № 5 планується показник вивільнення – 2 робітники, хоча резерви дозволяють вивільнити 28 робітників.

Таблиця 1.5 – Порівняння планових завдань щодо зростання продуктивності праці в основних цехах підприємства з розрахованими значеннями

Основний цех підприємства	Завдання з умовного вивільнення робітників, які працюють		Розраховане значення показників вивільнення робітників	
	%	осіб	%	осіб
Цех № 1	47,7	67	2,8	4
Цех № 2	17,0	24	8,4	12
Цех № 3	16,0	22	14,3	20
Цех № 4	3,1	4	15,3	21
Цех № 5	1,6	2	20,1	28
Цех № 6	9,2	13	7,8	12
Цех № 7	1,9	3	12,4	17
Цех № 8	3,5	5	18,9	26
Разом:	100	140	100	140

Для ОВ важливим узагальнювальним показником є коефіцієнт закріплення операцій *Кзо*.

**Коефіцієнт закріплення операцій (Кзо)** характеризується відношенням кількості найменувань усіх виконаних різних технологічних операцій або таких, що підлягають виконанню впродовж одного місяця, до кількості робочих місць:

$$K_{zo} = \frac{\sum_{i=1}^S P_{o_i}}{S} = \frac{\Phi \cdot K_e \sum_{i=1}^S P_{o_i}}{\sum_{j=1}^M N_j \cdot t_j}, \quad (1.3)$$

де  $P_{o_i}$  – кількість найменувань технологічних операцій, виконаних (або таких, що підлягають виконанню) на  $i$ -му робочому місці впродовж одного місяця;  $i = 1, 2, \dots, S$  – кількість робочих місць первинних виробничих ланок,

$$S = \frac{\sum_{j=1}^M N_j \cdot t_j}{\Phi \cdot K_e}, \quad (1.4)$$

де  $N_j$  – місячна програма випуску  $j$ -ї продукції;  $t_j$  – планова трудомісткість  $j$ -ї продукції;  $\Phi$  – дійсний місячний фонд часу робочого місця за одну зміну;  $K_e$  – коефіцієнт виконання норм.

*Допущення, прийняті під час складання формули (1.3):*

1) кількість робочих місць дорівнює кількості робітників;

2) береться однозмінна робота устаткування.

З другої частини формули (1.3) бачимо, що показник  $K_{zo}$  синтезує в собі багато параметрів продукції та елементів виробництва:  $N_j$  – характеризує програму випуску продукції;  $t_j$  – трудомісткість, обумовлену конструкторсько-технологічними особливостями продукції, оснащеністю виробництва;  $K_e$  – відображає особливості нормування, складність виконуваних робіт;  $\sum P_o$  – відбиває систему оперативно-виробничого планування, методи комплектування партій деталей і т. ін.

*Тобто встановлення оптимального значення  $K_{zo}$ , що забезпечує досягнення мінімуму витрат на*

**виробництво, рівнозначне вибору визначального параметра рівня організації виробництва.**

Отже, показник **Кзо** багатовимірний і тому придатний для описування такого багатовимірного об'єкта, як підприємство. Очевидно також, що **Кзо**, акумулюючи в собі найважливіші характеристики організації виробництва, все-таки не відбиває всієї сукупності її властивостей. Саме цим пояснюється те, що вибір **Кзо** як визначального, узагальнювального показника ТОРВ не виключає, а навпаки потребує існування цілої системи показників, односпрямованих із **Кзо**, що відображають різні сторони організації виробництва.

### ***Параметри, що впливають на Кзо***

**Перша група:** параметри конструктивно-технологічного порядку: коефіцієнт підготовчо-завершального часу, кількість операцій, норми часу на операції, кількість найменувань виробів.

**Друга група:** об'ємні параметри, що характеризують «статичку» виробничого процесу: явкова кількість основних робітників, фонд часу робітника, програма випуску, коефіцієнт виконання норм, кількість робочих місць.

**Третя група:** календарні параметри, що визначають динаміку виробничого процесу: розмір і ритм партії виробів, ритм випуску виробу, коефіцієнт міжопераційного часу, тривалість виробничого циклу партії виробів.

Для визначення певних характерних рис ОВ на підприємстві використовують єдині характеристики типів виробництва.

**Тип виробництва** – це класифікаційна категорія, яку виділяють за певними ознаками широти номенклатури, регулярності й стабільності та обсягу випуску виробів.

Розрізняють три основні типи виробництва: одиничне, серійне, масове (табл. 1.6).

**Одиничне виробництво** – виділяється широкою номенклатурою виробів та малим обсягом їх випуску.  
**Серійне виробництво** – обмежена номенклатура виробів (які виготовляють із певною періодичністю та повторюваними партіями) і досить великий обсяг випуску.

Окремо виділяють **багатосерійне, середньосерійне, дрібносерійне виробництва**.

**Масове виробництво** – вузька номенклатура та великий обсяг випуску виробів (виготовляють безупинно впродовж тривалого часу).

Таблиця 1.6 – Зміна елементів виробничої системи залежно від типу виробництва

Елемент виробництва	Тип виробництва				
	масове	багатосерійне	середньо-серійне	дрібносерійне	одиничне
Значення $K_{з.о}$	1	1–10	10–20	20–40	> 40
Здатність до адаптації (гнучкість)	Відсутня	Сфера ефективної адаптації			
Технологічний процес	Одинична технологія	Одинична технологія, типова технологія, групове оброблення, групові процеси			Одинична технологія, групове оброблення
Організація виробничого процесу	Потокові лінії	Потокові лінії, предметно-замкнені дільниці		Предметно-замкнені дільниці, технологічні дільниці	Технологічні дільниці
Рівень механізації та автоматизації	Автоматичне	Автоматизоване	Автоматизоване та механізоване		Механізоване
Технічна база виробничої системи	Спеціальне обладнання, РТК	Комплекс верстатів із ЧПК, спеціалізоване та універсальне обладнання, РТК		Комплекс верстатів із ЧПК, універсальне обладнання, РТК	
Резерви організаційного потенціалу	Зростають у разі переходу від масового до одиничного виробництва				

До окремого самостійного типу виробництва відносять дослідне виробництво.

*Дослідне виробництво* визначається виготовленням зразків або партій серій виробів для забезпечення проведення дослідних робіт чи розроблення конструкторсько-технологічної документації.

*Характерною відмінністю дослідного виробництва є те, що ця продукція не надходить в експлуатацію або на виробництво.*

### **Висновки**

1 Техніко-організаційний рівень виробництва (ТОРВ) – ступінь досконалості, стану й використання техніки, технологій, предметів праці, а також методів організації виробничих процесів, праці та управління.

2 Для оцінювання техніко-організаційного рівня виробництва застосовують систему окремих показників.

Система окремих показників ТОРВ повинна охоплювати такі групи показників (наведена їх загальна структура): показники засобів праці (рівень техніки, рівень технологій), показники цілеспрямованої діяльності людини в процесі виробництва (рівень організації виробництва, рівень організації праці, рівень управління), показники, що характеризують предмети праці.

3 За допомогою системи окремих показників неможливо дати однозначну відповідь про реальну величину ТОРВ, порівняти його зі значеннями ТОРВ інших підприємств. Тому характеризувати ТОРВ потрібно як за допомогою системи показників, так і за допомогою однозначного оцінювання.

4 У цьому разі однозначне оцінювання може ґрунтуватися на використанні комплексного оцінного показника, що агрегує в собі окремі показники ТОРВ, які входять до системи, або проводиться на основі одного



вибраного із системи, так званого узагальнювального показника.

5 В організації виробництва надзвичайно важливим показником є коефіцієнт закріплення операцій, що характеризує рівень спеціалізації робочих місць і тісно пов'язаний із типом виробництва.

6 Тип виробництва – це класифікаційна категорія, що виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску виробів.

Розрізняють три основні типи виробництва: одиничний, серійний, масовий. Як окремий тип виділяють дослідне виробництво.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ**

*1 У чому полягають сутність і завдання курсу «Організація виробництва»?*

*2 Які завдання організації виробництва вирішують на рівні національної економіки, окремої галузі, підприємства, виробничої дільниці, окремого робочого місця?*

*3 У чому полягає сутність системного підходу?*

*4 Чи можна діяльність підприємства розглядати з позицій системного підходу?*

*5 Які основні особливості функціонування та тенденції розвитку сучасних виробничих систем?*

*6 Опишіть із позицій системного підходу підприємство.*

*7 У чому полягають особливості університету (навчального закладу) як системи?*

*8 Розкрийте сутність та необхідність визначення техніко-організаційного рівня виробництва (ТОРВ).*

9 Як відбувається формування системи показників техніко-організаційного рівня виробництва (ТОРВ)?

10 Що таке комплексний показник техніко-організаційного рівня виробництва (ТОРВ)?

11 Що таке тип виробництва? Які типи виробництва ви знаєте?

12 Як тип виробництва може впливати на особливості організації виробництва та його економічні показники?

## **ТЕСТИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ**

**1 Що таке організація виробництва:**

- а) мистецтво управління виробництвом;
- б) підприємницька діяльність;
- в) мистецтво координації в часі та просторі роботи людей і засобів виробництва?

**2 Основним завданням організації виробництва є:**

- а) реалізація готової продукції;
- б) перетворення предмета праці на кінцевий продукт;
- в) постачання сировини й матеріалів;
- г) усі відповіді правильні.

**3 Виберіть із запропонованого переліку передумови формування науки про організацію виробництва:**

- а) зростання суспільної потреби в благах;
- б) перехід до машинного виробництва;
- в) циклічність суспільного розвитку;
- г) перехід від ринку продавця до ринку покупця.

**4 Організація виробництва розглядає загальні закономірності організації виробничих систем, форми й методи здійснення виробничих процесів, виготовлення конкурентоспроможної продукції за умови**

**раціонального використання трудових, матеріально-технічних, фінансових ресурсів:**

- а) правильно; б) неправильно.

**5 Як називають процес упорядкування в просторі й синхронізацію в часі робіт із виготовлення продукції:**

- а) виробничою діяльністю;
- б) виробничим менеджментом;
- в) організацією виробництва;
- г) організаційним менеджментом?

**6 Організація виробництва як дисципліна ґрунтується на розумінні й використанні об'єктивних законів і принципів:**

- а) економіки;
- б) математики;
- в) статистики;
- г) теорії ймовірності.

**7 Підприємство є сукупністю елементів, об'єднаних участю в досягненні спільної мети, вирішенні спільних завдань, тому що підприємство – це складна, відкрита, динамічна система:**

- а) правильно; б) неправильно.

**8 До якого класу систем можна віднести виробничу систему підприємства:**

- а) ймовірнісних систем;
- б) дуже складних систем;
- в) детермінованих систем;
- г) відкритих систем?

**9 Як визначити робоче місце у складі виробничої системи підприємства:**

- а) як окрему підсистему;
- б) як елемент системи;
- в) як компонент системи?

**10 На якому принципі ґрунтується системний підхід:**

- а) від загального до часткового;
- б) від загального до загального;
- в) від часткового до загального;
- г) від часткового до часткового?

**11 Виробнича система – частина загальної системи підприємства, здатної самостійно або у взаємодії з іншими виробничими (економічними) системами створювати продукцію чи послуги для задоволення потреб суспільства:**

- а) правильно; б) неправильно.

**12 З погляду організації виробництва що є елементом такої виробничої системи, як підприємство:**

- а) цехи та відділи підприємства;
- б) виробничі дільниці та бригади;
- в) окремі робочі місця;
- г) засоби праці, предмети праці, робітники?

**13 Тип виробництва – це:**

- 1) класифікаційна категорія виробництва, яку виділяють за певними ознаками;
- 2) один із методів стандартизації виробництва;
- 3) один із методів організації виробництва.

**14 Для якого типу організації виробництва характерна вузька номенклатура продукції, яку випускають упродовж тривалого часу:**

- 1) одиничного типу;
- 2) масового типу;
- 3) дослідного виробництва;
- 4) усі відповіді правильні?

## **Приклади розв'язування задач**

### **Задача 1**

На дільниці фрезерних верстатів (8 верстатів) упродовж одного місяця обробляють деталі 10 найменувань. Деталь кожного найменування в середньому обробляють на 4 різних фрезерних операціях. Необхідно

визначити коефіцієнт закріплення операцій і тип виробництва на дільниці.

### **Розв'язування**

Визначаємо коефіцієнт закріплення операцій за формулою

$$K_{zo} = \frac{10 \cdot 4}{8} = 5.$$

Таким чином, упродовж одного місяця на кожному робочому місці (верстаті) виконують 5 різних фрезерних операцій. Тип виробництва – багатосерійний (див. табл. 1.6).

### **Задача 2**

Визначте, яким повинен бути час безперервної зайнятості робітника виконанням однієї й тієї самої операції за таких значень коефіцієнта закріплення операцій:  $K_{zo} = 22$ ,  $K_{zo} = 44$ ,  $K_{zo} = 11$ . Кількість робочих днів у місяці взяти такою, що дорівнює 22, тривалість зміни – 8 годин.

### **Розв'язування**

1 Визначаємо місячний фонд робочого часу робітника:

$$\Phi_{міс} = 22 \cdot 8 = 176 \text{ год.}$$

2 Розраховуємо час безперервної зайнятості робітника виконанням однієї й тієї самої операції за різних значень коефіцієнта закріплення операцій:

$$K_{zo} = 22, \quad T = \frac{176}{22} = 8 \text{ год;}$$
$$K_{zo} = 44, \quad T = \frac{176}{44} = 4 \text{ год;}$$
$$K_{zo} = 11, \quad T = \frac{176}{11} = 16 \text{ год.}$$

### **Задача 3**

Визначити коефіцієнт закріплення операцій і тип виробництва у механічному цеху загалом на основі даних таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Вихідні дані до задачі 3

Найменування дільниці	Значення коефіцієнта закріплення операцій $K_{з.о}$	Явкова кількість робітників, осіб
Токарний	15	30
Фрезерний	20	15
Стругальний	35	10
Шліфувальний	30	11

### Розв'язування

Визначаємо коефіцієнт закріплення операцій у механічному цеху загалом за допомогою формули 1.3:

$$K_{з.о} = \frac{15 \cdot 30 + 20 \cdot 15 + 35 \cdot 10 + 30 \cdot 11}{30 + 15 + 10 + 11} = 21,7.$$

Тип виробництва – дрібносерійне (табл. 1.6).

### Задача 4

Визначити середнє значення коефіцієнта закріплення операцій по цехах підприємства та по підприємству загалом на основі даних таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Вихідні дані до задачі 4

Найменування цеху	Аналізований місяць						Кількість робочих місць у цеху
	1	2	3	4	5	6	
Цех № 1	32,9	29,7	27,2	29,3	30,3	27,4	55
Цех № 2	21,4	23,5	19,0	20,3	20,1	18,9	183
Цех № 3	12,3	11,6	10,4	10,6	13,2	11,3	110
Цех № 4	16,5	16,0	16,2	18,7	16,6	18,0	87

### Розв'язування

1 Спочатку проводимо розрахунки коефіцієнта закріплення операцій для окремих цехів. З огляду на те, що впродовж 6 місяців кількість робочих місць у цехах не змінювалася, середнє значення коефіцієнта обчислюємо як середньоарифметичне за 6 місяців:

$$K_{з.о1} = \frac{32,9 + 29,7 + 27,2 + 29,3 + 30,3 + 27,4}{6} = 23,5,$$

$$K_{з.о2} = \frac{21,4 + 23,5 + 19,0 + 20,3 + 20,1 + 18,9}{6} = 20,5,$$

$$K_{з.о3} = \frac{12,3 + 11,6 + 10,4 + 10,6 + 13,2 + 11,3}{6} = 11,6,$$

$$K_{з.о4} = \frac{16,5 + 16,0 + 16,2 + 18,7 + 16,6 + 18,0}{6} = 17,0.$$

2 Визначаємо середнє значення коефіцієнта закріплення операцій на підприємстві загалом:

$$K_{з.о} = \frac{23,5 \cdot 55 + 20,5 \cdot 183 + 11,6 \cdot 110 + 17,0 \cdot 87}{55 + 183 + 110 + 87} = 17,9.$$

Тип виробництва – середньосерійне.

## Задачі для самостійного розв'язування

### Задача 1

Використовуючи дані, наведені в таблиці 1.9, розрахувати техніко-організаційний рівень цехів верстатобудівного заводу й визначити резерви його підвищення. Еталонні значення часткових показників вибрати зі значень, досягнутих на цьому підприємстві. Коефіцієнти значущості часткових показників визначити з рівняння регресії (перелік техніко-організаційних чинників виробництва ( $X_i$ ) взяти з прикладу 1):

$$Y = 0,155 X_1 + 0,128 X_2 + 0,073 X_3 + 0,478 X_4 + 0,406 X_5 + 0,092 X_6.$$

Таблиця 1.9 – Вихідні дані до задачі

Найменування цеху	Частковий показник ТООП					
	$X_1$ , %	$X_2$	$X_3$ , %	$X_4$ , %	$X_5$ , %	$X_6$ , %
Цех № 1	20,1	1,44	15,2	78,7	46,7	89,2
Цех № 2	12,1	1,58	12,6	55,5	56,6	84,8
Цех № 3	8,1	1,12	9,8	64,3	77,8	85,3

## РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

### 2.1 Загальні принципи організації основних виробничих процесів

**Виробничий процес (ВП)** – це сукупність взаємозалежних процесів праці разом із природними процесами (а саме охолодження відливків, сушіння пофарбованих деталей і т. ін.), в результаті проходження яких вихідні матеріальні ресурси (матеріали, сировина, комплектувальні вироби, напівфабрикати) перетворюються на готову продукцію.

**Технологічний процес** – це основна частина певного виробничого процесу, під час якої відбувається цілеспрямований вплив на предмет праці з метою зміни та (або) визначення його стану.

**Операція** – це певна закінчена частина технологічного процесу, яку безпосередньо виконують на окремому робочому місці без переналагодження обладнання один чи кілька робітників (бригада).

Операції також можуть бути поділені на закінчені частини, а саме **переходи**, переходи поділяють на **прийоми**, прийоми – на **рухи**, а рухи – на **мікрорухи**.

Особливості окремих ВП визначають за допомогою їх класифікації за певними ознаками (критеріями).

1 Згідно з призначенням виробничих процесів поділ відбувається на **основні, допоміжні, обслуговувальні, управлінські**.

**Основні виробничі процеси** – це ті, які забезпечують безпосередньо вироблення продукції, на якій спеціалізується дане підприємство.



До *допоміжних* належать виробничі процеси, результати яких безпосередньо використовують в основних процесах або забезпечують їх безперерйне й ефективне здійснення.

*Обслуговувальні виробничі процеси* – це певні процеси з надання послуг, необхідних для здійснення основних і допоміжних процесів.

*Управлінські процеси* – це процеси, під час яких розробляють та ухвалюють рішення з регулювання й координації процесу виробництва, проводять контроль точності реалізації програм, аналізування та облік проведеної роботи; ці процеси часто переплітаються з виробничими процесами.

2 За складністю об'єкта виробництва розрізняють такі виробничі процеси: *прості й складні*.

*Простими* називають виробничі процеси, що складаються з послідовно здійснюваних дій над простим предметом праці (виробництво однієї деталі чи партії однакових деталей). Під час простого процесу структура предмета праці не змінюється.

*Складний процес* являє собою поєднання простих процесів, здійснюваних над кількома предметами праці (процес виготовлення окремої складальної одиниці чи всього виробу або процес розбирання). Під час складного процесу структура предмета праці змінюється – вона або ускладнюється (складання), або стає менш складною (розбирання).

3 За ступенем безперервності розрізняють: *безперервні* (що проходять без міжопераційних перерв) і *дискретні (перервані)* процеси (що проходять із міжопераційними перервами).

4 За рівнем механізації прийнято виділяти такі процеси: *ручні, машинно-ручні, машинні, автоматизовані, автоматичні*.

**Ручні процеси** виконують без застосування машин, механізмів і механізованого інструменту; **машинно-ручні** виконують за допомогою машин та механізмів за обов'язкової участі робітника, наприклад, оброблення деталі на універсальному токарному верстаті; **машинні** здійснюють на машинах, верстатах і механізмах за обмеженої участі робітника; **автоматизовані** здійснюють на машинах-автоматах, де контроль та управління процесом виробництва проводять за допомогою спеціальних автоматичних пристроїв, а робітник здійснює лише загальний нагляд за процесом; **автоматичні**, які відбуваються без участі людини.

5 За масштабами виробництва однорідної продукції розрізняють процеси: **масові, серійні, індивідуальні**.

**Масові процеси** проходять за великого масштабу випуску однорідної продукції впродовж тривалого часу.

**Серійні процеси** характерні для умов випуску широкої номенклатури постійно повторюваних видів продукції, коли за робочими місцями закріплюють кілька операцій, які виконують у визначеній послідовності, у цьому разі частину робіт можуть виконувати безупинно, частину – упродовж кількох місяців у році, склад процесів має повторюваний характер.

**Індивідуальні процеси** проводять за постійно змінюваної номенклатури виробів, коли робочі місця завантажують різними операціями, які виконують без якогось визначеного чергування, велика частка процесів має унікальний характер, процеси не повторюються.

Організація виробничого процесу базується на раціональному поєднанні в часі й просторі всіх основних, допоміжних та обслуговувальних процесів.

### **Основні принципи організації виробничих процесів**

**1 Принцип диференціації** – поділ виробничого процесу на окремі частини – технологічні процеси,

операції та закріплення їх за відповідними підрозділами підприємства чи окремими робочими місцями.

### ***2 Принцип концентрації операцій та інтеграції виробничих процесів***

Концентрація (зосередження) виконання кількох різномірних технологічних операцій на окремому робочому місці пов'язана з використанням сучасного устаткування, наприклад верстатів із ЧПК (числовим програмним керуванням).

Принцип інтеграції полягає в об'єднанні основних, допоміжних та обслуговувальних процесів у єдиний процес, що характерно для автоматизованого й гнучкого виробництва.

***3 Принцип спеціалізації*** полягає в зосередженні випуску однорідної продукції чи виконанні однорідних робіт на окремих підприємствах, у цехах, на дільницях, робочих місцях. Закріплення за кожним підрозділом підприємства обмеженої номенклатури робіт, виробів призводить до поліпшення всіх економічних показників; спеціалізоване обладнання за всіх інших умов працює продуктивніше.

***4 Принцип пропорційності.*** Передбачає забезпечення рівної пропускну здатності всіх виробничих підрозділів, що беруть участь у виробничому процесі.

Цей принцип реалізується, якщо продуктивність устаткування на всіх операціях технологічного процесу пропорційна трудомісткості оброблення виробів на цих операціях, тобто виконується вимога

$$\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \dots = \frac{t_i}{c_i} = const, \quad (2.1)$$

де  $t_1, t_2, \dots, t_i$  – трудомісткість оброблення виробів одного найменування на операціях виробничого процесу;  $c_1, c_2, \dots, c_i$  – кількість робочих місць (верстатів).

Порушення цього принципу призводить до виникнення «вузьких» місць у виробництві, зниження ефективності функціонування всього підприємства.

**5 Принцип паралельності** полягає в одночасному (паралельному) виконанні окремих елементів технологічного процесу. Наприклад, оброблення на одному верстаті кількома інструментами, одночасне оброблення різних деталей однієї партії на даній операції на кількох робочих місцях тощо.

**6 Принцип прямоточності.** Забезпечення найкоротшого шляху предмета праці в процесі виробництва.

**7 Принцип безперервності** – зведення до мінімуму всіх перерв у процесі виробництва конкретного виробу.

**8 Принцип ритмічності.** Полягає у випуску однакових чи рівномірно зростаючих обсягів продукції за рівні періоди часу. Ритмічна робота підприємства й окремих його підрозділів підвищує ефективність роботи, зменшує брак.

**9 Принцип гнучкості.** Забезпечення ефективної адаптації виробництва до швидкозмінних вимог зовнішнього середовища.

**10 Принцип гомеостатичності (саморегулювання).** Забезпечення здатності виробничої системи протистояти порушенню її функцій завдяки використанню в системі механізму саморегулювання.

**Додержання принципів організації виробничого процесу – одне з основних умов ефективної діяльності підприємства.**

## **Висновки**

1 Виробничий процес – це сукупність процесів праці та природних процесів, необхідних для виготовлення визначеного виду продукції.

Технологічний процес – основна частина виробничого процесу, в процесі якої відбувається цілеспрямований вплив на предмет праці з метою зміни й (або) визначення його стану.

Операція – закінчена частина технологічного процесу, виконувана на окремому робочому місці без переналагодження обладнання одним чи кількома робітниками (бригадою).

Операції можуть бути поділені на закінчені частини – переходи, переходи – на прийоми, прийоми – на рухи, рухи – на мікрорухи.

2 Виробничі процеси можна класифікувати за різними критеріями: призначенням виробничих процесів (основні, допоміжні, обслуговувальні, управлінські), складністю об'єкта виробництва (прості й складні), ступенем безперервності (безперервні та дискретні), рівнем механізації (ручні, машинно-ручні, машинні, автоматизовані, автоматичні), масштабами виробництва однорідної продукції (масові, серійні, індивідуальні).

3 Найважливішими принципами організації виробничих процесів є такі: диференціації, концентрації операцій та інтеграції виробничих процесів, пропорційності, паралельності, безперервності, прямоточності, ритмічності, спеціалізації, гнучкості, гомеостатичності.

## **2.2 Особливості організації процесів виробництва у часі**

**Виробничий цикл ( $T_v$ )** – це проміжок часу від початку виробничого процесу до випуску готового виробу чи партії деталей. Тривалість виробничого циклу розраховують у календарних днях чи годинах.

**Технологічний цикл ( $T_m$ )** – безпосередньо час виконання технологічних операцій у загальній тривалості виробничого циклу.

**Операційний цикл ( $T_o$ )** – час на виконання окремої операції, за який виготовляють одну партію однакових деталей або декілька різних деталей.

Показник – тривалість виробничого циклу, дуже широко використовують під час формування виробничої програми підприємства або його підрозділів, для встановлення термінів початку виробничого процесу чи розрахунку оптимального розміру незавершеного виробництва.

Тривалість виробничого циклу безпосередньо залежить від його структури, а саме від співвідношення його структурних частин (рис. 2.1). Виробничий цикл передбачає:

– **час виконання технологічних операцій ( $T_m$ )** (основна складова виробничого циклу, що є необхідною для виконання окремих операцій, пов'язаних із перетворенням предмета праці на готовий виріб);

– **підготовчо-завершальний час ( $T_{пз}$ )** (виділяється для ознайомлення із завданням або переналадження обладнання чи здавання готової продукції);

– **тривалість природних процесів ( $T_{пр}$ )** (визначається особливостями технології виробництва, відповідно до яких окремі властивості виробу безпосередньо досягаються природним шляхом без участі людини);

– **тривалість допоміжних та обслуговувальних процесів ( $T_{дон}$ )** (складається з часу виконання контрольних ( $t_k$ ), складських ( $t_c$ ) і транспортних (включаючи навантаження та розвантаження) ( $t_{пр}$ ) операцій).

**Тобто більша частина тривалості виробничого циклу – це час перерв.**

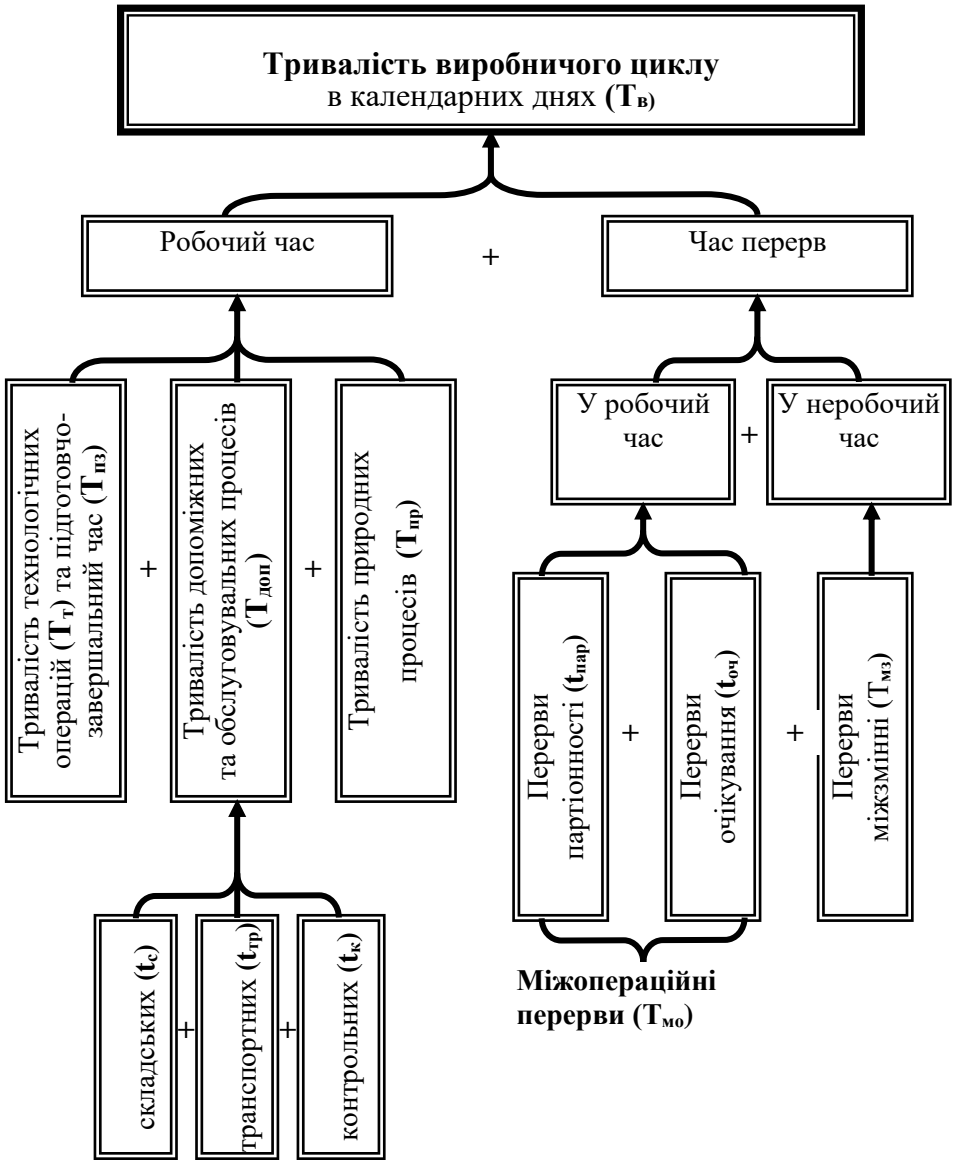


Рисунок 2.1 – Загальна структура виробничого циклу

Перерви у виробничому процесі обумовлені режимом праці, міжопераційним пролежуванням деталей і недоліками в організації праці та виробництва.

**Міжопераційні перерви ( $T_{mo}$ )** обумовлені часом партійності й очікування і залежать від характеру оброблення партії деталей на операціях.

**Перерви партійності ( $t_{пар}$ )** пов'язані з особливостями оброблення предметів праці партіями. Перерви партійності з'являються тому, що кожна деталь, надходячи на робоче місце у складі партії аналогічних деталей, пролежує двічі: перший раз – до початку оброблення, а другий – після закінчення оброблення, очікуючи поки вся партія не пройде через дану операцію.

**Перерви очікування ( $t_{оч}$ )** виникають у тих випадках, коли попередня операція закінчується раніше, ніж звільняється робоче місце, призначене для виконання наступної операції.

**Міжзмінні перерви ( $T_{між}$ )** обумовлюються прийнятим на підприємстві режимом роботи. До них належать вихідні й святкові дні, перерви між змінами та обідні перерви.

Таким чином, у найбільш загальному вигляді тривалість виробничого циклу виражається формулою

$$T_{\sigma} = T_m + T_{пз} + T_{пр} + t_{mp} + t_k + t_c + T_{mo} + T_{мз}. \quad (2.2)$$

Структура виробничого циклу в різних галузях і на різних підприємствах неоднакова. Вона визначається характером продукції, що виробляється, особливостями технологічних процесів, рівнем техніки й організації виробництва. Однак, незважаючи на розбіжності у структурі, можливості скорочення тривалості виробничого циклу закладені як у скороченні робочого часу, так і в скороченні часу перерв.



Розглянемо особливості розрахунку кожної зі складових виробничого циклу (див. формулу 2.2).

*Розрахунок тривалості технологічних операцій (технологічного циклу) ( $T_m$ ):*

а) під час оброблення одного предмета праці.

Якщо виробничий процес побудований на основі принципу диференціації операцій, то кожна операція виконується на окремому робочому місці, й між робочими місцями окремих операцій здійснюється транспортування предметів праці.

Технологічний цикл оброблення одного предмета праці

$$T_m = \sum_{i=1}^m t_i, \quad (2.3)$$

де  $t_i$  – норма часу на  $i$ -ту операцію;  $m$  – кількість операцій у технологічному процесі.

Тривалість операційного циклу (час виконання окремої операції та підготовчо-завершального часу) в цьому разі дорівнює

$$T_{oi} = t_i. \quad (2.4)$$

Якщо виробничий процес побудований на принципі концентрації операцій, то технологічний цикл оброблення дорівнює тривалості операції з максимальним операційним циклом:

$$T_m = \max (T_o); \quad (2.5)$$

б) під час оброблення партії однакових предметів праці.

Під час виготовлення партії однакових предметів праці тривалість технологічного циклу визначають не лише тривалістю норм часу на окремих операціях, а й

кількістю робочих місць на окремих операціях, а також видом руху предметів праці за операціями.

Тривалість операційного циклу оброблення партії однакових деталей на окремій операції

$$T_{oi} = n \cdot \frac{t_i}{c_i}, \quad (2.6)$$

де  $t_i$  – норма часу на  $i$ -ту операцію;  $c_i$  – кількість робочих місць, на яких виконують цю операцію.

Існують три види руху предметів праці за операціями технологічного процесу: *послідовний, паралельний, паралельно-послідовний.*

### **Послідовний вид руху**

Сутність *послідовного виду* руху:

1) кожна наступна операція починається лише після закінчення оброблення всієї партії деталей на попередній операції;

2) передавання деталей з однієї операції на іншу здійснюється всією партією загалом.

Тривалість технологічного циклу під час послідовного виду руху

$$T_m (\text{посл}) = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{c_i}, \quad (2.7)$$

де  $n$  – кількість деталей у партії;  $m$  – кількість операцій, на яких обробляється партія деталей;  $t_i$  – норма часу на  $i$ -ту операцію;  $c_i$  – кількість робочих місць, на яких виконують цю операцію.

*Переваги цього методу:* відсутність перерв у роботі устаткування та робітника на кожній операції, можливість їх великого завантаження впродовж зміни, простота організації.

*Недоліки цього методу:* деталі пролежують тривалий час через перерви партійності, наслідком цього є створення великого обсягу незавершеного виробництва;

через відсутність паралельності в обробленні деталей тривалість технологічного циклу найбільша.

### **Паралельний вид руху**

Сутність *паралельного виду* руху:

1) деталі передаються з операції на операцію поштучно або транспортними (передатними) партіями;

2) з кожної передатної партії забезпечується безперервність її оброблення на всіх операціях технологічного процесу (оброблення без пролежування між операціями).

*Під транспортною (передатною) партією р розуміють частину партії n, що пройшла оброблення на даній операції й транспортується на наступну за нею операцію.*

Тривалість технологічного циклу під час паралельного виду руху

$$T_{m(nap.)} = p \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{c_i} + (n-p) \cdot \left( \frac{t_i}{c_i} \right)_{\max}, \quad (2.8)$$

де  $\left( \frac{t_i}{c_i} \right)_{\max}$  – час виконання найтривалішої в технологічному процесі операції, хв.

Тривалість оброблення транспортної партії на окремій операції

$$T_{oi} = p \cdot \frac{t_i}{c_i}. \quad (2.9)$$

### **Правила побудови циклу:**

1) будують технологічний цикл для першої передатної партії на всіх операціях без пролежування між ними;

2) на операції з найбільшою тривалістю операційного циклу будують цикл оброблення всієї партії деталей ( $n$ ) без перерв у роботі устаткування;

3) для всіх інших транспортних (передатних) партій, крім першої, добудовують операційні цикли на інших операціях.

*Переваги цього методу:* забезпечує найменшу тривалість технологічного циклу, а також рівномірне завантаження робітників та устаткування.

*Недоліки цього методу:* якщо процес не синхронізований (операційні цикли не однакові), то на всіх операціях, крім операції з максимальним операційним циклом, спостерігаються перерви в роботі робітників та устаткування.

*Цей вид руху застосовують у серійному й масово-поточковому виробництвах.*

### **Паралельно-последовний вид руху**

Сутність *паралельно-последовного виду* руху:

1) деталі передаються з операції на операцію поштучно або транспортними (передатними) партіями (як і під час паралельного виду руху);

2) забезпечується безперервність оброблення всієї партії деталей  $n$ , тобто на кожному робочому місці робота ведеться без перерв (як і під час последовного виду руху).

Тривалість технологічного циклу розраховують за формулою

$$T_{m(\text{пар.-послед})} = n \sum_{i=1}^m t_i / c_i - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \left( t_i / c_i \right)_{\min \text{кор}} \quad (2.10)$$

де  $\sum_{i=1}^{m-1} \left( t_i / c_i \right)_{\min \text{кор}}$  – сума тривалості всіх суміжних

(кореспондувальних) операцій із мінімальними операційними циклами.

### **Правила побудови циклу:**

1) якщо тривалість операційного циклу наступної операції більша за попередню, то оброблення деталей на

наступній операції починається відразу ж після закінчення оброблення першої транспортної партії на попередній операції;

2) якщо тривалість операційного циклу наступної операції менша за попередню, то, для того щоб визначити момент початку оброблення на наступній операції, необхідно від точки, що відповідає закінченню оброблення всієї партії деталей ( $n$ ) на попередній операції, відкласти вправо відрізок, що дорівнює операційному циклу оброблення останньої транспортної партії, а вліво – відрізок, що дорівнює тривалості операційних циклів усіх інших транспортних партій.

*Переваги цього методу:* відсутність простоїв у роботі устаткування та робітників, значне скорочення тривалості технологічного циклу порівняно з послідовним видом руху.

Структура виробничого циклу складного процесу визначається складом операцій та зв'язками між ними. Взаємозв'язок окремих операцій та процесів обумовлюється схемою складання виробу та умовами виробництва. Схема складання виробу може бути подана у вигляді віялової (ієрархічної) діаграми (складальної схеми) виробу. На рисунку 2.2 наведена віялова діаграма складання умовного виробу.

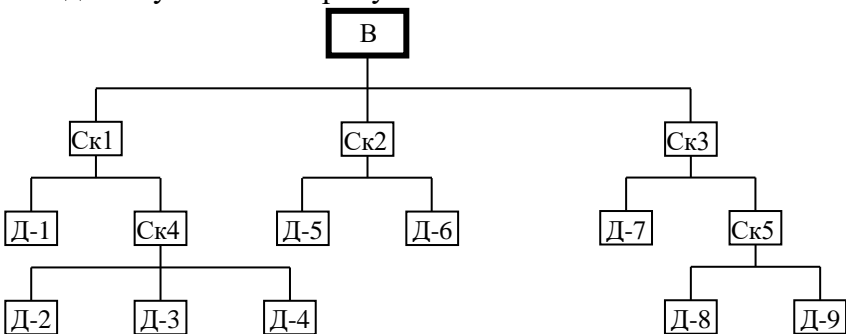
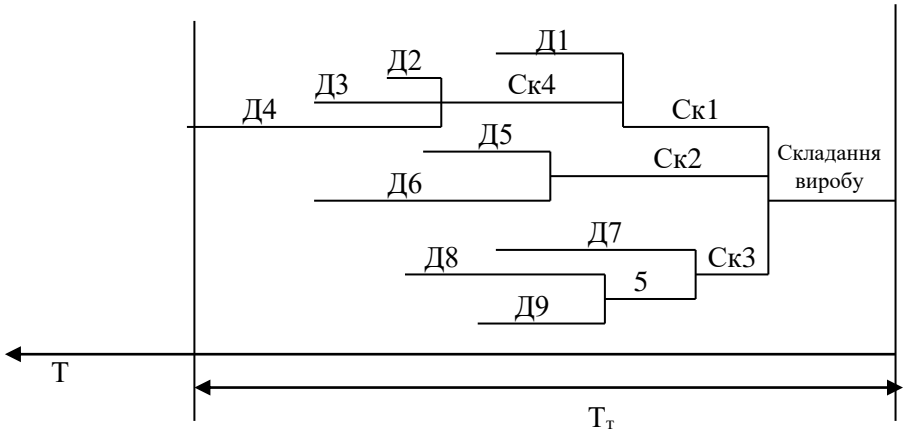
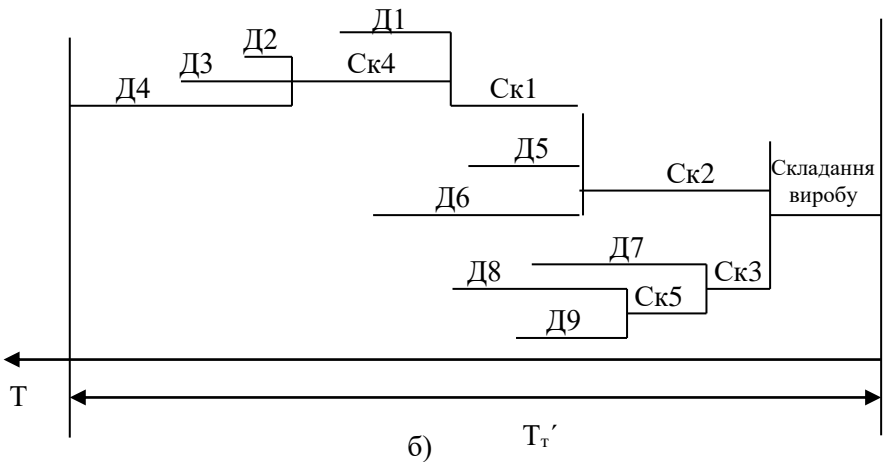


Рисунок 2.2 – Віялова діаграма складання виробу В

Позначення на рисунку:  $B$  – процес складання виробу загальом (генеральне складання);  $Ск1, Ск2, Ск3, Ск4, Ск5$  – складання окремих складальних одиниць;  $Д1, Д2, Д3, Д4, Д5, Д6, Д7, Д8, Д9$  – процеси виготовлення деталей.



а)



б)

Рисунок 2.3 – Цикловий графік виготовлення виробу

Напрямки скорочення тривалості виробничого циклу:

- вдосконалення й спрощення технологічних процесів виготовлення продукції (виробів);

- уніфікація та стандартизація складових частин виробу, елементів його технологічних процесів, конструктивних елементів, оснащення, устаткування, організації виробництва;

- скорочення загальної питомої ваги механічно оброблюваних деталей;

- додержання принципів організації виробничих процесів;

- механізація та автоматизація контрольних, транспортних, складських операцій;

- зменшення тривалості природних процесів завдяки заміні їх відповідними технологічними процесами;

- зменшення до мінімуму перерв, спричинених міжопераційним пролежуванням, і перерв партійності за допомогою застосування паралельного й паралельно-послідовного видів руху предметів праці та поліпшення системи планування.

### **Висновки**

1 Тривалість виробничого циклу – це календарний проміжок часу, впродовж якого предмет праці проходить усі операції виробничого процесу чи окремої його частини й перетворюється на готову продукцію.

2 Структура виробничого циклу поєднує час робочого періоду та час перерв, визначається складом операцій і характером зв'язків між ними.

3 Тривалість циклу простого процесу залежить від способу передавання предметів праці з операції на операцію. Існує три види руху (способу передавання)

предметів праці: послідовний, паралельний і паралельно-послідовний (змішаний).

4 Виробничий цикл складного процесу охоплює виробничі цикли виготовлення всіх деталей, складання всіх складальних одиниць, час генерального складання виробу, час контролю, регулювання й налагодження.

5 Збільшення ступеня безперервності виробничого процесу та скорочення тривалості циклу досягаються, по-перше, підвищенням технічного рівня виробництва, по-друге, заходами організаційного характеру. Обидва способи взаємозалежні й доповнюють один одного.

### **2.3 Особливості організації процесів виробництва у просторі**

Критерієм оптимальної просторової організації підприємства загалом є мінімум витрат, пов'язаних із реалізацією зовнішніх зв'язків. Насамперед це зв'язки з постачальниками ресурсів та зв'язки зі споживачами продукції. Також на просторове розміщення підприємства відбувається вплив наявних умови й характеру виробничого процесу та інших факторів.

Щодо оптимальної просторової організації окремих підрозділів та компонентів підприємства, то критерієм є мінімум витрат, пов'язаних безпосередньо з реалізацією його внутрішніх зв'язків, обумовлених виробничою структурою підприємства.

Організація виробничих процесів у просторі – це спосіб просторового сполучення основних, обслуговувальних та допоміжних процесів на території підприємства, тобто підприємство являє собою певний просторовий комплекс різних цехів і господарств, пов'язаних один з одним.



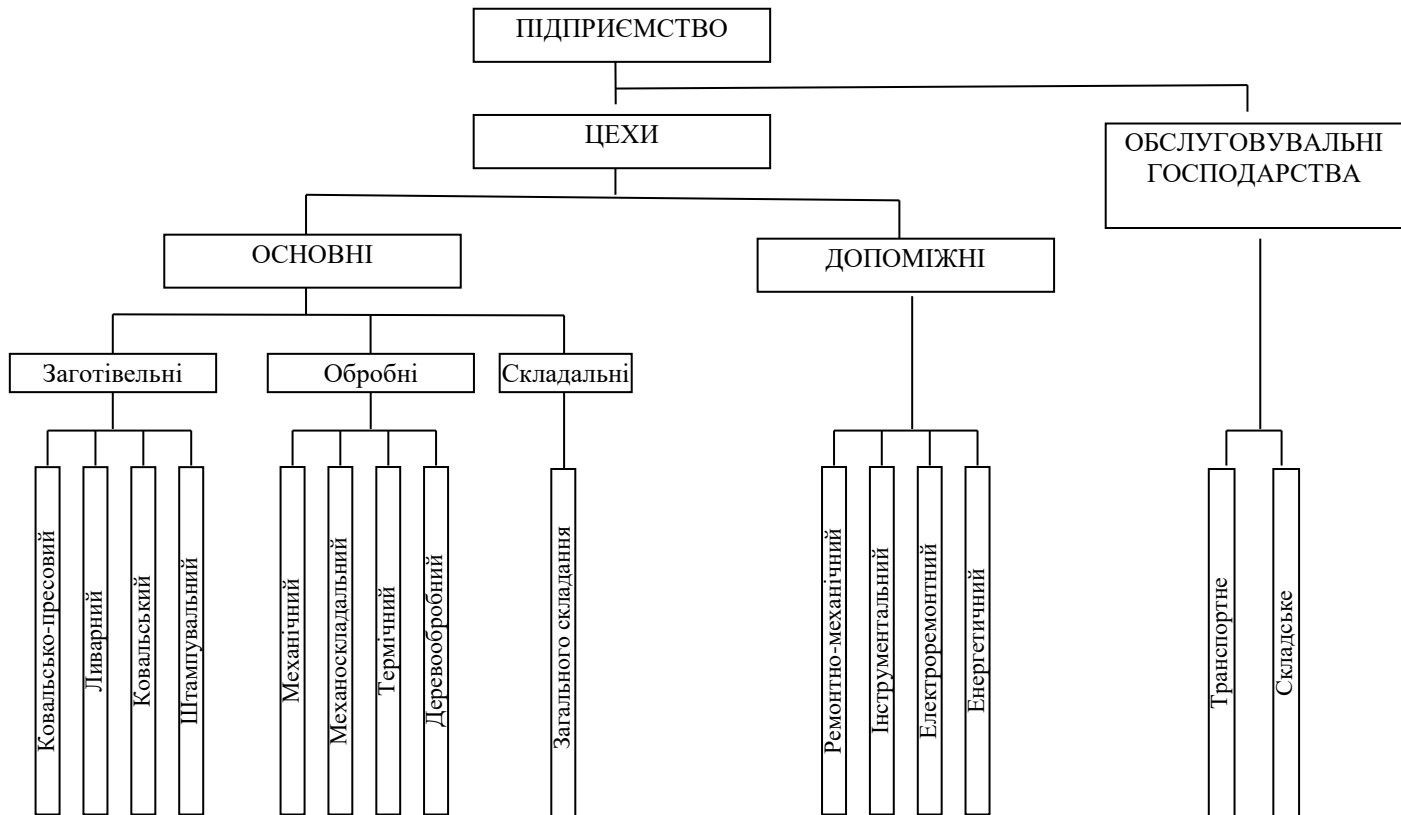


Рисунок 2.4 – Типова схема виробничої структури машинобудівного підприємства

**Виробнича структура підприємства** – склад цехів і служб підприємства та форми взаємозв'язків між ними (рис. 2.4).

**Цех** – це основний виробничий підрозділ підприємства, який виконує покладену на нього частину виробничого процесу.

Цехи складаються з **виробничих ділянок**. Їх кількість визначають масштабами виробництва, складом устаткування, складністю виконуваних робіт та кваліфікацією робітників.

**Основними називають** цехи, в яких безпосередньо здійснюється процес виготовлення продукції, на якій спеціалізується підприємство.

Основні цехи (залежно від стадії виробництва: заготівельної, обробної чи складальної) класифікують на такі:

- **заготівельні** – ковальські, ливарні, пресові і т. ін.;
- **обробні** – деревообробні, механоскладальні, термічні, фарбувальні, гальванічні і т. д.;
- **складальні** – цехи фарбування готових машин, цехи вузлового та загального складання.

До **допоміжних** належать ремонтні, інструментальні, модельні та інші цехи, завдання яких полягає в забезпеченні основного виробництва технологічним оснащенням, інструментом та здійсненні ремонту устаткування, будинків і споруд.

**Обслуговувальні** господарства заводу (складське, транспортне, енергетичне і т. ін.) виконують функцію забезпечення певних потреб основних і допоміжних цехів.

Характер виробничої структури підприємства відповідає видам його діяльності: виробничої, науково-дослідної, управлінської.

## **Виробничу структуру підприємства визначають за певними факторами:**

- 1) особливостями продукції, що випускається (спеціалізацією підприємства);
- 2) обсягом випуску продукції (масштабом виробництва) і трудомісткістю її виготовлення;
- 3) характером та формами взаємозв'язку з іншими підприємствами (рівнем кооперування);
- 4) способами виготовлення продукції (складом і характером застосовуваних технологічних процесів).

Залежно від особливостей кінцевої продукції, що випускається підприємством, розрізняють підприємства, які спеціалізуються на випуску готових виробів, деталей, вузлів. Відповідно до цього вони мають предметну й вузлову (подетальну) спеціалізацію. Розрізняють підприємства, які спеціалізуються на виконанні окремих технологічних процесів (наприклад, ливарні заводи, що виготовляють заготовки – відливки), вони мають технологічну спеціалізацію. Є підприємства, які спеціалізуються на наданні послуг, і відповідно вони належать до підприємств із функціональною спеціалізацією.

На основі виробничої структури підприємства розробляють *генеральний план підприємства*. Процесом розроблення генерального плану повинен забезпечуватися принцип прямоочності – всі елементи виробничого процесу повинні бути розміщені відповідно до певної послідовності його виконання.

Виробнича структура підприємства повинна забезпечувати найбільш оптимальне поєднання в часі й просторі роботи всіх наявних ланок виробничого процесу.

Основною структурною виробничою одиницею підприємства є цех. В основу організації цехів покладені принципи концентрації й спеціалізації.

Форми спеціалізації основних цехів підприємств залежать від стадій, на яких відбуваються виробничі процеси, а саме:

а) заготівельної – на якій із сировини й матеріалів одержують заготовки, наближені за формою та розмірами до готових деталей;

б) обробної – на якій предмети праці перетворюються на готові деталі;

в) складальної – передбачає складання деталей в окремі частини виробу та загальне його складання.

Відповідно до цього спеціалізація цехів набирає таких форм: **технологічної, предметної чи предметно-технологічної (змішаної).**

**Технологічна спеціалізація** базується на єдності застосовуваних технологічних процесів за дуже широкою номенклатурою оброблюваних виробів.

Прикладом цехів технологічної спеціалізації можуть бути ливарні, ковальські, термічні, гальванічні; серед механообробних цехів – токарні, фрезерні, шліфувальні та ін.

**Технологічну спеціалізацію цехів застосовують в одиничному й дрібносерійному виробництвах.**

**Предметна спеціалізація цехів** ґрунтується на зосередженні діяльності цехів на випуску однорідної продукції.

Предметну форму спеціалізації цехів можна застосовувати під час випуску одного чи двох виробів, за великого обсягу й високого ступеня стабільності випуску виробів.

**Предметна спеціалізація цехів характерна для багатосерійного й масового виробництва.**

Технологічну та предметну форми спеціалізації в чистому вигляді використовують досить рідко. Найчастіше на підприємствах застосовують **предметно-технологічну**

(змішану) спеціалізацію, за якої заготівельні цехи формують на основі технологічної форми, а обробні й складальні цехи – на основі предметної форми.

Під **виробничою структурою цеху** розуміють склад дільниць, допоміжних служб та обслуговувальних підрозділів цеху, а також зв'язки між ними.

Виробнича структура умовного цеху показана на рисунку 2.5.

**Виробнича дільниця** – структурна одиниця цеху, що поєднує в собі декілька робочих місць.

**Робоче місце** – закріплена за одним робітником чи бригадою робітників частина виробничої площі із засобами праці, зокрема, інструментами, підйомно-транспортними та іншими пристроями, відповідно до характеру робіт, виконуваних на даному робочому місці.

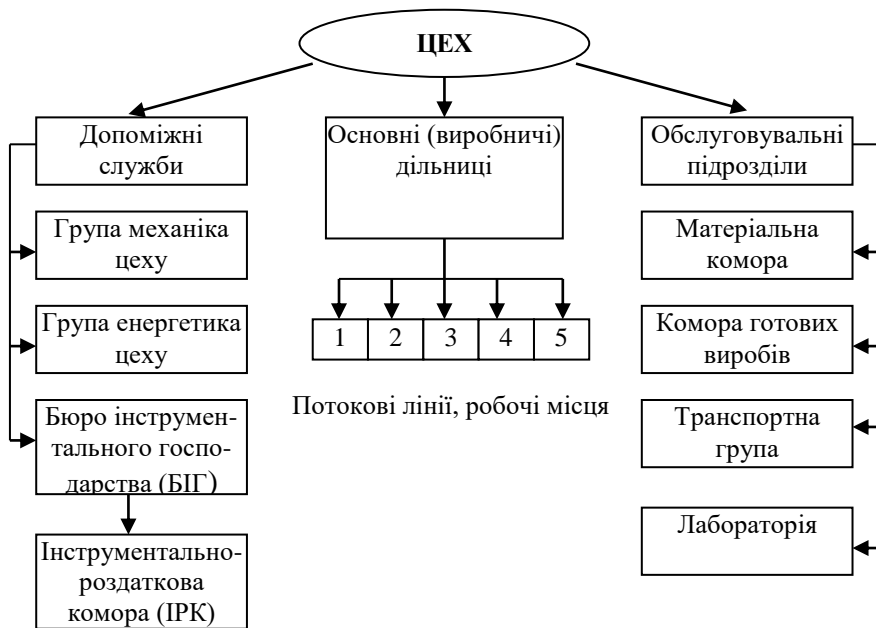


Рисунок 2.5 – Виробнича структура цеху

В основу формування виробничих дільниць покладена технологічна або предметна форма спеціалізації.

За *технологічної форми спеціалізації* дільниці оснащують однорідним устаткуванням (групове розміщення верстатів) для виконання визначених операцій технологічного процесу.

За *предметної форми спеціалізації* цех поділяють на дільниці, кожна з яких спеціалізується на випуску вузької номенклатури виробів, що мають подібні конструктивно-технологічні ознаки, й реалізує закінчений цикл їх виготовлення. Застосовують різне устаткування, що розміщується відповідно до принципу прямоточності.

Основними факторами вдосконалення просторової організації виробничих процесів є такі:

1) просторове розміщення підрозділів підприємства (виробничих та організаційних структур) у порядку проходження відповідних процесів;

2) системне аналізування та оптимізація коефіцієнта прямоточності виробничих процесів (відношення оптимального шляху проходження предмета праці в процесі виробництва до величини фактичного шляху);

3) концентрація виробничих процесів під одним «дахом»;

4) скорочення відстані між окремими компонентами процесів;

5) автоматизація виробничих процесів;

6) оптимізація виробничої структури підприємства та його окремих підрозділів (зокрема, зменшення питомої ваги допоміжних та обслуговувальних цехів і служб без збитку для нормальної роботи основного виробництва).

## **Висновки**

1 Виробнича структура підприємства – це сукупність виробничих одиниць підприємства, що входять до його складу, а також форми взаємозв'язків між ними.

2 Склад підрозділів виробничих підприємств визначається особливостями вироблюваної продукції, технологією її виготовлення, масштабами виробництва, спеціалізацією підприємства й сформованими кооперованими зв'язками.

3 Структура підприємства повинна забезпечувати найбільш правильне сполучення в часі та просторі всіх ланок виробничого процесу. Виробнича структура підприємства динамічна, і її зміна визначається різними факторами: технічним прогресом, розвитком спеціалізації й кооперування тощо.

4 Основним виробничим підрозділом підприємства, що виконує покладену на нього частину виробничого процесу, є цех.

В основу організації цехів покладені принципи концентрації й спеціалізації. Спеціалізація цехів має такі форми: технологічну, предметну та предметно-технологічну (змішану).

5 Виробнича дільниця – структурна одиниця цеху, що поєднує в собі декілька робочих місць.

Робоче місце – закріплена за одним робітником чи бригадою робітників частина виробничої площі із засобами праці відповідно до характеру робіт, виконуваних на даному робочому місці.

В основу формування виробничих дільниць покладена технологічна чи предметна форма спеціалізації.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ**

- 1 *Що таке виробничий процес?*
- 2 *Які основні складові виробничого процесу?*
- 3 *Розкрийте поняття «технологічний процес» та «операція».*
- 4 *За якими ознаками групують виробничі процеси та як їх класифікують за цими ознаками?*
- 5 *Які існують основні принципи організації виробничих процесів?*
- 6 *Узгоджуються чи суперечать один одному основні принципи організації виробничих процесів?*
- 7 *Що таке виробничий цикл виготовлення продукції?*
- 8 *Наведіть структуру виробничого циклу та дайте характеристику його основних складових.*
- 9 *У чому полягає сутність послідовного, паралельного та паралельно-послідовного видів руху?*
- 10 *Яка відмінність паралельно-послідовного виду руху порівняно з паралельним?*
- 11 *Чому не можна скорочувати тривалість найменших операцій для скорочення циклу під час паралельно-послідовного виду руху?*
- 12 *Чому дорівнює час пролегування кожного виробу в разі застосування послідовного виду руху?*
- 13 *Чому під час паралельного виду руху предметів праці у виробництві виникають простой обладнання?*
- 14 *Під час виконання якої умови доцільно застосовувати паралельний вид руху предметів праці?*
- 15 *Назвіть основні напрямки скорочення виробничого циклу виготовлення продукції.*
- 16 *Що таке виробнича структура підприємства?*
- 17 *Розкрийте поняття «цех», «виробнича дільниця», «робоче місце».*



*18 Які напрямки оптимізації просторової організації виробництва існують?*

## **ТЕСТИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ**

*1 Яке визначення наведене: «... – сукупність взаємозалежних процесів праці (іноді й природних процесів), в результаті яких вихідні матеріальні ресурси перетворюються на готову продукцію»:*

- 1) технологічний процес;
- 2) складальний процес;
- 3) обробний процес;
- 4) виробничий процес?

*2 Відновить пропущене:*

*«... – процеси, які виконує працівник за допомогою машин і механізмів»:*

- 1) ручні процеси;
- 2) машинні процеси;
- 3) механізовані процеси.

*3 «Частина виробничого процесу, виконувана на окремому робочому місці над предметом праці без переналадження устаткування, називають...»*

- 1) технологічною операцією;
- 2) технологічним процесом;
- 3) операційним циклом;
- 4) технологічним циклом.

*4 Яким повинен бути обсяг виробництва виробів, щоб краще (повніше) виконувався принцип паралельності:*

- 1) обсяг виробництва повинен бути малим;
- 2) обсяг виробництва повинен бути великим;
- 3) обсяг виробництва не впливає на додержання принципу паралельності?

**5** *Визначення якого поняття наведене: «... – календарний інтервал часу від початку до кінця виготовлення продукції»:*

- 1) технологічний цикл;
- 2) виробничий цикл;
- 3) календарний цикл;
- 4) цикл виробництва?

**6** *Як співвідносяться між собою виробничий і технологічний цикли процесу виробництва:*

- 1) виробничий цикл дорівнює технологічному, вираженому в календарному часі;
- 2) виробничий цикл дорівнює технологічному з урахуванням часу міжопераційних і міжзмінних перерв;
- 3) виробничий цикл дорівнює технологічному з урахуванням часу перерв, часу виконання допоміжних операцій і часу природних процесів, вираженому в календарному часі?

**7** *Виконання (чи невиконання) яких із перелічених принципів організації виробництва впливає на тривалість виробничого циклу:*

- 1) принципу безперервності;
- 2) принципу гнучкості;
- 3) принципу паралельності;
- 4) принципу ритмічності?

**8** *Які результати скорочення тривалості виробничого циклу:*

- 1) збільшення маси прибутку за плановий період;
- 2) підвищення коефіцієнта оборотності обігових коштів;
- 3) зменшення нормативу обігових коштів;
- 4) всі відповіді правильні?

**9** *Для якого виду руху предметів праці за операціями правильна така характеристика: на кожній операції забезпечується безперервність оброблення всієї партії оброблюваних деталей:*

- 1) послідовного;
- 2) паралельного;

- 3) змішаного;                    4) правильні відповіді 1) і 3).  
5) правильні відповіді 1) та 2).

**10 Як рухаються предмети праці, якщо кожна наступна технологічна операція починається лише після закінчення оброблення всієї партії предметів праці на попередній операції:**

- 1) послідовно;  
2) паралельно;  
3) паралельно-послідовно?

**11 Партія деталей «n» обробляється під час послідовного виду руху. Чому дорівнює сумарний час пролежування кожної деталі на окремій операції технологічного процесу тривалістю «t»:**

- 1) час пролежування деталей буде однаковим, дорівнюватиме  $t(n - 1)$ ;  
2) час пролежування деталей буде однаковим, дорівнюватиме  $t n$ ;  
3) час пролежування деталей буде різним?

**12 Для якого виду руху предметів праці за операціями правильна така характеристика: з операції на операцію деталі передають транспортними партіями:**

- 1) послідовного;                    2) паралельного;  
3) змішаного;                    4) правильні відповіді 1) і 2);  
5) правильні відповіді 2) й 3).

**13 У якому випадку на графіку паралельного виду руху не буде перерв у роботі обладнання та людей:**

- 1) під час виконання принципу пропорційності;  
2) у разі забезпечення рівності часу виконання окремих технологічних операцій;  
3) у разі забезпечення рівності операційних циклів;  
4) правильні відповіді 1) і 3);  
5) усі відповіді правильні?

**14 Виробнича структура підприємства – це:**

- 1) кількість суб'єктів – засновників підприємства і взаємовідносини між ними;
- 2) організаційно-правова форма існування підприємства;
- 3) склад виробничих підрозділів, форма їх побудови та взаємозв'язків;
- 4) частина капіталу кожного засновника в статутному фонді.

**15 Сукупність основних, допоміжних та обслуговувальних підрозділів підприємства становить:**

- 1) виробничу структуру підприємства;
- 2) переробну систему підприємства;
- 3) загальну структуру підприємства.

**16 У якій із відповідей правильно зазначений фактор, що визначає виробничу структуру підприємства:**

- 1) особливості продукції, що випускається;
- 2) особливості збуту продукції;
- 3) кваліфікація працівників підприємства;
- 4) всі відповіді правильні?

**17 Виберіть із запропонованого списку фактори, що не впливають на виробничу структуру підприємства:**

- 1) конструктивні особливості продукції, що випускається;
- 2) проблеми збуту;
- 3) способи виготовлення продукції (склад і характер технологій);
- 4) кваліфікація працівників підприємства;
- 5) характер і ступінь спеціалізації підприємства;
- 6) масштаб виробництва і трудомісткість виготовлення продукції;

7) показники виробництва: прибуток, дохід, продуктивність праці.

**18 Як називають підрозділи підприємства, характеристики яких наведені нижче:**

1) підрозділи, що виробляють продукцію для власних потреб підприємства;

2) підрозділи, які не виробляють матеріальної продукції, а обслуговують основні й допоміжні цехи?

**20 Виберіть із запропонованого списку найменувань цехів ті, які відповідають наведеній характеристиці: цехи, в яких безпосередньо здійснюється процес виготовлення продукції, на якій спеціалізується дане підприємство:**

1) допоміжні;

2) основні;

3) обслуговувальні;

4) оборонні;

5) правильні відповіді 1) і 2);

6) правильні відповіді 2) й 4).

**21 Серед наведеного переліку виробничих дільниць зазначте ті, які організовані на основі принципу технологічної спеціалізації:**

1) дільниця виробництва коліс;

2) фрезерна дільниця;

3) складальна дільниця;

4) дільниця виробництва товарів широкого вжитку.

**22 Як найбільш найдоцільніше організувати виробництво у майстернях або на малих підприємствах:**

1) за принципом технологічної спеціалізації;

2) за принципом предметної спеціалізації;

3) за допомогою створення предметно-замкнених ділянок?

## Задачі для самостійного розв'язування

### Задача 1

Технологічний процес складається з 4 операцій. Норми часу за операціями:  $t_1 = 10$  хв,  $t_2 = 8$  хв,  $t_3 = 12$  хв,  $t_4 = 16$  хв. На четвертій операції знаходиться 4 робочих місця. Величина партії оброблюваних деталей  $n = 60$  шт., величина передатної (транспортної) партії  $p = 20$  шт. Вид руху деталей на виробництві – паралельний. Потрібно скоротити тривалість технологічного циклу на 110 хв. Як це зробити не змінюючи тривалості операцій та кількості робочих місць?

**Рекомендація:** задачу розв'язують за допомогою зміни величини транспортної партії.

### Задача 2

Технологічний процес складається з 4 операцій. Норми часу за операціями:  $t_1 = 6$  хв,  $t_2 = 3$  хв,  $t_3 = 12$  хв,  $t_4 = 10$  хв. На третій операції знаходиться 3 робочих місця, а на четвертій – два робочих місця. Величина партії оброблюваних деталей  $n = 100$  шт., величина передатної (транспортної) партії  $p = 25$  шт. Вид руху деталей на виробництві – паралельно-послідовний (змішаний).

Визначте, через який час після початку оброблення всієї партії деталей будуть повністю готові друга й третя транспортні партії.

**Рекомендація:** задачу розв'язують за допомогою побудови графіка циклу.

### Задача 3

Технологічний процес складається з 4 операцій. Вид руху деталей – змішаний. На кожній операції знаходиться по одному робочому місцю. Величина партії оброблюваних деталей  $n = 12$  шт., величина передатної (транспортної) партії  $p = 4$  шт. Технологічний цикл – 100 хв. Четверта операція коротша за третю.

Визначте, якою була тривалість четвертої операції, якщо  $t_1 = 12$  хв,  $t_2 = 20$  хв,  $t_3 = 30$  хв.

#### **Задача 4**

Цех одержав замовлення на виготовлення 200 шестерен. Технологічний процес оброблення шестерні складається з 6 операцій:  $t_1 = 12$  хв,  $t_2 = 20$  хв,  $t_3 = 30$  хв,  $t_4 = 3$  хв,  $t_5 = 6$  хв,  $t_6 = 5$  хв. Вид руху – змішаний. Передатна партія – 40 шт. Цех працює у дві зміни. Тривалість зміни – 8 годин. Коефіцієнт календарності – 1,45. Середній час міжопераційного пролежування – 200 хв.

Підрахуйте, коли потрібно розпочати виконання замовлення, якщо термін його здачі 1 липня.

***Рекомендація:** задачу розв'язують за допомогою формули 2.9.*

#### **Задача 5**

Визначити тривалість циклу складного процесу виготовлення машини М та побудувати цикловий графік за умови вибору найкращого варіанта поєднання в часі складальних робіт. Установити терміни початку виготовлення машини, якщо замовникові вона повинна бути передана 20 грудня поточного року.

Кожна деталь у середньому обробляють у двох цехах – заготівельному та обробному. Міжцехове пролежування деталей – 1 день. Пролежування деталей та вузлів на комплектувальному складі перед кожним складанням – 3 дні. Тривалість випробування машини, її консервації, пакування та відвантаження – 5 днів.

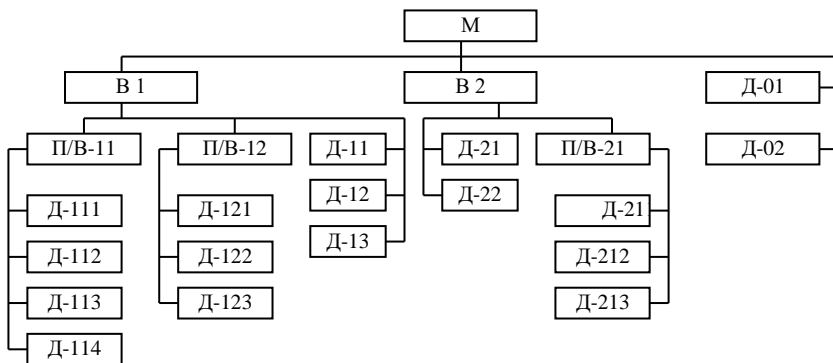


Рисунок 2.6 – Схема складання машини:

Д – деталі; П/В – піввузли; В – вузли; М – машина

Таблиця 2.1 – Тривалість часу виготовлення деталей у цехах, роб. дн.

Цех	Д-01	Д-02	Д-11	Д-12	Д-13	Д-111	Д-112	Д-113	Д-114	Д-121	Д-122	Д-123	Д-21	Д-22	Д-211	Д-212	Д-213
Ливарний	8	–	4	3	–	5	–	–	–	4	–	–	6	–	–	4	–
Ковальський	–	4	–	–	–	–	4	2	–	–	2	2	–	–	2	–	2
Пресовий	–	–	–	–	2	–	–	–	1	–	–	–	–	2	–	–	–
Механічний	6	5	2	2	–	1	2	2	1	3	2	2	5	1	2	4	1

Таблиця 2.2 – Тривалість вузлового та загального складання, роб. дн.

Вузол, піввузол	Дні складання
Вузол 1	3
Вузол 2	2
П/В 11	2
П/В 21	2
П/В 12	5
Загальне складання	6



**Рекомендації:** задачу необхідно розв'язувати за допомогою побудови циклового графіка подібно до наведеного на рисунку 2.3 а). Крім того, потрібно враховувати, що після загального складання відбуваються випробування машини, її консервація, пакування та відвантаження (5 днів). Тобто графік потрібно починати з відрізка часу саме цих процесів (справа наліво). Необхідно враховувати й час міжцехового пролежування після виготовлення заготовки деталі у відповідному заготівельному (ливарному, ковальському або пресовому) та обробному (механічному) цехах (1 день) і пролежування деталей та вузлів на комплектувальному складі перед кожним складанням – 3 дні.

### Задача 6

У таблиці 2.3 наведені дані щодо показників роботи 4 цехів підприємства за спеціалізації їх підрозділів за технологічною й предметною ознаками.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані

Цех	Кількість робочих місць		Кількість технологічних операцій		Середня тривалість технологічної операції, хв		Тривалість транспортних операцій, год		Тривалість виробничого циклу, год	
	Спеціалізація									
	Технологічна	Предметна	Технологічна	Предметна	Технологічна	Предметна	Технологічна	Предметна	Технологічна	Предметна
1	136		577		10		8		120	
2	165		600		48		10		139	
3		170		500		50		30		130
4		127		430		38		33		290

У таблиці 2.4 наведені дані щодо вагомості одиничних показників прогресивності виробничої структури, які потрібно взяти для розрахунків загального показника прогресивності.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані

Одиничний показник прогресивності, що характеризує:				
Кількість робочих місць	Кількість технологічних операцій	Середню тривалість технологічних операцій	Тривалість транспортних операцій	Тривалість виробничого циклу
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$
0,3	0,3	0,2	0,1	0,1

Керуючись даними таблиць 2.3 та 2.4, потрібно:

1 Підрахувати абсолютне значення показників  $A_{pi}$  та  $A_{(n+1)i}$  і визначити одиничні коефіцієнти прогресивності виробничої структури підприємства  $K_i$ .

У цьому разі кількість робочих місць та кількість технологічних операцій підрахувати за допомогою складання абсолютних даних цехів, а середню тривалість технологічних операцій, тривалість транспортних операцій і тривалість виробничого циклу підрахувати як середнє арифметичне з відповідних показників діяльності даних цехів.

2 Підрахувати загальний показник прогресивності виробничої структури підприємства  $K_3$ , враховуючи задану вагомість кожного одиничного показника прогресивності (табл. 2.4).

3 З урахуванням того, що цех 1 планується повністю перевести на предметну спеціалізацію, для нового варіанта виробничої структури підрахувати нові значення

показників  $K_i$  та  $K_3$ . Зробити висновок щодо того, чи доцільна запропонована структурна перебудова підприємства з погляду її прогресивності.

4 Порівнюючи абсолютні значення показників  $A_{pi}$  та  $A_{(p+t)i}$  для старого й нового варіантів виробничої структури, зробити висновок щодо оптимальності запропонованих структурних перетворень.

## РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА

### 3.1 Особливості організації непотокового виробництва

*Метод організації виробництва* – це загальна сукупність способів, прийомів чи правил раціонального сполучення в просторі та часі базових елементів виробничого процесу (*непотоковий* і *потоковий*).

Непотокове виробництво реалізується такими формами: технологічною, предметною й змішаною (рис. 3.1).

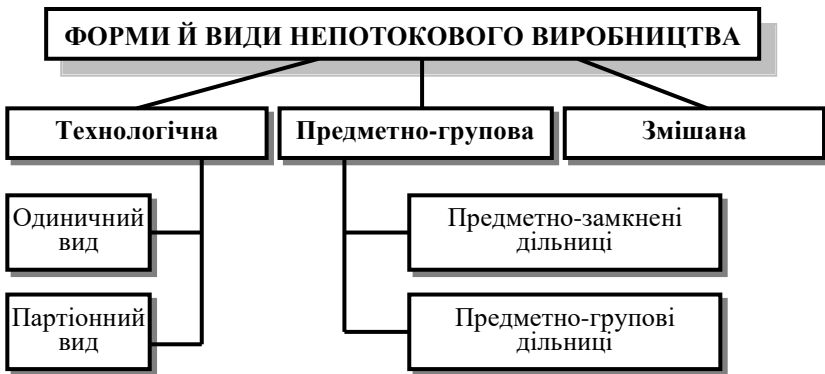


Рисунок 3.1 – Види та форми непотокового виробництва

Ознаки технологічної форми непотокового виробництва:

- робочі місця (устаткування) групують за ознакою відповідності технологічній однорідності та розмірам;
- на робочих місцях оброблюють упродовж планового періоду різні предмети праці, оскільки їх випуск невеликий;

– предмети праці в процесі виробництва переміщують складними маршрутами.

У межах технологічної форми непотокового виробництва іноді виділяють: *одиничний* та *партійний* види організації виробництва.

*Одиничний вид* характеризується тим, що деталі й вироби виготовляють одиницями або невеликими повторюваними партіями. *Партійний вид* характеризується тим, що деталі та вироби виготовляють періодично повторюваними партіями.

Збільшення розміру партії деталей призводить до:

– зменшення кількості переналагоджень устаткування (тобто зменшення витрат безпосередньо на підготовчо-завершальні роботи);

– збільшення незавершеного виробництва та складських площ.

Оптимальним є розмір партії деталей, що забезпечує мінімальні загальні витрати на їх виготовлення.

Розраховану кількість устаткування завжди округляють до цілого в бік збільшення.

Відношення розрахункової кількості устаткування до визначеної називають коефіцієнтом завантаження устаткування:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_{np}} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

де  $n_{np}$  – прийнята кількість устаткування ( $n_p$  округляється до цілого в бік збільшення).

У непотоковому виробництві зазвичай застосовують універсальне устаткування, розроблення технологічних процесів має індивідуальний характер.

**Особливості (недоліки) непотокового виробництва:**

– низька ефективність виробництва;

– виробництво складне в організаційному відношенні.

За предметно-групової форми організації непотокового виробництва створюють **предметно-замкнені дільниці (ПЗД)** й **предметно-групові дільниці (ПГД)**.

**Предметно-замкнена дільниця** – це підрозділ підприємства, який забезпечує виконання правила: всі (від першої до останньої) чи більшість операцій, необхідних для повного оброблення деталей чи збирання складальних одиниць, розміщують у даному цеху.

З огляду на це номенклатура виробів, які виготовляють на ПЗД, значно менша, ніж на будь-якій технологічній дільниці.

Основні ознаки класифікації деталей та складальних одиниць, що можуть бути використані під час формування ПЗД, такі.

**Складальні ПЗД:**

– програма та повторюваність випуску (запуску) виробів;

– конструктивна й технологічна однорідність виробів;

– габаритні розміри чи маса виробів.

**Обробні ПЗД:**

– застосовність деталей (уніфіковані, оригінальні, стандартні);

– кількість і повторюваність випуску деталей (серійний, одиничний чи масовий випуски);

– вид матеріалу;

– метод одержання заготовки;

– розміри (маса), точність оброблення;

– технологічна та конструктивна подібність деталей.

**Переваги створення ПЗД:**

- підвищується відповідальність робітників і майстрів за виконувану роботу;
- зменшуються міждільничні зв'язки й спрощується оперативно-виробниче планування;
- з'являються передумови до переходу в умовах серійного виробництва до потокових методів.

Під час формування **предметно-групових дільниць (ПГД)** застосовують метод групової технології оброблення деталей, сутність якого полягає в тому, що всі деталі розбивають на підкласи, класи, групи чи підгрупи і т. д. аж до окремого типу. **До одного типу належать деталі, для яких можна розробити й застосувати єдиний типовий технологічний процес.**

#### **Переваги створення ПГД:**

- устаткування розміщують за ходом технологічного процесу (як у поточковому виробництві), що дозволяє мінімізувати транспортні витрати;
- відсутній час на переналагодження верстатів, що приводить до зниження собівартості оброблення деталей, підвищення продуктивності праці й збільшення коефіцієнта використання устаткування;
- спрощуються цехове оперативно-виробниче планування та управління завдяки скороченню зовнішніх зв'язків кожної дільниці;
- підвищується ступінь саморегулювання дільниці внаслідок збільшення внутрішньовиробничих зв'язків.

У деяких випадках не вдається повністю «замкнути» виробничий процес виготовлення деталей на одній дільниці (предметно-замкненій або предметно-груповій) з певних причин (мале завантаження того чи іншого верстата, необхідність винесення окремих операцій в окремі приміщення і т. ін.). Тому використовують **змішану форму** організації непотокового виробництва, а саме частину виробничого процесу проводять на відповідних

предметно-замкнених (предметно-групових) дільницях, а іншу частину – на звичайних технологічних дільницях.

Ця форма має ті самі переваги й недоліки, що й дві вищерозглянуті форми, але водночас виникають додаткові труднощі щодо організації виробництва:

- технологічний процес розривається на окремі частини, якщо операції, виконувані поза межами ПЗД (ПГД), не початкові й не кінцеві;

- знижується відповідальність працівників ПЗД (ПГД) за терміни виготовлення деталей та їх якість;

- значно подовжується маршрут руху деталей, зважаючи на переміщення їх на інші дільниці (в інші цехи) й зростає тривалість виробничого циклу внаслідок збільшення часу транспортування;

- ускладнюється цехове планування;

- з'являються оборотні запаси між дільницями, що спричиняє потребу в складських приміщеннях та обумовлює зростання незавершеного виробництва.

З огляду на наявність перелічених недоліків змішану форму організації непотокового виробництва застосовують рідко.

## **Висновки**

1 Метод організації виробництва – це сукупність способів, прийомів і правил реалізації виробничого процесу в часі й просторі. Виділяють два методи організації виробництва: непотоковий і потоковий.

2 На практиці непотокове виробництво реалізується такими формами: технологічною, предметно-груповою й змішаною.

3 У межах технологічної форми виділяють одиничний та партійний види організації виробництва.



Відмінність між цими видами технологічної форми полягає в необхідності визначення оптимального розміру партії деталей в умовах партійного виду.

4 За предметно-групової форми організації непотокового виробництва створюють предметно-замкнені дільниці (ПЗД) й предметно-групові дільниці (ПГД).

5 Змішану форму організації непотокового виробництва використовують тоді, коли внаслідок різних обставин не вдається повністю «замкнути» виробництво виробів на окремій дільниці (предметно-замкненій або предметно-груповій).

3 огляду на наявність істотних недоліків змішану форму організації непотокового виробництва застосовують рідко.

### **3.2 Організація потокового виробництва**

*Потокове виробництво* – це метод організації виробничих процесів, що ґрунтується на максимальній реалізації принципів: прямоточності, диференціації, спеціалізації, пропорційності, безперервності, паралельності й ритмічності.

#### **Ознаки потокового виробництва:**

– безперервність виробничих процесів у часі, тобто організація оброблення (складання) виробів без міжопераційних очікувань;

– розміщення всіх робочих місць у просторі в строгій відповідності до послідовності виконання операцій певного технологічного процесу;

– можливість поділу всього виробничого процесу виготовлення продукції на окремі прості операції та закріплення однієї чи кількох подібних операцій за окремим робочим місцем (верстатами) або за групою однотипних робочих місць;

– однаковість усіх, що безперервно повторюються в часі, виробничих факторів, тобто якості та форми матеріалів, інструментів, приладів;

– предмети праці передаються з попередньої операції на наступну операцію поштучно або транспортними (передатними) партіями в міру їх оброблення на попередній операції, спосіб передавання – паралельний;

– високий ступінь механізації та автоматизації процесів виробництва.

### **Основні передумови організації потокового виробництва:**

– наявність у програмі випуску досить великої кількості однакових чи подібних за технологією об'єктів;

– повна завершеність конструкторських і технологічних робіт за кожним об'єктом виробництва;

– можливість розбивки процесу виробництва на прості операції або ж можливість їх концентрації;

– наявність швидко переналагоджуваного устаткування.

На практиці потокове виробництво реалізують у вигляді таких основних форм (рис. 3.2).

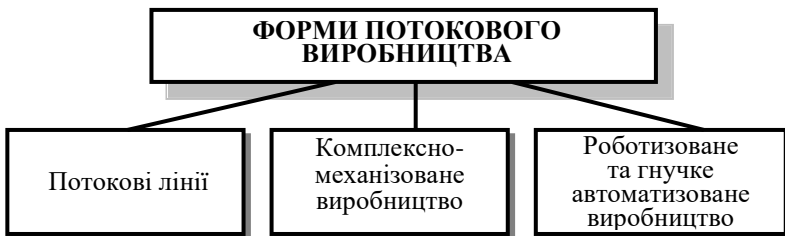


Рисунок 3.2 – Форми потокового виробництва

**Потокова лінія** – це група робочих місць, відповідно за якими закріплене виготовлення одного або обмеженої

кількості найменувань виробів та виробничий процес на яких здійснюється відповідно до ознак потокового виробництва.

### **Класифікація поточкових ліній**

***1 За ступенем спеціалізації поточкові лінії поділяють на:***

- однопредметні (однономенклатурні) поточкові лінії;
- багатопредметні (багатноменклатурні) поточкові лінії.

***Однопредметні поточкові лінії*** – лінії, для яких характерні: а) виробництво одного виду продукції впродовж тривалого періоду часу до зміни об'єкта виробництва на підприємстві; б) постійний, незмінюваний технологічний процес; в) великий масштаб виробництва однотипної продукції.

***Багатопредметні поточкові лінії*** створюють у тому разі, якщо програма випуску продукції одного виду не забезпечує достатнього завантаження устаткування лінії. Для багатопредметних поточкових ліній характерне закріплення кількох типорозмірів предметів, подібних за технологією оброблення або складання.

***2 За ступенем безперервності технологічного процесу поточкові лінії поділяють на:***

- безперервно-поточкові лінії;
- перервно-поточкові (прямоточні) лінії.

***На безперервно-поточкових лініях*** предмети праці з операції на операцію безперервно передаються поштучно або невеликими транспортними партіями за допомогою механізованих чи автоматизованих транспортних засобів (конвеєрів) через однаковий проміжок часу, що дорівнює такту чи ритму потоку.

***Перервно-поточкові (прямоточні) лінії*** створюють, якщо немає рівності або кратності тривалості операцій

такту роботи лінії й повної безперервності виробничого процесу не досягають.

**3 За способом підтримання ритму потокові лінії поділяють на:**

- лінії з регламентованим ритмом;
- лінії з вільним ритмом.

Лінії з **регламентованим ритмом** характерні для безперервно-потокового виробництва. Тут ритм підтримується за допомогою конвеєрів, які переміщують предмети праці з визначеною швидкістю, або за відсутності конвеєрів за допомогою світлової чи звукової сигналізації.

Лінії з **вільним ритмом** не мають технічних засобів, які строго регламентують ритм роботи. Ці лінії застосовують за будь-яких форм потоку (безупинного чи перервного), а додержання ритму в цьому разі покладають безпосередньо на працівників цієї лінії. Його розмір повинен відповідати розрахунковій середній продуктивності праці за визначений період часу (годину, зміну).

**4 За видом транспортних засобів потокові лінії поділяють на:**

- лінії з транспортними засобами безупинної дії (конвеєрні);
- лінії з транспортними засобами дискретної дії (неконвеєрні);
- лінії без транспортних засобів (стаціонарні).

**5 За характером руху конвеєра конвеєрні потокові лінії поділяють на:**

- лінії з безупинним рухом конвеєра;
- лінії з пульсуючим рухом конвеєра.

На основі аналізування обсягів випуску продукції, стану технологічного процесу, можливостей його вдосконалення, маси й габаритних розмірів виробу,

можливостей синхронізації операцій вибирають той чи інший вид потокової лінії.

Основними календарно-плановими параметрами поточкових ліній є такі: такт, ритм, кількість робочих місць, довжина й швидкість конвеєра, стандарт-план потокової лінії, виробничі запаси (заділи).

**Такт потокової лінії ( $r$ )** – основний показник роботи лінії, що являє собою період часу між запуском на лінію двох суміжних предметів праці чи випуском із потокової лінії двох суміжних готових виробів:

$$r = \frac{\Phi_{\partial} \cdot 60}{N} \text{ (хв/шт.)}, \quad (3.2)$$

де  $\Phi_{\partial}$  – дійсний фонд часу роботи потокової лінії в плановому періоді (змiна, доба, місяць, рік), годин;  
 $N$  – програма запуску за той самий період часу, шт.

У разі якщо передавання предметів праці з операції на операцію здійснюється транспортними (передатними) партіями, розраховують **ритм** потокової лінії:

$$R = r \cdot p \text{ (хв/партію)}, \quad (3.3)$$

де  $p$  – розмір транспортної (передатної) партії.

Для забезпечення єдиного такту чи ритму потокової лінії здійснюють її **синхронізацію**, тобто досягнення рівності або кратності часу виконання окремих операцій технологічного процесу встановленому такту.

#### **Способи проведення синхронізації:**

– розбивка окремої операції на переходи (закінчені частини операції) й присвоєння цим переходам статусу окремих операцій меншої тривалості;

– комбiнування порядку виконання різних переходів або групування переходів кількох споріднених операцій у нові операції;

– концентрація кількох споріднених операцій в одну більшої тривалості;

– уведення паралельних робочих місць на операціях, тривалість яких кратна такту;

– інтенсифікація режимів роботи тощо.

Умовою повної синхронізації є таке рівняння:

$$\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \dots = \frac{t_n}{c_n} = r, \quad (3.4)$$

де  $t_1, t_2, \dots, t_n$  – час виконання окремих операцій на потоковій лінії, хв;  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – кількість паралельних робочих місць на окремих операціях потокової лінії.

Розрахункову кількість робочих місць на окремій  $i$ -й операції потокової лінії визначають за формулою

$$c_{pi} = \frac{t_i}{r}, \quad (3.5)$$

де  $t_i$  – тривалість  $i$ -ї операції, хв.

Розрахункову кількість устаткування (в разі одержання під час розрахунку дробового числа) округляють до найближчого цілого числа (в бік збільшення).

Допускається перевантаження окремого робочого місця в розрахунках (округлення до найближчого меншого числа), але не більше ніж на 10–12 % зі зняттям його під час налагодження лінії.

Коефіцієнт завантаження робочих місць  $K_z$  на окремій операції потокової лінії визначають за формулою

$$K_{zi} = \frac{c_{pi}}{c_{np_i}} \cdot 100\%, \quad (3.6)$$

де  $C_{np_i}$  – визначена кількість робочих місць на окремій  $i$ -й операції потокової лінії.

Середній коефіцієнт завантаження робочих місць на потоковій лінії

$$K_{з\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^m c_{pi}}{\sum_{i=1}^m c_{np_i}} \cdot 100\%, \quad (3.7)$$

де  $i = 1, 2, \dots, m$  – кількість окремих операцій технологічного процесу на потоковій лінії.

Кількість робітників-операторів на  $i$ -й операції потокової лінії (безперервно-потокове виробництво) дорівнює

$$P_{oi} = \frac{C_{np_i}}{C_{но_i}}, \quad (3.8)$$

де  $C_{но_i}$  – норма обслуговування на  $i$ -й операції.

**Планування потокової лінії** – процес її просторової побудови.

Планування потокової лінії передбачає:  
а) розроблення схеми розміщення робочих місць за всіма операціями; б) вибір транспортних засобів; в) загальне компонування лінії.

Основною вимогою до планування потокової лінії є прямоточне розміщення устаткування та робочих місць відповідно до визначеного технологічного процесу і з урахуванням кількості робочих місць на потоці. Ефективне планування потокової лінії повинне забезпечувати зручність роботи та обслуговування.

Кількість робітників на кожній операції, яку виконують на безперервно-потоковій лінії, установлюється за визначеною кількістю робочих місць і нормами обслуговування. Дозволяється суміщення працівниками роботи на кількох різних операціях на потоковій лінії, у цьому разі допускається встановлення фактичної зайнятості робітника до 105 %.

Завантаженість робочих місць відображається графічно у визначеному масштабі (стандарт-план).

Стандарт-план регламентує безперервну роботу й перерви в роботі робочих місць упродовж періоду обороту  $T_e$ .

Одним із найбільш важливих умов безперервності виробничого процесу є підтримання на всіх стадіях потокового виробництва визначеного розміру виробничих запасів (заділів).

Під **виробничими запасами (заділами)** розуміють предмети праці (заготовки, напівфабрикати, складальні одиниці тощо), що в один і той самий час перебувають на потоковій лінії.

Розрізняють чотири види запасів: технологічний, транспортний, страховий і міжопераційний оборотний.

Розрахунок міжопераційних оборотних запасів проводять на основі стандарт-плану роботи потокової лінії між парою суміжних операцій. Розміри оборотного запасу між двома суміжними операціями в кожному окремому періоді ( $T$ ) визначають за формулою

$$Z_{об(i)-(i+1)} = \frac{T_n \cdot n_i}{t_{ум_i}} - \frac{T_n \cdot n_{i+1}}{t_{ум_{i+1}}}, \quad (3.9)$$

де  $T_n$  – період одночасного виконання двох суміжних операцій, упродовж якого продуктивність на кожній із них постійна (кількість робочих місць не змінюється);  $n_i, n_{i+1}$  – кількість робочих місць на суміжних  $i$ -ї і  $(i+1)$ -ї операціях упродовж періоду  $T_n$ ;  $t_{ум_i}, t_{ум_{i-1}}$  – час виконання суміжних  $i$ -ї і  $(i+1)$ -ї операцій (штучний час).

Після розрахунку величин оборотних запасів будують графіки їх зміни впродовж періоду обороту (так звані епюри). Під час побудови епюри оборотний запас на початку й наприкінці періоду обороту повинен бути однаковим, а його мінімальне значення повинне дорівнювати нулю.



Для потокового виробництва характерні такі **переваги**: масовий і стійкий випуск продукції; високий ступінь технологічності й стабільності конструкції виробів; високий рівень механізації та автоматизації ручних робіт і транспортних операцій; типізація технологічних процесів й оснащення; найбільш повне використання устаткування, матеріалів та інших засобів виробництва; безперебійне обслуговування робочих місць.

**Ефективність потокового методу організації виробництва полягає в такому:**

1) підвищується продуктивність праці завдяки скороченню витрат часу на оброблення (складання) кожного виробу внаслідок механізації й автоматизації робіт, удосконалення технології й навичок робітників, скорочення часу простоїв;

2) скорочується тривалість виробничого циклу внаслідок зменшення часу оброблення, транспортування, застосування паралельного та паралельно-последовного видів руху;

3) зменшується розмір незавершеного виробництва й прискорюється оборотність обігових коштів завдяки скороченню тривалості виробничого циклу та запасів;

4) поліпшується використання основних фондів завдяки збільшенню випуску продукції за одиницю часу з одиниці устаткування та з одиниці площі;

5) поліпшується якість продукції й зменшується брак;

6) знижується собівартість продукції завдяки скороченню витрат часу на оброблення і витрат від браку, зниженню накладних витрат тощо.

**Недоліки потокового виробництва:** вузька спеціалізація працівників, монотонність праці, чітка регламентація їх діяльності.

## **Висновки**

1 Потокове виробництво – це метод організації виробничих процесів, що ґрунтується на максимальній реалізації принципів: прямоточності, диференціації, безперервності, спеціалізації, паралельності, пропорційності та ритмічності.

2 Потокова лінія – це група робочих місць, за якими закріплене виготовлення одного або обмеженої кількості найменувань предметів праці та виробничий процес на яких здійснюється відповідно до ознак потокового виробництва.

3 Класифікацію поточкових ліній проводять за такими критеріями: ступенем безперервності технологічного процесу; ступенем спеціалізації (номенклатурою виробів, що випускаються); видом транспортних засобів, використовуваних на лінії; способом підтримання ритму; характером руху конвеєра.

4 Основними параметрами поточкових ліній є такі: кількість робочих місць, такт, ритм, стандарт-план потокової лінії, виробничі запаси.

5 Подальший розвиток потокового виробництва повинен бути зорієнтований на усунення факторів, що знижують його ефективність у сучасних умовах.

### **3.3 Особливості організації потокового роботизованого та автоматизованого виробництв**

*Автоматизація виробництва* – це етап у розвитку виробництва, відповідно до якого функції керування та контролю за всім виробничим процесом, передаються приладам та автоматичним пристроям.

Ступінь автоматизації відповідних виробничих процесів може бути дуже різним. За автоматизації окремих

операцій (**часткової автоматизації**) частина функцій із керування устаткуванням автоматизується, а частина – виконується робітниками (операторами).

За **комплексної автоматизації** всі функції керування автоматизовані (люди лише контролюють роботу автоматичного комплексу загалом). За комплексної автоматизації автоматизовані й усі допоміжні та обслуговувальні операції.

**Повна автоматизація** виробництва передбачає керування комплексно-автоматизованим виробництвом без фізичного втручання людини.

**Преваги автоматизації виробництва:** скорочення витрат на збирання даних із проєктування й виробництва, підвищення та стабілізація якості продукції, вдосконалення організації постачань, автоматизація праці в шкідливих умовах, удосконалення виробництва з метою економії праці, автоматизація монотонної праці, гнучкість виробництва.

**Недоліки автоматизації виробництва:** зрушення у структурі персоналу – зменшення кількості робітників і збільшення частки інженерних працівників; необхідність професійної підготовки та перепідготовки персоналу високої кваліфікації; проблеми організації праці в умовах гнучкого робочого дня й тижня; проблеми організації праці в системі «людина – машина»; поява специфічних захворювань, підвищеної стомлюваності очей, нервових зривів, шийних, спинних, плечових онімін.

**Комплексно-механізоване й автоматизоване потокове виробництво** – система машин (устаткування, транспортних засобів, засобів контролю тощо), що забезпечує суворо погоджене в часі виконання операцій усіх стадій процесу виготовлення виробів, починаючи від одержання вихідних заготовок і закінчуючи випуском готових виробів через однакові проміжки часу.

Типовими представниками комплексних систем машин-автоматів є автоматичні лінії.

**Автоматична лінія (АЛ)** – система узгоджено працюючих та автоматично керованих верстатів (агрегатів), транспортних засобів і контрольних механізмів, розміщених за ходом технологічного процесу, за допомогою яких обробляють деталі чи складають вироби за заздалегідь заданим технологічним процесом у суворо визначений час (такт АЛ).

Роль робітника на АЛ зводиться лише до спостереження за роботою лінії, до налагодження й підналагодження окремих механізмів, а іноді – до подачі заготовок на першу операцію й зняття готових виробів на останній операції. Це дозволяє робітникові керувати значною кількістю машин і механізмів.

У сучасних умовах розвитку автоматизації виробництва особливе місце приділяють використанню промислових роботів.

**Промисловий робот** – це автоматична машина, що може бути перепрограмована, застосовувана у виробничому процесі для виконання рухових функцій, аналогічних до функцій людини, під час переміщення предметів праці або технологічного оснащення.

За допомогою промислових роботів можна поєднувати технологічне устаткування в окремі робототехнічні комплекси різного масштабу, не зв'язані жорстким плануванням і кількістю комплектувальних агрегатів.

Принциповими відмінностями робототехніки від традиційних засобів автоматизації є їх широка універсальність (багатофункціональність) і гнучкість (мобільність) під час переходу на виконання принципово нових операцій.

Промислові роботи набули застосування в усіх сферах виробничо-господарської діяльності. Вони успішно замінюють важку, стомливу й одноманітну працю людини, особливо під час роботи в умовах шкідливого та небезпечного для здоров'я виробничого середовища. Вони здатні відтворювати деякі рухові й розумові функції людини під час виконання ними основних і допоміжних виробничих операцій без особистої участі робітників. Для цього їх наділяють деякими здібностями: слухом, зором, чуттям дотику, пам'яттю тощо, а також здатністю до самоорганізації, самонавчання й адаптації до зовнішнього середовища.

**Роботи першого покоління (автоматичні маніпулятори)** зазвичай працюють за наперед заданою «твердою» програмою. **Роботи другого покоління** оснащені системами адаптивного керування, представленими різними сенсорними пристроями та програмами оброблення відповідної сенсорної інформації.

**Роботи третього покоління** мають штучний інтелект, що дозволяє їм виконувати найскладніші функції під час заміни людини на виробництві.

Розмаїтість виробничих процесів та умов виробництва визначають наявність різних типів роботизованих технологічних комплексів (РТК) – осередків, дільниць, ліній тощо.

Найпростішим типом РТК є **роботизований технологічний осередок (РТО)**, у якому виконується невелика кількість технологічних операцій.

Більшим роботизованим комплексом є **роботизована технологічна дільниця (РОТД)**. Вона виконує низку технологічних операцій і включає декілька одиниць РТО.

Якщо операції здійснюються в єдиному технологічному процесі на послідовно розміщеному

устаткуванні, то комплекс являє собою *роботизовану технологічну лінію (РТЛ)*.

Структурно РТК може бути представлений у вигляді цеху, що складається з декількох РОТД, РТЛ, автоматизованих складів, поєднаних за допомогою транспортних промислових роботів (робоелектрокарів).

Вищою формою організації виробництва є створення *комплексно роботизованого заводу*.

### **Висновки**

1 Автоматизація виробництва – етап у розвитку машинного виробництва, за якого функції керування й контролю за виробничим процесом, що раніше виконували люди, передають приладам та автоматичним пристроям.

2 Комплексно-механізоване й автоматизоване потокове виробництво – система машин (устаткування, транспортних засобів, засобів контролю тощо), що забезпечує суворо погоджене в часі виконання операцій усіх стадій процесу виготовлення виробів, починаючи від одержання вихідних заготовок і закінчуючи випуском готових виробів через однакові проміжки часу.

3 Типовими представниками комплексних систем машин-автоматів є автоматичні лінії. Автоматична лінія (АЛ) – система узгоджено працюючих та автоматично керованих верстатів (агрегатів), транспортних засобів і контрольних механізмів, розміщених за ходом технологічного процесу, за допомогою яких обробляють деталі чи складають вироби за наперед заданим технологічним процесом у суворо визначений час.

4 У сучасних умовах розвитку автоматизації виробництва особливе місце приділяють використанню промислових роботів. За допомогою промислових роботів можна поєднувати технологічне устаткування в окремі робототехнічні комплекси різного масштабу, не зв'язані

жорстким плануванням і кількістю комплектувальних агрегатів.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ**

*1 Які ознаки непотокового методу організації виробництва існують?*

*2 Що розуміють під партією деталей та як впливає її розмір на ефективність виробництва?*

*3 Як розраховують оптимальний розмір партії деталей?*

*4 У чому полягає відмінність предметно-замкнених та предметно-групових дільниць?*

*5 Які існують передумови використання потокового виробництва?*

*6 Які основні ознаки потокового виробництва?*

*7 Дайте визначення потокової лінії.*

*8 Наведіть класифікацію поточкових ліній.*

*9 Що таке такт потокової лінії?*

*10 Для чого здійснюють синхронізацію операцій на потоковій лінії та який механізм її проведення?*

*11 У чому полягає доцільність застосування паралельного виду руху предметів праці з операції на операцію?*

*12 У чому полягають сутність і необхідність компонування й планування потокової лінії?*

*13 Які існують особливості розрахунку параметрів багатопредметних поточкових ліній?*

*14 Які основні переваги та недоліки потокового виробництва?*

*15 Назвіть основні переваги автоматизації виробництва.*

*16 У чому полягають принципи відмінності робототехніки й традиційних засобів автоматизації?*

## ТЕСТИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ

**1 Виберіть із запропонованого списку характеристику непотокового методу організації виробництва:**

- 1) за групою робочих місць закріплюють оброблення обмеженої кількості найменувань предметів праці;
- 2) робочі місця розміщують за технологічним принципом;
- 3) робочі місця розміщують за ходом технологічного процесу.

**2 За яким основним принципом формують предметно-замкнену дільницю:**

- 1) дільницю формують на основі класифікації деталей і складальних одиниць;
- 2) дільницю формують на основі розроблення єдиного технологічного процесу для групи подібних між собою деталей;
- 3) виконання окремих операцій процесу виготовлення деталі виносять за межі дільниці;
- 4) усі відповіді правильні?

**3 Виберіть із запропонованого списку характеристики предметно-замкнених і предметно-групових дільниць:**

- 1) на дільниці виконують усі (більшість) операції (-й) для повного оброблення деталей у даному цеху;
- 2) в основу організації дільниці покладена класифікація деталей і складальних одиниць;
- 3) на дільниці для групи подібних між собою деталей чи операцій розробляють єдиний технологічний процес;
- 4) усі відповіді правильні.



**4 Під час організації якого виробництва найбільш повно забезпечується використання основних принципів організації виробництва:**

- 1) гнучкого виробництва;
- 2) масового потокового виробництва;
- 3) одиничного виробництва різноманітної продукції?

**5 Виберіть із запропонованого списку характеристики потокового методу організації виробництва:**

- 1) за групою робочих місць закріплюють оброблення обмеженої кількості найменувань предметів праці;
- 2) деталі переміщують у процесі виробництва складними маршрутами;
- 3) робочі місця розміщують за ходом технологічного процесу;
- 4) на робочих місцях обробляють різні предмети праці.

**6 Виберіть із запропонованого списку передумови організації потокового виробництва:**

- 1) можливість розбивки процесу виробництва на прості операції чи їх концентрації;
- 2) технологічний процес розбивають на операції й на кожному робочому місці виконують одну чи декілька подібних операцій;
- 3) у програмі випуску досить велика кількість однакових чи подібних за технологією об'єктів.

**7 Чи має недоліки поточе виробництво:**

- 1) ні, воно найбільш повно реалізує основні принципи організації виробництва;
- 2) так, вузькоспеціалізовані операції підвищують стомлюваність робітників, роблять працю малопривабливою;
- 3) так, воно доцільне лише за великих стабільних обсягів випуску продукції?

**8** *Визначте, характеристика якої потокової лінії наведена: «... – потокова лінія, на якій передавання виробів з операції на операцію здійснюється за допомогою єдиного для всіх операцій транспортного засобу, якому надає руху двигун»:*

- 1) стаціонарна;
- 2) безперервно-потокова;
- 3) прямоточна;
- 4) конвеєрна.

**9** *Як називають групу робочих місць, за якими закріплене виготовлення одного чи обмеженої кількості найменувань виробів і виробничий процес на яких здійснюють відповідно до ознак поточкового виробництва:*

- 1) предметно-замкненою дільницею;
- 2) предметно-груповою дільницею;
- 3) технологічною дільницею;
- 4) потоковою лінією?

**10** *Визначте, характеристика якої потокової лінії наведена: «... – потокова лінія, на якій закріплене виготовлення декількох типорозмірів виробів, подібних за технологією оброблення чи складання»:*

- 1) конвеєрна;
- 2) багатопредметна;
- 3) стаціонарна;
- 4) безперервно-потокова.

**11** *Визначте, характеристика якої потокової лінії наведена: «... – потокова лінія, на якій предмет праці (велику важку машину) встановлюють нерухомо»:*

- 1) однопредметна;
- 2) стаціонарна;
- 3) прямоточна.

**12** *Чи залежить такт потокової лінії від тривалості окремих операцій:*

- 1) безумовно залежить;
- 2) не залежить;
- 3) в окремих випадках залежить?

**13** *Чим обумовлена різна кількість робочих місць на різних операціях за поточкового виробництва:*

1) необхідністю вирівняти сумарну продуктивність устаткування;

2) необхідністю забезпечити виконання принципу пропорційності;

3) необхідністю зменшити до мінімуму простої устаткування;

4) усі відповіді правильні?

**14** *Визначення якого поняття наведене: «... – процес досягнення рівності чи кратності часу виконання окремих операцій технологічного процесу встановленому такту (ритму)»:*

1) диференціація;

2) концентрація;

3) спеціалізація;

4) синхронізація?

## Задачі для самостійного розв'язування

### Задача 1

Визначити необхідну кількість устаткування для виконання виробничої програми токарною дільницею механічного цеху. Дійсний річний фонд часу роботи одиниці устаткування становить 3 820 годин, коефіцієнт виконання норм на токарних роботах – 1,1. Втрати робочого часу на переналагодження устаткування – 5 %.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Назва деталі	Річний обсяг виробництва, шт.	Норма часу, хв
Вал	20 000	2
Циліндр	60 000	3
Поршень	40 000	4

### Задача 2

Проектується механічний цех із груповим розміщенням устаткування. Склад устаткування механічного цеху рекомендується брати приблизно таким (у відсотках від усього парку устаткування):

– токарні + револьверні + розточувальні верстати – 40–45 %;

– свердлильні верстати	– 20–25 %;
– фрезерні верстати	– 10–15 %;
– шліфувальні верстати	– 5 %;
– спеціальні верстати	– 10 %;
Разом:	– 100 %.

Сумарна трудомісткість річного обсягу випуску продукції цехом – 1 млн 20 тис. нормо-год. Плановий фонд часу одиниці устаткування – 3 924 години, коефіцієнт завантаження устаткування – 0,9; виконання норм – 1,15. Визначити загальну кількість устаткування й розподілити його за групами.

***Рекомендації:** згідно з умовою необхідно зарезервувати частину планового фонду часу одиниці устаткування за допомогою встановлення її граничного завантаження не більше ніж на 90 %, тобто дійсний фонд часу роботи одиниці обладнання необхідно зменшити помноживши величину фонду на 0,9.*

### **Задача 3**

Річна виробнича програма становить 784 800 нормо-годин. У році 250 робочих днів. Цех працює в три зміни. Тривалість кожної зміни – 8 годин. Коефіцієнт виконання норм часу – 1,09. Втрати часу з організаційно-технічних причин – 3 %.

Підрахуйте загальну кількість робочих місць у цеху.

### **Задача 4**

Для виконання річної виробничої програми 557 230 нормо-годин у цеху встановлено 136 робочих місць. У році 240 робочих днів. Цех працює у дві зміни. Тривалість кожної зміни – 8 годин. Коефіцієнт виконання норм часу – 0,95. Підрахуйте втрати часу з організаційно-технічних причин.

### **Задача 5**

На потоковій лінії механічного цеху обробляють деталь згідно з технологічним процесом:

номер операції	1	2	3	4	5	6;
норма часу (хв)	1,6	4,6	1,8	3,0	11,4	2,4.

Добова програма лінії – 400 шт. Режим роботи – двозмінний. Регламентовані перерви – 20 хв за одну зміну. Відсоток технологічно обумовленого браку становить 2 %.

Визначити такт лінії, кількість робочих місць та їх завантаження.

### Задача 6

Річний обсяг виробництва на потоковій лінії становить 250 тис. штук. Лінія працює в три зміни по 8 годин за зміну. Кількість робочих днів у році – 270. Відсоток втрат часу з організаційно-технічних причин становить 3 %. Технологічний процес виготовлення виробу передбачає 5 операцій такою тривалістю:

номер операції	1	2	3	4	5;
норма часу (хв)	2,6	1,6	1,9	3,4	1,4.

Визначити такт лінії, кількість робочих місць та їх завантаження.

### Задача 7

На перервно-потоковій лінії обробляють 3 однотипних деталі: А, Б, В. Лінія працює у 2 зміни по 8 годин. Річна програма випуску: А – 30 тис. штук, Б – 10 тис. штук, В – 20 тис. штук. Технологічний процес оброблення деталей передбачає 5 операцій такою тривалістю:

деталь А: 1 – 4,9 хв; 2 – 4,6 хв; 3 – 4,8 хв; 4 – 5,2 хв; 5 – 10,2 хв;

деталь Б: 1 – 12,2 хв; 2 – 8,9 хв; 3 – 12,0 хв; 4 – 5,0 хв; 5 – 12,0 хв;

деталь В: 1 – 10,6 хв; 2 – 12,6 хв; 3 – 4,8 хв; 4 – 5,4 хв; 5 – 3,0 хв.

Визначити часткові такти роботи лінії під час оброблення кожної деталі. Для деталі А розрахувати кількість робочих місць та їх завантаження.

## Аналізування та проведення розрахунків конвеєрів Основні теоретичні відомості та методичні вказівки

**Планування потокової лінії** – процес її просторової побудови.

Планування потокової лінії передбачає:  
а) розроблення схеми розміщення робочих місць за всіма операціями; б) вибір транспортних засобів; в) загальне компонування лінії.

Основною вимогою до планування потокової лінії є прямоточне розміщення устаткування й робочих місць відповідно до визначеного технологічного процесу і з урахуванням кількості робочих місць на потоці. Ефективне планування потокової лінії повинне забезпечувати зручність роботи та обслуговування.

**Крок конвеєра** ( $l_k$ ) – відстань між осями симетрії двох поряд розміщених об'єктів на конвеєрі:

$$l_{k \min} \leq l_k \leq l_{k \max}, \quad (1)$$

$l_{k \min}$  – мінімальне значення кроку, визначається габаритами виробу й відстанню між двома поряд розміщеними об'єктами на конвеєрі, м;  $l_{k \max}$  –

максимальне значення кроку, визначається швидкістю руху конвеєра, м/хв.

**Швидкість руху конвеєра** – переміщення конвеєра за одиницю часу

$$V_k = \frac{l_{ш}}{r} \quad (\text{м/хв}). \quad (2)$$

За даними різних джерел, швидкість конвеєра може перебувати в діапазоні від 0,5 м/хв до 2; 2,5; 4 м/хв.

Довжина *робочої зони конвеєра на  $i$ -й операції*, тобто частини конвеєра, відведена для виконання окремої  $i$ -ї операції, дорівнює

$$l_{p.z_i} = l_k \cdot C p_i = l \cdot \frac{t_i}{r}. \quad (3)$$

Якщо час  $t_i$  виконання окремої  $i$ -ї операції може коливатися від  $t_{\max i}$  до  $t_i$ , то на цій операції встановлюють *резервну зону*, довжина якої дорівнює

$$l_{рез_i} = \frac{t_{\max i} - t_i}{t_i} \cdot l_{p.z}. \quad (4)$$

Загальна *довжина конвеєрної стрічки* становить

$$L_{p.k} = 2 \sum_{i=1}^m l_{p.z_i} + \pi \cdot D \quad (\text{м}), \quad (5)$$

де  $D$  – діаметр натяжного (приводного) барабана, м.

## Приклади розв'язування задач

### Задача 1

Змінна програма зі складання приладів на конвеєрі становить 30 шт. Регламентовані перерви на відпочинок – 10 % від робочого часу. Трудомісткість складання приладу (сума всіх технологічних операцій складання) становить 5 годин 50 хвилин. Відстань між центрами двох суміжних робочих місць на конвеєрі – 1,4 метра. Взяти діаметр натяжного (приводного) барабана таким, що дорівнює 0,3 м. Робочі місця розміщені з одного боку конвеєра. Визначити параметри потокової лінії.

### Розв'язування

1 Розраховуємо такт потокової лінії

$$r = \frac{8 \cdot 60 (1 - 10/100)}{30} = 14,4 \text{ хв/шт.}$$

2 Знаходимо загальну кількість робочих місць на конвеєрі

$$c_{np} = \frac{5 \cdot 60 + 50}{14,4} = 24.$$

3 Визначаємо швидкість руху конвеєра

$$V_K = \frac{l_{ш}}{r} = \frac{1,4}{14,4} = 0,1 \text{ м/хв.}$$

4 Знаходимо довжину робочої зони конвеєра на окремій операції (беремо на окремій  $i$ -й операції 1 робоче місце):

$$l_{p.z_i} = l_K \cdot C_{np_i} = 1,4 \cdot 1 = 1,4 \text{ м.}$$

5 Загальна довжина конвеєрної стрічки становить

$$L_{p.k} = 2 \sum_{i=1}^m l_{p.z_i} + \pi \cdot D = 2 \cdot 24 \cdot 1,4 + 3,14 \cdot 0,3 = 68,1 \text{ м.}$$

## Задача 2

На перервно-потоківій лінії обробляють деталь, технологічний процес виготовлення якої складається з п'яти операцій такою тривалістю (хв):  $t_1 = 12$ ;  $t_2 = 1,2$ ;  $t_3 = 2,0$ ;  $t_4 = 0,8$ ;  $t_5 = 8,0$ . Лінія працює у дві зміни, тривалість зміни – 8 годин. Програма випуску за одну добу – 240 шт. Визначити кількість робочих місць (верстатів) та кількість робітників на лінії.

### Розв'язування

1 Визначаємо такт випуску деталей на лінії

$$r = \frac{8 \cdot 60 \cdot 2}{240} = 4,0 \text{ хв/шт.}$$

2 Визначаємо кількість робочих місць (верстатів) та робітників на потоківій лінії. Кількість робочих місць і ступінь їх завантаження визначаємо за формулами:

$$c_{pi} = \frac{t_i}{r},$$

$$K_{zi} = \frac{c_{pi}}{c_{np_i}} \cdot 100 \%,$$

$$c_{p_1} = \frac{12}{4} = 3,$$

$$c_{np_1} = 3,$$

$$K_{z1} = \frac{3}{3} \cdot 100 \% = 100 \%,$$



$$\begin{aligned}
 c_{p_2} &= \frac{1,2}{4} = 0,3, & c_{np_2} &= 1, \\
 K_{32} &= \frac{0,3}{1} \cdot 100 \% = 30 \% , \\
 c_{p_3} &= \frac{2,0}{4} = 0,5, & c_{np_3} &= 1, \\
 K_{33} &= \frac{0,5}{1} \cdot 100 \% = 50 \% , \\
 c_{p_4} &= \frac{0,8}{4} = 0,2, & c_{np_4} &= 1, \\
 K_{34} &= \frac{0,2}{1} \cdot 100 \% = 20 \% , \\
 c_{p_5} &= \frac{8,0}{4} = 2, & c_{np_5} &= 2, \\
 K_{35} &= \frac{2}{2} \cdot 100 \% = 100 \% .
 \end{aligned}$$

Середнє завантаження робочих місць на лінії загалом визначаємо за формулою

$$K_{3\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^m c_{p_i}}{\sum_{i=1}^m c_{np_i}} \cdot 100 \% ,$$

$$K_{3\text{сер}} = \frac{3+0,3+0,5+0,2+2}{3+1+1+1+2} \cdot 100 \% = 75 \% .$$

Кількість робітників на лінії знаходимо на основі завантаження робочих місць за операціями, використовуючи в цьому разі суміщення професій та багатроверстатне обслуговування, намагаючись завантажити робітника повністю впродовж зміни.

Так, робітник № 4 впродовж зміни буде поєднувати роботу на операціях 2, 3, 4. Починає роботу, наприклад, на 2-й операції (30 % завантаження, тобто 144 хв за зміну), переходить на 3-тю операцію й, пропрацювавши там (50 %

від завантаження, тобто 240 хв за зміну), переходить на 4-ту операцію та працює на ній до кінця зміни (20 % від завантаження, тобто 96 хв за зміну). Таким чином, робітник № 4 буде завантажений упродовж зміни на 100 % (30 % + 50 % + 20 % = 100 %, або 144 хв + 240 хв + 96 хв = 480 хв).

Результати розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків кількості робочих місць (верстатів) та кількості робітників на потоковій лінії

Номер операції	Норма часу на операцію, хв	Кількість робочих місць на операції		Порядковий номер робочого місця	Завантаження робочого місця, %	Кількість робітників на операції	Порядковий номер робітника	Завантаження робітника, %
		$C_p$	$C_{np}$					
1	12	3	3	1	100	3	1	100
				2	100		2	100
				3	100		3	100
2	1,2	0,3	1	4	30	1	4	100
3	2,0	0,5	1	5	50	–	4	–
4	0,8	0,2	1	6	20	–	4	–
5	8	2	2	7	100	2	5	100
				100	6		100	
Разом на лінії		6,0	8,0	–	$600/8 = 75$	6	–	100

## Задачі для самостійного розв'язування

### Задача 1

На потоковій лінії безперервної дії здійснюють складання радіоприймача. Випуск продукції за одну добу – 1 000 штук. Режим роботи лінії – 2 зміни по 8 годин, регламентовані перерви – 30 хвилин за одну зміну. Технологічний цикл складання одного виробу на лінії дорівнює 1,98 години. Крок конвеєра – 1,0 м. Робочі місця

розміщені з одного боку конвеєра. Підрахуйте такт потокової лінії, кількість робочих місць на лінії та швидкість руху конвеєра.

*Відповідь до задачі:* 0,9 хв/шт.; 132; 1,11 м/хв.

### **Задача 2**

Довжина замкненої стрічки конвеєра становить 206,28 м. Радіус натяжного барабана – 1 м. Крок конвеєра – 2 м. Визначте тривалість виготовлення виробу на потоковій лінії, якщо такт потоку становить 1,2 хв.

*Відповідь до задачі:* 60 хв.

### **Задача 3**

Змінна програма зі складання вузлів на конвеєрі становить 70 штук. Коефіцієнт використання робочого часу дорівнює 0,95. Крок конвеєра становить 1 м. Трудомісткість складання вузла на конвеєрі – 3 години. Взяти діаметр натяжного (приводного) барабана таким, що дорівнює 0,3 м. Визначити параметри потокової лінії: такт, кількість робочих місць, швидкість руху конвеєра, довжину робочої зони, довжину стрічки конвеєра.

*Відповідь до задачі:* 6,17 хв/шт.; 29; 0,2 м/хв; 1 м; 58,9 м.

### **Задача 4**

На перервно-потоковій лінії обробляють деталі одного найменування. Лінія працює в дві зміни по 8 годин. Річна програма випуску деталей становить 55 000 шт. Технологічний процес оброблення деталей складається з 8 операцій такою тривалістю:  $t_1 = 10,6$  хв;  $t_2 = 5,4$  хв;  $t_3 = 5,0$  хв;  $t_4 = 3,8$  хв;  $t_5 = 9,2$  хв;  $t_6 = 5,4$  хв;  $t_7 = 5,5$  хв;  $t_8 = 3,9$ . Кількість робочих днів у році – 254, відсоток втрат часу з організаційно-технічних причин – 2,5 %. Розрахувати основні календарно-планові нормативи потокової лінії: такт, кількість робочих місць (верстатів) за всіма операціями та їх завантаження, кількість робітників з

урахуванням суміщення професій та багатOVERстатного обслуговування.

### **Аналізування та розрахунок основних параметрів автоматичних ліній**

#### **Основні теоретичні відомості та методичні вказівки**

*Автоматичні потокові лінії (АЛ)* – це сукупність розміщених за ходом технологічного процесу машин-автоматів, які автоматично, без безпосередньої участі людини, виконують визначені технологічні операції, включаючи транспортування, контроль якості продукції тощо.

Розрахунок АЛ (автоматичних поточкових ліній) передбачає проведення таких етапів робіт:

1 Розраховують *такт (або ритм) r* роботи поточкової лінії. Для *прямопоточкових* автоматичних ліній (прямопоточкові автоматичні лінії – це лінії з безпосереднім передаванням виробів з одного верстата на інший через стабільний відрізок часу, що дорівнює такту) зв'язок між верстатами-автоматами жорсткий, такт (або ритм) визначають лише технічними параметрами верстатів-автоматів і розраховують за формулою

$$r = t_o + t_{\partial} + t_{mp}. \quad (1)$$

де  $t_o$  – основний час оброблення виробу на верстаті-автоматі, хв;  $t_{\partial}$  – допоміжний час оброблення виробу, що вміщує час установлення, закріплення й зняття виробу з верстата-автомата, хв;  $t_{mp}$  – час транспортування виробів з одного верстата-автомата до іншого, хв;

$T_{ц} = t_o + t_{\partial}$  – цикл роботи автоматичної поточкової лінії, хв.

2 Розраховують *технологічну продуктивність АЛ* за формулою

$$P_m = \frac{N \cdot 60}{t_o}, \text{ шт./год}, \quad (2)$$

де  $t_o$  – час безпосереднього оброблення деталі (робочих ходів верстата, автомата, лінії), тобто основний час, хв;  $N$  – кількість готових виробів, виготовлюваних за час  $t_o$ , шт.

3 Розраховують *циклову (максимально можливу) продуктивність АЛ* за формулою

$$P_{\text{ц}} = \frac{N \cdot 60}{t_o + t_{\partial}} = \frac{N \cdot 60}{T_{\text{ц}}}, \text{ шт./год}, \quad (3)$$

де  $T_{\text{ц}}$  – тривалість робочого циклу хв;  $t_{\partial}$  – час неробочих ходів машини, пов'язаних із завантаженням і розвантаженням, міжверстатним транспортуванням, затисканням і розтисканням деталей, тобто допоміжний час, хв.

Для більшості автоматичних ліній тривалість робочого циклу й усіх його елементів залишається незмінною в процесі роботи машини, тому значення технологічної та циклової продуктивності є постійними величинами. У реальних умовах періоди безперебійної роботи машини АЛ чергуються з простоями, викликаними різними технічними або організаційними причинами.

4 Розраховують *потенційну продуктивність АЛ* за формулою

$$P_n = \frac{N \cdot 60}{t_o + t_{\partial} + t_{\text{тех}}}, \text{ шт./год}, \quad (4)$$

де  $t_{\text{тех}}$  – час технічного обслуговування потокової лінії в перерахунку до такту (ритму) її роботи: регулювання, підналагодження тощо, хв.

5 Розраховують *фактичну продуктивність АЛ* за формулою

$$P_{\text{ф}} = \frac{N \cdot 60}{t_o + t_{\text{в}} + t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}}}, \text{ шт./год}, \quad (5)$$

де  $t_{орз}$  – час на організаційне обслуговування в перерахунку до такту (ритму) її роботи, хв.

6 Розраховують коефіцієнт технічного використання потокової лінії ( $\alpha_m$ ) (або технічний рівень автоматичної потокової лінії АЛ):

$$\alpha_m = \frac{T_{ц}}{T_{ц} + t_{тех}} = \frac{\Pi_n}{\Pi_{ц}}. \quad (6)$$

7 Розраховують коефіцієнт загального використання АЛ ( $\alpha$ ), що характеризує якість роботи, рівень експлуатації та надійності, ступінь завантаження автоматичної лінії за формулою

$$\alpha_{заг} = \frac{T_{ц}}{T_{ц} + t_{тех} + t_{орз}} = \frac{\Pi_{\phi}}{\Pi_{ц}}. \quad (7)$$

8 Зазвичай на автоматичній лінії виділяють окремі дільниці й синхронізація їх роботи забезпечується на кожній дільниці. Для компенсації відхилень від такту між суміжними дільницями формують компенсаційні запаси. Розрахунок компенсаційних запасів здійснюють за формулою

$$Z = t_k \cdot \left( \frac{1}{r_{\min}} - \frac{1}{r_{\max}} \right) = t_k \cdot \frac{\Delta r}{r_{\min} \cdot r_{\max}}, \quad (8)$$

де  $t_k$  – час створення запасу, який вибирають як тривалість зміни, півзміни, доби тощо, хв;  $r_{\min}$  та  $r_{\max}$  – мінімальний і максимальний такти на суміжних дільницях (верстатах-автоматах), хв;  $\Delta r$  – допустима величина відхилення (коливання) тактів, хв.

9 Розраховують випуск виробів  $N_z$  автоматичної потокової лінії за плановий період роботи:

$$N = \frac{(D_k - D_e) \cdot n \cdot T_{зм} \cdot 60 \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right)}{r} N_{ц}. \quad (9)$$

де  $D_k$  – кількість календарних днів у плановому періоді;  $D_e$  – кількість вихідних днів у плановому періоді;  $n$  – кількість

змін роботи за одну добу;  $T_{зм}$  – тривалість зміни, годин;  
 $r$  – такт (ритм) роботи потокової лінії, хв;  $N_{ц}$  – кількість  
 готових виробів, виготовлених на лінії за один цикл, шт.;  
 $\alpha$  – втрати часу на технічне та організаційне  
 обслуговування АЛ в перерахунку на такт її роботи, %.

## Приклади розв'язування задач

### Задача 1

Визначити величину компенсаційного запасу між дільницями автоматичної лінії, якщо такти роботи суміжних дільниць дорівнюють 0,81 та 0,79 хв, а час комплектування запасу – 480 хв.

#### Розв'язування

Величину компенсаційного запасу розраховуємо за формулою 9.8:

$$Z = t_{к} \cdot \left( \frac{1}{r_{\min}} - \frac{1}{r_{\max}} \right) = 480 \cdot \frac{(0,81 - 0,79)}{0,79 \cdot 0,81} = 15 \text{ (шт.)}.$$

### Задача 2

Величина накопичувача (бункера) для деталей компенсаційного запасу, розміщеного між суміжними дільницями автоматичної потокової лінії, дає можливість розмістити 100 шт. деталей. Час комплектування запасу – 480 хв. Мінімальний такт однієї з дільниць дорівнює 3 хв. Підрахувати допустиме відхилення (коливання) такту й такт роботи іншої дільниці.

#### Розв'язування

Використовуємо для розрахунків формулу (8), підставляючи в неї значення величин, які нам відомі з вихідних даних:

$$100 = 480 \cdot \left( \frac{1}{3} - \frac{1}{r_{\max}} \right) = 480 \cdot \frac{(r_{\max} - 3)}{3 \cdot r_{\max}}.$$

Розв'язуючи це рівняння відносно  $r_{\max}$ , одержуємо

$$r_{\max} = 8 \text{ хв/шт.}$$

$$\Delta r = 8 - 3 = 5 \text{ хв.}$$

### Задача 3

Коефіцієнт технічного використання автоматичної лінії становить 0,85, а коефіцієнт загального використання – 0,75. Підрахуйте потенційну продуктивність роботи лінії, якщо фактична продуктивність дорівнює 15 виробів за одну годину.

#### Розв'язування

Використовуємо для розрахунків формули (6) та (7):

$$\alpha_m = \frac{T_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}} + t_{\text{тех}}} = \frac{\Pi_n}{\Pi_{\text{ц}}}, \quad (6)$$

$$\alpha_{\text{заг}} = \frac{T_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}} + t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}}} = \frac{\Pi_{\text{ф}}}{\Pi_{\text{ц}}}. \quad (7)$$

1 За допомогою формули (7) визначаємо величину циклової продуктивності АЛ ( $\Pi_{\text{ц}}$ ):

$$0,75 = \frac{15}{\Pi_{\text{ц}}}.$$

$$\Pi_{\text{ц}} = \frac{15}{0,75} = 20 \text{ шт./год.}$$

2 Після цього за допомогою формули (6) знаходимо потенційну продуктивність автоматичної лінії:

$$0,85 = \frac{\Pi_n}{20}.$$

$$\Pi_n = 20 \cdot 0,85 = 17 \text{ шт./год.}$$

### Задача 4

Циклова продуктивність автоматичної потокової лінії становить 180 шт. за одну годину. За один цикл на лінії обробляють 2 вироби. Підрахуйте час транспортування виробу з одного верстата-автомата на суміжний, якщо такт роботи лінії дорівнює 0,8 хв.



### Розв'язування

Використовуємо для розрахунків формули (1) та (3):

$$r = t_o + t_\partial + t_{mp}, \text{ хв/шт.},$$
$$(1) \quad P_u = \frac{N \cdot 60}{t_o + t_\partial} = \frac{N \cdot 60}{T_u}, \text{ шт./год.} \quad (3)$$

1 За допомогою формули (3) визначаємо тривалість основного ( $t_o$ ) та допоміжного ( $t_\partial$ ) часу оброблення виробу:

$$180 = \frac{2 \cdot 60}{t_o + t_\partial}, \quad (t_o + t_\partial) = \frac{2 \cdot 60}{180} = 0,66 \text{ хв.}$$

2 За допомогою формули 1 визначаємо час транспортування:

$$0,8 = 0,66 + t_{mp}, \quad t_{mp} = 0,8 - 0,66 = 0,14 \text{ хв. t.}$$

### Задача 5

Потенційна продуктивність роботи автоматичної потокової лінії становить 16 шт. за одну годину, а циклова – 20 шт. за одну годину. За один цикл на лінії обробляють 2 вироби. Підрахуйте витрати часу на технічне обслуговування потокової лінії впродовж такту її роботи.

### Розв'язування

Використовуємо для розрахунків формули 3 та 4:

$$P_u = \frac{N \cdot 60}{t_o + t_\partial} = \frac{N \cdot 60}{T_u}, \text{ шт./год.} \quad (3)$$

$$P_n = \frac{N \cdot 60}{t_o + t_\partial + t_{mex}}, \text{ шт./год.} \quad (4)$$

1 За допомогою формули (4) знаходимо ( $t_o + t_\partial + t_{mex}$ ):

$$16 = \frac{2 \cdot 60}{t_o + t_\partial + t_{mex}}, \quad (t_o + t_\partial + t_{mex}) = \frac{2 \cdot 60}{16} = 7,5 \text{ хв.}$$

2 За допомогою формули 3 визначаємо величину  $T_u = t_o + t_\partial$ :

$$20 = \frac{2 \cdot 60}{t_o + t_\partial} = \frac{N \cdot 60}{T_{\text{ц}}}, \quad (t_o + t_\partial) = \frac{2 \cdot 60}{20} = 6,0 \text{ хв.}$$

Знаходимо витрати часу на технічне обслуговування потокової лінії:

$$T_{\text{тех}} = 7,5 - 6,0 = 1,5 \text{ хв.}$$

### Задача 6

Такт роботи автоматичної потокової лінії – 5 хв. Втрати часу на технічне та організаційне обслуговування потокової лінії в перерахунку на такт її роботи становлять 2 хв, впродовж одного місяця лінія працює 25 робочих днів по 2 зміни за одну добу, тривалість зміни – 8 годин. Підрахуйте, скільки виробів буде виготовлено на лінії за один місяць, якщо кількість виробів, виготовлених на лінії за один цикл, становить 5.

### Розв'язування

Використовуємо для розрахунків формулу (9):

$$N = \frac{(D_k - D_v) \cdot n \cdot T_{\text{зм}} \cdot 60 \cdot (1 - \frac{\alpha}{100})}{r} \quad N_{\text{ц}} = \frac{25 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 60 \cdot (1 - \frac{40}{100})}{5} \cdot 5 = 14400 \text{ шт.}$$

Відомо, що втрати часу на технічне та організаційне обслуговування потокової лінії в перерахунку на такт її роботи становлять 2 хв, враховуючи, що такт лінії – 5 хв,  $\alpha$  буде становити

$$\alpha = \frac{2}{5} \cdot 100 = 40 \%$$

### Задачі для самостійного розв'язування

#### Задача 1

Коефіцієнт технічного використання автоматичної лінії становить 0,8, а коефіцієнт загального використання – 0,7. Підрахуйте фактичну продуктивність роботи лінії, якщо потенційна продуктивність дорівнює 24 вироби за одну годину.

*Відповідь до задачі:* 21 шт.

## **Задача 2**

Циклова продуктивність автоматичної потокової лінії становить 150 шт. за одну годину. За один цикл на лінії обробляють 4 вироби. Підрахуйте такт роботи лінії, якщо час транспортування виробу з одного верстата-автомата на суміжний дорівнює 0,4 хв.

*Відповідь до задачі: 2 хв/шт.*

## **Задача 3**

Фактична продуктивність роботи автоматичної потокової лінії становить 20 шт. за одну годину, а циклова – 24 шт. за одну годину. За один цикл на лінії обробляють 3 вироби. Підрахуйте витрати часу на технічне обслуговування потокової лінії впродовж такту її роботи, якщо втрати часу на організаційні заходи становлять 0,5 хв.

*Відповідь до задачі: 1 хв.*

## **Задача 4**

Величина компенсаційного запасу між ділянками автоматичної лінії дорівнює 200 шт., такти роботи суміжних ділянок дорівнюють 0,5 та 1,0 хв/шт. Підрахуйте час комплектування запасу.

*Відповідь до задачі: 200 хв.*

## РОЗДІЛ 4 ОСНОВИ КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

### 4.1 Особливості організації науково-дослідної роботи

Науково-технічний прогрес – це поступальний і взаємозв’язаний розвиток науки, техніки та виробництва. Зважаючи на це, можна виділити такі етапи створення й освоєння нової продукції (*система СОНП*):

- науково-дослідні роботи (НДР);
- дослідно-конструкторські роботи (ДКР);
- конструкторську підготовку виробництва (КПВ);
- технологічну підготовку виробництва (ТПВ);
- організаційну підготовку виробництва (ОПВ);
- відпрацювання нового виробу в дослідному виробництві;
- освоєння нового виробу в промисловому виробництві.

Повний комплекс робіт із СОНП охоплює основні стадії життєвого циклу виробу.

**Життєвий цикл виробу** – час, упродовж якого знання втілюють у готовий продукт, тобто це час на розроблення нової продукції, її впровадження у виробництво і виготовлення на підприємстві аж до зняття її з виробництва.

У життєвому циклі виробу зазвичай виділяють такі стадії: розроблення нової продукції (дослідження й проєктування); освоєння, виробництво, реалізацію (збут); експлуатацію (споживання) та утилізацію.

Проведення НДР – перший етап СОНП, етап, на якому реально починає створюватися науково-технічна база майбутніх технічних (та інших) нововведень. Основою НДР є знання, накопичені людством за минулі

періоди розвитку. В той самий час після закінчення етапу НДР повинні бути сформовані концепція конкретного продукту, технології, бізнес-процеси. Таким чином, розробник НДР, визначаючи основні напрямки досліджень, вирішує основне стратегічне завдання фірми – розроблення конкурентоспроможної продукції.

Усі наукові дослідження залежно від отримуваних результатів можна поділити на фундаментальні, пошукові й прикладні (табл. 4.1).

Фундаментальні й пошукові роботи до життєвого циклу виробу зазвичай не входять. Проте на їх основі здійснюється генерація ідей, що можуть трансформуватися в прикладні НДР.

**Прикладні НДР** є однією зі стадій життєвого циклу виробу. Їх завдання – дати відповідь на запитання: чи можливе створення нових виробів і технологічних процесів та з якими характеристиками? Прикладні дослідження проводять із таких напрямків:

- розроблення нових конструкцій машин;
- розроблення нових технологій виробництва;
- стандартизація конструкцій машин і технології виробництва;
- підвищення якості, надійності, довговічності машин;
- розроблення конструкційних матеріалів і методів їх отримання;
- розроблення засобів механізації та автоматизації виробництва;
- розроблення систем і методів контролю;
- розроблення методів організації виробництва.

Таблиця 4.1 – Види, зміст і результати НДР

Вид НДР	Зміст НДР	Результат НДР
Фундаментальні	Розширення теоретичних знань. Одержання нових наукових даних про процеси, явища, закономірності, що існують у досліджуваній сфері; формування наукових основ, принципів і методів досліджень	Теорії, гіпотези у вигляді наукової інформації
Пошукові	Збільшення обсягу знань для глибшого розуміння предмета, який вивчають. Розроблення прогнозів розвитку науки й техніки, відкриття шляхів застосування нових явищ і закономірностей	Науково-технічна інформація
Прикладні	Вирішення конкретних наукових проблем. Визначення можливості проведення дослідно-конструкторських робіт із тематики НДР	Рекомендації, інструкції, розрахунково-технічні матеріали, методики

Основною планово-обліковою одиницею під час організації наукових досліджень є тема.

**Тема** – сукупність етапів, що охоплюють наукові дослідження, які проводять із певної проблеми.

**Етап** – логічно обґрунтований розділ НДР, що має самостійне значення і є об'єктом планування та фінансування.

Конкретний склад етапів і характер виконуваних у їх межах робіт визначають специфікою НДР. Водночас рекомендують такі основні етапи НДР:

- 1) розроблення технічного завдання (ТЗ) на НДР;
- 2) вибір напрямку дослідження;
- 3) проведення теоретичних та експериментальних досліджень;
- 4) узагальнення й оцінювання результатів досліджень.

Основні вимоги до НДР, які проводять, установлюють у *технічному завданні (ТЗ)*, в якому зазначають: мету й завдання дослідження, основні етапи НДР, терміни початку та закінчення НДР, кінцевий результат дослідження, порядок приймання роботи, техніко-економічне обґрунтування доцільності виконання НДР.

Типовий перелік робіт на етапах НДР наведено в таблиці 4.2.

Результатом НДР є досягнення економічного, фінансово-економічного, наукового, науково-технічного, соціального й екологічного ефектів.

У найзагальнішому випадку під ефектом розуміють результат зіставлення нового стану явища після досягнення продиктованих потребами суб'єкта цілей із якістю його початкового стану.

**Науковий ефект** характеризується приростом кількості та якості інформації або суми знань у певній галузі науки.

**Науково-технічний ефект** пов'язаний з аналогічним приростом науково-технічної інформації та характеризує можливість використання результатів виконаних досліджень в інших НДР і ДКР, спрямованих на створення нової продукції або технології.

**Економічний ефект** відображає результат перевищення доходів від упровадження результатів НДР над витратами на їх здійснення.

**Фінансово-економічний ефект** разом з економічним ефектом передбачає поліпшення кінцевого стану організації щодо її фінансової стійкості, ліквідності, платоспроможності (поліпшення структури активів і пасивів, підвищення здатності розраховуватися за зобов'язаннями, приріст власного капіталу).

Таблиця 4.2 – Етапи НДР і склад робіт на окремих етапах

Етап НДР	Склад робіт
Розроблення ТЗ на НДР	Аналізування результатів фундаментальних і пошукових досліджень. Вивчення патентної документації. Уточнення завдання дослідження. Розроблення техніко-економічного обґрунтування теми. Розроблення ТЗ на НДР
Вибір напрямку дослідження	Збирання й вивчення науково-технічної інформації. Складання аналітичного огляду. Проведення патентних досліджень. Формулювання можливих напрямків виконання завдань, поставлених у ТЗ на НДР, та їх порівняльне оцінювання. Вибір та обґрунтування прийнятого напрямку досліджень і способів виконання завдань. Орієнтовне оцінювання економічної ефективності НДР. Розроблення загальної методики проведення досліджень. Формування плану-графіка проведення досліджень. Складання проміжного звіту
Теоретичні й експериментальні дослідження	Розроблення робочих гіпотез, побудова моделей об'єкта досліджень, обґрунтування допущень. Виявлення необхідності проведення експериментів для підтвердження окремих положень теоретичних досліджень або набуття конкретних значень параметрів, необхідних для проведення розрахунків. Розроблення методики експериментальних досліджень, підготовка моделей (макетів, експериментальних зразків), а також випробувального устаткування. Планування й проведення експериментів, оброблення одержаних даних. Зіставлення результатів експерименту з теоретичними дослідженнями. Коригування теоретичних моделей об'єкта. Проведення за необхідності додаткових експериментів. Проведення техніко-економічних досліджень. Розроблення проміжного звіту
Узагальнення й оцінювання результатів досліджень	Узагальнення результатів попередніх етапів робіт. Оцінювання повноти виконання завдань. Розроблення рекомендацій щодо подальших досліджень і проведення ДКР. Розроблення проєкту ТЗ на ДКР. Складання підсумкового звіту. Приймання НДР і підписання акта приймання-здавання



**Соціальний ефект** відображає поліпшення якості життя людей, що адекватно зростанню доходів працівників, забезпеченню їх зайнятості, підвищенню кваліфікації, поліпшенню умов праці, скороченню травматизму й кількості випадків професійних захворювань, поліпшенню соціальної захищеності.

**Екологічний ефект** означає зниження антропогенного впливу на навколишнє природне середовище внаслідок упровадження НДР.

Наукова діяльність має багатоаспектний характер, і її результати зазвичай можна використовувати в багатьох сферах економіки впродовж тривалого часу.

**Відкриття** – установлення не відомих раніше об'єктивно наявних закономірностей, властивостей і явищ матеріального світу.

Автором відкриття вважають того, хто першим опублікував або сформулював перед науковою громадськістю (наприклад, на науковій конференції) зміст відкриття. Відкриття оформляють заявкою і підтверджують дипломом про відкриття.

**Винахід** – технічне рішення в будь-якій сфері господарювання, що є новим, має винахідницький рівень і може бути промислово застосоване.

Об'єктом винаходу може бути пристрій, спосіб, речовина. До винаходів не відносять результати творчості, пов'язані з ухваленням організаційних та управлінських рішень. На винаходи видають патент, що засвідчує право власності на винахід. Винахідникові належить право авторства на винахід.

**Раціоналізаторська пропозиція** – нове й корисне для конкретного підприємства або організації технічне рішення, що передбачає заміну конструкції виробу, технології виробництва, використовуваної техніки або складу матеріалу.

***Раціоналізаторська робота є найбільш масовим видом технічної творчості.***

Організацію розглянутих форм науково-технічної творчості підтримують та заохочують держава й окремі підприємства (організації).

**Висновки**

1 Основою технічного прогресу завжди була нова інформація, тобто відкриття та винаходи, нова наукова й науково-технічна інформація завжди були причинами революційних стрибків у розвитку техніки.

2 Науково-технічний прогрес – це безперервний поступальний та взаємозв'язаний розвиток науки, техніки й виробництва. Виділяють такі етапи створення та освоєння нової продукції (система СОНП): науково-дослідні роботи (НДР), конструкторську підготовку виробництва (КПВ), дослідно-конструкторські роботи (ДКР), технологічну підготовку виробництва (ТПВ), організаційну підготовку виробництва (ОПВ), відпрацювання нового виробу в дослідному виробництві, освоєння нового виробу в промисловому виробництві.

3 Проведення НДР – це перший етап СОНП, де реально починають створювати науково-технічну базу майбутніх технічних нововведень. Основою НДР є саме знання, накопичені людством за минулі періоди розвитку.

4 Рекомендують виділяти такі основні етапи НДР: 1) розроблення технічного завдання на НДР; 2) вибір напрямку дослідження; 3) проведення теоретичних та експериментальних досліджень; 4) узагальнення й оцінювання результатів досліджень.

5 Результатом НДР є досягнення економічного, фінансово-економічного, наукового, науково-технічного, соціального та екологічного ефектів.

6 Результатами творчої діяльності наукових, інженерно-технічних працівників, робочих підприємств та організацій є відкриття, винаходи й раціоналізаторські пропозиції.

#### **4.2 Організація конструкторської й технологічної підготовки виробництва та дослідно-конструкторських робіт**

Після завершення прикладних НДР відбувається перехід до виконання дослідно-конструкторських робіт (ДКР). У процесі ДКР розробляють комплект конструкторської документації щодо виготовлення нових виробів.

Під час проектування нових виробів необхідно враховувати низку вимог до них. Охарактеризуємо ці вимоги.

1 Забезпечення технічного рівня виробу.

**Технічний рівень виробу** – сукупність експлуатаційно-технічних показників, що визначають ступінь досконалості виробу щодо кращих світових зразків.

2 Забезпечення патентоспроможності виробу.

**Патентоспроможність** – придатність технічного або художньо-конструкторського рішення бути визнаним об'єктом правової охорони як таке, що відповідає вимогам, які ставляться до винаходу або промислового зразка.

3 Забезпечення патентної чистоти.

Вироби мають **патентну чистоту** стосовно якої-небудь країни, якщо в їх конструкції або складі не використані без ліцензії винаходи, на які в цій країні видані патенти.

4 Забезпечення ергономічних характеристик.

**Ергономічні характеристики** оцінюють раціональність конструкції виробу з огляду на психологію та фізіологію людини.

5 Забезпечення естетичних характеристик.

**Естетичні характеристики** встановлюють вимоги до конструктивних форм, якості оброблення, колірних рішень тощо.

Естетичні характеристики виробу забезпечуються в процесі художнього конструювання (дизайнерських опрацювань).

6 Забезпечення конструкційної та технологічної спадкоємності.

**Конструкційна спадкоємність** – використання в проєктованих виробах раніше освоєних у виробництві деталей і вузлів.

**Технологічна спадкоємність** – максимально можливе використання раніше вживаних у виробництві матеріалів, устаткування, оснащення.

7 Забезпечення найважливіших економічних вимог – зростання продуктивності нового виробу, зниження трудомісткості його виготовлення, зниження матеріаломісткості, підвищення якості й т. ін. порівняно з виробом-аналогом.

8 Забезпечення основних експлуатаційних вимог – високої корисної віддачі, надійності, ремонтопридатності, екологічності тощо.

9 Забезпечення організаційно-виробничих вимог.

**Організаційно-виробничі вимоги** означають відповідність конструйованого виробу умовам його виготовлення, можливість уніфікації, механізації та автоматизації виробничих процесів, забезпечення вживаних на підприємстві методів контролю тощо.

**Основними етапами (стадіями) ДКР є такі:**

- 1) розроблення, узгодження і затвердження технічного завдання (ТЗ) на ДКР;
- 2) розроблення технічної пропозиції – аванпроекту (проводиться в разі розроблення ТЗ замовником);
- 3) ескізне проектування;
- 4) технічне проектування;
- 5) розроблення робочої документації, виготовлення дослідного зразка;
- 6) випробування дослідного зразка;
- 7) коригування документації за наслідками випробувань.

Типовий перелік робіт на етапах (стадіях) ДКР наведено в таблиці 4.3.

**Єдина система конструкторської документації (ЄСКД)** – це комплекс державних стандартів, що встановлюють єдині, взаємозв’язані правила і положення зі складання, оформлення та обертання конструкторської документації, яку розробляють і використовують в промисловості науково-дослідні, проектно-конструкторські організації та підприємствами.

Таблиця 4.3 – Типовий перелік завдань і склад робіт на етапах (стадіях) ДКР

Етап (стадія) ДКР	Основні завдання і склад ДКР
1	2
Розроблення ТЗ на ДКР	Складання проекту ТЗ. Узгодження і затвердження ТЗ
Розроблення технічної пропозиції (аванпроекту)	Аналіз патентних матеріалів. Виявлення додаткових або уточнених вимог до виробу, його технічних характеристик і показників якості. Техніко-економічне обґрунтування можливості і доцільності розроблення конструкції виробу на основі вимог ТЗ. Розроблення варіантів конструкції виробу. Попередні розрахунки й уточнення вимог ТЗ. Узгодження і затвердження технічної пропозиції замовником

### Продовження таблиці 4.3

1	2
Ескізне проєктування	Розроблення принципів конструктивних рішень. Конструкторське опрацювання прийнятого варіанта виробу: розроблення креслень основних складальних одиниць і загального вигляду; розроблення кінематичної, електричної, гідравлічної схем, циклограми виробу; складання специфікацій складальних одиниць. Розроблення, виготовлення і випробування макетів (за необхідності). Проведення проміжного техніко-економічного аналізу. Захист ескізного проєкту на науково-технічній раді (НТР)
Технічне проєктування	Остаточний вибір технічних рішень щодо виробу загалом і його складових частин: конструкторське розроблення окремих вузлів і агрегатів виробу; проведення розрахунків на міцність, жорсткість, надійність усіх складальних одиниць. Обґрунтування основних техніко-економічних показників виробу й ефективності розроблення. Обговорення технічного проєкту на НТР і затвердження його замовником
Розроблення робочої документації, виготовлення дослідного зразка	Формування комплекту конструкторських документів: розроблення повного комплекту робочої документації; узгодження її із замовником; перевірка конструкторської документації на уніфікацію і стандартизацію; виготовлення в дослідному виробництві дослідного зразка; налаштування і комплексне регулювання дослідного зразка
Випробування дослідного зразка	Перевірка відповідності дослідного зразка вимогам ТЗ і можливості організації серійного виробництва: стендові випробування, випробування на об'єкті, випробування на надійність
Коригування документації за наслідками випробувань	Внесення необхідних уточнень і змін до конструкторської документації. Передавання документації замовникові

Технічні, експлуатаційні й виробничі вимоги до об'єкта конструювання визначає **технічне завдання на ДКР**. Технічне завдання містить: найменування об'єкта розроблення і сферу його застосування; підставу для розроблення (перелік документів, що регламентують розроблення); мету, експлуатаційне призначення виробу; джерела розроблення (перелік НДР, патентів, публікацій тощо); технічні вимоги; перелік стадій і етапів робіт; економічні показники (орієнтовна економічна ефективність, проєкт ціни, орієнтовна вартість розробки, річна потреба, зіставлення з виробами-аналогами); порядок контролю і приймання робіт.

Мета конструкторської підготовки виробництва (КПВ) – це адаптація конструкторської документації ДКР до відповідних умов конкретного виробництва підприємства-виробника.

***КПП проводить відділ головного конструктора підприємства (ВГК) відповідно до правил ЄСКД.***

У процесі КПВ розробники в максимально допустимих межах повинні враховувати конкретні виробничі умови підприємства-виробника.

Склад робіт конструкторської підготовки виробництва підприємства-виробника такий:

- отримання конструкторської документації від розробника;
- перевірка документації на комплектність;
- внесення змін відповідно до особливостей підприємства-виробника;
- внесення змін за наслідками відпрацювання конструкції на технологічність;
- внесення змін за наслідками технологічної підготовки виробництва;
- технічний супровід виготовлення дослідної партії виробів;

- внесення змін до конструкторської документації за наслідками виготовлення дослідної партії;
- відпрацювання документації для виготовлення установлюваної серії;
- технічний супровід виготовлення установлюваної серії;
- відпрацювання документації для установленого серійного або масового виробництва;
- розроблення експлуатаційної, ремонтної, експортної та іншої документації;
- технічний супровід серійного виробництва.

Організаційна структура конструкторських служб залежить від серійності виробництва, ступеня новизни розробок, наявності наукових підрозділів на підприємстві, наявності дослідних цехів і служб.

Склад відділу головного конструктора (ВГК):

- бюро технічної документації з архівом;
- конструкторські бюро з окремих об'єктів проєктування;
- бюро нормоконтролю;
- експериментальні дільниці.

**Технологічна підготовка виробництва (ТПВ)** – це сукупність взаємозв'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства до випуску нових виробів заданого рівня якості за встановлених термінів, обсягів випуску і витрат.

**Єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ)** – це встановлена державними стандартами система організації та управління технологічною підготовкою виробництва, що керує розвитком ТПВ на різних рівнях і постійно вдосконалюється на основі досягнень науки і техніки.



Таблиця 4.4 – Зміст робіт на основних етапах ТПВ

Етап ТПВ	Зміст робіт ТПВ
Планування ТПВ	Прогнозування, планування і моделювання ТПВ
Відпрацювання конструкції на технологічність	Забезпечення технологічності конструкції виробу під час його проєктування. Технологічний контроль конструкторської документації. Підготовка і внесення змін до конструкторської документації, що забезпечують досягнення оптимальних показників технологічності
Технологічне проєктування	Розподіл номенклатури деталей і складальних одиниць між цехами і підрозділами підприємства
	Розроблення укрупнених технологічних маршрутів руху об'єктів виробництва (розцехування)
	Розроблення технологічних процесів виготовлення і контролю деталей, складання і випробувань, а також іншої технологічної документації
	Типізація технологічних процесів, розроблення базових і групових процесів
	Техніко-економічне обґрунтування технологічних процесів
Вибір устаткування	Вибір та обґрунтування використання універсального, спеціального, агрегатного і нестандартного устаткування
	Видання завдань на проєктування цього устаткування, а також на проєктування гнучких автоматичних, автоматизованих, роботизованих ліній і комплексів, конвеєрів, транспортних засобів тощо
Вибір і проєктування оснащення	Вибір необхідного спеціального, універсального й уніфікованого оснащення. Проєктування (технологічне конструювання) оснащення. Техніко-економічні обґрунтування вибору і застосування оснащення
Нормування	Установлення технічних норм часу для всіх технологічних процесів
	Розрахунок норм витрат матеріалів

Основними етапами ТПВ є такі (табл. 4.4):

- 1) планування ТПВ;
- 2) відпрацювання конструкції на технологічність;
- 3) розроблення технологічних процесів;
- 4) вибір устаткування;
- 5) вибір і проєктування технологічного оснащення;
- б) нормування.

Технологічна документація для різних типів виробництва відрізняється глибиною розроблення технологічних процесів і ступенем їх деталізації. В умовах одиничного і дрібносерійного типів виробництв зазвичай розробляють лише маршрутну технологію.

**Маршрутна технологія** – оформлення технологічних операцій, за якого в спрощеній технологічній (маршрутній) карті зазначається лише послідовність оброблення деталі (маршрут).

**Технологічна (маршрутна) карта** – форма технологічної документації, в якій записаний весь процес оброблення виробу, зазначені операції та їх складові частини, вживані матеріали, устаткування, оснащення, технологічні режими та необхідний для виготовлення виробу час, кваліфікація працівників.

В умовах багатосерійного і масового типів виробництв, окрім розроблення маршрутної технології, розробляють і технологічний процес за операціями (розробляють операційні карти).

**Операційна карта** – форма технологічної документації, в якій разом із зазначенням про устаткування, оснащення, розряд робіт і норми часу міститься характеристика способів і режимів оброблення за елементами операції (переходами).

Для вибору технічно довершеного й економічно доцільного технологічного процесу зазвичай

використовують критерій мінімуму технологічної собівартості річного випуску продукції або мінімуму зведених витрат.

Техніко-економічний порівняльний аналіз варіантів технологічних процесів можна проводити за допомогою окремих й узагальнювальних показників. До окремих показників відносять трудомісткість технологічних процесів, показники використання устаткування за потужністю і за часом, показники використання технологічного оснащення, витрату матеріалів, палива та електроенергії.

До узагальнювальних показників відносять технологічну собівартість і терміни окупності спеціального технологічного оснащення.

Технологічну собівартість виробу розраховують за сумою витрат на здійснення технологічного процесу без урахування покупних виробів. Частина витрат, які змінюються прямо пропорційно обсягу випуску продукції (як, наприклад, заробітна плата), є змінними, інші, які майже не залежать від обсягу випуску продукції, (наприклад, витрати на утримання і ремонт устаткування), технологічного оснащення, – умовно-постійними. Попередній вибір варіанта технологічного процесу залежить від рівня умовно-постійних і змінних витрат та річного випуску продукції.

Критичний річний обсяг випуску продукції  $N_{кр}$ , за якого технологічні собівартості варіантів технологічних процесів однакові, визначають за формулою

$$N_{кр} = \left( \frac{b_2 - b_1}{a_1 - a_2} \right), \quad (4.1)$$

де  $b_1, b_2$  – умовно-постійні витрати за першим і другим варіантами;  $a_1, a_2$  – змінні витрати на одиницю продукції за першим і другим варіантами.

За річного обсягу випуску  $N > N_{кр}$  доцільно вибрати варіант, що характеризується вищими умовно-постійними витратами і менш високими змінними, а за  $N < N_{кр}$  – навпаки.

Увесь комплекс робіт із технологічної підготовки виробництва на підприємстві можна виконувати за централізованою, децентралізованою або змішаною системою. Вибір організації ТПВ залежить насамперед від типу виробництва.

**Централізовану систему** використовують в умовах масового або багатосерійного виробництва. За цієї системи весь комплекс робіт із ТПВ виконують у відділі головного технолога (ВГТ). Спеціальне оснащення виготовляють у цехах підготовки виробництва – інструментальному, модельному, пристосувань тощо. Технологічні бюро цехів займаються впровадженням і вдосконаленням технологічних процесів. Перевагою цієї системи є широка можливість поліпшення організації проєктних робіт, їх механізація та автоматизація.

**Децентралізовану систему** використовують на підприємствах одиничного і дрібносерійного типів виробництва. За цієї системи всі роботи з ТПВ виконують цехові технологічні бюро. Відділ головного технолога здійснює методичне керівництво, проводить роботи зі стандартизації і типізації технологічних процесів, стандартизації оснащення, дослідницькі й експериментальні роботи.

**Змішана система** характерна для умов серійного виробництва. Це комбінація двох систем: централізованої та децентралізованої.

### **Висновки**

1 Після завершення прикладних НДР виконують дослідно-конструкторські роботи (ДКР). Тобто проєктують

комплект конструкторської документації для виробництва нових виробів.

2 Під час проєктування нових виробів необхідним стає забезпечення: технічного рівня виробу, патентної чистоти, патентоспроможності виробу, ергономічні характеристики, естетичні характеристики, конструкційної та технологічної спадкоємності, економічних вимог, експлуатаційних вимог, організаційно-виробничих вимог.

3 Основні етапи ДКР: розроблення, узгодження та затвердження технічного завдання на ДКР; розроблення технічної пропозиції; технічне проєктування; ескізне проєктування; випробування дослідного зразка; розроблення робочої документації, виготовлення дослідного зразка; коригування документації. Загальний обсяг та склад робіт регламентуються правилами «Єдиної системи конструкторської документації».

4 Конструкторська підготовка виробництва (КПВ) – це адаптація документації ДКР до відповідних умов конкретного виробництва. У процесі КПВ необхідно максимально враховувати виробничі умови підприємства-виробника.

5 Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) – це загальна сукупність взаємозв'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства відповідно до випуску нових виробів зазначеного рівня якості за визначених термінів, обсягах випуску та витратах.

6 Основними етапами ТПВ є планування ТПВ, розроблення технологічних процесів, відпрацювання конструкції на технологічність, вибір та проєктування оснащення, вибір устаткування, нормування.

7 Для відбору технічно довершеного та економічно доцільного технологічного процесу застосовують критерій

мінімуму технологічної собівартості загального річного випуску продукції, або мінімуму витрат.

8 Комплекс робіт із технологічної підготовки виробництва може виконуватися за допомогою централізованої, децентралізованої або змішаної системи. Вибір організації ТПВ насамперед залежить від типу виробництва.

#### **4.3 Особливості освоєння виробництв нових видів продукції**

*Організаційна підготовка виробництва (ОПВ)* – сукупність взаємозв’язаних процесів: вибір найбільш раціональних форм та методів організації виробництва нових виробів, забезпечення виробництва матеріальними ресурсами, підготовка кадрів відповідної кваліфікації, збір необхідної інформації, що забезпечує оперативно-виробниче планування.

##### **Функції організаційної підготовки виробництва:**

– планові (розрахунки щодо виробництва, завантаження устаткування, випуску на стадії освоєння, руху матеріальних потоків);

– забезпечувальні (устаткуванням, кадрами, ресурсами);

– проєктні (проєктування дільниць та цехів, планування розміщення устаткування).

У процесі організаційної підготовки виробництва використовуються конструкторська, технологічна документація, а також відповідні дані, необхідні для проведення технологічної підготовки виробництва.

Основні етапи ОПВ, зміст робіт на етапах і виконавці наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Зміст робіт на етапах ОПВ

Етап та зміст робіт ОПВ	Виконавець
1	2
Планування і моделювання процесів ОПВ	ВППВ
Виготовлення спеціального технологічного і контрольного оснащення	ВІГ, інструментальні цехи
Розрахунки кількості і номенклатури додаткового устаткування, складання заявок і розміщення замовлень на устаткування	ВГТ (бюро потужностей), ВКБ або ВМТП
Розрахунки руху деталей і ходу майбутнього виробництва; розрахунки потоків ліній; завантаження робочих місць; розрахунки оперативно-планових нормативів, циклів, величин партій, запасів	ПДВ, відділи головних фахівців
Планування роботи допоміжних цехів і служб, а також обслуговувальних підрозділів	ВІГ, ВГМ, ВГЕ, транспортний відділ, складське господарство
Розрахунки та проектування планувань устаткування і робочих місць, формування виробничих дільниць	Відділи головних фахівців
Проектування та вибір міжопераційного транспорту, тари, оргтехоснащення й допоміжного устаткування; складання заявок і розміщення замовлень	ВНУ або ВМА, відділи головних фахівців, ВМТП
Виготовлення транспортних засобів, тари, оргтехоснащення й іншого допоміжного устаткування	Цехи допоміжного виробництва, ВМА
Приймання, комплектація і розставлення основного, допоміжного устаткування, транспортних засобів та оргтехоснащення на робочих місцях	ВГМ, ВГЕ, ВМА, цехи допоміжного виробництва
Забезпечення матеріалами, заготовками, деталями і вузлами, що отримуються за кооперацією	ВМТП, ВЗК, ВКП
Підготовка і комплектування кадрів	ВК, ВПК, ВП і З
Організація виготовлення дослідної та настановної партій; згорання випуску старої продукції і розгорання виробництва нових виробів	ВВ, виробничі цехи, відділи головних фахівців
Визначення собівартості та ціни виробів	ПЕВ, відділ маркетингу

## Продовження таблиці 4.5

1	2
Підготовка забезпечення руху товару, розповсюдження нових виробів і стимулювання збуту	Відділ маркетингу, відділ збуту

Примітка: ВППВ – відділ планування підготовки виробництва; ВП – відділ інструментального господарства; ВГТ – відділ головного технолога; ВКБ – відділ капітального будівництва; ВМТП – відділ матеріально-технічного постачання; ПДВ – планово-диспетчерський відділ; ВГМ – відділ головного механіка; ВГЕ – відділ головного енергетика; ВНУ – відділ нестандартного устаткування; ВМА – відділ механізації та автоматизації; ВЗК – відділ зовнішньої кооперації; ВКП – відділ комплектації; ВК – відділ кадрів; ВПК – відділ підготовки кадрів; ВП і З – відділ праці і заробітної плати; ВВ – виробничий відділ; ПЕВ – планово-економічний відділ

Підготовка виробництва – це складний процес, що складається з багатьох стадій та етапів. А рішення, ухвалені на кожному з них, безпосередньо впливають на подальші етапи та загальну ефективність робіт із СОНП. Усе це визначає за необхідне наскрізне планування життєвого циклу виробу.

**Освоєння виробництва** – початковий період промислового виробництва будь-яких нових виробів, упродовж якого досягаються заплановані техніко-економічні показники.

Характеризується продовженням конструкторсько-технологічне доопрацювання нового виробу та пристосування самого виробництва до випуску нової продукції. Виділяють такі організаційні методи: послідовний, паралельний і паралельно-послідовний.

**Послідовний метод переходу** характеризується тим, що випуск нової продукції починається лише після повного закінчення випуску продукції, яку знімають із виробництва.

**Перервно-послідовний** метод передбачає наявність перерви у виробництві, впродовж якої на тих самих площах, на яких проводився випуск старих виробів, будуть проведені всі підготовчі роботи (перепланування, монтаж



технологічного устаткування, транспорту і т. ін.) для випуску нової продукції. В умовах **безперервно-послідовного** методу перерви у виробництві немає.

Цей метод переходу на випуск нової продукції відрізняється простотою організації, проте він малоефективний – існують великі втрати в сумарному випуску продукції, які достатньо довго не вдається компенсувати.

Для **паралельного методу переходу** на випуск нової продукції характерне поступове зниження випуску старих виробів за одночасного нарощування випуску нових.

**Перехідна модель** – це виріб, який має в своїй конструкції, в технології виробництва елементи як старого, так і нового виробів.

**Основною метою використання перехідної моделі є пом'якшення переходу на випуск нової продукції.**

Суть паралельного методу з перехідною моделлю: певний період часу паралельно випускають старі вироби і вироби перехідної моделі за поступового зниження випуску старих виробів до нуля. Після цього починається нарощування випуску нових виробів за поступового зниження випуску виробів перехідної моделі до нуля.

Для **паралельно-послідовного методу переходу** на випуск нових виробів характерне поступове освоєння випуску нових виробів (освоєння частинами) на нових виробничих потужностях (додаткові ділянки). Відбувається навчання робочих, упроваджуються нові технології, організовується виготовлення першої партії нових виробів. Одночасно з цим процесом продовжується випуск старої продукції. Після завершення періоду освоєння виробництво зупиняється на короткий період, упродовж якого устаткування з додаткових ділянок переміщається на основні площі. Після цього поновлюється випуск уже лише нових виробів.

Недоліком цього методу є необхідність створення додаткових потужностей на додаткових площах, достоїнством – вищі темпи освоєння нової продукції.

### **Висновки**

1 Організаційна підготовка виробництва (ОПВ) – сукупність взаємозв'язаних процесів: із вибору найбільш раціональних форм і методів організації виробництва нових виробів; із забезпечення виробництва матеріальними ресурсами (сировиною, матеріалами, напівфабрикатами, комплектуючими виробами); з підготовки кадрів відповідних професій і кваліфікації; зі збирання необхідної інформації для оперативно-виробничого планування.

2 Освоєння виробництва – початковий період промислового виробництва нових виробів, упродовж якого досягаються заплановані проєктні техніко-економічні показники. Виділення цього етапу доцільне лише для умов масового й серійного виробництв.

3 Серед великої різноманітності варіантів переходу на випуск нової продукції та освоєння нового виробництва можна виділити такі організаційні методи: послідовний, паралельний і паралельно-послідовний.

Під час вибору того або іншого методу організації переходу на випуск нової продукції необхідно виходити з необхідності скорочення втрат і зниження витрат перехідного періоду.

4 Для управління процесом освоєння нової продукції необхідно виявити закономірності зміни основних техніко-економічних показників і насамперед трудомісткості й собівартості виготовлення виробів у період освоєння за типових умов виробництва.

#### 4.4 Освоєння нової продукції і планування процесів її створення

*Планування конструкторської і технологічної підготовки виробництва* (далі технічна підготовка виробництва – ТП) полягає: у складанні календарних планів виконання робіт; визначенні величини ресурсів, необхідних для їх реалізації; здійсненні оперативного управління ходом робіт, ураховуючи контроль за виконанням планів; регулюванні процесів під час виявлення відхилень від накреслених планів.

**Основні завдання планування технічної підготовки виробництва:**

- взаємне поєднання всіх робіт із проектування, конструювання та освоєння виробництва нової продукції;
- узгодження часу виконання окремих етапів робіт, визначення тривалості робіт і забезпечення їх виконання у встановлені терміни;
- визначення загального обсягу робіт і необхідних для його виконання трудових, матеріальних і грошових ресурсів;
- розподіл загального обсягу робіт і ресурсів між підрозділами підприємства або об'єднання;
- досягнення якнайкращого використання виділених ресурсів.

Роботу з планування конструкторської, технологічної підготовки виробництва й освоєння випуску нової техніки виконує на підприємстві *відділ планування підготовки виробництва*, що підпорядкований головному технологіві і частково конструкторські й технологічні підрозділи підприємства та планово-економічний відділ.

Тривалість окремих робіт визначають на підставі розроблених нормативів (нормативний метод) або беруть такою, що дорівнює тривалості аналогічних робіт,

виконуваних раніше (метод аналогій). За відсутності необхідної інформації тривалість окремих робіт визначається експертним шляхом (імовірнісний метод).

Організація робіт із технічної підготовки виробництва ґрунтується на *послідовному* або *паралельно-послідовному методі* виконанні стадій і етапів.

*Послідовний метод* полягає в тому, що кожна подальша стадія або етап ТП починається лише після повного завершення попередніх.

*Паралельно-послідовний метод* полягає в тому, що виконання окремих стадій (етапів) ТП частково суміщене в часі.

- **циклу ТП:**

- стандартизація і типізація технічних й організаційних рішень на всіх стадіях (етапах) підготовки виробництва;

- паралельне і паралельно-послідовне виконання робіт;

- наукова організація праці конструкторів, технологів;

- упровадження механізації, автоматизації, комп'ютеризація трудомістких робіт;

- удосконалення інформаційного забезпечення працівників служб підготовки.

Лінійні (стрічкові) графіки (графіки Ганта) технічної підготовки виробництва (ТП) становлять від заданого терміну початку освоєння виробництва нового виробу. Горизонтальні відрізки, які наносять на графік паралельно, відображають тривалість циклів кожної стадії, етапу або окремої роботи, розрахованих за нормативами чи експертним шляхом.

Основним плановим документом ТП є *генеральний план-графік технічної підготовки виробництва нового*

**виробу** (лінійний графік), що визначає послідовність робіт і загальну тривалість циклу ТП (табл. 4.6).

На підставі генерального плану-графіка складають робочі графіки за окремими стадіями (етапами) ТП для планування роботи відповідних служб (відділів).

**Переваги лінійних (стрічкових) графіків проведення ТП:**

- наочність послідовності робіт у часі;
- простота побудови;
- доступність розуміння працівниками різної кваліфікації.

**Недоліки лінійних (стрічкових) графіків проведення ТП:**

– графіки не відображають складнощі та взаємозв'язки всіх робіт, що призводить до неузгодженості термінів виконання робіт і до їх дублювання;

– графіки не розділяють роботи за важливістю, а отже, неможливо визначити головні роботи, на виконанні яких необхідно зосередити ресурси.

Таблиця 4.6 – Приклад побудови генерального плану-графіка технічної підготовки виробництва

Зміст робіт	Виконавець	Календарний термін виконання робіт (рік, місяць, тиждень)																							
		2007												2008											
		ІХ				Х				ХІ				ХІІ				І				ІІ			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Складання ТЗ	Замовник і ВГК	█	█																						
Розроблення ескізного проєкту	ВГК			█	█	█	█																		
Розроблення технічного проєкту	ВГК							█	█	█	█														
Розроблення робочої документації	ВГК								█	█	█	█													
Розроблення техпроцесу виготовл. досл. зразка	ВГТ									█	█	█	█												
Виготовлення дослідного зразка	Дослідний цех											█	█	█	█										
Випробування дослідного зразка	Дослідний стенд															█	█								
Доопрацювання робочої документації	ВГК																█	█	█						
Розроблення техпроцесу серійного виробництва	ВГТ																	█	█	█	█				
Проектування оснащення	ВГТ																	█	█	█	█				
Виготовлення оснащення	Інструментальний цех																			█	█	█	█		
Виготовлення настановної серії	Інструментальний цех																						█	█	
Налагоджування і впровадження техпроцесу	ВГТ, основні цехи																						█	█	

Різке збільшення обсягів проєктних робіт, ускладнення розробок якісно нової продукції, зменшення часу на проведення розроблень потребували використання більш довершених методів планування. Ці методи повинні були забезпечити можливість оперативного управління розробленнями, прогнозування ходу їх виконання, скорочення термінів виконання робіт, досягнення ефективного використання ресурсів.

Перелічені вимоги були реалізовані під час використання *методу мережевого планування та управління (ППУ)*.

**Найдоцільніше застосовувати ППУ під час:**

- розроблення складних об'єктів нової техніки;
- проведення комплексних робіт з освоєння виробництва нових видів продукції;
- будівництва і монтажу нових промислових об'єктів;
- реконструкції та ремонті складних технічних об'єктів.

Узагалі доцільно застосовувати методи ППУ вже за наявності комплексу складноорганізованих робіт кількістю більше ніж 25.

*Суттю методу ППУ* є графічне зображення певного комплексу робіт, що відображає їх логічний взаємозв'язок, послідовність і тривалість, із подальшою оптимізацією мережевого графіка за низкою критеріїв і управління з його допомогою ходом робіт.

**Етапи мережевого планування і управління:**

- 1) визначення переліку робіт, що входять у розроблення, формулювання подій (результатів робіт), визначення послідовності їх виконання;
- 2) визначення часу виконання робіт;
- 3) побудова мережевого графіка;
- 4) визначення критичного шляху і резервів часу;

- 5) аналіз мережевого графіка і його оптимізація;
- 6) управління ходом робіт за допомогою мережевого графіка.

ППУ є окремим завданням математичного моделювання і належить до класу завдань упорядкування. Модель розроблення зображують у вигляді орієнтовного графіка і називають *мережевою моделлю, мережевим графіком або просто мережею*. Вона відображає склад, взаємозв'язок і послідовність усіх етапів розроблення (рис. 4.1).

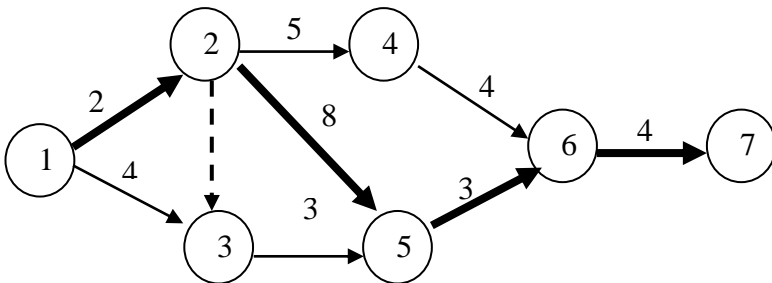


Рисунок 4.1 – Простий мережевий графік

Найважливішими елементами мережевого графіка (МГ) є роботи і події.

**Роботи** – процеси, що проходять у часі, вимагають для свого здійснення витрат праці, часу і матеріальних ресурсів (робота над кресленнями, складання звіту тощо).

**Очікування** – окремі випадки робіт, які не вимагають матеріальних і трудових витрат, але займають певний час (оходження заготовки, застигання бетону, сушіння в природних умовах і т. ін.).



**Роботи й очікування на МГ зображаються суцільними стрілками.** Робота може бути виміряна в одиницях часу (трудомісткість робіт): годинах, днях, місяцях. Тривалість роботи проставляють цифрою над стрілкою.

**Фіктивні роботи** не пов'язані ні з витратами часу, ні з матеріальними і трудовими ресурсами, а застосовують лише для встановлення логічних зв'язків між роботами.

**Фіктивні роботи на МГ позначаються пунктирними стрілками.**

Кожна робота самостійно або в поєднанні з іншими роботами закінчується певним результатом, який прийнято називати **подією** (завершення розроблення креслень, підпис звіту тощо).

Подія здійснюється тоді, коли закінчені всі попередні їй роботи. У той самий час подія – передумова для подальших робіт.

Події «зшивають» попередні і подальші роботи. Події не мають тривалості. Кожна подія повинна бути повно і всебічно сформульована, тобто формулювання події повинне враховувати результати виконання всіх попередніх їй робіт.

Кожна подія отримує свій номер (код) відповідно до технологічної послідовності звершення. **На МГ події позначаються кружечками.**

На МГ є дві особливі події – **вихідна (початкова) і завершальна.**

**Вихідна подія** – формулювання умов для початку виконання даного комплексу робіт. Вона не має попередніх робіт і подій. На МГ в неї не входить жодна стрілка.

**Завершальна подія** – не має подальших робіт і подій, це формулювання кінцевого результату проведеного

комплексу робіт. На МГ з нього не виходить жодної стрілки.

Дві послідовні роботи, що мають загальну вершину – подію, утворюють *суміжні роботи*.

Роботи, що виходять з однієї вершини – події (або входять в одну вершину), називають *паралельними*.

Будь-яка послідовність робіт у сітці, в якій кінцева подія кожної роботи збігається з початковою подією наступної за нею роботи, називають *шляхом*.

**Повний шлях ( $L_n$ )** – безперервна послідовність виконання робіт від початкової до завершальної події.

На МГ може бути декілька повних шляхів, що об'єднують різні види робіт.

**Критичний шлях ( $L_{кр}$ )** – максимальний за тривалістю повний шлях. Критичний шлях позначають на МГ жирними (або подвійними) лініями.

Різниця між довжиною критичного шляху і довжиною будь-якого повного шляху визначає **повний резерв часу цього шляху  $R(L)$** :

$$R(L) = L_{кр} - L_n. \quad (4.2)$$

Резерв часу шляху показує, наскільки може збільшитися тривалість усіх робіт, які перебувають на цьому шляху, без істотного впливу на термін виконання розробки загалом.

### **Правила побудови мережевих графіків**

1 Вихідну подію необхідно розміщати в лівій, а завершальну подію – в правій частині МГ.

2 Стрілки-роботи необхідно направляти зліва направо і по можливості так, щоб вони не перетинали одна іншу.

3 За нумерації подій необхідно кодувати їх так, щоб наступна подія набувала зростаючого номера, тобто якщо номер попередньої події  $i$ , а подальшої –  $j$ , то завжди  $j > i$ .

4 На МГ не повинно бути замкнених контурів – «циклів», тобто шляхів, що сполучають деяку подію з нею самою.

5 У сітці не повинно бути «тупиків», тобто подій, із яких не виходить жодна робота (звичайно, якщо це не завершальна подія).

6 Якщо на МГ необхідно зобразити паралельно виконувани між однаковими подіями роботи, то ці роботи не повинні мати однакового шифру. Необхідно ввести додаткову подію і фіктивну роботу.

7 Фіктивна робота повинна вводитися і в разі зображення так званих диференційовано-залежних робіт, тобто робіт, які мають складні опосередковані зв'язки.

### **Основні розрахункові характеристики (параметри) МГ**

До основних розрахункових характеристик (параметрів) мережевого графіка належать: величина критичного шляху, резерви часу здійснення подій і резерви часу виконання робіт. Ці параметри є вихідними для аналізу та оптимізації МГ.

Резерви часу існують у МГ в усіх випадках, коли є більше ніж один шлях різної тривалості.

**Резерв часу здійснення події** – проміжок часу, на який може бути відстрочене настання цієї події без порушення термінів розроблення загалом.

**Резерв часу здійснення події ( $R_i$ )** визначається як різниця між найбільш пізнім терміном здійснення цієї події ( $T_i^n$ ) і найбільш раннім терміном його здійснення

( $T_i^p$ ):

$$R_i = T_i^n - T_i^p. \quad (4.3)$$

**Найбільш ранній термін здійснення події «i»** (мінімальний час, необхідний для здійснення події «i») визначається як максимальний шлях від вихідної події (I) до події, що розглядається (i):

$$T_i^P = \max L_{1,i}. \quad (4.4)$$

**Найбільш пізній термін здійснення події «i»** (максимально допустимий час здійснення події «i») визначається як різниця між довжиною критичного шляху і шляху максимальної тривалості, від даної події (i) до завершальної події (C):

$$T_i^N = L_{кр} - \max L_{i,C}. \quad (4.5)$$

**Події, що лежать на критичному шляху, не мають резервів часу!**

**Повний резерв часу роботи ( $R_{повн. ij}$ )** – це максимальний час, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи тривалості критичного шляху:

$$R_{повн. ij} = T_j^N - T_i^P - t_{ij}. \quad (4.6)$$

Якщо повний резерв часу роботи використовувати частково або повністю для збільшення її тривалості, то відповідно зменшиться резерв часу решти всіх робіт, що знаходяться на цьому шляху.

**Вільний резерв часу роботи ( $R_{вільн. ij}$ )** – максимальний час, на який можна збільшити тривалість роботи або відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку подальших робіт, за умови, що початкова подія цієї роботи настала у свій ранній термін:

$$R_{вільн. ij} = T_j^P - T_i^P - t_{ij}. \quad (4.7)$$

Вільний резерв часу не впливає на резерви часу інших робіт.

Резерви часу робіт, особливо вільний резерв, дозволяють маневрувати термінами початку і закінчення робіт, їх тривалістю.

Роботи, які перебувають на критичному шляху, не мають резервів часу!

Перш ніж використовувати МГ як інструмент управління ходом робіт, необхідно провести його *аналіз і оптимізацію*.

*Аналіз МГ* проводять із метою: перевірки правильності оцінювання часу критичних робіт і робіт, що мають мінімальні резерви часу; порівняння встановленого терміну виконання комплексу робіт із термінами, одержаними в результаті розрахунку часових параметрів МГ.

Основою для оптимізації МГ є критичний шлях і резерви часу.

Під *оптимізацією мережевого графіка* розуміють послідовне перетворення мережі, що приводить до поліпшення організації виконання комплексу робіт, раціональнішого використання обмежених ресурсів з урахуванням термінів виконання робіт.

#### **Оптимізацію МГ проводять за рахунок:**

– перерозподілу резервів часу між критичними роботами і роботами, які мають мінімальні резерви часу, що означає перерозподіл у розумних межах матеріальних і трудових ресурсів між зазначеними роботами (технічно однорідними і виконуваними за один період часу);

– паралельного виконання робіт критичного шляху (якщо дозволяє технологія);

– прискорення виконання робіт критичного шляху за допомогою залучення додаткових ресурсів;

– зміни технології виконання робіт.

## Висновки

1 Планування конструкторської та технологічної підготовки виробництва полягає у: визначенні величини ресурсів, необхідних для їх реалізації; складанні планів виконання робіт; здійсненні постійного оперативного управління ходом робіт; регулюванні процесів у разі встановлення відхилень від зазначених планів.

2 Тривалість окремих робіт встановлюється на підставі розроблених нормативів або методом аналогій. За відсутності необхідної інформації – визначення відбувається експертним шляхом (тобто застосовується імовірнісний метод).

3 Для координації в часі всіх стадій та етапів процесу технічної підготовки виробництва розробляють лінійні або мережеві графіки.

4 Лінійні графіки ТП розробляють від заданого терміну початку освоєння виробництва нового виробу. Горизонтальні відрізки, що наносять на графік паралельно, зазначають тривалість циклів кожної стадії, етапу чи окремої роботи, розрахованих за нормативами чи експертним шляхом.

5 Основним плановим документом ТП є генеральний план-графік технічної підготовки виробництва нового виробу (лінійний графік), що визначає послідовність робіт і загальну тривалість циклу ТП.

6 Суть методу СПУ – це графічне зображення певного комплексу робіт, що відображає їх логічний взаємозв'язок, послідовність та тривалість із застосуванням подальшої оптимізації мережевого графіка за низкою критеріїв та можливістю управління за його допомогою виконанням робіт.

7 Оптимізація графіка відбувається за рахунок: перерозподілу резервів часу між критичними роботами та роботами, які мають мінімальні резерви часу;

паралельного виконання робіт критичного шляху (якщо дозволяє технологія); прискорення виконання робіт критичного шляху за допомогою залучення додаткових матеріальних і трудових ресурсів; зміни технології виконання комплексу робіт.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ**

*1 Яка сутність системи створення та освоєння нової продукції?*

*2 Назвіть основні етапи реалізації наукової теми.*

*3 Що формуються відповідно до результатів проведення НДР?*

*4 У чому полягає відмінність між винаходом, відкриттям та раціоналізаторською пропозицією?*

*5 Які існують основні вимоги до виробів на етапі проектування?*

*6 Назвіть основні етапи виконання дослідно-конструкторських робіт (ДКР).*

*7 Яка різниця між дослідно-конструкторськими роботами і конструкторською підготовкою виробництва?*

*8 Які існують етапи конструкторської підготовки виробництва?*

*9 Які роботи необхідно виконувати в процесі технологічної підготовки виробництва?*

*10 Характеристика процесу планування створення нової продукції?*

*11 Де застосовують мережеві графіки?*

*12 Які існують переваги та недоліки лінійних і мережевих графіків?*

*13 Визначте основні правила формування мережевого графіка?*

*14 Які види робіт і подій подані на мережевому графіку?*

*15 Як розраховують резерв часу певної події на мережевому графіку?*

*16 За рахунок чого забезпечується оптимізація мережеских графіків?*

## **ТЕСТИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ**

***1 Розкрийте сенс абрєвіатури СОНП:***

- 1) система створення та освоєння нової продукції;
- 2) система створення та освоєння нових проєктів;
- 3) система організації наукової праці.

***2 Вставте пропущене: «... – це виявлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, особливостей і явищ матеріального світу»:***

- 1) новація;
- 2) винахід;
- 3) відкриття.

***3 Результатом якої діяльності є конструкція нового виробу:***

- 1) науково-дослідних робіт;
- 2) проведення прикладних наукових досліджень;
- 3) проведення дослідно-конструкторських робіт?

***4 Підставою для проведення дослідно-конструкторських робіт є:***

- 1) результат науково-дослідних робіт;
- 2) технічне завдання;
- 3) технічна пропозиція.

***5 Які з робіт не входять до складу технологічної підготовки виробництва:***

- 1) розроблення технологічних маршрутів та операцій;



- 2) проектування технологічного оснащення;
- 3) виготовлення технологічного оснащення;
- 4) визначення потреби в устаткуванні та нормування витрат;
- 5) налагодження технологічних процесів?

**6 На якому етапі технічної підготовки виробництва розробляють проєкт організації виробництва:**

- 1) на етапі конструкторської підготовки;
- 2) на етапі організаційної підготовки;
- 3) на етапі технологічної підготовки;
- 4) на етапі освоєння виробництва.

**7 Процес, упродовж якого здійснюється вихід підприємства на проєктні потужності з випуску нової продукції, називають....:**

- 1) виробничим освоєнням;
- 2) технічним освоєнням;
- 3) економічним освоєнням.

**8 За яких умов використовується нормативний метод планування робіт із технічної підготовки виробництва:**

- 1) за умови необхідності розроблення нормативів трудовитрат на виконання окремих робіт;
- 2) за умови наявності норм витрат праці на виконання окремих робіт;
- 3) під час виконання особливо відповідальних робіт?

**9 Як залежить тривалість виконання етапу технічної підготовки виробництва від кількості виконавців:**

- 1) у прямо пропорційній залежності;
- 2) в обернено пропорційній залежності;
- 3) ці показники незалежні?

**10 За якого методу виконання робіт тривалість циклу технічної підготовки виробництва визначається як проста сума термінів виконання окремих етапів:**

- 1) за послідовного методу;
- 2) за паралельного методу;
- 3) за паралельно-послідовного методу?

**11 Який вид організаційно-технологічної моделі доцільно використовувати за календарного планування нескладних інноваційних проєктів:**

- 1) сітьовий графік;
- 2) лінійний графік Ганта;
- 3) матричну модель?

**12 Визначте, яким елементом мережевого графіка є, наприклад, застигання бетонного фундаменту:**

- 1) робота;
- 2) подія;
- 3) фіктивна робота;
- 4) очікування.

**13 Що таке фіктивна робота в мережевому графіку:**

- 1) процес, що проходить у часі, вимагає для свого здійснення витрат праці, часу, матеріальних ресурсів;
- 2) процес, що проходить у часі, не вимагає матеріальних і трудових витрат;
- 3) поняття, вживане для встановлення логічних зв'язків між роботами і послідовністю цих робіт?

**14 Визначте, які елементи мережевого графіка описані в нижчезапропонованому переліку:**

- 1) охолодження деталі;
- 2) виготовлення і монтаж елементів стенда;
- 3) загальне компонування стенда готове;
- 4) застигання бетонного фундаменту;
- 5) технічне завдання на стенд розроблене.

## Приклади розв'язування задач

Токарна операція може бути виконана на револьверному верстаті й чотиришпиндельному автоматі. Необхідно зіставити варіанти технологічного процесу та вибрати ефективний метод виконання токарної операції за різних обсягів випуску виробу. Вихідні дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані до прикладу

Показник	Значення показника
1 Норма штучного часу на операцію під час оброблення на чотиришпиндельному автоматі, хв	1,91
2 Норма штучного часу на операцію під час оброблення на револьверному верстаті, хв	9,26
3 Годинна тарифна ставка, грн/год: – на револьверному верстаті; – на чотиришпиндельному автоматі;	0,413 0,362
4 Додаткова заробітна плата, %	10
5 Відрахування на соціальні програми, %	37,5
6 Витрати на експлуатацію обладнання на 1 годину роботи, грн/год: – револьверного верстата; – чотиришпиндельного автомата	1,17 4,35
7 Витрати на налагодження, грн/рік: – револьверного верстата; – чотиришпиндельного автомата	1,74 13,45

### Розв'язування

1 Визначаємо основну заробітну плату робітників, які обслуговують револьверний верстат та чотиришпиндельний автомат:

$$Z_{осн} = \frac{t_{ум}}{60} \cdot C_2, \quad (1)$$

де  $t_{ум}$  – норма штучного часу на операцію, хв;  $C_2$  – годинна тарифна ставка, грн/год;

$$Z_{осн.р} = \frac{9,26}{60} \cdot 0,413 = 0,064 \text{ грн},$$

$$Z_{осн.чет} = \frac{1,91}{60} \cdot 0,362 = 0,012 \text{ грн}.$$

2 Визначаємо додаткову заробітну плату:

$$Z_{дод} = Z_{осн} \cdot K_{\delta}, \quad (2)$$

де  $K_{\delta}$  – коефіцієнт додаткової заробітної плати, %;

$$Z_{доп.р} = 0,064 \cdot 0,1 = 0,006 \text{ грн},$$

$$Z_{доп.чет} = 0,012 \cdot 0,1 = 0,001 \text{ грн}.$$

3 Визначаємо відрахування на соціальні програми:

$$B_{с.л} = (Z_{осн} + Z_{дод}) \cdot K_{с.п}, \quad (3)$$

де  $K_{с.п}$  – відсоток відрахувань на соціальні програми.

$$B_{с.л.р} = (0,064 + 0,006) \cdot 0,375 = 0,026 \text{ грн},$$

$$B_{с.л.чет} = (0,012 + 0,001) \cdot 0,375 = 0,005 \text{ грн}.$$

4 Визначаємо витрати на експлуатацію обладнання:

$$B_{експл} = \frac{t_{ум}}{60} \cdot P, \quad (4)$$

де  $P$  – витрати на експлуатацію обладнання, грн/год;

$$B_{експл.р} = \frac{9,26}{60} \cdot 1,17 = 0,181 \text{ грн},$$

$$B_{експл.чет} = \frac{1,91}{60} \cdot 4,35 = 0,138 \text{ грн}.$$

5 Визначаємо умовно-змінні витрати за варіантами технологічного процесу:

$$B_{зм} = Z_{осн} + Z_{доод} + B_{с.п} + B_{експл}; \quad (5)$$

$$B_{зм.р} = 0,064 + 0,006 + 0,026 + 0,181 = 0,277 \text{ грн},$$

$$B_{зм.чет} = 0,012 + 0,001 + 0,005 + 0,138 = 0,156 \text{ грн}.$$

6 Визначаємо умовно-постійні витрати за варіантами технологічного процесу. В цій задачі до умовно-постійних витрат відносять витрати на налагодження верстатів, які беруться згідно з вихідними даними.

7 Визначимо оптимальний розмір партії деталей, за якої два технологічних процеси будуть однаковими за ефективністю аналітичним способом.

Розмір оптимальної партії визначається із співвідношення

$$B_{зм.р} \cdot N + B_{ум.-пост.р} = B_{зм.чет} \cdot N + B_{ум.-пост.чет} \quad (6)$$

звідки

$$N_{кр} = \frac{B_{ум.-пост.чет} - B_{ум.-пост.р}}{B_{зм.р} - B_{зм.чет}},$$

$$N_{кр} = \frac{13,45 - 1,74}{0,277 - 0,156} = 96,8 \approx 97 \text{ шт.}$$

8 Визначимо оптимальний розмір партії деталей, за якої два технологічних процеси будуть однаковими за ефективністю за допомогою графічного способу.

Визначаємо сумарні витрати за варіантами технологічного процесу за партії деталей  $N_1 = 40$  од.,  $N_2 = 600$  од. (розміри партій визначаємо довільно, для

побудови лінійних графіків нам необхідно визначити лише дві точки):

$$C = B_{зм} \cdot N + B_{ум.-пост}, \quad (7)$$

де  $N$  – партія випуску деталей, од.;  $C_{ум.-пост}$  – витрати на налагодження обладнання, грн;

$$C_{p1} = 0,277 \cdot 40 + 1,74 = 12,82 \text{ грн},$$

$$C_{чет1} = 0,156 \cdot 40 + 13,45 = 19,69 \text{ грн},$$

$$C_{p2} = 0,277 \cdot 600 + 1,74 = 176,94 \text{ грн},$$

$$C_{чет2} = 0,156 \cdot 600 + 13,45 = 107,05 \text{ грн}.$$

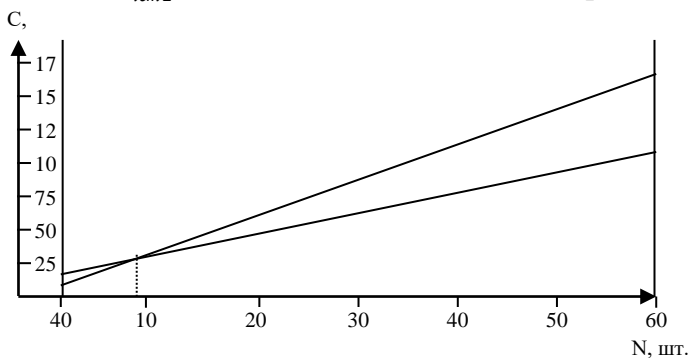


Рисунок 1 – Графічне визначення оптимального варіанта технологічного процесу

## Завдання для самостійного розв'язування

### Задача 1

Для виготовлення деталі можливі два варіанти технологічного процесу: оброблення різанням та штампування. Який із цих варіантів більш ефективний за таких умов (табл. 2).

Таблиця 2 – Вихідні дані до задачі 1

Показник	Оброблення різнанням	Штампування
Капітальні витрати на придбання та встановлення устаткування, грн	15 000	41 000
Норма амортизаційних відрахувань з устаткування, %	12,1	12,1
Чиста маса деталі, кг	10	10
Коефіцієнт використання матеріалу	0,5	0,8
Ціна матеріалу за 1 кг, грн	5,0	5,0
Ціна відходів, грн	1,0	1,0
Норма часу на оброблення, годин	2,0	0,5
Середня заробітна плата за 1 год, грн	30	20
Витрати на налагодження впродовж одного року, грн	165	650
Витрати на оснащення впродовж одного року, грн	805	555
Випуск деталей за 1 рік, шт.	2 000	2 000

### Задача 2

Одна із деталей електронної апаратури може бути виготовлена із металу або полістиролу. Вихідні дані: 1) річний випуск деталей – 8 000 штук; 2) змінні витрати на одну деталь і металу – 12 грн, із полістиролу – 4,25 грн; 3) умовно-постійні витрати на весь випуск для деталей із металу – 9 760 грн, із полістиролу – 30 240 грн. Визначити: 1) оптимальний варіант виготовлення деталі, зважаючи на обсяги річного випуску; 2) мінімальну кількість деталей, за якою цей варіант стає економічно вигіднішим. Навести розрахунковий та графічний розв'язки задачі.

### Задача 3

Визначити річну економію від організації багатосерійного виробництва шестерень шести

типорозмірів на одному підприємстві. Раніше шестерні всіх типорозмірів виготовляли невеликими партіями на 4 заводах, причому обсяг випуску шестерень усіх типорозмірів на кожному заводі становив 5 000 штук за 1 рік. Потреба в шестернях для підприємств цієї галузі становить 20 000 штук за 1 рік.

Таблиця 3 – Вихідні дані до задачі 3

Показник зведених витрат	Виробництво невеликими серіями	Багатосерійне виробництво
Змінні витрати в середньому на одну шестерню, грн/шт.	7,5	4,5
Умовно-постійні витрати на весь випуск, грн/рік	8 000 на кожному заводі	40 000

#### Задача 4

Проводять уніфікацію агрегата для чотирьох моделей машин. Змінні витрати на один агрегат становлять відповідно:  $B_{зм 1} = 200$  грн;  $B_{зм 2} = 250$  грн;  $B_{зм 3} = 300$  грн;  $B_{зм 4} = 350$  грн; умовно-постійні витрати (на весь обсяг випуску):  $B_{ум.-пост 1} = 20\ 000$  грн;  $B_{ум.-пост 2} = 25\ 000$  грн;  $B_{ум.-пост 3} = 30\ 000$  грн;  $B_{ум.-пост 4} = 35\ 000$  грн; річний обсяг виробництва становить:  $N_1 = 100$  шт.;  $N_2 = 250$  шт.;  $N_3 = 500$  шт.;  $N_4 = 1\ 000$  шт. Агрегат, що замінює інші, четвертий. Чи ефективна уніфікація? Чи буде вона ефективною, якщо змінити на зворотне співвідношення обсягів виробництва?

**Уніфікація** – раціональне скорочення кількості об'єктів однакового функціонального призначення. Це найбільш поширений та ефективний метод стандартизації.



## **Вибір варіанта переходу до випуску нової продукції**

### **Приклад розв'язування задач**

На основі наведених даних визначити, який із методів переходу на випуск нової продукції є більш ефективним (паралельний чи паралельно-послідовний), та визначити величину економічного ефекту від використання цього методу освоєння нового виробу.

На заводі є можливість використання резервних дільниць. Це дозволяє розпочати випуск нових виробів одночасно зі скороченням випуску старих виробів, а також звести час короткотермінового зупинення складальної лінії до 1 місяця.

Вихідні дані до прикладу:

1 Досягнутий випуск старого виробу за 1 місяць – 200 шт.

2 Проектний випуск нового виробу за 1 місяць – 325 шт.

3 Інтенсивність згорання виробництва старого виробу за 1 місяць:

а) за паралельного методу – 20 шт./міс.;

б) за паралельно-послідовного методу – 15 шт./міс.

4 Тривалість випуску нових виробів на резервних дільницях – 3 міс.

5 Інтенсивність нарощування випуску нових виробів на резервних дільницях – 16 шт./міс.

6 Інтенсивність нарощування випуску нових виробів в основному виробництві:

а) за паралельного методу – 25 шт./міс.;

б) за паралельно-послідовного методу – 50 шт./міс.

7 Тривалість часу сумісного випуску старих і нових виробів за паралельного методу – 5 місяців.

8 Додаткові поточні затрати підприємства, пов'язані зі створенням резервних дільниць – 350 грн.

9 Час короткотермінового зупинення складальної лінії – 1 міс.

10 Ціна виробів:

а) старого – 6,5 грн;

б) нового – 6,2 грн.

11 Собівартість виробів:

а) старого – 5,8 грн;

б) нового – 5,5 грн.

### **Розв'язування**

І Для визначення обсягів випуску старої і нової продукції за паралельного та паралельно-послідовного методів побудуємо відповідні графіки переходу на випуск нової продукції.

#### ***Паралельний метод переходу***

1 Розраховуємо тривалість проміжку часу, необхідного для повного згортання випуску старої продукції. Для цього досягнутий рівень випуску старої продукції ділимо на інтенсивність згортання виробництва цих виробів:

$$200 : 20 = 10 \text{ місяців.}$$

Відкладаємо цей час на графіку.

2 Визначаємо момент, від якого бере початок випуск нових виробів паралельно з випуском старих виробів:

$$10 - 5 = 5 \text{ місяців.}$$

3 Обчислюємо тривалість часу, необхідного для виведення випуску нових виробів на проєктну потужність:

$$325 : 25 = 13 \text{ місяців.}$$

На графіку відображаємо цей час, починаючи з моменту нарощування випуску нової продукції.

Як бачимо з графіка, всього перехід на випуск нової продукції за паралельного методу займе

$$5 + 13 = 18 \text{ місяців.}$$

### ***Паралельно-послідовний метод переходу***

1 Обчислюємо, на скільки одиниць впаде випуск старої продукції за даному методу переходу. Для цього інтенсивність згортання випуску старих виробів множимо на час їх виробництва:

$$15 \cdot 3 = 45 \text{ виробів.}$$

2 Знаходимо, до якого рівня впаде інтенсивність випуску старих виробів:

$$200 - 45 = 155 \text{ виробів/місяць.}$$

3 Обчислюємо, якого рівня інтенсивності досягне випуск нових виробів на резервних дільницях:

$$16 \cdot 3 = 48 \text{ виробів/місяць.}$$

4 Визначаємо, скільки часу знадобиться для того, щоб вийти на проєктну потужність в основному виробництві:

$$325 : 50 = 6,5 \text{ місяця.}$$

Відкладаємо цей час на графіку (рис. 2), попередньо врахувавши час зупинення складальної лінії (1 міс.). Як бачимо з графіка, вихід виробництва на проєктну потужність за паралельно-послідовного методу займе 10,5 місяця.

Тепер порівняємо цей час із часом, необхідним для досягнення випуску нових виробів за паралельного методу (18 місяців). Для отримання порівняльних даних щодо обсягів випуску продукції ми повинні обчислювати цей обсяг за однаковий час за паралельного та паралельно-послідовного методів. Тому на графіку, де цей час є меншим (у нашому випадку – на графіку паралельно-послідовного методу), проводимо лінію на рівні максимальної інтенсивності випуску продукції до максимального з двох методів проміжку часу.

II Наступним кроком є розрахунок кількості старої і нової продукції, яка буде випущена за обох методів

переходу. Цю кількість можемо обчислити як площі геометричних фігур на графіках.

### ***Паралельний метод переходу***

1 Кількість старої продукції визначається площею трикутника АВО:

$$200 \cdot 10 / 2 = 1000 \text{ виробів.}$$

2 Кількість нової продукції дорівнює площі трикутника СДЕ:

$$325 \cdot 13 / 2 = 2113 \text{ виробів.}$$

### ***Паралельно-послідовний метод переходу***

1 Кількість старої продукції визначається площею трапеції ОМНК:

$$3 \cdot (200 + 155) / 2 = 533 \text{ виробів.}$$

2 Кількість нової продукції дорівнює сумі площ трикутника ОРК і трапеції АВСД:

$$48 \cdot 3 / 2 + 325 \cdot (6,5 + 14) / 2 = 72 + 3332 = 3404 \text{ виробів.}$$

III Для визначення того варіанта освоєння нового виробу, який є більш ефективним, необхідно порівняти сумарний прибуток від випуску старої і нової продукції за обох методів. Для обчислення величини прибутку підприємства за паралельного та паралельно-послідовного методів необхідно прибуток від випуску одиниці продукції (старої та нової) перемножити на відповідні обсяги виробництва продукції. Знайдемо величину прибутку, одержаного за кожного з методів.

### ***Паралельний метод переходу***

$$\text{Пр}_1 = (6,5 - 5,8) \cdot 1000 + (6,2 - 5,5) \cdot 2113 = 2179,1 \text{ грн.}$$

### ***Паралельно-послідовний метод переходу***

$$\text{Пр}_2 = (6,5 - 5,8) \cdot 533 + (6,2 - 5,5) \cdot 3404 = 2755,9 \text{ грн.}$$

Як показують проведені розрахунки, більшою є величина сумарного прибутку, одержаного за паралельно-послідовного методу.

Визначимо економічний ефект від використання паралельно-послідовного методу як різницю між сумами одержаних прибутків за даного та паралельного методів з урахуванням затрат підприємства на створення резервних ділянок (за паралельно-послідовного методу):

$$E = 2755,9 - 2179,1 - 350 = 126,8 \text{ грн.}$$

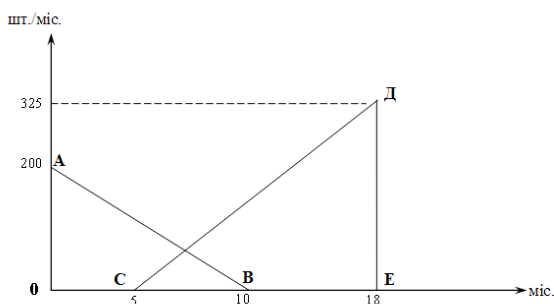


Рисунок 2 – Паралельний метод переходу на випуск нових виробів

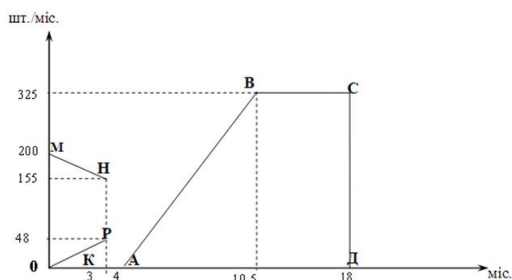


Рисунок 3 – Паралельно-послідовний метод переходу на випуск нових виробів

## Планування конструкторської і технологічної підготовки виробництва

### Приклади розв'язування задач

#### Приклад 1

Визначити трудомісткість робіт, тривалість циклу, побудувати календарний графік проектування і виготовлення технологічного оснащення для виробу, що складається з 1 200 назв оригінальних деталей. Виготовлення технологічного оснащення починається через 8 місяців після початку його проектування.

Кількість назв спеціального технологічного оснащення на одну оригінальну деталь (коефіцієнт технологічного оснащення) становить 2,1. Середня трудомісткість проектування одиниці технологічного оснащення – 100 годин, виготовлення одиниці технологічного оснащення – 160 годин. На проектування оснащення залучено 80 осіб, на виготовлення – 150 осіб. Середнє виконання норм під час проектування – 120 %, під час виготовлення – 140 %. Тривалість робочого дня – 8,2 години.

#### Розв'язування

1 Визначаємо календарну тривалість окремих етапів технічної підготовки виробництва за формулою (4).

$$T_{cm(em)} = \frac{T_{mp} \cdot K_{\partial.ч} \cdot K_k}{R \cdot T_{зм} \cdot K_{в.н}},$$

Коефіцієнт додаткового часу ( $K_{\partial.ч}$ ) беремо таким, що дорівнює  $K_{\partial.ч} = 1,5$ .

Коефіцієнт календарності ( $K_k$ ) беремо таким, що дорівнює  $K_k = 1,4$ .

Тривалість окремих етапів технічної підготовки виробництва становитиме:

$$T_1 = \frac{1200 \cdot 2,1 \cdot 100 \cdot 1,4 \cdot 1,5}{80 \cdot 8,2 \cdot 1,2} = 672,2 \text{ дні};$$

$$T_2 = \frac{1200 \cdot 2,1 \cdot 160 \cdot 1,4 \cdot 1,5}{150 \cdot 8,2 \cdot 1,4} = 491,7 \text{ дня.}$$

2 Складаємо план-графік технологічної підготовки виробництва, враховуючи, що виготовлення технологічного оснащення починається через 8 місяців після початку його проєктування ( $8 \cdot 30 = 240$  днів).

### План-графік технологічної підготовки виробництва

1-й етап проєктування технологічного оснащення	–		672,2					
2-й етап виготовлення технологічного оснащення	–	240		491,7	731,7			

Примітка: 2-й етап закінчиться на точці 731,7 дня ( $240 + 491,7 = 731,7$  день)

## Розроблення та обчислення основних параметрів мережевого графіка. Оптимізація мережевих графіків

### *Оптимізація мережевого графіка в часі*

Якщо тривалість критичного шляху мережевого графіка дорівнює нормативній тривалості проведення комплексу робіт, то це дає можливість установити пізній термін звернення завершальної події таким, що дорівнює її ранньому терміну.

Якщо ж  $T_{кр} > T_{норм}$ , то пізній термін звернення завершальної події встановлюється таким, що дорівнює нормативній тривалості, і на основі цього розраховують пізній час усіх подій графіка. Це означає, що мережеву модель необхідно звести до нормативної тривалості, тобто зменшити  $T_{кр}$  на  $\Delta T = T_{кр} - T_{норм}$ .

Модель, у якій  $T_{кр} = T_{норм}$ , називають *зведеною*.

У разі зведення мережевої моделі до нормативної тривалості розглядають роботи критичних і підкритичних шляхів, повні резерви яких мають від'ємну величину. Скорочення тривалості однієї з робіт із від'ємним резервом забезпечує зменшення на ту саму величину довжини усього подальшого шляху.

Якщо в мережевій моделі існують роботи, що мають додатні повні резерви своєї реалізації і напруженість, меншу від встановленого нормативного значення – 0,8, то за їх рахунок можна скоротити тривалість критичного шляху, якщо припустити недостатній рівень обґрунтування змісту робіт та їх оптимальної тривалості.

Розглянемо етапи оптимізації мережевих графіків.

**Першим етапом** оптимізації мережевого графіка в часі є його аналіз, що передбачає оцінювання доцільності структури комплексу робіт, визначення ступеня складності виконання кожної роботи, аналіз її змісту, а також визначення ймовірності настання події у встановлений термін.

Зменшення тривалості робіт критичного та підкритичного шляхів досягається шляхом:

1) диференціації та інтеграції робіт, поділом та укрупненням операцій у роботах; установлення деяких робіт паралельно одна одній, за умови виконання наявних технологічних обмежень;

2) переведення працівників із робіт, які мають значні резерви часу на виконання критичних робіт;

3) зміни термінів початку та закінчення робіт у межах повного резерву часу їх виконання.

**Другим етапом** оптимізації є розрахунок обсягу роботи ( $Q_{ij}$ ), з якої передбачається перевести працівників на роботи критичного шляху:

$$Q_{ij} = t_{ij} \cdot P_{ij},$$



де  $P_{ij}$  – кількість працівників, зайнятих у цій роботі.

**Наступним етапом** є визначення необхідної кількості працівників ( $P_{oij}$ ) для виконання роботи за умови збільшення її тривалості на час вільного резерву або частини повного резерву цієї роботи:

$$P_{oij} = \frac{Q_{ij}}{t_{ij} + R_{ij}^6}.$$

Після цього розраховується кількість працівників, які можуть бути переведені на паралельно виконувану роботу критичного шляху ( $P_{nij}$ ):

$$P_{nij} = P_{ij} - P_{oij}.$$

Установлюється обсяг роботи критичного шляху до проведення оптимізації:

$$Q_{kij} = t_{kij} \cdot P_{kij},$$

де  $t_{kij}$  – тривалість роботи, що перебуває на критичному шляху;  $P_{kij}$  – кількість робітників роботи, що перебуває на критичному шляху.

**Четвертий етап** оптимізації – розрахунок тривалості роботи, яка перебуває на критичному шляху після збільшення кількості працівників на ній:

$$t_{oij} = \frac{Q_{kij}}{P_{kij} + P_{nij}}.$$

**Завершальним етапом** оптимізації є визначення тривалості критичного шляху.

Якщо вичерпані усі можливості зі скорочення тривалості критичних робіт за рахунок резервів, але не вдається привести  $T_{кр}$  до  $T_{норм}$ , то можна досягти

скорочення тривалості робіт за рахунок залучення працівників ззовні або змінити нормативний строк досягнення мети.

## Приклади розв'язування

### Приклад 1

Розрахувати резерви часу подій та робіт мережевого графіка, наведеного нижче.

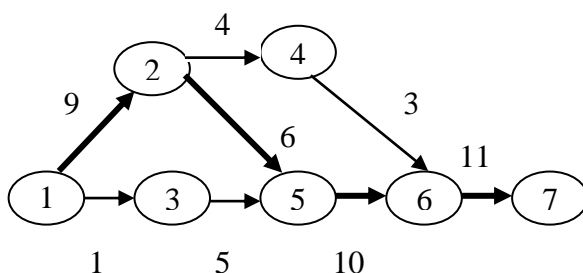


Рисунок 1 – Мережевий графік (критичний шлях виділено після розрахунків)

### Розв'язування

1 Розраховуємо повні шляхи (повний шлях – це шлях від вихідної до завершальної події мережевого графіка) та визначаємо тривалість критичного шляху (повний шлях, що має найбільшу тривалість):

$$L_{1-7}^1 = 9 + 4 + 3 + 11 = 27 \text{ днів},$$

$$L_{1-7}^2 = 9 + 6 + 10 + 11 = 36 \text{ днів},$$

$$L_{1-7}^3 = 1 + 5 + 10 + 11 = 27 \text{ днів}.$$

Максимальний за тривалістю повний шлях становить  $L_{кр} = L_{1-7}^2 = 36 \text{ днів}$ .

Виділяємо його на графіку.

2 Розраховуємо резерви подій за формулами (1), (2), (3).

$$R_i = T_i^n - T_i^p, \quad (1)$$

$$T_i^p = T_{\max L_{1,i}}, \quad (2)$$

$$T_i^n = T_{L_{cp}} - T_{\max L_{i,c}}. \quad (3)$$

Спочатку проводимо розрахунки ранніх термінів здійснення подій (згідно з формулою (2) це шлях максимальної тривалості від вихідної події (1) до розглядуваної події).

$$T_1^p = T_{\max L_{1,1}} = 0 \text{ днів}, T_2^p = T_{\max L_{1,2}} = 9 \text{ днів},$$

$$T_3^p = T_{\max L_{1,3}} = 1 \text{ день}, T_4^p = T_{\max L_{1,4}} = 13 \text{ днів},$$

$$T_5^p = T_{\max L_{1,5}} = 15 \text{ днів}, T_6^p = T_{\max L_{1,6}} = 25 \text{ днів},$$

$$T_7^p = T_{\max L_{1,7}} = 36 \text{ днів}.$$

Зауважимо, що до подій 5, 6, 7 ведуть декілька шляхів. Вибираємо більший за тривалістю шлях. Наприклад, із події 1 до події 5 ведуть два шляхи 1-2-5 (15 днів) та 1-3-5 (6 днів). Вибираємо найтриваліший – 15 днів. Тобто ранній термін здійснення події 5 – 15 днів.

Потім розраховуємо пізні терміни здійснення подій за формулою (3), це різниця між тривалістю критичного шляху і максимальним шляхом від розглядуваної події до завершальної 7-ї події.

$$T_1^n = 36 - 36 = 0 \text{ днів}, T_2^n = 36 - 27 = 9 \text{ днів},$$

$$T_3^n = 36 - 26 = 10 \text{ днів}, T_4^n = 36 - 14 = 22 \text{ днів},$$

$$T_5^n = 36 - 21 = 15 \text{ днів}, T_6^n = 36 - 11 = 25 \text{ днів},$$

$$T_7^n = 36 - 0 = 36 \text{ днів}.$$

За формулою (1) розраховуємо резерви часу подій. Результати розрахунків зводимо до таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок часових параметрів подій

$i$	$T_i^p$	$T_i^n$	$R_i$
1	0	0	0
2	9	9	0
3	1	10	9
4	13	22	9
5	15	15	0
6	25	25	0
7	36	36	0

Як бачимо з розрахунків, події, що є критичному шляху (це події 3 та 4), не мають резервів часу.

З Розраховуємо резерви часу робіт (повного та вільного) за формулами (4) та (5).

Спочатку розраховуємо повний резерв часу робіт, використовуючи результати попередніх розрахунків, наведених у таблиці 1.

$$R_{ij}^n = T_j^n - (T_i^p + t_{ij}), \quad (4)$$

$$R_{1-2}^n = T_2^n - (T_1^p + t_{1-2}) = 9 - (0 + 9) = 0 \text{ днів},$$

$$R_{1-3}^n = T_3^n - (T_1^p + t_{1-3}) = 10 - (0 + 1) = 9 \text{ днів},$$

$$R_{2-4}^n = T_4^n - (T_2^p + t_{2-4}) = 22 - (9 + 4) = 9 \text{ днів},$$

$$R_{2-5}^n = T_5^n - (T_2^p + t_{2-5}) = 15 - (9 + 6) = 0 \text{ днів},$$

$$R_{3-5}^n = T_5^n - (T_3^p + t_{3-5}) = 15 - (1 + 5) = 9 \text{ днів},$$

$$R_{4-6}^n = T_6^n - (T_4^p + t_{4-6}) = 25 - (13 + 3) = 9 \text{ днів},$$

$$R_{5-6}^n = T_6^n - (T_5^p + t_{5-6}) = 25 - (15 + 10) = 0 \text{ днів},$$

$$R_{6-7}^n = T_7^n - (T_6^p + t_{6-7}) = 36 - (25 + 11) = 0 \text{ днів}.$$

За формулою (5) розраховуємо повний резерв часу робіт, використовуючи результати попередніх розрахунків, наведених у таблиці 1. За формулою, якщо результат розрахунків буде від'ємним, то беремо, що резерв часу

дорівнює нулю. Якщо результат буде додатним, то беремо цю величину.

$$R_{ij}^e = \max\left[0; T_j^p - (T_i^p + t_{ij})\right], \quad (5)$$

$$R_{1-2}^e = T_2^p - (T_1^p + t_{1-2}) = 9 - (0 + 9) = 0 \text{ днів},$$

$$R_{1-3}^e = T_3^p - (T_1^p + t_{1-3}) = 1 - (0 + 1) = 0 \text{ днів},$$

$$R_{2-4}^e = T_4^p - (T_2^p + t_{2-4}) = 13 - (9 + 4) = 0 \text{ днів},$$

$$R_{2-5}^e = T_5^p - (T_2^p + t_{2-5}) = 15 - (9 + 6) = 0 \text{ днів},$$

$$R_{3-5}^e = T_5^p - (T_3^p + t_{3-5}) = 15 - (1 + 5) = 9 \text{ днів},$$

$$R_{4-6}^e = T_6^p - (T_4^p + t_{4-6}) = 25 - (13 + 3) = 9 \text{ днів},$$

$$R_{5-6}^e = T_6^p - (T_5^p + t_{5-6}) = 25 - (15 + 10) = 0 \text{ днів},$$

$$R_{6-7}^e = T_7^p - (T_6^p + t_{6-7}) = 36 - (25 + 11) = 0 \text{ днів}.$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 2.

Таблиця 2 – Розрахунок часових параметрів робіт

Шифр робіт $i-j$	$t_{ij}$	$T_i^p$	$T_i^n$	$T_j^p$	$T_j^n$	$R_{ij}^n$	$R_{ij}^e$
1-2	9	0	0	9	9	0	0
1-3	1	0	0	1	10	9	0
2-4	4	9	9	13	22	9	0
2-5	6	9	9	15	15	0	0
3-5	5	1	10	15	15	9	9
4-6	3	13	22	25	25	9	9
5-6	10	15	15	25	25	0	0
6-7	11	25	25	36	36	0	0

Роботи, які перебувають на критичному шляху (це роботи 1-2, 2-5, 5-6, 6-7), не мають резервів часу.

## Приклад 2

Побудувати мережевий графік проведення комплексу НДР. Розрахувати часові параметри подій та робіт. Провести оптимізацію графіка в часі.

### Вихідні дані до завдання

Шифр робіт	1-2	1-3	2-4	2-5	3-5	4-6	5-6	6-7
Час виконання робіт, днів	11	2	9	7	3	4	15	14
Кількість працівників, осіб	2	6	4	1	3	4	2	1

### Розв'язування

1 Використовуючи дані таблиці 1, будемо первинний мережевий графік (рис. 2).

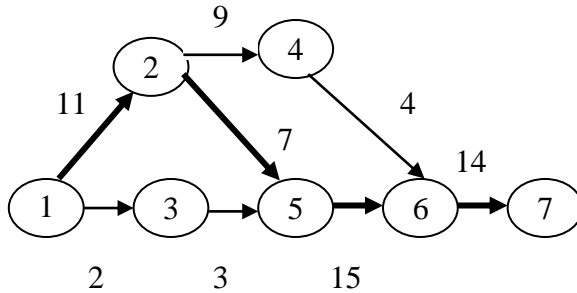


Рисунок 2 – Первинний мережевий графік  
(критичний шлях виділений;  $L_{кр} = 47$  дн.)

Використовуючи дані про тривалість робіт, наведених на мережевому графіку, проводимо розрахунок часових параметрів подій і робіт. Результати розрахунків наведені в таблицях 2 і 3.

Таблиця 2 – Розрахунок часових параметрів подій

$i$	$T_i^p$	$T_i^n$	$R_i$
1	0	0	0
2	11	11	0
3	2	15	13

Продовження таблиці 2

$i$	$T_i^p$	$T_i^n$	$R_i$
4	20	29	9
5	18	18	0
6	33	33	0
7	47	47	0

Таблиця 3 – Розрахунок часових параметрів робіт

Шифр робіт $i-j$	$t_{ij}$	$T_i^p$	$T_i^n$	$T_j^p$	$T_j^n$	$R_{ij}^n$	$R_{ij}^e$
1-2	11	0	0	11	11	0	0
1-3	2	0	0	2	15	13	0
2-4	9	11	11	20	29	9	0
2-5	7	11	11	18	18	0	0
3-5	3	2	15	18	18	13	13
4-6	4	20	29	33	33	9	9
5-6	15	18	18	33	33	0	0
6-7	14	33	33	47	47	0	0

Оптимізуємо графік у часі. Для цього спершу перевіримо, чи наш критичний шлях дорівнює нормативній тривалості, проаналізувавши  $T_j^p$  і  $T_j^n$  з таблиці 3 на роботах, які перебувають на критичному шляху. Згідно з розрахунками,  $T_{кр} = T_{норм}$ . Потрібно також перевірити, чи вся мережева модель дорівнює нормативній.  $T_j^p$  і  $T_j^n$  робіт (1-3) і (2-4) неоднакові між собою, отже, вся мережева модель не є нормативною. Ця модель є зведеною, оскільки  $T_{кр} = T_{норм}$ . Хоча це так, у практичній діяльності це не завжди означає повну обґрунтованість змісту робіт та тривалості критичного шляху. Можливим є випадок, коли можна зменшити тривалість критичного шляху, зважаючи на зміст самих

робіт та технології їх здійснення. Якщо деякі роботи, які не є критичними, але є підкритичними, мають вільні резерви, то в такому разі їх можна використати для зменшення тривалості тієї чи іншої роботи на критичному шляху, в такий спосіб зменшивши його тривалість.

Повні резерви робіт (3-5) і (4-6) не приводять до скорочення тривалості критичного шляху, оскільки є на його розгалуженнях. Водночас ранні та пізні терміни завершальних подій цих робіт однакові. Тому ми їх не враховуємо.

Для оптимізації мережевого графіка необхідно також визначити коефіцієнти напруженості робіт. Визначимо коефіцієнти напруженості робіт (1-3) і (2-4):

$$k_{n_{13}} = \frac{34-29}{47-29} = 0,28,$$

$$k_{n_{24}} = \frac{38-14}{47-14} = 0,73,$$

$$k_{n_{13}} < 0,8 \text{ і } k_{n_{24}} < 0,8.$$

Отже, ці роботи мають частину вільних ресурсів, які можуть бути розподілені на роботи критичного шляху.

Розрахуємо обсяг робіт, з яких передбачається переведення працівників на роботи критичного шляху:

$$Q_{13} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ днів,}$$

$$Q_{24} = 9 \cdot 4 = 36 \text{ днів.}$$

Визначимо необхідну кількість працівників для виконання роботи за умови збільшення її тривалості на час частини повного резерву цих робіт:

$$P_{o_{13}} = \frac{12}{2+8} = 1 \text{ працівник,}$$

$$P_{o_{24}} = \frac{36}{9+9} = 2 \text{ працівники.}$$



Розрахуємо кількість працівників, які можуть бути переведені на паралельно виконувани роботи (1-2) і (2-5) критичного шляху:

$$P_{n_{12}} = 6 - 1 = 5 \text{ працівників,}$$

$$P_{n_{25}} = 4 - 2 = 2 \text{ працівники.}$$

З роботи (1-3) ресурси спрямовуються на виконання, паралельної їй роботи критичного шляху (1-2). Установимо обсяг роботи критичного шляху до проведення оптимізації:

$$Q_{\kappa_{12}} = 11 \cdot 2 = 22 \text{ дні.}$$

Розрахуємо тривалість роботи, яка перебуває на критичному шляху після збільшення кількості працівників на цій роботі:

$$t_{o_{12}} = \frac{22}{2 + 5} \approx 3 \text{ дні.}$$

З роботи (2-4) ресурси спрямовуються на виконання, паралельної їй, роботи критичного шляху (2-5). Установимо обсяг роботи критичного шляху до проведення оптимізації:

$$Q_{\kappa_{25}} = 7 \cdot 1 = 7 \text{ днів.}$$

Розрахуємо тривалість роботи, яка перебуває на критичному шляху після збільшення кількості працівників на цій роботі:

$$t_{o_{25}} = \frac{7}{1 + 2} \approx 2 \text{ дні.}$$

У результаті проведеної оптимізації критичний шлях скоротився на 13 днів і становить 34 дні.

### **Завдання для самостійного розв'язування**

Побудувати мережевий графік проведення комплексу робіт. Розрахувати часові параметри подій та робіт.

Шифр робіт	-2	-3	-5	-5	-6	-7
Час виконання робіт, дні						
Кількість працівників, осіб						

## РОЗДІЛ 5

# ОРГАНІЗАЦІЇ ДОПОМІЖНИХ ВИРОБНИЦТВ І ОБСЛУГОВУВАЛЬНИХ ГОСПОДАРСТВ ПІДПРИЄМСТВА ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ

### 5.1 Особливості організації інструментального господарства

*Допоміжне господарство* – це цехи та підрозділи, що випускають продукцію для власних потреб підприємства, тобто виготовляють технологічне оснащення чи нестандартне устаткування, запасні частини для забезпечення ремонту устаткування, виконують ремонт та модернізацію устаткування, виробляють енергію.

*Обслуговувальне господарство* – це цехи чи підрозділи підприємства (внутрішньозаводський транспорт, різні склади), що не виготовляють матеріальної продукції, а лише обслуговують виробництво або надають послуги, необхідні для забезпечення роботи основних чи допоміжних цехів.

Для виконання виробничих процесів необхідною умовою є забезпечення їх технологічним оснащенням.

*Технологічне оснащення* – це допоміжний, різальний, вимірювальний чи складальний інструмент, штампи, моделі, верстатні й слюсарні пристосування, прес-форми тощо.

Технологічне оснащення (далі – оснащення) отримують зі сторони, виготовляють, зберігають, видають у цехи і на робочі місця в підрозділах інструментального господарства.

*Інструментальне господарство* – це сукупність загальнозаводських та цехових підрозділів (відділів, груп, цехів, дільниць), призначених для придбання,

проектування, виготовлення, ремонту і відновлення оснащення, його обліку, зберігання і видавання в цехи і на робочі місця.

### **Склад інструментального господарства:**

а) загальнозаводські служби:

– інструментальний відділ (відділ інструментального господарства (ВІГ), бюро інструментального господарства (БІГ));

– інструментальний цех (цехи);

– центральний інструментальний склад (ЦІС);

– на великих підприємствах – склади абразивів, моделей тощо;

– майстерні відновлення оснащення;

б) цехові служби:

– інструментально-роздаткові комори (ІРК);

– майстерні із заточування і поточного ремонту оснащення (заточувальні дільниці).

Склад і функції органів інструментального господарства визначаються типом, характером і масштабами виробництва.

**Основне завдання інструментального господарства** – забезпечити безперебійне постачання цехів та робочих місць потрібною кількістю та асортиментом високоякісного технологічного оснащення за мінімальних витрат щодо його проектування, придбання, виготовлення, зберігання чи експлуатацію.

### **Завдання інструментального господарства:**

– визначення потреби підприємства в оснащенні;

– планування споживання (виготовлення) і забезпечення виробництва оснащенням;

– організація експлуатації оснащення і нагляду за його експлуатацією;

– забезпечення робочих місць оснащенням;

– організація обліку і зберігання оснащення.

## **Значення інструментального господарства обумовлене:**

– широкою номенклатурою типорозмірів технологічного оснащення, що використовується на підприємствах;

– великими витратами на проєктування і виготовлення оснащення (в загальних витратах підприємств машинобудування 15 % становлять витрати на оснащення, в загальних витратах на виготовлення нових виробів витрати на оснащення – 60 %);

– значними резервами вдосконалення організації інструментального господарства.

Етапи планування потреби в технологічному оснащенні:

- 1) встановлення номенклатури оснащення;
- 2) визначення витрати оснащення в разі забезпечення виконання виробничої програми;
- 3) встановлення запасів технологічного оснащення, необхідних для повноцінного функціонування всіх цехів та робочих місць;
- 4) розроблення плану покриття потреби в оснащенні.

Нормування витрати та запасів технологічного оснащення повинне бути базою для визначення щорічної потреби в оснащенні і розробленні плану її покриття.

Виробництво технологічного оснащення відбувається на спеціалізованих інструментальних заводах та в спеціалізованих інструментальних цехах, що класифікуються відповідно до типу виробництва, характеру продукції, рівня спеціалізації чи масштабу виробництва.

Ремонт складних видів оснащення організовується аналогічно до ремонту основного устаткування. Штампи, пристосування, прес-форми тощо класифікуються за

групами складності, і для них розробляються нормативи планово-попереджувального ремонту (ППР).

**Відновлення технологічного оснащення** – це процес відтворення повністю загублених споживних властивостей оснащення за допомогою використання спеціальних методів.

**Організація відновлення оснащення передбачає:**

- збирання і сортування відпрацьованого оснащення через ЦІС;
- організацію відновлювальної бази;
- встановлення обов'язкового завдання з відновлення відпрацьованого оснащення і розроблення системи стимулювання.

Важливість відновлення оснащення обумовлена:

- економією високоякісних і дорогих інструментів;
- вивільненням потужності інструментальних цехів;
- скороченням термінів підготовки виробництва;
- зниженням собівартості виготовлення оснащення.

**Організація експлуатації технологічного оснащення передбачає:**

- організацію отримання, зберігання, видавання та обліку руху оснащення;
- забезпечення робочих місць оснащенням;
- організацію заточування і ремонту;
- організацію контролю і нагляду за станом оснащення і дотриманням правил її експлуатації.

**Найважливіші показники інструментального виробництва:**

- обсяг виробництва;
- номенклатура оснащення, що виробляється;
- показники продуктивності праці;
- показники трудомісткості, металоємності й собівартості окремих видів оснащення.

## **Висновки**

1 Для реалізації функцій технічного обслуговування на всіх промислових підприємствах формують допоміжні та обслуговувальні господарства.

Робота допоміжних та обслуговувальних цехів і підрозділів впливає на ефективність діяльності основного виробництва і насамперед на ритмічність роботи, собівартість продукції, що випускається, продуктивність праці.

2 Інструментальне господарство – сукупність загальнозаводських і цехових підрозділів (відділів, груп, цехів, дільниць), призначених для придбання, проєктування, виготовлення, ремонту і відновлення оснащення, його обліку, зберігання і видавання в цехи і на робочі місця.

Основне завдання інструментального господарства – забезпечення безперебійного постачання цехів і робочих місць високоякісним технологічним оснащенням у потрібній кількості й асортименті, за мінімальних витрат на його проєктування, придбання, виготовлення, зберігання та експлуатацію.

3 Планування потреби в технологічному оснащенні передбачає такі етапи: встановлення номенклатури оснащення, необхідного для виконання виробничої програми; визначення витрати оснащення під час виконання виробничої програми; визначення запасів оснащення для забезпечення нормального постачання цехів і робочих місць; розроблення плану покриття потреби в оснащенні.

## 5.2 Організація та функціонування енергетичного господарства підприємства

*Енергетичне господарство* – це сукупність загальнозаводських і цехових підрозділів підприємства, а також енергоустаткування (технічних засобів), призначених для виробництва, перетворення і передачі різних видів енергії, необхідних для нормального функціонування підприємства.

### Склад енергетичного господарства:

а) загальнозаводські служби:

- електросиловий цех;
- відділ головного енергетика (ВГЕ);
- теплосиловий цех;
- електромеханічний цех;
- газовий цех;
- слабкострумовий цех;

б) цехові служби:

- первинні енергоприймальні вузли (вводи);
- цехове перетворювальне обладнання;
- внутрішньоцехові розподільні мережі.

Забезпечення підприємства необхідними видами енергії та енергоресурсів покладене на енергетичні цехи. Загальна характеристика енергетичних цехів наведена в таблиці 5.1.

Персонал енергетичних цехів поділяється на *змінний* (який проводить поточну експлуатацію устаткування) і *ремонтно-монтажний персонал*. Поточне керування безперебійним живленням великого заводу енергією покладається на чергових інженерів, а на невеликих підприємствах – на одного з бригадирів енергогосподарства.



*Основне завдання енергетичного господарства* – безперебійне постачання підприємства всіма необхідними видами енергії за дотримання встановлених параметрів і з найменшими витратами.

**Завдання енергетичного господарства:**

- ефективно використання та економне витрачання енергетичних ресурсів;
- раціональна експлуатація енергетичного устаткування;
- розроблення і здійснення заходів щодо енергозбереження, реконструкції та розвитку енергетичного господарства.

Таблиця 5.1 – Характеристика енергетичних цехів підприємства

Найменування цеху	Виконувана функція	Орієнтовний склад цехів
1	2	3
<b>Електро-силовий</b>	Електропостачання підприємства	Знижувальні підстанції, електро-двигуни високої напруги, трансформаторні пристрої, електромережі, моторно-генераторні пристрої зарядних підстанцій
<b>Теплосиловий</b>	Забезпечення підприємства парою, гарячою водою, стисненим повітрям. Отримання промислової води	Заводські котельні, теплові мережі, компресорні пристрої і повітряні мережі, система водопостачання, каналізації, пристрої для перекачування мазуту

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
<b>Газовий</b>	Забезпечення підприємства газом із мережі газопостачання. Забезпечення роботи газогенераторної станції. Постачання кисню і ацетилену	Газорозподільні підстанції та вузли. Киснева станція. Газові мережі
<b>Електро-механічний</b>	Капітальний ремонт електроустаткування та електроапаратури і виготовлення окремих видів нового устаткування	Обмотувальні дільниці (майстерні), слюсарно-механічне і складальне відділення, відділення контрольно-вимірювальних пристроїв
<b>Слабко-струмовий</b>	Телефонний, телеграфний і радіозв'язок, комп'ютерні, інформаційні системи управління і контролю. Експлуатація акумуляторних пристроїв	АТС, комутатори, мережі інформаційних та інших систем. Зарядні станції, акумуляторне господарство

*Значення енергетичного господарства* підприємства обумовлене величезною роллю, яку відіграє енергія в сучасному виробництві. Від оптимальної організації енергетичного господарства багато в чому залежить ефективність роботи підприємства загалом.

На сучасних підприємствах використовують такі види енергії та енергоресурсів (рис. 5.1):

– природні енергоресурси (енергоносії): нафту, вугілля, газ тощо;

– похідні енергоресурси (енергоносії): пару, стиснене повітря, воду гарячу, електроенергію і т. ін.

Сучасні підприємства одночасно і виробляють, і споживають енергію.

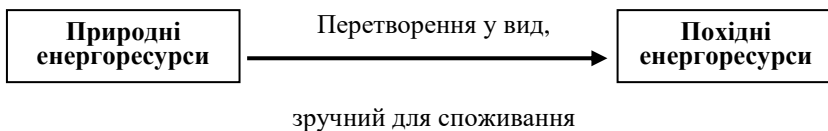


Рисунок 5.1 – Взаємозв’язок між природними і похідними енергоресурсами

Напрямки використання (споживання) енергії на підприємстві:

- як рушійна сила;
- у технологічних процесах;
- для освітлення, опалювання, вентиляції;
- для господарсько-побутових потреб.

Проблема вибору найбільш економічного енергоресурсу вирішується проведенням порівняльного аналізу питомих норм витрати технологічного палива та енергії, собівартості, капіталовкладень, умов праці.

Енергопостачання підприємства може бути централізованим і децентралізованим.

**Централізоване енергопостачання** пов’язане з отриманням різних видів енергії підприємством ззовні, з централізованих розподільних систем.

За **децентралізованого енергопостачання** енергія виробляється безпосередньо на самому підприємстві (звичайно, якщо це економічно виправдано).

Визначення потреби підприємства в енергії і енергоресурсах ґрунтується на складанні **енергетичних (паливних) балансів**, які входять до групи матеріальних балансів підприємства.

**Витратна частина енергетичного балансу** містить розраховану на підставі прогресивних норм витрати енергоресурсів і планових обсягів виробництва потребу

підприємства та його окремих підрозділів і установок в енергоресурсах.

**Прибуткова частина енергетичного балансу** визначає раціональні джерела покриття цієї потреби як зі сторони, так і за рахунок власних джерел.

**Класифікація енергетичних балансів:**

1 За призначенням: *перспективні, планові (поточні), звітні*.

2 За ступенем охоплення (за видами енергоресурсів): *зведені (на підприємству, в цехах і підрозділах); окремі (за окремими агрегатами, за видом технологічного процесу)*.

3 За характером цільового використання енергії: *силового призначення, технологічного призначення, виробничо-господарського призначення*.

**Перспективні баланси** – складають на 5 років і більше й використовують під час проєктування і реконструкції підприємства (виробництва або енергогосподарства). Складають на основі прогнозу енергоспоживання і можливостей покриття потреби в енергоресурсах.

**Планові (поточні) баланси** складають на один рік із розбиттям за кварталами. Ці баланси – основна форма планування енергоспоживання на підприємстві.

**Звітні баланси** – засіб контролю споживання енергоресурсів і виконання поточних планових балансів.

**Порядок формування енергетичних балансів:**

1 Формування витратної частини:

– розраховують потребу в усіх видах енергії та палива за всіма підрозділами підприємства і за цільовим призначенням;

– визначають оптимальні (допустимі) величини втрат енергії на підприємстві. На цій основі складають річні графіки навантаження підприємства за різними видами енергоресурсів.

## 2 Формування прибуткової частини:

- визначають обсяги ресурсів енергії власного виробництва і можливості отримання енергетичних ресурсів ззовні;

- проводять проектування режимів роботи власних енергетичних установок;

- визначають розміри покриття потреби за рахунок власного виробництва енергії, отримання енергії та енергоресурсів зі сторони, використання вторинних енергоресурсів;

- визначають кількість енергії для відпуску на сторону.

Визначення потреби підприємства в енергоресурсах базується на використанні питомих і збільшених норм витрати енергії та енергоносіїв (рис. 5.2).

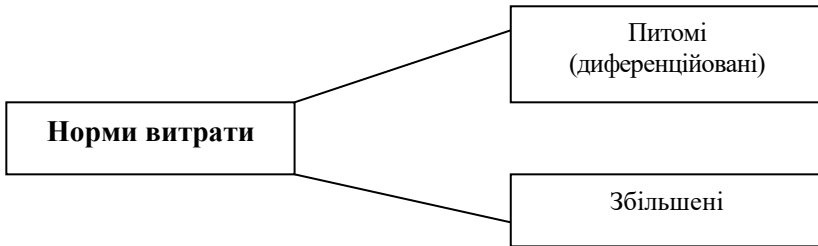


Рисунок 5.2 – Класифікація витрати енергії та енергоресурсів

**Питомі норми витрати** встановлюють гранично-допустиму планову витрату енергії, необхідну для виготовлення одиниці продукції або виконання одиниці роботи.

**Збільшені норми витрати** (зведені норми витрати) встановлюють витрату енергії на 1 т заготовок, 1 000 грн продукції, комплект деталей на виріб тощо.

**Техніко-економічні показники енергетичного господарства можна об'єднати в чотири групи:**

1 Питома витрата палива на виробництво енергії.

2 Питома витрата енергії та енергоносіїв на одиницю виробленої продукції.

3 Собівартість виробництва енергії (собівартість 1 кВт · год електроенергії, 1 Ккал теплової енергії, 1 000 м<sup>3</sup> стисненого повітря тощо).

4 Енергоозброєність.

**Основні напрямки вдосконалення енергетичного господарства:**

- вдосконалення конструкцій енергоустаткування;
- використання найбільш економічних енергоресурсів;
- скорочення втрат під час транспортування енергоресурсів;
- організація планування економії енергоресурсів.

### **Висновки**

1 Енергетичне господарство – сукупність загальнозаводських і цехових підрозділів підприємства, а також енергоустаткування, призначених для виробництва, перетворення і передавання різних видів енергії, необхідних для нормального функціонування підприємства.

2 Персонал енергетичних цехів поділяється на змінний персонал (який здійснює поточну експлуатацію устаткування) і ремонтно-монтажний.

3 Основне завдання енергетичного господарства – безперебійне постачання підприємства всіма необхідними

видами енергії за дотримання встановлених параметрів і з найменшими витратами.

4 Визначення потреби підприємства в енергії і енергоресурсах ґрунтується на складанні енергетичних (паливних) балансів. Енергобаланси складаються з витратної і прибуткової частин.

Витратна частина енергетичного балансу включає потребу підприємства і його окремих підрозділів та установок в енергоресурсах.

Прибуткова частина енергетичного балансу визначає раціональні джерела покриття цієї потреби як зі сторони, так і за рахунок власних джерел.

5 Визначення потреби підприємства в енергоресурсах базується на використанні питомих і збільшених норм витрати енергії та енергоносіїв.

Аналіз використання енергії базується на даних диференційованого первинного обліку.

6 Техніко-економічні показники енергетичного господарства об'єднуються в чотири групи: питома витрата палива на виробництво енергії, питома витрата енергії та енергоносіїв на одиницю виробленої продукції, собівартість виробництва енергії, енергоозброєність.

Основні напрямки вдосконалення енергетичного господарства: вдосконалення енергоукомплектування, використання найбільш економічних енергоресурсів, скорочення втрат під час транспортування енергоресурсів, організація планування економії енергоресурсів.

### **5.3 Особливості організації діяльності ремонтного господарства**

*Ремонтне господарство* – це сукупність загальнозаводських та цехових підрозділів, призначених

для підтримування устаткування підприємства в належному стані.

**Склад ремонтного господарства:**

а) загальнозаводські служби:

- відділ головного механіка;
- ремонтні цехи (ремонтно-механічний цех);
- змащувальне та емульсійне господарство;
- склади устаткування та запасних частин;

б) цехові служби:

- цехові ремонтні бюро (служби цехового механіка).

Функції, структура, кількісний склад різних підрозділів ремонтного господарства залежать від масштабів і складу ремонтних робіт, специфічних особливостей підприємства.

*Основне завдання ремонтного господарства* – підтримка устаткування в стані постійної експлуатаційної готовності шляхом організації догляду, обслуговування і ремонту з мінімальними витратами за максимального скорочення простоїв устаткування.

**Завдання ремонтної служби:**

- паспортизація та атестація устаткування;
- розроблення технологічних процесів ремонту та їх оснащення;
- планування та виконання робіт із техобслуговування і ремонту устаткування;
- модернізація устаткування;
- вдосконалення організації праці робітників ремонтного господарства.

**Значення ремонтного господарства пов'язане з тим, що:**

- стан устаткування впливає на продуктивність праці, собівартість і якість продукції;



– ремонт устаткування підвищує робочий ресурс устаткування і техніки (середній ресурс будівельно-дорожніх машин після капітального ремонту становить 60 % ресурсу нових машин; ресурс капітально-відремонтованих автомобілів і двигунів до них становить 30–40 % ресурсу нових виробів);

– несправність устаткування – причина порушення ритмічного ходу виробництва, травматизму, негативної дії на природне середовище;

– у зв'язку з великою зношеністю устаткування на більшості підприємств України проводять великі обсяги ремонтних робіт.

**Ремонт** (франц. remonte, від remonter – поправити, поповнити, знову зібрати) – це процес відновлення працездатності машин і устаткування.

**Технічне обслуговування** – процес підтримки працездатності машин і устаткування.

Сукупність цих процесів і складає систему обслуговування устаткування (рис. 5.3).

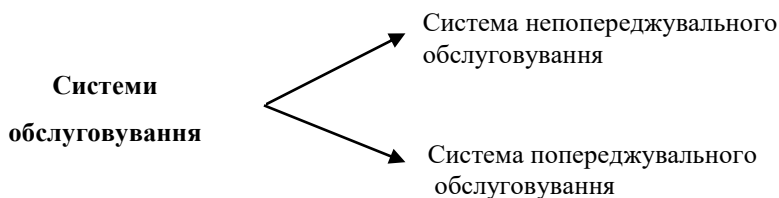


Рисунок 5.3 – Загальна система обслуговування устаткування

**Система непереджувального обслуговування** базується на черговому обслуговуванні, за якого втручання в хід виробничого процесу здійснюється в міру

виникнення відхилень від його заданих характеристик або від нормальних умов його проходження.

**Система попереджувального обслуговування** виконується з метою запобігання виникнення можливих відхилень.

Найбільш поширеним різновидом попереджувальної системи обслуговування є система планово-попереджувального ремонту устаткування (ППР).

**Системою ППР устаткування** називають сукупність запланованих організаційних і технічних заходів щодо догляду, нагляду за устаткуванням, його обслуговування і ремонту.

Суть системи ППР полягає в тому, що профілактичні огляди і різні види планових ремонтів (поточний, середній, капітальний) проводять за наперед складеним графіком після відпрацювання кожною машиною певної кількості годин.

Система ППР поєднує технічне обслуговування, поточний, середній, капітальний ремонт устаткування.

**Технічне обслуговування (ТО)** – комплекс операцій із підтримки працездатності устаткування (проводять під час використання, зберігання, транспортування устаткування). ТО полягає в усуненні дрібних несправностей, оглядах стану вузлів, деталей, зміні масел, регулюванні окремих механізмів.

**Поточний ремонт (ПР)** – вид ремонту, за якого проводять заміну й відновлення зношених деталей і вузлів устаткування і регулювання механізмів. ПР проводять лише під час експлуатації устаткування.

**Середній ремонт (СР)** – часткове розбирання устаткування, капітальний ремонт окремих вузлів і механізмів, заміна зношених деталей, збирання, регулювання і випробування устаткування під

навантаженням (у машинобудуванні від середніх ремонтів відмовилися).

**Капітальний ремонт (КР)** передбачає повне розбирання устаткування, ремонт і заміну зношених деталей і вузлів, включаючи базову деталь (станина, рама), збирання, регулювання і випробування устаткування під навантаженням.

Систему ППР широко застосовують у промисловості і вона базується на точно встановлених нормативах. Нормативи диференціюються за групами устаткування. **Найважливіші нормативи ППР:** тривалість ремонтних циклів і їх структура; тривалість міжремонтних і міжоглядових періодів; категорії складності ремонту; трудомісткість і матеріаломісткість ремонтних робіт; запас деталей, вузлів і агрегатів тощо.

**Ремонтний цикл ( $T_{p.ц}$ )** – проміжок часу роботи устаткування між моментом введення його в експлуатацію і його першим капітальним ремонтом або між двома послідовно виконаними капітальними ремонтами або між останнім капітальним ремонтом і моментом виведення устаткування з експлуатації.

Ремонтний цикл вимірюється лише часом роботи устаткування (час простою в ремонті до циклу не входить).

**Міжремонтний період ( $t_{mp}$ )** – проміжок часу роботи устаткування між двома найближчими плановими ремонтами.

**Міжоглядовий період ( $t_{mo}$ )** – проміжок часу роботи устаткування між найближчими плановими оглядом і ремонтом.

**Структура ремонтного циклу** встановлює перелік технічних обслуговувань та ремонтів, розташованих у послідовності їх виконання (рис. 5.4).

**КР – ТО – ТО – ПР – ТО – ТО – КР**

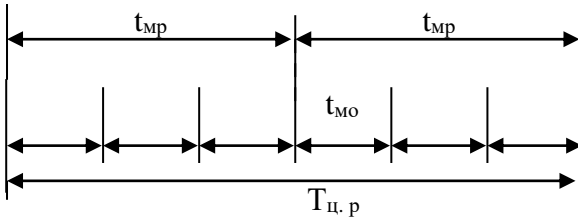


Рисунок 5.4 – Структура ремонтного циклу

Тривалість міжремонтного та міжоглядового періодів розраховують за формулами

$$t_{м.р} = \frac{T_{ц.р}}{d_p + 1}, \quad (5.1)$$

$$t_{м.о} = \frac{T_{ц.р}}{d_p + d_{м.о} + 1}, \quad (5.2)$$

де  $t_{м.р}$ ,  $t_{м.о}$  – тривалість міжремонтного та міжоглядового періодів, год;  $d_p$ ,  $d_{м.о}$  – кількість ремонтів (середніх та поточних) та технічних обслуговувань у ремонтному циклі.

Для перерахунку тривалості ремонтного циклу, міжремонтного і міжоглядового періодів із годин у місяці використовують такі співвідношення:

$$T_{ц.р.міс} = \frac{T_{ц.р}}{\Phi_{д.міс}}, \quad (5.3)$$

$$t_{m.p.міс} = \frac{t_{m.p.}}{\Phi_{\partial.міс}}, \quad (5.4)$$

$$t_{m.o.міс} = \frac{t_{m.o.}}{\Phi_{\partial.міс}}, \quad (5.5)$$

де  $\Phi_{\partial.міс}$  – дійсний місячний фонд часу роботи одиниці устаткування, год.

**Підготовка ППР передбачає:**

- забезпечення відповідних ремонтних робіт технічною документацією;
- розроблення технологічних процесів ремонту та виконання необхідних конструкторських робіт;
- матеріальне забезпечення ремонту.



Основна технічна документація (зазвичай готують заводи-виробники устаткування), необхідна для підготовки ремонтних робіт: паспорти на устаткування, інструкції з ремонту та експлуатації устаткування й альбоми креслень змінних деталей, вузлів і механізмів. **Технологічна підготовка ремонту** – це розроблення технології ремонту устаткування, розроблення за необхідності технології виготовлення змінних деталей, інших деталей або вузлів, проектування технологічного оснащення.

**Конструкторська підготовка ремонту** – це процес конструювання відповідного оснащення ремонтних процесів, конструкторської роботи щодо модернізації, виготовлення креслень деталей чи вузлів.

Під час виконання ремонтних робіт використовують запасні деталі.

**Запасні деталі** – це змінні деталі, які економічно доцільно зберігати в запасі.

**До основних форм організації ремонту належать:**

– **централізована** – всі види ремонту, а іноді й технічне обслуговування проводить ремонтно-механічний цех (РМЦ);

– **децентралізована** – всі види ремонтних робіт виконують силами цехових ремонтних баз (ЦРБ);

– **змішана** – найбільш трудомісткі роботи (капітальний ремонт, модернізація устаткування тощо) проводить РМЦ (іноді й інші організації), а менш трудомісткі виконуються силами ЦРБ.

Зі збільшенням частки складного, прецизійного й автоматичного устаткування на підприємствах відбувається перехід від децентралізованої форми організації ремонту до змішаної форми.

**До прогресивних методів проведення ремонту відносять:**

– **вузловий** – під час ремонту окремі вузли агрегата замінюють запасними (оборотними);

– *послідовно-вузловий* – вузли агрегата ремонтуються не одночасно, а послідовно, під час перерв у роботі (у неробочий час).

**Система техніко-економічних показників ремонтного господарства:**

– прості устаткування в ремонті (година, доба, або година, доба на 1 рем. од.);

– витрати на ремонт (грн, або грн на 1 рем. од.);

– витрати на обслуговування (грн, або грн на 1 рем. од.);

– показники, що характеризують виконання плану за обсягом ремонтних робіт, термінів введення і виведення устаткування і т. ін.

**Основні напрямки вдосконалення ремонтного господарства:**

– організація централізованого ремонту устаткування і вузлів на спеціалізованих підприємствах (цехах);

– організація централізованого виробництва змінних деталей;

– централізація ремонту однотипного устаткування в РМЦ;

– удосконалення нормативної бази ППР;

– удосконалення системи планування ремонтних робіт;

– застосування прогресивних технологій ремонту;

– окремий облік витрат на ремонтні роботи тощо.

*Система регламентованого обслуговування – це сучасна форма системи ППР.*



## **Висновки**

1 Ремонтне господарство – сукупність загальнозаводських і цехових підрозділів, призначених для підтримки устаткування підприємства в справному стані.

Функції, структура, кількісний склад різних підрозділів ремонтного господарства змінюються залежно від масштабів і складу ремонтних робіт, специфічних особливостей підприємства.

2 Основне завдання ремонтного господарства – підтримка устаткування в стані постійної експлуатаційної готовності шляхом організації догляду, обслуговування і ремонту за мінімальних витрат на ремонтні роботи за максимального скорочення простоїв устаткування.

3 Системою ППР устаткування називають сукупність запланованих організаційних і технічних заходів щодо догляду, нагляду за устаткуванням, його обслуговування і ремонту.

Система ППР базується на точно встановлених нормативах. Нормативи диференціюються за групами устаткування. Найважливіші нормативи ППР: тривалість ремонтних циклів та їх структура; тривалість міжремонтних і міжоглядових періодів; категорії складності ремонту; трудомісткість і матеріаломісткість ремонтних робіт; запас деталей, вузлів і агрегатів.

4 Планування ремонтних робіт починається з розроблення плану-графіка ППР устаткування на один рік загалом на підприємстві (в цеху). У плані-графіку встановлюються терміни проведення ремонтів і оглядів кожного агрегата, трудомісткість робіт, тривалість простоїв.

5 Підготовка ремонтних робіт передбачає: забезпечення технічною документацією, розроблення технологічних процесів і виконання конструкторських робіт, матеріальне забезпечення ремонту.

6 До основних форм організації ремонту належать централізована, децентралізована і змішана. Зі збільшенням частки складного, прецизійного і автоматичного устаткування на підприємствах відбувається перехід від децентралізованої форми організації ремонту до змішаної.

До прогресивних методів проведення ремонту відносять вузловий і послідовно-вузловий. Ці методи дозволяють зменшити до мінімуму простої устаткування.

7 Система техніко-економічних показників ремонтного господарства охоплює: простої устаткування в ремонті; витрати на ремонт; витрати на обслуговування; показники, що характеризують виконання плану за обсягом ремонтних робіт, термінів введення і виведення устаткування тощо.

8 Основні напрямки вдосконалення ремонтного господарства: організація централізованого ремонту устаткування і вузлів на спеціалізованих підприємствах (цехах); організація централізованого виробництва змінних деталей; централізація ремонту однотипного устаткування в ремонтно-механічних цехах; удосконалення нормативної бази ППР; удосконалення системи планування ремонтних робіт; застосування прогресивних технологій ремонту; окремий облік витрат на ремонтні роботи.

#### **5.4 Організація транспортного господарства підприємства**

*Транспортне господарство* – це сукупність загальнозаводських та цехових підрозділів, призначених для переміщення людей та вантажів між цехами, дільницями, робочими місцями та операціями технологічного процесу або поза територією підприємства.

**Склад транспортного господарства:**

а) загальнозаводські служби:

- транспортний відділ;
- транспортний цех (-и) (залізничний цех, автогараж, цех безрейкового транспорту тощо);

- ремонтний цех (-и);

б) цехові служби – цехові транспортні системи.

Склад транспортного господарства визначають особливостями продукції, яку випускають, типом та масштабом виробництва, виробничою структурою підприємства, рівнем кооперації з транспортними організаціями.

#### **Функції транспортного відділу:**

- планування перевезень та навантажувально-розвантажувальних робіт;
- керівництво безпосередньою експлуатацією транспорту;
- організація та планування ремонту транспорту і шляхів сполучення;
- облік і аналіз результатів загальної роботи транспортного господарства.

***Основне завдання транспортного господарства*** – це безперерйне переміщення людей і вантажів у визначені терміни та за маршрутами, обумовлених відповідними вимогами виробничого процесу за мінімальних витрат на навантажувально-розвантажувальні і транспортні операції.

Раціональна організація внутрішньозаводського транспорту впливає на скорочення виробничого циклу, прискорення оборотності обігових коштів, підвищення продуктивності праці та зниження собівартості продукції.

**Класифікація транспортних засобів:**

- за призначенням перевезень (за сферою обслуговування) розрізняють транспорт: зовнішній, міжцеховий, внутрішньоцеховий, міжопераційний);
- за способом дії (за режимом роботи) розрізняють транспорт: переривчастої (циклічної, періодичної) дії –

автомашини, самохідні візки, електрокари тощо; безперервної дії – конвеєрні системи;

– за напрямом переміщення вантажів виділяють транспорт: горизонтальної дії – транспортери; вертикальної дії – ліфти; горизонтально-вертикальної (змішаної) дії – крани; похилої дії – канатні дороги;

– за видами розрізняють транспорт: залізничний, автомобільний, авіаційний, трубопровідний, водний, безрейковий, підйомно-транспортні засоби, підвісні дороги, конвеєрні пристрої тощо;

– за рівнем механізації та автоматизації транспортні засоби поділяють на автоматичні, механізовані, ручні.

Основними показниками, що характеризують роботу транспортного господарства є вантажопотік та вантажообіг.

**Вантажопотік** – це кількість вантажів, що переміщуються за заданим напрямом або через певний пункт за одиницю часу.

**Вантажообіг (вантажобмін)** – це сума всіх вантажопотоків, що здійснюються внутрішньозаводським транспортом.

Вантажообіг – база для визначення обсягу робіт із перевезення вантажів, які виконують транспортними засобами. Для визначення загального вантажообігу підприємства й окремих вантажних потоків формується так звана «шахова відомість» (табл. 5.3). За даними шахової відомості розробляють **діаграму (схему) вантажопотоків**, тобто графічне зображення в масштабі даних шахової відомості на схемі генерального плану підприємства (рис. 5.5).

**Розраховують транспортні засоби на підприємстві двома етапами:**

Етап I – Вибір виду і типу транспортних засобів та засобів механізації навантажувально-розвантажувальних

робіт, які можуть бути використані в даному конкретному випадку (критерій – мінімум транспортних витрат).

Етап II – Проведення розрахунків.

Інформація, необхідна для вибору транспортних засобів, містить:

а) характеристику вантажів, які перевозять, зважаючи на їх класифікацію (*що перевозимо?*);

б) відомості про маршрути (*куди перевозимо?*): відстань між пунктами транспортування, особливості трас (ширина, покриття, кут нахилу тощо);

в) дані про обсяги перевезень і режим перевезень (*скільки і в який термін перевозимо?*): вантажообіг, режим споживання вантажів, місця доставлення вантажів;

г) дані, що характеризують транспортні й навантажувально-розвантажувальні пристрої (*на чому перевозимо?*): експлуатаційні характеристики транспортних засобів і дані про витрати на їх придбання та експлуатацію.

Таблиця 5.3 – Шахова відомість місячного вантажообігу підприємства, т/міс.

Цехи (склади) – відправники вантажів	Цехи-одержувачі вантажів			Склади-одержувачі вантажів		Разом
	заготівельний	механічний	складальний	склад матеріалів	склад готових виробів	
Заготівельний	х	250	20	–	–	270
Механічний	–	х	300	–	40	340
Складальний	–	–	х	–	300	300
Склад матеріалів	300	150	50	х	1	501
Склад готових виробів	–	–	–	–	х	–
Разом	300	400	370	–	341	1 411

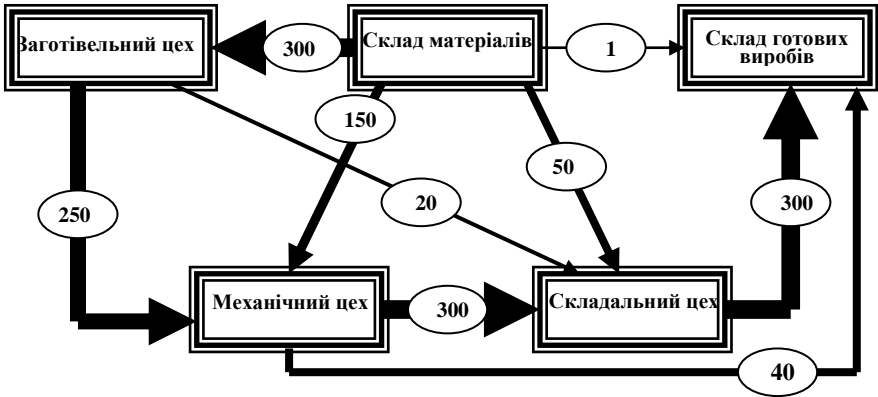


Рисунок 5.5 – Схема вантажопотоків підприємства

Організація роботи внутрішньозаводського транспорту визначає:

- здійснення підготовчих робіт;
- вибір системи організації перевезень;
- управління ходом роботи транспортних засобів та виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт.

Розрізняють такі системи організації перевезень:

- відповідно до стандартних розкладів;
- за замовленнями.

Підготовчі роботи за стандартними розкладами складаються з:

- вибору раціональних видів маршрутних перевезень (рис. 5.6);
- розроблення графіка руху транспортних засобів;
- визначення відповідного порядку проведення навантажувально-розвантажувальних робіт;
- технічного оснащення місць навантаження і розвантаження.

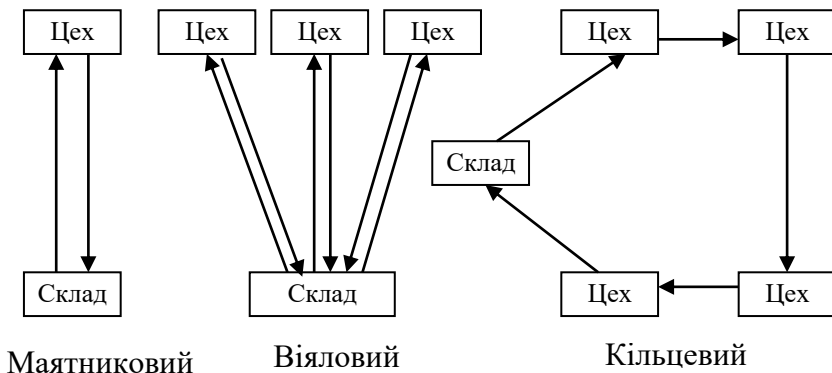


Рисунок 5.6 – Види маршрутних перевезень

До основних техніко-економічних показників транспортного господарства відносять:

а) **показники роботи транспортного господарства:** обсяг перевезень, продуктивність праці, собівартість 1 т/км, собівартість 1 машино-години роботи транспортного засобу, річні витрати на 1 т вантажообігу, питома вага транспортно-складських витрат у собівартості продукції;

б) **показники стану транспортного господарства:** обсяг перевезених вантажів на 1 гривню випуску товарної продукції, обсяг перевезених вантажів на 1 транспортного працівника, співвідношення між кількістю транспортних і виробничих працівників, питома вага вартості транспортних засобів і засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт у загальній вартості устаткування тощо;

в) **показники ефективності використання транспортних засобів:** коефіцієнт використання часу роботи транспортного засобу; коефіцієнт використання пробігу (відношення довжини пробігу транспортного засобу з вантажем до загальної довжини пробігу);

коефіцієнт використання вантажопідйомності, середня швидкість руху транспортних засобів тощо.

Основні напрямки вдосконалення транспортного господарства:

- впровадження нового і вдосконалення старого устаткування;
- впровадження єдиних транспортних систем;
- вдосконалення планування (оптимальне планування);
- використання стандартної збірно-розбірної тари;
- вдосконалення техобслуговування устаткування;
- вдосконалення управління транспортним господарством.

### **Висновки**

1 Транспортне господарство – сукупність загальнозаводських і цехових підрозділів, призначених для переміщення людей і вантажів поза територією підприємства, між цехами, дільницями, робочими місцями та операціями технологічного процесу.

2 Склад транспортного господарства залежить від особливостей продукції, що випускається, типу і масштабу виробництва, виробничої структури підприємства, рівня кооперації з транспортними організаціями.

3 Основне завдання транспортного господарства – безперерйне переміщення людей і вантажів у терміни і за маршрутами, обумовленими вимогами виробничого процесу за найменших витрат на навантажувально-розвантажувальні й транспортні операції.

4 Класифікацію транспортних засобів проводять відповідно до таких ознак: за призначенням перевезень (за сферою обслуговування), за способом дії (за режимом роботи), за напрямом переміщення вантажів, за видами транспортних засобів, за рівнем механізації та автоматизації транспортних процесів.



5 До основних показників, що характеризують роботу транспортного господарства, відносять вантажопотік і вантажообіг. Вантажообіг – база для визначення обсягу робіт, які виконують транспортними засобами.

6 Вибір і розрахунок транспортних засобів на підприємстві проводять двома етапами: етап I – вибір виду і типу транспортних засобів і засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт; етап II – проведення розрахунків.

7 До основних техніко-економічних показників транспортного господарства відносять: показники роботи транспортного господарства, показники стану транспортного господарства, показники ефективності використання транспортних засобів.

## **5.5 Особливості організації складського господарства**

*Складське господарство* – це сукупність загальнозаводських та цехових підрозділів, призначених для приймання, розміщення, зберігання та відпуску продукції, предметів й засобів праці.

### **Загальні функції складського господарства:**

- приймання та зберігання предметів й засобів виробництва;
- підготовка до включення їх у виробництво;
- видання на виробництво в установленому порядку;
- приймання, зберігання та підготовка готової продукції до запланованої відправки споживачеві;
- організація обліку руху запасів та їх регулювання.

*Основне завдання складського господарства* полягає в організації нормального постачання виробництва матеріальними ресурсами, нормальної відправки готової продукції споживачам за мінімальних витрат на функціонування складського господарства.

**Значення складського господарства** визначається тим, що недоліки в його організації прямо впливають на проходження виробничих процесів (зокрема, порушується нормальне постачання виробництва матеріальними ресурсами). Раціональна організація складського господарства – одна з передумов економії витрат і підвищення ефективності виробництва загалом.

**Загальна організація складського господарства передбачає:**

- визначення номенклатури та типу складів;
- раціональне розміщення складів на території підприємства, а також розрахунок і проектування, будівництво та облаштування складських приміщень;
- встановлення порядку їх роботи.

**Склади (складські приміщення)** – це загальна сукупність будівель та споруд, що використовуються для приймання, розміщення чи зберігання або відпуску продукції, предметів та засобів праці.

**Об'єкти складського господарства** – це: приміщення, резервуари, майданчики або інші споруди спеціалізованого та універсального типів, оснащені піднімально-транспортним та дозувальним устаткуванням, контрольно-вимірювальними пристроями, певною технікою або апаратурою для захисту від кліматичних дій чи пожеж, а також для захисту довкілля, засобами для укладання вантажів, які зберігаються, чи устаткуванням для їх подальшої підготовки до переміщення чи споживання.

**Класифікація складів відбувається за такими критеріями:**

- *їх ролі в процесі виробництва і підлеглості:*
  - а) постачальницькі;
  - б) виробничі;
  - в) збутові;

– *особливостей зберігання та номенклатури того, яка зберігається:*

- а) універсальні;
- б) спеціалізовані;

– *сфери обслуговування:*

- а) загальнозаводські;
- б) прицехові;
- в) цехові;

– *конструктивних особливостей складів:*

- а) напівзакриті склади;
- б) закриті склади;
- в) відкриті майданчики.

Для ефективної організації складських чи транспортних робіт на підприємстві важливе значення має оптимальна організація відповідних процесів пакування вантажів.

**Упаковка** – це засіб або комплекс засобів, які забезпечують захист продукції (вантажів) від пошкодження чи втрат під час транспортування, складування, перевалювання, укладання, зберігання або інших операціях.

**Тара** – елемент і різновид упаковки, що є виробом для розміщення в ньому та оберігання продукції (вантажів) від пошкодження чи псування під час транспортування, навантажувально-розвантажувальних робіт, складування й зберігання (ящики, бочки, контейнери тощо).

**Класифікація тари:**

– *за матеріалом виготовлення* – дерев’яна, металева, скляна, комбінована;

– *за розмірами тари* – великогабаритна, малогабаритна;

– *за міцністю* – жорстка, м’яка, напівжорстка;

– *за життєвим циклом* – разова, поворотна, оборотна (багатооборотна);

- за можливістю доступу – закрита і відкрита;
- за конструкцією – нерозбірна, розбірна, складана, розбірно-складана;
- за специфічними властивостями – герметична і негерметична.

#### **Етапи організації тарного господарства:**

- придбання, проектування чи виготовлення тари;
- зберігання та облік руху тари;
- видавання на виробництво та організація ремонту тари.

#### **Напрямки вдосконалення роботи тарного господарства:**

- розроблення найбільш ефективних та економічних типових конструкцій тари;
- організація централізованого виробництва та раціональної експлуатації тари, яку використовують на підприємстві.

#### **Напрямки вдосконалення роботи складського господарства:**

- комплексна механізація та автоматизація складських робіт;
- оптимальне використання складських площ;
- організація раціонального матеріально-технічного забезпечення підприємства;
- впровадження систем «точно – вчасно», що забезпечить скорочення обсягів складських запасів.

### **Висновки**

1 Складське господарство – сукупність загальнозаводських і цехових підрозділів, призначених для приймання, розміщення, зберігання і відпускання продукції, предметів та засобів праці.

2 Основне завдання складського господарства полягає в організації нормального забезпечення

виробництва матеріальними ресурсами, нормального відправлення готової продукції споживачам за мінімальних витрат на функціонування складського господарства.

3 Рациональна організація складського господарства – це основна передумова економії витрат та підвищення ефективності виробництва.

4 Організація тарного господарства підприємства передбачає такі етапи: придбання, проектування і виготовлення тари; зберігання та облік руху тари; видавання тари на виробництво й організація ремонту тари.

5 Основні напрямки вдосконалення складського господарства: комплексна механізація та автоматизація складських робіт; поліпшення використання складських площ; організація оптимального матеріально-технічного забезпечення підприємства; впровадження систем матеріально-технічного забезпечення підприємства типу «точно – вчасно», що скорочують обсяги складських запасів.

## **ТЕСТИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ**

***1 Про який інструмент йдеться в нижченаведених визначеннях:***

а) інструмент широкого застосування, який виготовляють на спеціальних підприємствах;

б) інструмент, який використовують для виконання певної операції або для виготовлення конкретних деталей?

***2 Як називають сукупність різального, вимірювального і складального інструменту, різних пристосувань, штампів, прес-форм, моделей, які використовують у виробничому процесі:***

а) виробничий інвентар;

б) технологічне оснащення;

в) засоби малої механізації?

**3 З нижченаведеного списку виберіть цехові й загальнозаводські служби інструментального господарства:**

- а) інструментальні цехи;
- б) майстерні з поточного ремонту оснащення;
- в) майстерні з відновлення оснащення;
- г) інструментальний відділ;
- г) інструментально-роздаткові комори;
- д) центральний склад інструментального господарства.

**4 Для яких типів виробництва характерний такий порядок видавання інструменту (оснащення):**

- а) комплектне видавання оснащення для постійного користування з подальшою його заміною в міру зношення;
- б) інструмент довготривалого користування видають з дозволу майстра і записують до інструментальної книжки, а інструмент короткочасного користування видають за марковою системою?

**5 Як називають основний плановий документ енергетичного господарства:**

- а) паливний баланс;
- б) енергетичний баланс;
- в) план покриття потреби в енергії;
- г) матеріальний баланс?

**6 Як називають сукупність запланованих організаційних і технічних заходів щодо догляду, нагляду за устаткуванням, його обслуговування і ремонту:**

- а) система планово-попереджувального ремонту;
- б) капітальний ремонт;
- в) технічне обслуговування;
- г) система непереджувального обслуговування?

**7 Характеристики яких форм організації ремонтних робіт наведені нижче:**

а) усі види ремонтних робіт виконують цехові ремонтні бази;

б) найбільш трудомісткі роботи проводять у ремонтно-механічному цеху, а технічне обслуговування і поточні ремонти – цехові ремонтні бази;

в) усі види ремонту, а іноді й технічне обслуговування проводить ремонтно-механічний цех;

г) капітальний ремонт проводить підприємство – виробник?

### ***8 Міжоглядовий період – це:***

а) проміжок часу роботи устаткування між моментом введення устаткування в експлуатацію і найближчим капітальним ремонтом або між двома послідовно виконуваними капітальними ремонтами;

б) проміжок часу роботи устаткування між оглядом і ремонтом або між двома послідовно виконуваними оглядами;

в) проміжок часу роботи устаткування між двома найближчими плановими ремонтами.

### ***9 Система планово-попереджувального ремонту устаткування – це:***

а) сукупність запланованих організаційних і технічних заходів щодо догляду, нагляду за устаткуванням, його обслуговування і ремонту;

б) комплекс операцій для підтримки працездатності устаткування (за використання, зберігання, транспортування).

### ***10 Які види ремонтних робіт характерні для поточного ремонту:***

1) огляд і усунення дрібних несправностей;

2) заміна і відновлення окремих деталей, вузлів;

3) заміна масел;

4) повне розбирання машини;

5) заміна зношених деталей і вузлів, ураховуючи базову деталь (корпус);

б) збирання, регулювання і випробування машини під навантаженням?

**11 Яка тривалість міжоглядового періоду, якщо тривалість ремонтного циклу становить 36 місяців, кількість середніх і поточних ремонтів у складі ремонтного циклу – 5, кількість оглядів – 6:**

- а) 3 місяці; б) 3,27 місяця; в) 6 місяців?

**12 Як називають загальну кількість вантажів, які переміщують на підприємстві за певний період часу:**

- а) вантажопотік; б) вантажообіг; в) транспортнопотік?

**13 Які елементи поєднує матеріально-технічна база транспорту:**

- а) транспортні засоби;  
б) шляхове і дорожнє господарство;  
в) технічні пристрої і споруди;  
г) усі відповіді правильні?

**14 Як називають основний плановий документ, призначений для визначення показника вантажообігу підприємства:**

- а) транспортна відомість;  
б) шахова відомість;  
в) шашкова відомість?

**15 З яких елементів складається час одного транспортного циклу:**

- а) часу руху з вантажем;  
б) часу руху без вантажу;  
в) часу на навантаження вантажу;  
г) часу на розвантаження вантажу;  
г) усі відповіді правильні?

**16 Яка годинна продуктивність навантажувача, якщо час одного транспортного циклу – 360 с, а його вантажопідйомність – 4 т:**

- а) 40 т/год; б) 42 т/год; в) 45 т/год?

**17 Постачальник відвантажив 30 т вантажу, вантажопідйомність вагона 60 т. У якій відповіді**



**правильно зазначений коефіцієнт використання вантажопідйомності вагона:**

- а) 0,45;      б) 0,62;      в) 0,50?

**18 Яку кількість транспортних циклів зробить автомобіль на маршруті, якщо відомо, що обсяг постачань становить 20 т, вантажопідйомність автомобіля – 5 т, а коефіцієнт використання вантажопідйомності – 0,8:**

- а) 5;      б) 4;      в) 6?

**19 Що таке склад:**

а) будівлі та споруди для приймання, зберігання і підготовки матеріальних цінностей до виробничого споживання і безперебійного постачання ними споживачів;

б) будівлі та споруди для складування і зберігання вантажів;

в) будівлі і споруди для безперебійного постачання матеріальних цінностей споживачам;

г) усі відповіді правильні?

**20 За якими ознаками класифікуються склади підприємств:**

а) за призначенням, видом і характером вантажів, що зберігаються;

б) за типом будівель, місцем розташування, масштабом дії;

в) за ступенем вогнестійкості;

г) усі відповіді правильні?

**21 З яких площ складається загальна площа складу:**

а) корисної площі;

б) приймально-відпускну площі;

в) службової і допоміжної площі;

г) площі колон, перегородок, сходових маршів;

г) правильні відповіді а, б, в;

д) правильні відповіді а, б, в, г?

**22 У якій відповіді правильно зазначена корисна площа складу? Величина максимально встановленого запасу зберігання становить 240 т, корисне навантаження на 1 кв. м площі – 0,6 т/кв. м:**

- а) 390 кв. м;      б) 410 кв. м;      в) 400 кв. м.

### **Приклади розв'язування задач**

#### **Розрахунок потреби підприємства в оснащенні, визначенні оборотного фонду оснастки**

##### **Основні теоретичні відомості та методичні вказівки**

Планування потреби в технологічному оснащенні передбачає такі етапи:

- 1) встановлення номенклатури оснащення, необхідного для виконання виробничої програми;
- 2) визначення витрати технологічного оснащення за виконання виробничої програми;
- 3) визначення запасів технологічного оснащення для забезпечення нормального постачання цехів і робочих місць;
- 4) розроблення плану покриття потреби в оснащенні.

Планування потреби в технологічному оснащенні починається з виявлення номенклатури оснащення. Ця робота виконується за допомогою оброблення відповідної технологічної документації і складання каталогу технологічного оснащення.

Витрата технологічного оснащення визначається на основі встановлених норм витрати. Нормування витрати оснащення здійснюється різними методами залежно від типу виробництва і його особливостей.

#### **Планування витрати різального та абразивного інструмента**

Річна витрата різального та абразивного інструмента визначається різними методами:

а) у масовому та багатосерійному виробництві норми витрати оснащення встановлюються за кожним типорозміром за допомогою точного методу – за *нормами витрати*. Норма витрати інструмента визначається за формулою

$$H_e = \frac{t_m \cdot N_n \cdot n}{T_z \cdot (1 - \eta)}, \quad (1)$$

де  $t_m$  – машинний час оброблення однієї деталі даним інструментом, хв;  $N_n$  – кількість оброблюваних деталей, стосовно якої визначається норма витрат (100, 1 000 і т. д. деталей);  $n$  – число інструментів даного виду, що одночасно використовуються на верстаті;  $T_z$  – термін служби інструмента до повного зношення, хв;  $\eta$  – коефіцієнт випадкової втрати інструмента (береться в межах 0,05–0,15).

Термін служби інструмента до повного зношення ( $T_z$ ) дорівнює

$$T_z = t_{cm} \left( \frac{Z}{L} + 1 \right), \quad (2)$$

де  $t_{cm}$  – час роботи інструмента між двома черговими переточуваннями під час його заточування (стійкість інструмента), хв;  $Z$  – товщина усієї різальної кромки інструмента, мм;  $L$  – величина різальної кромки, що сточується за одного заточування, мм.

Річна витрата інструмента

$$I_e = \frac{N_d}{N_n} \cdot H_e, \quad (3)$$

де  $N_d$  – річна програма деталей, оброблюваних даним інструментом, шт.;

б) в умовах одиничного і дрібносерійного типів виробництва, коли не можна заздалегідь установити найменування і кількість деталей і виробів, що підлягають обробленню даним інструментом, витрату інструменту

визначають за допомогою *наближеного методу* з використанням збільшених норм:

$$I_{\epsilon} = \frac{\Phi_{\text{Д}} \cdot 60 \cdot n \cdot t \cdot K_1 \cdot K_2}{T_3 \cdot (1 - \eta)}, \quad (4)$$

де  $t$  – кількість верстатів, на яких застосовується даний інструмент;  $\Phi_{\text{Д}}$  – річний дійсний фонд часу роботи одного верстата, год;  $K_1$  – коефіцієнт машинного часу, що відбиває частку машинного часу в загальному часі роботи верстата (його встановлюють за найбільш характерними деталями-представниками;  $K_2$  – коефіцієнт застосовуваності даного інструмента на верстаті, що визначається за картами типового оснащення інструментом верстатів.

Інколи використовують формулу, що є однією з варіантів попередньої формули:

$$I_{\epsilon} = \frac{t_{\text{Д}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{вук}} \cdot n}{T_3 \cdot (1 - \eta)}, \quad (5)$$

де  $t_{\text{Д}}$  – трудомісткість обсягу верстатних робіт на програму випуску, год;  $K_{\text{М}}$  – коефіцієнт машинного часу в загальному часі роботи верстата;  $K_{\text{вук}}$  – коефіцієнт використання даного типорозміру інструменту на верстаті.

### ***Планування витрати вимірювального інструмента***

Річна витрата вимірювального інструмента (мікрометрів, штангенциркулів тощо) визначається за формулою

$$I_{\epsilon} = \frac{n \cdot d \cdot k}{D \cdot (1 - \eta)}, \quad (6)$$

де  $n$  – кількість деталей, під час виготовлення яких використовується даний вимірювальний інструмент;  $d$  – середня кількість промірів на одну деталь;  $k$  – коефіцієнт

вибірковості контролю;  $D$  – кількість промірів до повного зношення інструмента.

Витрату вимірювального інструмента в цехових приймальників і контролерів Відділу технічного контролю (ВТК) за суцільного контролю беруть такою, що дорівнює 0,4–0,5 від витрати інструмента виробничими робітниками і 0,1 – за вибіркової перевірки.

### ***Планування витрати штампів***

Витрату штампів визначають за формулою

$$I_{\text{в}} = \frac{k_{\text{уд}} \cdot N}{k_{\text{шт}} \cdot T_{\text{знош}}}, \quad (7)$$

де  $k_{\text{уд}}$  – кількість ударів штампю, необхідних для виготовлення однієї чи  $k_{\text{шт}}$  деталей;  $N$  – річна програма деталей, що штампуються;  $k_{\text{шт}}$  – кількість деталей, що штампуються одночасно;  $T_{\text{знош}}$  – кількість ударів, що витримуються до повного зношення штампа:

$$T_{\text{знош}} = t_{\text{ст}} \cdot \beta_m \cdot (Z_m + 1), \quad (8)$$

де  $t_{\text{ст}}$  – стійкість матриці штампа між двома заточками, вимірювана кількістю зроблених ударів;  $\beta_m$  – коефіцієнт, що враховує стійкість матриці після кожного її заточування;  $Z_m$  – кількість заточок матриці до повного її зношення.

### ***Спрощений метод планування витрати інструмента***

В одиничному виробництві на практиці найчастіше використовують спрощений метод розрахунку планової величини витрати інструмента, що передбачає два етапи:

1) за даними бухгалтерського обліку визначають фактичну питому витрату інструмента на 1 000 грн валової продукції в базисному році ( $I'_{\text{в.б}}$ );

2) на основі вищерозрахованого питомого показника ( $I'_{\text{в.б}}$ ) і даних про запланований обсяг валової продукції (ВПП) визначають необхідну кількість інструмента ( $I_p$ ):

$$I_e = \frac{I'_{\text{в.б}} \cdot \text{ВПП}_n}{100}, \quad (9)$$

### **Розрахунок оборотного фонду інструмента**

Поряд із розрахунком річної витрати технологічного оснащення визначається величина запасу, необхідного для безперебійного живлення цехів і робочих місць, так званий оборотний фонд.

В умовах масового і багатосерійного виробництва запаси формуються на основі розрахункових формул. Оборотний фонд інструмента по підприємству загалом визначається за формулою

$$I_o = I_{p.m} + I_z + I_{i.p.k} + I_{ц.i.c}, \quad (10)$$

де  $I_{p.m}$  – запас інструменту, що перебуває безпосередньо на робочих місцях;  $I_z$  – запас інструменту, що перебуває в заточці;  $I_{i.p.k}$  – запас інструмента, що перебуває в інструментально-роздавальній коморі;  $I_{ц.i.c}$  – запас інструмента в центральному інструментальному складі.

Запас інструмента, що перебуває на робочих місцях, розраховують за формулою

$$I_{p.m} = \sum_{i=1}^q K_i \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot (1 + k_{\text{рез}}), \quad (11)$$

де  $q$  – кількість робочих місць, що одночасно використовують даний інструмент;  $K_i$  – кількість інструмента, одночасно застосовуваного на  $i$ -му робочому місці;  $T_1$  – періодичність подання інструмента з цехових інструментально-роздавальних комор (ІРК) на робочі місця, год (знаходиться в межах 3,5–4,0 год);  $T_2$  – час роботи інструмента між двома переточками з урахуванням перерв, год;  $k_{\text{рез}}$  – коефіцієнт резервного запасу

інструмента на робочих місцях, що враховує затримки в поданні інструмента з ІРК на робочі місця (коливається в межах 0,2–1,0).

$$T_2 = t_{cm} \frac{t_{um}}{t_m}, \quad (12)$$

де  $t_{cm}$  – стійкість інструмента, год;  $t_{um}$  – норма штучного часу, хв;  $t_m$  – норма машинного часу, хв.

Розраховують оборотний фонд (запас) інструменту, що перебуває в заточуванні або в поточному ремонті в заточувальних майстернях за формулою

$$I_3 = \sum_{i=1}^q K_i \frac{T_3}{T_1}, \quad (13)$$

де  $T_3$  – тривалість циклу заточування, що дорівнює проміжку часу від моменту заміни інструмента на робочому місці до надходження його в ІРК, год.

Оборотний фонд інструменту, що міститься в інструментально-роздавальних коморах, розраховують за формулою

$$I_{i.-p.k} = Z_{p(\kappa)} + Z_{n(\kappa)}, \quad (14)$$

де  $Z_{p(\kappa)}$  – резервний (страховий) запас на випадок підвищеної витрати або несвочасного надходження чергової партії інструмента з центрального інструментального складу (ЦІС) у ІРК (беруть розміром 0,1–0,2 від максимальної величини поточного запасу);  $Z_{n(\kappa)}$  – поточний запас інструмента (максимальний поточний запас дорівнює розміру партії постачання інструмента з ЦІС до ІРК; середній поточний запас дорівнює половині розміру партії постачання інструмента з ЦІС до ІРК).

Оборотний фонд інструменту, що міститься в центральному інструментальному складі, розраховують за формулою

$$I_{ц.і.с} = Z_{p(c)} + Z_{n(c)}, \quad (15)$$

де  $Z_{p(c)}$  – резервний (страховий) запас на випадок затримки виготовлення чи надходження зі сторони чергової партії або підвищеної витрати інструмента порівняно з нормою (беруть розміром 0,2–0,3 від максимальної величини поточного запасу, однак його величина не повинна бути більшою від тієї величини, за час якої можна виготовити чи одержати зі сторони партію інструмента);  $Z_{n(c)}$  – поточний запас інструмента (максимальний поточний запас дорівнює розміру партії постачання інструмента в ЦІС; середній поточний запас дорівнює половині розміру партії постачання інструмента в ЦІС).

В умовах одиничного і дрібносерійного виробництва для формування оборотного фонду використовують збільшені нормативи.

Нормування витрати і запасів технологічного оснащення є базою для визначення щорічної потреби в оснащенні і розробленні плану її покриття. Умовний приклад оформлення таких розрахунків наведений нижче (табл. 1).



Таблиця 1 – Приклад плану покриття потреби в технологічному оснащенні, шт.

Шифр оснащення	Найменування оснащення	Річна витрата на програму	Норма запасу		Загальна потреба за розрахунком	Очікувані залишки на початок року		Потреба з урахуванням очікуваної наявності на початок року	Джерела покриття потреби		
			ІРК	ЦС		ІРК	ЦС		відновлення	придбання зі сторони	власне виробництво
111622	Різці токарні відрізні відігнуті наварні	1 200	100	400	1 700	100	250	1 350	–	1 350	–

### Приклади розв'язування Приклад 1

На механічній дільниці масового виробництва під час оброблення трьох типорозмірів втулок (В-1; В-2; В-3) використовують різці токарні прохідні з пластинами твердого сплаву розміром 16×16 та свердла спіральні швидкорізальні діаметром 20 мм, довжиною 100 мм. Під час оброблення деталей одночасно використовують два свердла. Взяти термін служби інструмента до повного зношення ( $T_3$ ) таким: різці токарні – 18 год; свердла – 50 год. Коефіцієнт випадкової втрати інструмента  $\eta$  взяти таким, що дорівнює 0,1.

Програма випуску деталей на плановий період та час їх оброблення наведено в таблиці.

Деталь	Програма випуску, шт.	Машинний час, хв	
		токарна обробка	свердлування
Втулка-1	6 000	8	6
Втулка-2	8 000	6	6
Втулка-3	3 000	10	4

Визначити витрату інструменту на плановий період.

### Розв'язування

Визначаємо витрату інструмента за формулами (1), (3).

а) різці токарні прохідні:

$$I_e = \frac{N_{\text{д}} \cdot t_{\text{м}} \cdot n}{T_z \cdot 60 \cdot (1 - \eta)} = \frac{(6000 \cdot 8 + 8000 \cdot 6 + 3000 \cdot 10) \cdot 1}{18 \cdot 60 \cdot (1 - 0,1)} = 129,6 = 130 \text{ різців}$$

б) свердла:

$$I_e = \frac{N_{\text{д}} \cdot t_{\text{м}} \cdot n}{T_z \cdot 60 \cdot (1 - \eta)} = \frac{(6000 \cdot 6 + 8000 \cdot 6 + 3000 \cdot 4) \cdot 2}{50 \cdot 60 \cdot (1 - 0,1)} = 71,1 = 72 \text{ свердла}$$

### Приклад 2

Визначити витрату фрез на програму. Трудомісткість програми за фрезерними роботами – 275 тис. нормо-годин. Питома вага машинного часу в загальному часі роботи верстата – 70 %. Період стійкості фрези – 2 год. Кількість переточувань до повного зношення фрези – 20. Тип виробництва – дрібносерійний. Коефіцієнт випадкової втрати фрез взяти таким, що дорівнює 0,1.

### Розв'язування

Визначаємо витрату інструмента за формулами (2), (5).

$$T_z = t_{\text{cm}} \left( \frac{Z}{L} + 1 \right) = 2 \cdot (20 + 1) = 42 \text{ год}$$

$$I_6 = \frac{t_D \cdot K_M \cdot K_{\text{внк.}} \cdot n}{T_3 \cdot (1 - \eta)} = \frac{275000 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1}{42 \cdot (1 - 0,1)} = 5092,6 = 5093 \text{ фрези.}$$

### Приклад 3

Визначити витрату розверток діаметром 20 мм на річну програму випуску виробів. Річна програма випуску виробів становить 25 000 шт. Машинний час роботи розвертки до повного зношення – 540 хв. Коефіцієнт випадкової втрати розверток прийняти рівним 0,1.

Кількість деталей на виріб та норми машинного часу наведені в таблиці.

Деталь	Кількість деталей на виріб	Норма машинного часу на 1 деталь, хв
Деталь 1	3	2,4
Деталь 2	4	1,2
Деталь 3	2	2,2
Деталь 4	5	2,6
Деталь 5	3	2,1

### Розв'язування

Визначаємо витрату розверток за формулою (5).

$$I_6 = \frac{t_D \cdot K_M \cdot K_{\text{внк.}} \cdot n}{T_3 \cdot (1 - \eta)} = \frac{25000(3 \cdot 2,4 + 4 \cdot 1,2 + 2 \cdot 2,2 + 5 \cdot 2,6 + 3 \cdot 2,1) \cdot 1 \cdot 1}{540 \cdot (1 - 0,1)} = 1837 \text{ розверток}$$

### Приклад 4

Визначити потребу в вимірювальних інструментах на програму загалом та на кожну деталь окремо.

На дільниці обробляють три найменування деталей. Кількість деталей на програму становить: деталь А – 325 тис. шт.; деталь Б – 412 тис. шт.; деталь В – 185 тис. шт. Вибірковість контролю за деталями: А – 0,2; Б – 0,32; В – 0,35. Кількість вимірів, що витримує вимірювальний інструмент до повного зношення за деталями: А – 35 000; Б – 42 000; В – 36 000. Кількість вимірів на деталь: А – 4; Б – 3; В – 2.

### Розв'язування

Визначаємо витрату вимірювального інструменту за формулою (6).

а) деталь А:

$$I_e = \frac{n \cdot d \cdot k}{D \cdot (1 - \eta)} = \frac{325000 \cdot 4 \cdot 0,2}{35000 \cdot (1 - 0,1)} = 8,3 = 9 \text{ інструментів.}$$

б) деталь Б:

$$I_e = \frac{n \cdot d \cdot k}{D \cdot (1 - \eta)} = \frac{412000 \cdot 3 \cdot 0,32}{42000 \cdot (1 - 0,1)} = 10,5 = 11 \text{ інструментів.}$$

в) деталь В:

$$I_e = \frac{n \cdot d \cdot k}{D \cdot (1 - \eta)} = \frac{185000 \cdot 2 \cdot 0,35}{36000 \cdot (1 - 0,1)} = 3,9 = 4 \text{ інструмента.}$$

Загальна витрата вимірювального інструменту становитиме

$$I_e = 9 + 11 + 4 = 24 \text{ інструменти.}$$

### Приклад 5

Щоденна потреба в різцях на заводі – 100 штук. Страховий запас їх у центральному інструментальному складі (ЦІС) передбачений на 26 днів. Час від подання замовлення до постачання партії – 20 днів. Різці постачаються партіями по 5 тис. штук. Визначити максимальний запас, точку замовлення та побудувати графік руху запасів різців у ЦІС.

### Розв'язування

Проведемо розрахунок страхового запасу в ЦІС:

$$Z_{\text{стр}} = 100 \cdot 26 = 2600 \text{ штук.}$$

Максимальний запас різців у ЦІС виникає в момент чергового постачання партії різців і з урахуванням наявності постійної величини страхового запасу на складі становить  $5000 + 2600 = 7600$  шт.

Розрахуємо точку замовлення. Час від подання замовлення до постачання партії – 20 днів, тобто за цей час споживання різців таке:

$$100 \cdot 20 = 2000 \text{ штук.}$$

З урахуванням страхового запасу точка замовлення становитиме

$$Z_{T3} = 2600 + 2000 = 4600 \text{ штук.}$$

Будуємо графік руху запасів різців у ЦІС:

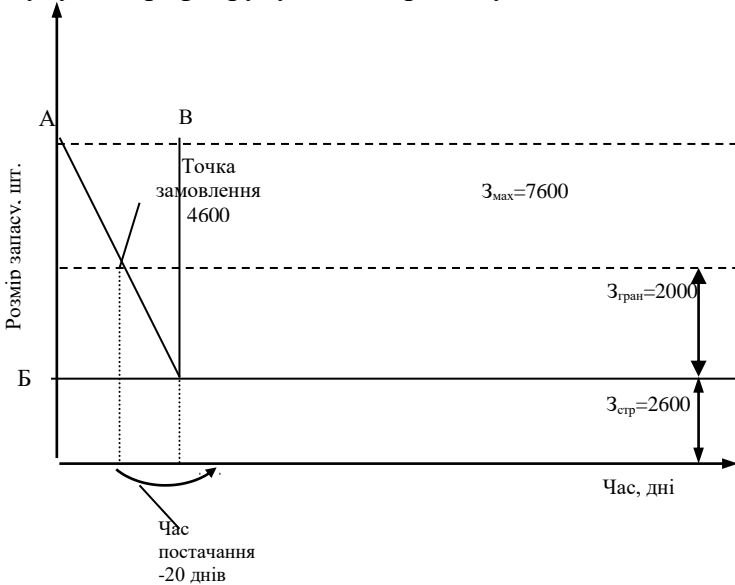


Рисунок 1 – Рух запасів різців у ЦІС

## Завдання для самостійного розв’язування

### Задача 1

На фрезерній дільниці механічного цеху масового виробництва обробляється вал. Річний обсяг випуску валів – 80 тис. штук; машинний час оброблення одного вала фрезою – 5 хв; стійкість фрези – 1,5 год; припустиме сточування різальної частини фрези – 8 мм; товщина шару, що знімається за одне переточування, – 1 мм. Випадкове

зменшення фрез – 10 %. Визначити річну потребу у фрезах.

### **Задача 2**

Використання змінних штампів рівномірне за місяцями і становить 1,5 тис. штук на рік. Плановий оборотний фонд штампів на наступний рік установлений кількістю 800 штук. Фактичний їх запас на 1 жовтня поточного року – 400 штук. Першого грудня буде отримана партія штампів кількістю 300 штук. Визначити потребу заводу в штампах на наступний рік.

## **Розрахунок потреби підприємства в енергетичних ресурсах. Формування енергетичних балансів**

### **Приклади розв'язування**

#### **Приклад 1**

Потужність встановленого устаткування в механічному цеху – 360,5 кВт; середній коефіцієнт корисної дії електромоторів – 0,9; середній коефіцієнт використання устаткування за потужністю – 0,72; середній коефіцієнт завантаження устаткування – 0,84; коефіцієнт, що враховує втрати в мережах (К.К.Д. електричних мереж), – 0,96. Режим роботи цеху – двозмінний, тривалість зміни – 8 годин. Кількість робочих днів у році – 256. Втрати часу на плановий ремонт – 4 %. Визначити річну потребу цеху в силовій енергії.

#### **Розв'язування**

Річна потреба в силовій (рушійній) електроенергії розраховують за формулою

$$E_{\text{світ.}} = \frac{W_e \cdot \Phi_o \cdot K_n \cdot K_u}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{360,5 \cdot \left( 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot \left( 1 - \frac{4}{100} \right) \right) \cdot 0,72 \cdot 0,84}{0,96 \cdot 0,9} = 992240 \text{кВт} \cdot \text{год.}$$

### Приклад 2

Визначити потребу в освітлювальній електроенергії інструментального цеху, якщо в ньому встановлено 12 люмінесцентних світильників, середня потужність кожного з них – 100 Вт. Час горіння світильників за 1 добу – 18 годин Коефіцієнт одночасного горіння світильників – 0,85. Кількість робочих днів у місяці – 24.

### Розв'язування

Потребу в освітлювальній електроенергії визначають за формулою

$$E_{\text{осв}} = \frac{18 \cdot 24 \cdot 0,85 \cdot 12 \cdot 100}{1000 \cdot 0,96} = 459 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{місяць.}$$

У зв'язку з тим, що в умові точно визначена кількість світильників та їх потужність, формулу було дещо скориговано. У чисельнику ми враховуємо тривалість роботи світильників за 1 місяць (18 · 24 · 0,85) та перемножуємо її на встановлену потужність світильників в інструментальному цеху (12 · 100).

### Приклад 3

Визначити витрату пари на опалювання приміщення заготівельного цеху. Об'єм приміщення – 3 500 м<sup>3</sup>. Тривалість опалювального сезону – 215 днів.

### Розв'язування

Витрате пари на опалення визначають за формулою

$$Q_{\text{пару}} = \frac{q_{\text{мені}} \cdot T_o \cdot V}{1000 \cdot i} = \frac{25 \cdot 215 \cdot 24 \cdot 3500}{1000 \cdot 540} = 836,1 \text{т.}$$

Тривалість опалювального сезону визначаємо так:  $215 \cdot 24$ , ураховуючи, що опалення цеху відбувається впродовж усієї доби (24 години).

#### Приклад 4

Визначите потребу дільниці в стисненому повітрі, якщо воно використовується в пневмопристроях на 15 верстатах. Середня годинна витрата стисненого повітря на 1 верстаті –  $1,7 \text{ м}^3$ . Коефіцієнт використання верстатів у часі – 0,9, а коефіцієнт використання пневмопристроїв – 0,5. Режим роботи устаткування тризмінний, тривалість зміни – 6 годин. Кількість робочих днів у році – 240. Втрати часу на плановий ремонт – 4 %.

#### Розв'язування

Потреба в стисненому повітрі визначається за формулою

$$Q_{\text{ст. пов}} = 1,2 \cdot Q_{\text{год}} \cdot n \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{вик}} = 1,2 \cdot 1,7 \cdot 15 \cdot (240 \cdot 3 \cdot 6 \cdot (1 - 0,04)) \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 57107 \text{ м}^3.$$

#### Приклад 5

Визначити витрату води для виготовлення охолоджувальної емульсії для металорізального інструменту за рік по механічному цеху. Воду використовують на 20 верстатах, середня годинна витрата води на 1 верстат становить 3 літри. Середній коефіцієнт завантаження верстатів – 0,7. Режим роботи цеху тризмінний, тривалість зміни – 6 годин. Кількість робочих днів у році – 250. Втрати часу на плановий ремонт – 6 %.

#### Розв'язування

Витрати води для виробничих потреб ( $\text{м}^3$ ) визначають за формулою



$$Q_{\text{охол}} = \frac{q \cdot n \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot K_z}{1000} = \frac{3 \cdot 20 \cdot 250 \cdot 3 \cdot 6 \cdot (1 - 0,06) \cdot 0,7}{1000} = 177,66 \text{ м}^3.$$

## Завдання для самостійного розв'язування

### Задача 1

Розрахувати потребу дільниці механічного цеху в енергоресурсах: електроенергії, воді, стисненому повітрі та парі. На дільниці розміщена потокова лінія з оброблення маточини насоса. Режим роботи дільниці двозмінний. Тривалість зміни – 8 годин, виконання виробничих норм – 105 %. Деталі для оброблення подаються рівномірно за місяцями.

Під час розрахунків умовно взяти кількість основних виробничих робітників такою, що дорівнює кількості робочих місць на потоковій лінії. Кількість допоміжних робітників взяти такою, що дорівнює 20 % від кількості основних виробничих робітників. Висоту будівлі цеху взяти такою, що дорівнює 8 м.

Вихідна інформація для розрахунків подана в таблицях 2–5.

Таблиця 2 – Характеристика деталі

Показник	Одиниця виміру	Значення показника
Найменування деталі	–	Маточина
Найменування машини	–	Насос
Кількість деталей на машину	од.	1
Відсоток запасних деталей	%	5
Річний випуск машин	од.	40 000
Маса деталі	кг	4,03

Таблиця 3 – Характеристика обладнання потокової лінії

Найменування обладнання	Модель обладнання	Потужність двигунів, кВт	Площа на одиницю обладнання, м <sup>3</sup>
Токарний напівавтомат	1284	22	9,3
Токарно-гвинторізний	1М63	12	7,2
Токарно-гвинторізний із ЧПУ	РТ725	12	7,4
Вертикально-фрезувальний	6М12П	7,5	3,96
Вертикально-свердильний	2Н150	7,5	1,1
Промивна машина	ПМ	1,5	2,0
Контрольний стіл	КС	–	2,0
Конвеєр	КЛ	20	6,6

Примітка. Металорізальний верстат оснащений 1 пневмозажимом із 2 пневмоциліндрами

Таблиця 4 – Значення коефіцієнта, що враховує додаткову площу на обладнання (проходи, проїзди тощо)

Площа на одиницю обладнання, м <sup>2</sup>	Значення коефіцієнта
До 2	4,0
2–4	3,5
4–6	3,0
6–10	2,5
10–20	2,0
Понад 20	1,5

Таблиця 5 – Технологічний процес механічного оброблення деталі

Номер операції	Найменування операції	Найменування верстата	Модель верстата	Норма штучного часу, хв
1	Токарна чорнова	Токарний напівавтомат	1284	2,11
2	Токарна напівчистова	Токарний напівавтомат	1284	2,28
3	Токарно-чистова	Токарно-гвинторізний	1М63	1,35
4	Токарно-чистова	Токарно-гвинторізний	PT725	1,56
5	Фрезерна	Вертикально-фрезерний	6М12П	3,12
6	Фрезерна	Вертикально-фрезерний	6М12П	2,87
7	Свердлувальна	Вертикально-свердлувальний	2Н150	2,11
8	Свердлувальна	Вертикально-свердлувальний	2Н150	1,87
9	Свердлувальна	Вертикально-свердлувальний	2Н150	1,72
10	Промивна	Промивна машина	ПМ	0,47
11	Контрольна	Контрольний стіл	КС	1 робітник

**Розрахунок параметрів системи  
планово-попереджувального ремонту.  
Розроблення плану ремонту обладнання**

**Приклади розв'язування**

**Приклад 1**

Необхідно побудувати річний графік ремонту компресора ЦК-135/8, визначити трудомісткість річного обсягу ремонтних робіт і фонду заробітної плати робітників, зайнятих ремонтом обладнання. Вихідні дані наведені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків

Марка обладнання	ЦК-135/8
Дата закінчення та вид останнього ремонту або технічного обслуговування (ТО)	ПР <sub>1</sub> 31.XII
Річний фонд роботи обладнання, год	5380
Середній розряд робіт	3,5
Доплати до фонду прямої зарплати, %	39
Кількість змін роботи	3

Таблиця 2 – Нормативи на технічне обслуговування (ТО), поточний ремонт (ПР) та капітальний ремонт (КР) компресора ЦК-135/8

Обладнання (тип, марка та коротка характеристика)	Тривалість міжоглядового, міжремонтного періодів, ремонтного циклу (чисельник) і тривалість простою (знаменник), год			Трудомісткість ТО і ремонту, люд.-год.		
	ТО	ПР	КР	ТО	ПР	КР
ЦК-135/8	1440/24	4320/168	34560/360	72	277	600

### Розв'язування

Побудова річного плану-графіка ремонту обладнання.

Побудова графіка здійснюють, беручи до уваги інформацію про те, що дата закінчення останнього ремонту припадає на 31 грудня попереднього року. За даними таблиці 2 визначають структуру ремонтного циклу.

КР<sub>1</sub>-ТО<sub>1</sub>-ТО<sub>2</sub>-ПР<sub>1</sub>-ТО<sub>3</sub>-ТО<sub>4</sub>-ПР<sub>2</sub>-ТО<sub>5</sub>-ТО<sub>6</sub>-ПР<sub>3</sub>-ТО<sub>7</sub>-ТО<sub>8</sub>-ПР<sub>4</sub>-ТО<sub>9</sub>-ТО<sub>10</sub>-ПР<sub>5</sub>-ТО<sub>11</sub>-ТО<sub>12</sub>-ПР<sub>6</sub>-ТО<sub>13</sub>-ТО<sub>14</sub>-ПР<sub>7</sub>-ТО<sub>15</sub>-ТО<sub>16</sub>-КР<sub>2</sub>

Ремонтний цикл – 24 міжоглядових періодів (34560 / 1440 = 24) та 8 міжремонтних періодів (34560 / 4320 = 8). У ремонтному циклі буде виконано 7 поточних ремонтів (ПР) та 16 технічних обслуговувань (ТО).

Для перерахунку тривалості ремонтного циклу, міжремонтного і міжоглядового періодів із годин у місяці використаємо формули:

$$T_{ц.р. \text{ міс}} = \frac{T_{ц.р.}}{\Phi_{д. \text{ міс}}} = \frac{34560}{5380/12} = 77,1 \approx 81 \text{ міс.}$$

$$t_{м.р. \text{ міс}} = \frac{t_{м.р.}}{\Phi_{д. \text{ міс}}} = \frac{4320}{5380/12} = 9,6 \approx 9 \text{ міс.}$$

$$t_{m.o. \text{міс}} = \frac{t_{m.o}}{\Phi_{\text{д.міс}}} = \frac{1440}{5380/12} = 3,2 \approx 3 \text{міс.}$$

Округлювання проводимо таким чином, щоб міжоглядовий період ціле число разів укладався в міжремонтний період, а міжремонтний період ціле число разів укладався в ремонтному циклі.

Час простою в ремонті переводимо у дні (враховуємо, що підприємство працює в 3 зміни, тобто добовий фонд часу ремонтників становить  $3 \cdot 8 = 24$  год): для технічного обслуговування –  $24 / 24 = 1$  день; для поточного ремонту –  $168 / 24 = 7$  днів; для капітального ремонту –  $360 / 24 = 15$  днів.

Таким чином, у плановому році відбудуться два технічних огляди – ТО<sub>3</sub> та ТО<sub>4</sub>; та один поточний ремонт – ПР<sub>2</sub>. Наступний вид ремонтних робіт згідно з графіком (рис. 2) це технічний огляд – ТО<sub>5</sub>, який почнеться з 12 січня наступного року.

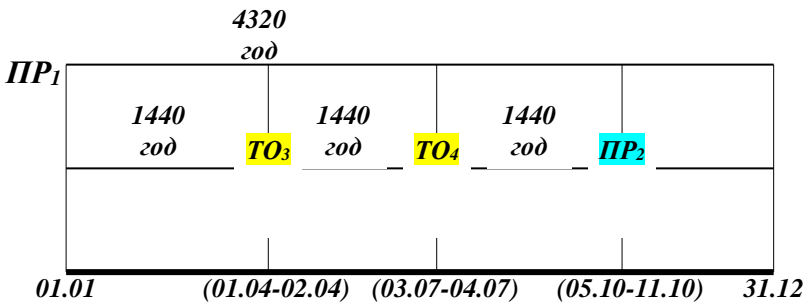


Рисунок 1 – Річний графік ремонту компресора ЦК-135/8

Складаємо план графік ремонту компресора ЦК-135/8.



Тарифні ставки:

$$2\text{-й розряд} - T_2 = 14,55 \cdot 1,09 = 15,86 \text{ грн/год};$$

$$3\text{-й розряд} - T_3 = 14,55 \cdot 1,20 = 17,46 \text{ грн/год};$$

$$4\text{-й розряд} - T_4 = 14,55 \cdot 1,35 = 19,64 \text{ грн/год};$$

$$5\text{-й розряд} - T_5 = 14,55 \cdot 1,55 = 22,55 \text{ грн/год};$$

$$6\text{-й розряд} - T_6 = 14,55 \cdot 1,80 = 26,19 \text{ грн/год}.$$

Для середнього розряду 3,5 тарифну ставку розраховують так:

$$T_{3,5} = T_3 + \frac{T_4 - T_3}{10} \cdot 5 = 17,46 + \frac{19,64 - 17,46}{10} \cdot 5 = 18,55 \text{ грн/год}.$$

$$Z_{осн} = 421 \cdot 18,55 = 7809,55 \text{ грн}.$$

Розрахунок додаткової заробітної плати:

$$Z_{дод} = Z_{осн} \cdot K_{дод},$$

де  $K_{дод}$  – доплата до фонду прямої заробітної плати, %.

$$Z_{дод} = 7809,55 \cdot \frac{39}{100} = 3045,73 \text{ грн}.$$

Фонд заробітної плати робітників, зайнятих ремонтом компресора:

$$Z = Z_{осн} + Z_{дод} = 7809,55 + 3045,73 = 10855,28 \text{ грн}.$$

## Приклад 2

У механічному цеху встановлено 200 металорізальних верстатів. Середня ремонтна складність одиниці обладнання – 10,2 рем. од. Норми часу для виконання ремонтних робіт наведені в таблиці 2. Верстати легкі та середні. Умови роботи обладнання – нормальні. Тип виробництва – серійний. Вид металу, що обробляється, – конструкційні сталі. Нормативний час роботи верстата впродовж ремонтного циклу  $A = 15\ 000$  год. Структура міжремонтного циклу обладнання має такий вигляд:  $K_1\text{-}ТО_1\text{-}ПР_1\text{-}ТО_2\text{-}ПР_2\text{-}ТО_3\text{-}ПР_3\text{-}ТО_4\text{-}ПР_4\text{-}ТО_5\text{-}ПР_5\text{-}ТО_6\text{-}КР_2$ .

Річний ефективний фонд часу роботи одного ремонтного робітника – 1 725 год. Річний дійсний фонд

часу роботи одного верстата – 1 500 год. Норми виконуються: верстатниками – на 105 %; слюсарями – на 100 %.

Щорічно капітальний ремонт проводять для 3 % обладнання, поточний ремонт – для 18 %, технічне обслуговування – для 100 % обладнання.

Визначте: а) тривалість ремонтного циклу, міжремонтного та міжоглядового періодів; 2) обсяг ремонтних робіт, кількість ремонтних робітників за видами робіт (верстатним, слюсарним, іншим); 3) кількість верстатів для виконання ремонтних робіт.

### Розв'язування

Розрахуємо тривалість ремонтного циклу, міжремонтного та міжоглядового періодів, використовуючи формули:

$$T_{ц.р} = A \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \dots \beta_i \quad (\text{год.}),$$

де  $\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \dots \beta_i$  – коефіцієнти, що враховують тип виробництва, вид оброблюваного матеріалу, умови експлуатації, клас точності устаткування, його вік, довговічність роботи, масу тощо (довідкові величини).

Згідно з Положенням про планово-попереджувальний ремонт технологічного та підйимально-транспортного устаткування машинобудівних підприємств значення коефіцієнтів  $\beta$  становить:

$\beta_1$  – коефіцієнт, що враховує тип виробництва: для масового та багатосерійного виробництва – 1,0; для серійного – 1,3; для дрібносерійного та одиничного – 1,5.

$\beta_2$  – коефіцієнт, що враховує вид матеріалу, що обробляється: під час оброблення конструкційних сталей – 1,0; чавуну та бронзи – 0,8; високоміцних сталей – 0,7.



$\beta_3$  – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації обладнання: за нормальних умов експлуатації – 1,0; у запилених та вологих приміщеннях – 0,7;

$\beta_4$  – коефіцієнт, що характеризує відповідну групу верстатів: для легких та середніх верстатів – 1,0.

$$T_{ц.р} = A \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4 = 1500 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1950 \text{ год.}$$

Тривалість міжремонтного та міжоглядового періодів дорівнює

$$t_{м.р} = \frac{T_{ц.р}}{d_p + 1} = \frac{1950}{5 + 1} = 325 \text{ год.};$$

$$t_{м.о} = \frac{T_{ц.р}}{d_p + d_{м.о} + 1} = \frac{1950}{5 + 6 + 1} = 162,5 \text{ год.}$$

Проведемо перерахунок тривалості ремонтного циклу, міжремонтного і міжоглядового періодів із годин у місяці за допомогою формул:

$$T_{ц.р. \text{ міс}} = \frac{T_{ц.р}}{\Phi_{д. \text{ міс}}} = \frac{1950}{1500/12} = 15,6 \text{ міс.} \approx 24 \text{ міс.}'$$

$$t_{м.р. \text{ міс}} = \frac{t_{м.р}}{\Phi_{д. \text{ міс}}} = \frac{325}{1500/12} = 2,6 \text{ міс.} \approx 4 \text{ міс.}'$$

$$t_{м.о. \text{ міс}} = \frac{t_{м.о}}{\Phi_{д. \text{ міс}}} = \frac{162,5}{1500/12} = 1,3 \text{ міс.} \approx 2 \text{ міс.}$$

Визначаємо обсяг ремонтних робіт та кількість ремонтних робітників за видами робіт (верстатним, слюсарним, іншим):

а) визначаємо кількість устаткування за видами ремонтних робіт (капітальний ремонт, поточний ремонт, технічне обслуговування), яке ремонтують щорічно:

$$\text{капітальний ремонт: } n_{\text{кап. р}} = 200 \cdot \frac{3}{100} = 6 \text{ од.}$$

поточний ремонт:  $n_{\text{пот. р}} = 200 \cdot \frac{18}{100} = 36 \text{ од.}$

технічне обслуговування:  $200 \text{ од.};$

б) визначаємо обсяг ремонтних робіт (у ремонтних одиницях):

капітальний ремонт:

$$\sum R_k = 6 \cdot 10,2 = 61,2 \text{ рем. од.};$$

поточний ремонт:

$$\sum R_n = 36 \cdot 10,2 = 367,2 \text{ рем. од.};$$

технічне обслуговування:

$$\sum R_o = 200 \cdot 10,2 = 2004 \text{ рем. од.};$$

в) знаходимо сумарну трудомісткість ремонтних робіт, використовуючи формулу та дані таблиці 2.

$$T_{\text{річн}} = 35 \cdot 61,2 + 6,1 \cdot 367,2 + 0,85 \cdot 2004 = 6085,3 \text{ н. год.};$$

г) знаходимо сумарну трудомісткість окремо по видах ремонтних робіт:

$$T_{\text{річн. слюс}} = 23 \cdot 61,2 + 4,0 \cdot 367,2 + 0,75 \cdot 2004 = 4379,4 \text{ н. год.}$$

$$T_{\text{річн. верст}} = 10 \cdot 61,2 + 2,0 \cdot 367,2 + 0,1 \cdot 2004 = 1546,8 \text{ н. год.}$$

$$T_{\text{річн. інші}} = 2 \cdot 61,2 + 0,1 \cdot 367,2 = 159,1 \text{ н. год.}$$

г) знаходимо кількість ремонтних робітників окремо за видами робіт за допомогою формули (8):

$$P_{\text{слюс}} = \frac{T_{\text{річн. слюс}}}{\Phi_e \cdot K_{\text{в. н. слюс}}} = \frac{4379,4}{1725 \cdot 1,0} = 2,5 = 3 \text{ слюсаря.}$$

$$P_{\text{верст}} = \frac{T_{\text{річн. верст}}}{\Phi_e \cdot K_{\text{в. н. верст}}} = \frac{1546,8}{1725 \cdot 1,05} = 0,4 = 1 \text{ верстатник.}$$

Знаходимо кількість верстатів для виконання ремонтних робіт.

$$n_p = \frac{T_{\text{річн}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{в.н}}} = \frac{15468}{1500 \cdot 1,05} = 0,38 = 1 \text{ верстат.}$$

## Завдання для самостійного розв'язування

### Задача 1

Необхідно побудувати річний графік ремонту компресорного обладнання, визначити трудомісткість річного обсягу ремонтних робіт і фонду заробітної плати робітників, зайнятих ремонтом обладнання. Вихідні дані наведені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків

Марка обладнання	К-250-61-5	К-500-61-1	К-390-111-1
Дата і вид останнього ремонту або технічного обслуговування (ТО)	ТО <sub>1</sub>	ПР <sub>1</sub>	ТО <sub>1</sub>
Річний фонд роботи обладнання, год	5 840	4 380	2 920
Середній розряд робіт	3,4		
Доплати до фонду прямої зарплати, %	30		
Річний фонд роботи обладнання, год	4 380	5 840	5 840
Кількість змін роботи обладнання	3	2	3

Таблиця 2 – Нормативи на технічне обслуговування (ТО), поточний ремонт (ПР) та капітальний ремонт (КР) компресорного обладнання

Обладнання (тип, марка та характеристика)	Тривалість міжоглядового, міжремонтного періодів, ремонтного циклу (чисельник) і тривалість простою (знаменник), год			Трудомісткість ТО і ремонтів, люд.-год.		
	ТО	ПР	КР	ТО	ПР	КР
К-250-61-5	4320/36	8640/108	25920/408	120	409	1061
К-500-61-1	4320/36	8640/216	25920/480	136	585	1183
К-390-111-1	4320/44	8640/216	60480/500	192	720	1920

### Задача 2

У цеху встановлено 150 металорізальних верстатів. Середня ремонтна складність одиниці обладнання – 13,3 рем. од. Норми часу для виконання ремонтних робіт наведені в таблиці 2. Верстати легкі та середні. Умови роботи обладнання – нормальні. Тип виробництва – серійний. Вид металу, що обробляється, – конструкційні сталі. Нормативний час роботи верстата впродовж ремонтного циклу  $A = 15\ 000$  год. Структура міжремонтного циклу обладнання має такий вигляд:  $K_1-TO_1-ПР_1-TO_2-ПР_2-TO_3-ПР_3-TO_4-КР_2$ .

Річний ефективний фонд часу роботи одного ремонтного робітника – 1 840 год. Річний дійсний фонд часу роботи одного верстата – 2 010 год. Норми виконуються: верстатниками на 110 %; слюсарями на 120 %.

Щорічно капітальний ремонт проводять для 4 % обладнання, поточний ремонт – для 16 %, технічне обслуговування – для 100 % обладнання.

Визначте: 1) тривалість ремонтного циклу, міжремонтного та міжоглядового періодів; 2) обсяг

ремонтних робіт, кількість ремонтних робітників за видами робіт (верстатним, слюсарним, іншим); 3) кількість верстатів для виконання ремонтних робіт.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Єгупов Ю. А. Організація виробництва на промисловому підприємстві : навч. посіб. / Ю. А. Єгупов. – Київ : Центр навчальної літератури, 2006.
2. Організація виробництва : навч. посіб. / В. О. Онищенко, О. В. Редкін, А. С. Старовірець, В. Я. Чевганова. – Київ : Лібра, 2003.
3. Петрович Й. М. Організація виробництва : практикум / Й. М. Петрович, Г. М. Захарчин, С. О. Буняк. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005.
4. Плоткін Я. Д. Виробничий менеджмент. Збірник вправ : навч. посіб. / Я. Д. Плоткін, І. Н. Пащенко. – Львів : Державний університет «Львівська політехніка», 1999.
5. Плоткін Я. Д. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві : навч. видання / Я. Д. Плоткін, О. К. Янушкевич. – Львів : Світ, 1996.
6. Дикань В. Л. Організація виробництва : підручник / В. Л. Дикань, В. О. Маслова. – Харків : УкрДАЗТ, 2013. – 422 с.
7. Прохорова В. В. Організація виробництва : навч. посіб. / В. В. Прохорова, О. Ю. Давидова. – Харків : Вид-во Іванченка І. С., 2018. – 275 с.
8. Небава М. І. Економіка та організація виробничої діяльності підприємства. Ч. 2. Організація виробництва : навч. посіб. / М. І. Небава, О. О. Адлер, О. Й. Лесько. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 131 с.
9. Петров В. М. Організація виробництва та планування діяльності на підприємствах АПК : навч. посібник / В. М. Петров ; Харк. нац. аграр. ун-т. – Харків : Майдан, 2016. – 362 с.

10. Волошина С. В. Організація виробництва : навч. посіб. / С. В. Волошина, Н. С. Приймак. – Вид. 1-ше. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2011. – 162 с.

11. Карлова О. А. Організація виробництва на підприємствах міського господарства : навч. посіб. / О. А. Карлова. – Харків : ХНАМГ, 2006. – 385 с.

Електронне навчальне видання

**Кислий Володимир Миколайович,  
Рибальченко Світлана Миколаївна,  
Сулим Вікторія Василівна**

# **ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА**

## **Підручник**

Художнє оформлення обкладинки С. М. Рибальченко  
Редактори: Н. З. Клочко, С. М. Симоненко  
Комп'ютерне верстання С. М. Рибальченко

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 14,42. Обл.-вид. арк. 13,55.

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.