

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВИРОБНИЧИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

**Методичні вказівки до практичних занять
та самостійної роботи студентів
спеціальності 073 "Менеджмент"
всіх форм навчання**

ЗАТВЕРДЖЕНО:
на засіданні кафедри менеджменту
та державної служби
Протокол № 16 від 27.05.2016 р.

Чернігів ЧНТУ 2016

Виробничий менеджмент. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів спеціальності 073 "Менеджмент" всіх форм навчання / Укладачі: Бутко М.П., Оліфіренко Л.Д., Самійленко Г.М., Шабардіна Ю.В. – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – 103 с.

Укладачі: БУТКО МИКОЛА ПЕТРОВИЧ, доктор економічних наук, професор
ОЛІФІРЕНКО ЛІЛІЯ ДМИТРІВНА, доктор наук з державного управління, професор
САМІЙЛЕНКО ГАЛИНА МИКОЛАЇВНА, кандидат економічних наук, доцент
ШАБАРДІНА ЮЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА, кандидат економічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: БУТКО МИКОЛА ПЕТРОВИЧ, завідувач кафедри менеджменту та державної служби, доктор економічних наук, професор

Рецензент: ОЛІЙЧЕНКО ІГОР МИХАЙЛОВИЧ, доктор наук з державного управління, професор кафедри менеджменту та державної служби Чернігівського національного технологічного університету

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПРАКТИЧНІ СКЛАДОВІ ВИРОБНИЧОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	
<i>1 Практичне заняття № 1. Техніко-економічне обґрунтування вибору технологічного процесу виробництва продукції (послуг).....</i>	5
<i>2 Практичне заняття № 2. Організація простого виробничого процесу...</i>	10
<i>3 Практичне заняття № 3. Розрахунок потужностей виробничих підрозділів пресувально-складального виробництва.....</i>	18
<i>4 Практичне заняття № 4. Оперативне управління технологічною системою серійного складального виробництва.....</i>	23
<i>5 Практичне заняття № 5. Оперативне управління операційною системою на ділянці пресувального обладнання</i>	31
<i>6 Практичне заняття № 6. Оптимізація норм праці на виробництві.....</i>	40
<i>7 Практичне заняття № 7. Оперативне планування та управління потоковим виробництвом</i>	51
<i>8 Практичне заняття № 8. Оцінювання трудової участі наукових та інженерно-технічних працівників.....</i>	60
<i>9 Практичне заняття № 9. Прогнозування техніко-економічних показників виготовлення виробів на етапі підготовки виробництва продукції (послуг).....</i>	68
<i>10 Практичне заняття № 10. Вибір варіанта переходу на випуск нових виробів.....</i>	75
<i>11 Практичне заняття № 11. Організація планово-попереджувального ремонту і технічного обслуговування виробництва</i>	82
<i>12 Практичне заняття № 12. Мережеве планування при організації виробничого процесу</i>	91
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	102

ВСТУП

У нових умовах ефективність функціонування господарюючих суб'єктів стає найголовнішою стратегією господарювання, що потребує адекватних реорганізаційних змін у виробництві та дозволяє забезпечити споживачів необхідними якісними товарами та послугами. Досягнення цих цілей становить зміст процесу управління виробництвом, який покладений в основу фахових дисциплін підготовки бакалаврів галузі знань "Управління та адміністрування", серед яких "Основи менеджменту та управлінської діяльності", "Виробничий менеджмент", "Операційний менеджмент", "Основи підприємницької діяльності", "Організація виробництва" "Управління конкурентоспроможністю підприємств" тощо.

Навчальна дисципліна "Виробничий менеджмент" покликана забезпечити максимально можливу ефективність на всіх стадіях життєвого циклу виготовлення продукції та послуг. Арсенал засобів, який доступний в управлінні – різноманітний, але наразі, увага теорії й практики зосереджені на тих засобах, які мають забезпечити виробництво певних характеристик, що обумовлюються станом зовнішньо соціально-економічного середовища.

Вирішення виробничих організаційно-економічних завдань дозволяє розглядати організацію, планування й управління виробництвом як системну гілку менеджменту. Забезпечення процесу виробництва конкурентоспроможними властивостями досягається завдяки використанню засобів комплексної організації та управління виробничими процесами.

Чітко виражена структурованість методичних вказівок допомагає студентам, оперативно використовуючи моделі та алгоритми розрахункових завдань, набути навиків щодо їх застосування. Виконання індивідуального завдання наприкінці кожного практичного заняття передбачає використання креативних підходів до навчання в аудиторії, надає динамічного характеру у викладенні та вивченні теоретичного матеріалу. Це дозволяє проводити певні розрахунки та приймати самостійні рішення у нестандартних навчальних ситуаціях. Мета – знайти стрижневі функції менеджменту, актуальні напрями розвитку виробництва в умовах посилення інтеграційних процесів. Приклади вихідних даних за варіантами дають можливість студентам на початку кожного практичного заняття врахувати особливості виробничого менеджменту у різних сферах економічної діяльності підприємств.

1 Практичне заняття № 1

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

1.1 Мета заняття:

- 1) ознайомитись з методикою оцінки та вибору економічно доцільних варіантів технології під час підготовки виробництва;
- 2) закріпити на практиці навички застосування методики оцінювання та вибору варіантів технологічних процесів у підготовці виробництва;
- 3) розвинути управлінське мислення у студентів.

1.2 Теоретичні відомості

1.2.1 Методика оцінювання та техніко-економічного обґрунтування вибору технологічного процесу

Однією з головних функцій технологічної підготовки виробництва є вироблення нових і модернізація діючих технологічних процесів тощо.

Виготовлення виробів за сучасною технологією виробництва має багато варіативний характер, тому перед технологами та менеджерами постає завдання вибору технічно вигідного й економічно доцільного варіанту технологічного процесу. При виборі технологічного процесу керуються критерієм мінімальності технічної собівартості річного випуску продукції або питомих витрат.

Порівняльний техніко-економічний аналіз варіантів технологічних процесів може проводитись за локальними (окремими) та узагальнюючими показниками. До локальних показників відносять трудомісткість продукції, що випускається, використання устаткування та технологічної оснастки за потужністю та у часі, використання технологічного оснащення, витрати матеріалу, палива, електроенергії тощо. До узагальнюючих показників відносяться технологічна собівартість і терміни окупності спеціального технологічного оснащення тощо.

Доцільність вибору оптимального варіанту технологічного процесу встановлюється за сукупністю показників, яка відображає технічну та економічну оцінку варіанту.

Технічна оцінка кожного визначає рівень продуктивності праці та якість продукції, за допомоги якої вона виробляється.

Економічна оцінка – рівень витрат на створення нового техпроцесу функціонування або технології функціонування, які буду окупатись результатами їх використання.

Під час проектування технологічного процесу розробляють декілька варіантів. Вибирають варіант технологічного процесу, який при всіх інших рівних умовах дає можливість виготовити виріб з найменшими витратами, тобто за найменшою собівартістю.

Собівартість виготовлення партії виробів (C_n) визначається при проектуванні технологічного процесу і розглядається як сума витрат двох видів: залежних (p) і незалежних (v) від кількості виробів у партії:

$$C_n = pCn + v, \quad (1.1)$$

де p , n – витрати на обробку одного виробу, .;
 n – розмір партії виробів, од.

До витрат на обробку одного з виробів (p), що залежать від розміру партії (n), відносяться витрати на основні матеріали та зарплату виробничих робітників, а також деякі інші витрати, що пов'язані з технологічним процесом. До витрат (v), що не залежать від розміру партії, відносяться витрати на підготовку до роботи (операцій) та її технологічного забезпечення, налагодженню устаткування, інструктажу тощо. Ці витрати визначаються спочатку на партію в цілому, а потім приводяться на один виріб (n/n).

Собівартість виготовлення одного виробу (C_d) при запуску в обробку партії виробів визначається за формулою:

$$C_d = p + v/n. \quad (1.2)$$

Для річного обсягу випуску продукції $N > N_{\text{крит.}}$ доцільно вибрати варіант, який характеризується більш високими умовно-постійними витратами та менш високими змінними, а за умови $N < N_{\text{крит.}}$ – навпаки. Порівнюючи варіанти технологічного процесу виготовлення, вибирають той з них, який при заданій величині розміру партії забезпечує найменшу собівартість.

1.2.2 Постановка задачі

Графічним способом обрати найкращий варіант з запропонованих технологічних процесів за допомогою техніко-економічного обґрунтування. Вихідні дані для розрахунків наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для розрахунків, .

І варіант технологічного процесу		ІІ варіант технологічного процесу	
p	n	p	n
0,7	500	0,5	600

1.2.3 Рішення задачі

Розрахуємо критичний обсяг випуску продукції шляхом розв'язання системи, що має наступний вигляд:

$$\begin{cases} C_{\text{нI}} = 0,7n + 500; \\ C_{\text{нII}} = 0,5n + 600; \end{cases} \Rightarrow 0,7n + 500 = 0,5n + 600. \\ \text{Тоді, } n = 500 \text{ од.}$$

За даного критичного обсягу ($N_{\text{крит.}} = 500$ од.) собівартість одиниці виробу ($C_{\text{д}}$) як для I варіанту, так і для II варіанту технологічного процесу дорівнюватиме:

$$C_{\text{дI}} = 0,7 + 500/500 = 1,7 .;$$

$$C_{\text{дII}} = 0,5 + 600/500 = 1,7 .$$

За даного критичного обсягу ($N_{\text{крит.}} = 500$ од.) собівартість партії виробів ($C_{\text{н}}$) як для I варіанту, так і для II варіанту технологічного процесу складає:

$$C_{\text{нI}} = 0,7 * 500 + 500 = 850 .;$$

$$C_{\text{нII}} = 0,5 * 500 + 600 = 850 .$$

Для побудови графіка порівняння двох варіантів технологічних процесів необхідно розрахувати за декількома перевірочними точками.

Графічне відображення наведено на рисунку 1.1.

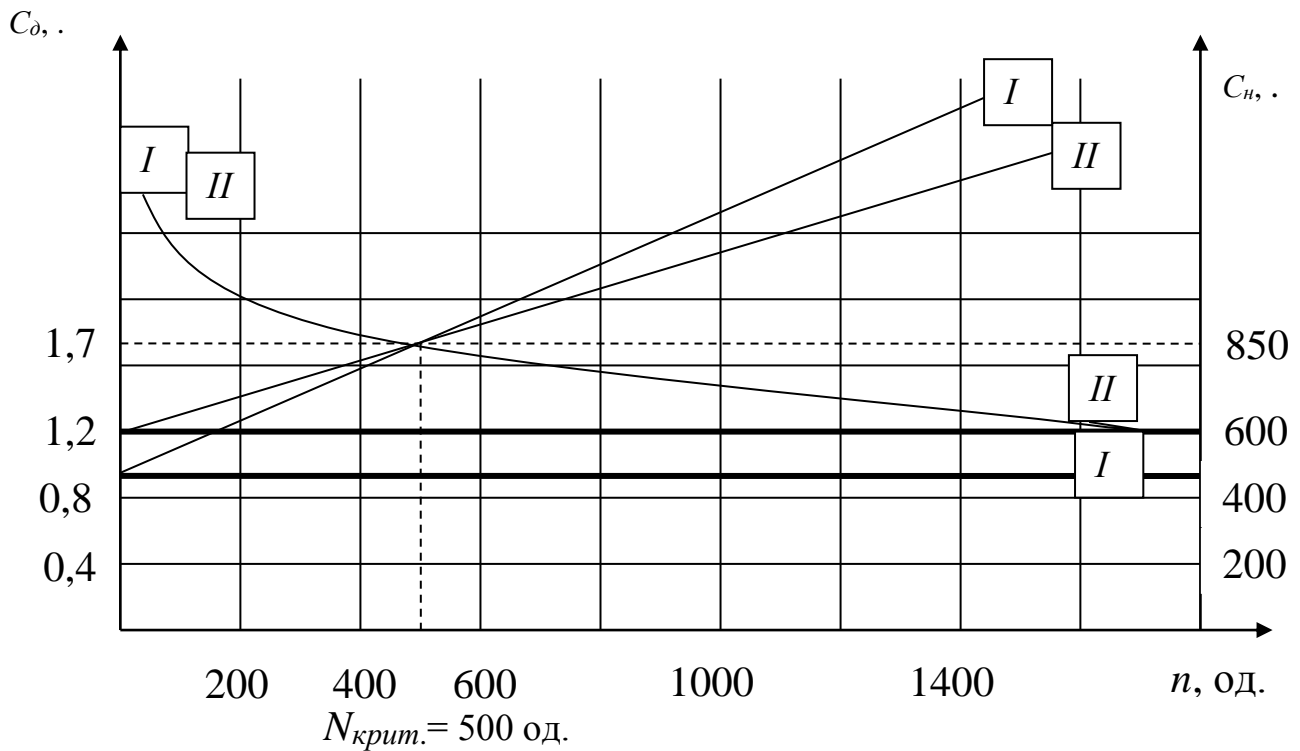


Рисунок 1.1 – Графік порівняння двох варіантів технологічних процесів

Як бачимо, за умови $N < N_{\text{крит.}}$ доцільно вибрати I варіант технологічного процесу, оскільки він характеризується більш низькими умовно-постійними витратами та більш високими змінними, а за умови $N > N_{\text{крит.}}$ вибрати II варіант технологічного процесу, оскільки він характеризується більш високими умовно-постійними витратами та більш низькими змінними.

1.3 Зміст завдання та порядок виконання

- 1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.
- 2) Проаналізувати методику оцінки і вибору варіанту технологічного процесу в ході технологічної підготовки виробництва до випуску нової продукції.
- 3) Розв'язати приклад згідно індивідуального варіанту завдання (табл. 1.2).

1.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання відображаються тематика практичного заняття, мета заняття, короткі теоретичні відомості, постановка завдання, вихідні дані за варіантом, результати та аналіз розрахунків, висновки. Оформлення звіту повинне відповідати нормативним вимогам.

При захисті роботи студент повинен довести правильність розрахунків свого індивідуального варіанту, зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

1.5 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. Назвіть основні функції технологічної підготовки виробництва?
2. Які показники належать до часових?
3. Навести приклади узагальнюючих показників.
4. Навести приклади локальних показників.
5. Що визначає технічна оцінка обраного варіанту нового технологічного процесу, технології або виробу?
6. Що визначає економічна оцінка обраного варіанту нового технологічного процесу, технології або виробу?
7. За якою формулою розраховується собівартість однієї одиниці виробів?
8. За якою формулою розраховується собівартість партії виробів?
9. Назвіть критерії вибору варіанту технологічного процесу за умови $N > N_{\text{крит}}$.
10. Назвіть критерії вибору варіанту технологічного процесу за умови $N < N_{\text{крит}}$.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для розрахунків

Варіант завдання	I варіант		II варіант	
	P	n	p	n
1	0,3	500	0,4	400
2	0,6	400	0,3	600
3	0,7	500	0,6	600
4	0,7	500	0,5	600
5	0,3	700	0,4	600
6	0,4	600	0,6	400
7	0,5	300	0,3	400
8	0,2	500	0,5	200
9	0,3	600	0,4	500
10	0,8	300	0,3	600
11	0,6	200	0,3	500
12	0,4	700	0,6	200
13	0,3	400	0,6	200
14	0,7	100	0,5	300
15	0,2	800	0,4	600
16	0,5	400	0,3	600
17	0,6	600	0,4	800
18	0,1	300	0,5	200
19	0,8	200	0,6	400
20	0,5	500	0,1	700
21	0,2	700	0,5	500
22	0,4	200	0,2	500
23	0,7	300	0,5	500
24	0,3	800	0,7	300
25	0,6	300	0,2	400
26	0,4	800	0,6	300
27	0,2	600	0,5	200
28	0,1	600	0,3	100
29	0,8	200	0,7	300
30	0,3	300	0,2	800

2 Практичне заняття № 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОСТОГО ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ У ЧАСІ

2.1 Мета заняття:

- 1) ознайомитись з видами руху предметів праці у часі за операціями
- 2) вивчення методики розрахунку тривалості простого виробничого процесу;
- 3) дослідження впливу різноманітних факторів на ступень їх паралельності.

2.2 Теоретичні відомості

Виробничий процес являє собою сукупність процесів праці та природних процесів, необхідних для виготовлення продукції та надання послуг. За складом предмету праці розрізняють прості виробничі процеси, за рухом та результатами виконання яких структурний склад виробу не змінюється (наприклад, виготовлення предметів праці), та складні, в продовж виконання яких структурний склад виробу змінюється (наприклад складання).

Основними принципами організації будь-якого процесу є принцип диференціації та спеціалізації, концентрації та інтеграції, принцип паралельності, пропорційності, прямоточності, безперервності, ритмічності, гнучкості, комплексної механізації та автоматизації, а також електронізації. Організація виробничого процесу на основі цих найважливіших принципів потребує його узгодження в часі та у просторі та за кількістю.

Ступень паралельності процесу, який впливає на тривалість, а також ступінь безперервності простого виробничого процесу визначається календарним сполученням операцій процесу у часі (або рухом предметів праці за операціями техпроцесу).

Розрізняють три види руху предметів праці в простому виробничому процесі: послідовне, паралельне та паралельно-послідовне .

Послідовний вид характеризується тим, що вся партія предметів праці, що обробляється передається з операції на операцію партійно (за певним обсягом партії). Самостійного руху жоден з предметів праці не має, за умови, що в будь-який інтервал часу обробляється тільки один предмет праці на одній операції. На кожній операції робітник та обладнання працюють безперервно, але предмети праці лежать багато часу, так як обробка кожного екземпляра на всіх операціях відбувається з перервами. Отже, виробничий процес є перервним.

Мінімальна тривалість процесу (виконання кожної операції на одному робочому місці) розраховується:

$$T_{noc} = \sum_{i=1}^m nt_i = n \sum_{i=1}^m t_i = nt, \quad (2.1)$$

де n – розмір партії предметів праці, що обробляються, од.;

t_i – норма трудомісткості i -ї операції, хв.;

t – трудомісткість обробки одного предмета праці за всі m операціями, хв.

Рівень паралельності процесу кількісно характеризується відношенням трудомісткості процесу до його тривалості, який називається коефіцієнтом паралельності. При послідовному виді руху коефіцієнт паралельності дорівнює:

$$k_{нар} = \frac{nt}{T_{noc}} = \frac{nt}{(nt)} = 1. \quad (2.2)$$

Паралельний вид руху за операціями характеризується тим, що кожний екземпляр обробляється безперервно на всіх операціях. Предмет праці від однієї операції до іншої передаються поодиноці, рух кожного предмета праці не залежить від руху партії. В будь-який момент часу виробничого процесу в обробці знаходяться одночасно декілька екземплярів предметів праці на різних операціях. На більшості операцій має місце преривність у роботі робочих та обладнання (через різниці трудомісткості операцій), а рух предметів праці здійснюється безперервно. Таким чином, виробничий процес перервний. Однак, за умовою рівності (або кратності) тривалостей операцій процес обробки стає безперервним, відтак зникає преривність у функціонуванні робітників та обладнання.

Найменша тривалість процесу при паралельному виді руху ($T_{нар}$) визначається:

$$T_{нар} = t + (n-1)t_{гол}, \quad (2.3)$$

де $t_{гол}$ – тривалість (трудомісткість) головної, тобто найбільша тривалість операції, хв.

Коефіцієнт паралельності при паралельному виді руху:

$$k_{нар} = \frac{nt}{t + (n-1)t_{гол}} > 1, \quad (2.4)$$

за умови, що $t_{гол} > t$ та $T_{нар} < T_{noc}$.

Паралельно-послідовний вид руху характеризується безперервністю функціонування робочих та обладнання на кожній операції. Предмети праці передаються з операції на операцію як по одиниці, так і частинами партії, розмір яких визначається з умов забезпечення безперервної роботи на наступних операціях. У виробництві одночасно може знаходитись і один предмет на одній операції, і декілька предметів на різних операціях. Оскільки на всіх операціях функціонування робочих та обладнання безперервне, а рух предметів праці перервний, виробничий процес є перервним.

Для визначення тривалості процесу при паралельно-последовному русі всі операції розподіляються попередньо на три категорії: більші, менші та проміжні. *Більшою* називають операцію, яка при порівнянні є більшою з двох суміжних операцій за тривалістю, *меншою* – за тривалістю менша з двох суміжних з нею (при цьому перша та остання операції порівнюються тільки відповідно з другою та передостанньою операціями), *проміжною* – більша за одну, але менша за іншу з суміжною з нею операцій.

Якщо дві (чи більше) суміжних операцій рівні за тривалістю, то при розподіленні операцій на категорії вони розглядаються як однакові, тобто одна з них (люба) відноситься до числа більших, менших чи проміжних, а останні до числа проміжних.

Число більших операцій завжди на одну більше числа менших.

Найменша тривалість процесу при паралельно-последовному (T_{nn}) сполученні операцій:

$$T_{nn} = t + (n-1)(\sum t_{\sigma} - \sum t_{\mu}), \quad (2.5)$$

де $\sum t_{\sigma}$ та $\sum t_{\mu}$ – сумарні тривалості всіх більших та менших операцій, відповідно.

Враховуючи, що головна операція завжди є і більшою, а число таких операцій на одиницю більше числа менших, $T_{nn} \leq T_{nap}$, причому рівність має місце тільки тоді, коли більша операція є єдиною з ряду технологічних операцій.

Коефіцієнт паралельності при паралельно-последовному сполученні операцій:

$$k_{nn} = \frac{nt}{t + (n-1)(\sum t_{\sigma} - \sum t_{\mu})}, \quad (2.6)$$

а оскільки $T_{noc} > T_{nn} \geq T_{nap}$, то $k_{nap} \geq k_{nn} > k_{noc} = 1$.

Визначити характер впливу окремих категорій операцій на тривалість процесу та коефіцієнт паралельності неважко за допомогою аналітичних формул, що пов'язують тривалість процесу зі зменшенням терміну дії будь-якої операції.

Так, для последовного сполучення операцій тривалість процесу при зменшенні на Δt терміна дії будь-якої операції t_i :

$$T'_{noc} = n(t - \Delta t) = T_{noc} - n\Delta t, \quad (2.7)$$

тобто зменшення на величину, пропорційну розміру партії n .

При паралельному сполученні операцій при зменшенні на Δt терміну дії будь-якої операції t_i (окрім головної t_{zol}) тривалість процесу:

$$T'_{nap} = (t - \Delta t) + (n-1)t_{zol} = T_{nap} - \Delta t, \quad (2.8)$$

тобто зменшується також на Δt , а при зменшенні головної операції t_{zol} за умовою, що вона остається головною,

$$T'_{нар} = (t - \Delta t) + (n-1)(t_{зол} - \Delta t) = T_{нар} - n\Delta t, \quad (2.9)$$

тобто зменшення на величину, пропорційну n .

При паралельно-послідовному сполученні операцій у випадку незмінності розподілення операцій на категорії зменшення на Δt терміну дії проміжної операції t_n приводить до зменшення тривалості процесу на ту ж величину Δt :

$$T''_{мн} = (t - \Delta t) + (n-1)(\sum t_{\delta} - \sum t_{м}) = T_{мн} - \Delta t, \quad (2.10)$$

Зменшення терміну дії великої операції t_{δ} призводить до зменшення тривалості на величину, пропорційну n :

$$T''_{мн} = (t - \Delta t) + (n-1)(\sum t_{\delta} - \Delta t - \sum t_{м}) = T_{мн} - n\Delta t, \quad (2.11)$$

Зменшення терміну дії меншої операції $t_{м}$ забезпечує збільшення тривалості процесу на величину, пропорційну n :

$$T'''_{мн} = (t - \Delta t) + (n+1)[\sum t_{\delta} - (\sum t_{м} - \Delta t)] = T_{мн} + (n-2)\Delta t. \quad (2.12)$$

З цього можна зробити висновок, що при вдосконаленні виробничого процесу в першу чергу слід зменшити термін дії тих операцій, які в найбільшому ступені впливають на термін дії процесу.

Залежність тривалості процесу від обсягу випуску (розміру партії) для всіх видів сполучення операцій є лінійною. Принциповий вид функцій терміну дії процесу $t=T(n)$ для всіх трьох сполучень операцій показана на рис. 2.2(а), де β – кути нахилу відповідних прямих $T(n)$ до осі абсцис.

Оскільки

$$tg\beta_{нос} = t, \quad tg\beta_{нар} = t_{зол}, \quad tg\beta_{мн} = \sum t_{\delta} + \sum t_{м}, \quad a \quad t > (\sum t_{\delta} - \sum t_{м}) \geq t_{зол}, \quad то \quad \beta_{нос} > \beta_{мн} \geq \beta$$

Залежність коефіцієнта паралельності від обсягу випуску для паралельного та паралельно-послідовного виду сполучення операцій являє собою гіперболу, а для послідовного виду коефіцієнт паралельності є постійною величиною, яка не залежить від n . На рис. 2.2 (б) відображено принциповий вид функцій $k = k(n)$ для трьох видів сполучень операцій, а також асимптоти гіпербол, рівняння яких можливо отримати з залежності $k(n)$ при $n \rightarrow \infty$.

Оскільки $t > (\sum t_{\delta} - \sum t_{м}) \geq t_{зол}$, то $k_{нар} \geq k_{мн} > k_{нос} = 1$.

Для рівних обсягах випуску n , значення $k_{нар}$ та $k_{мн}$ будуть тим більше, чим більше упорядкованість процесу у часі, а максимальне значення $k_{нар}$ та $k_{мн}$ досягається за умови рівності терміну дій всіх операцій техпроцесу.

Для класифікації операцій на категорії побудована допоміжна діаграма процесу обробки виробів (рисунок 2.1).

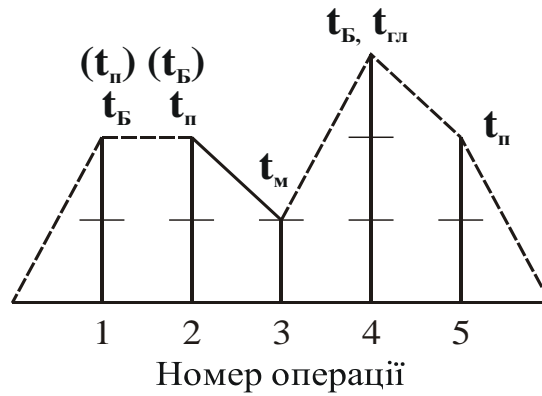


Рисунок 2.1 – Класифікація операцій на категорії (діаграма процесу)

Висота кожного стовпця на епюрі відповідає терміну дії операції t_i .

Тривалість процесу та коефіцієнт паралельності для трьох видів сполучення операцій розраховуємо за формулами (2.1) – (2.6): $T_{noc}=30$ хв; $T_{нар}=16$ хв; $T_{mn}=18$ хв; коефіцієнти паралельності виконання операцій: $k_{нар}=1,88$; $k_{mn}=1,67$.

Величина Δt для аналізу змін тривалості процесу за формулами (2.7) – (2.12) може бути вибрана у діапазоні $0 < \Delta t < 1$, при цьому профіль епюри процесу зберігається.

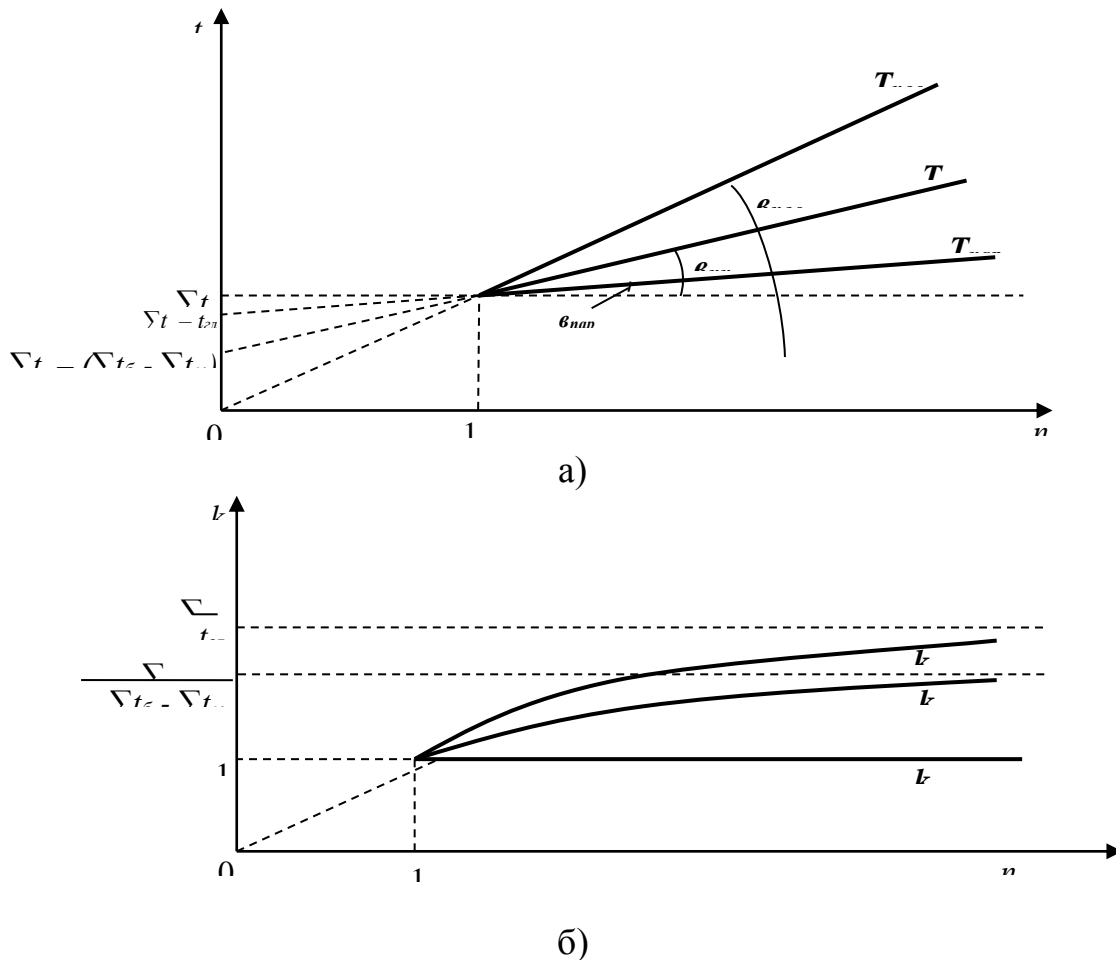


Рисунок 2.2 – Вплив обсягу випуску на тривалість процесу (а) та його паралельність (б)

2.3 Приклад розрахунку

Вхідні дані

Трудомісткість (хв.) операцій для обробки виробу: $t_1 = 2$, $t_2 = 2$, $t_3 = 1$, $t_4 = 3$, $t_5 = 2$. Сумарна трудомісткість виготовлення одного виробу $t = 10$ хв. Розмір замовлення: $n = 3$ од.

При розгляданні прикладу приймаємо наступні припущення, що не впливають на результати та висновки:

– кожна операція виконується тільки на одному робочому місці (обладнанні);

- кожний робітник працює тільки на одній одиниці обладнання;
- на кожній одиниці обладнання вироби обробляються поодинці;
- розглядаються тільки технологічні операції.

Календарні графіки руху трьох предметів праці по п'яти операціям та графіки проходження кожного з трьох екземплярів у виробничому процесі при послідовному виді календарного сполучення операцій показані на рисунку 2.3, при паралельному – на рисунку 2.4, при паралельно-послідовному – на рис. 2.5.

Для паралельного сполучення операцій календарний графік руху предметів праці (починаючи з другого екземпляру) будували, починаючи з четвертої операції, яка є головною ($t_{гол} = t_4 = 3$ хв.). Це дозволило виключити перерви в обробці виробів.

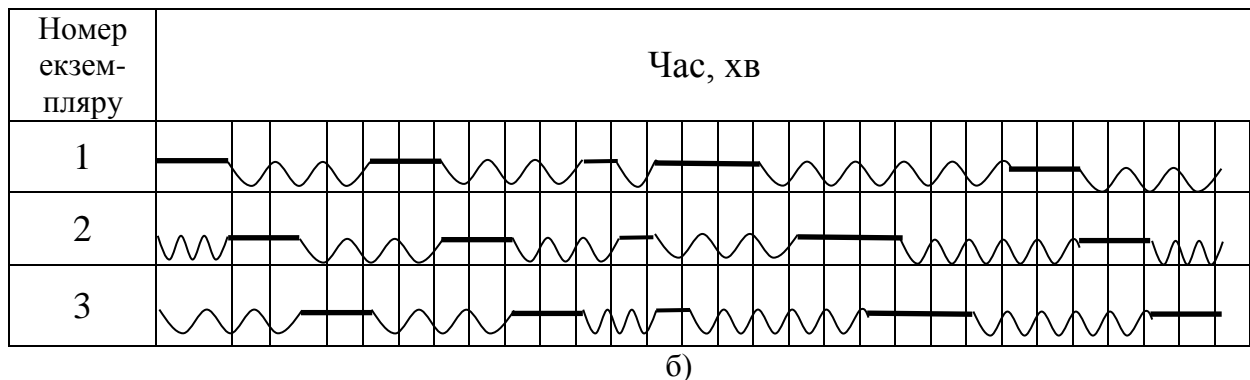
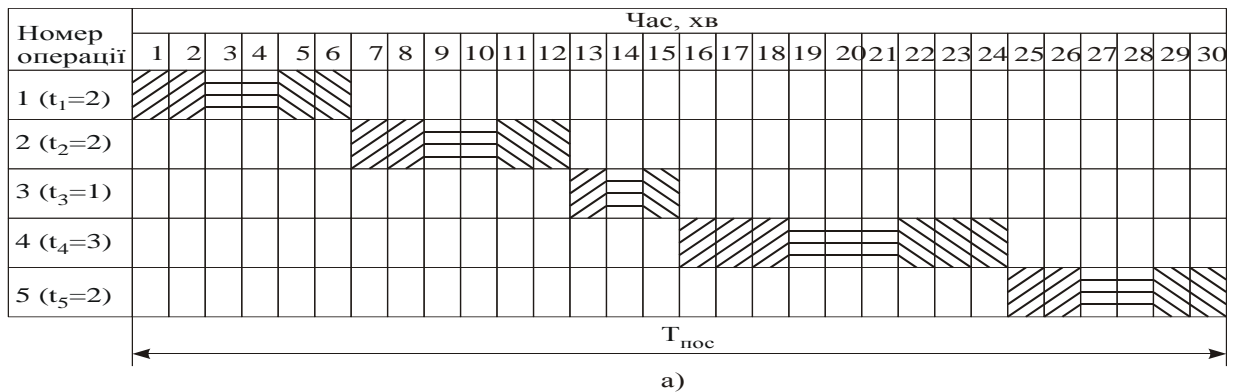


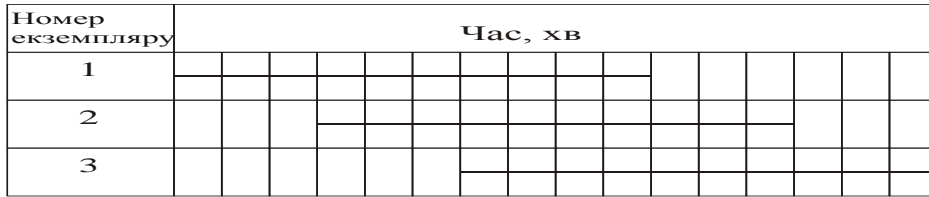
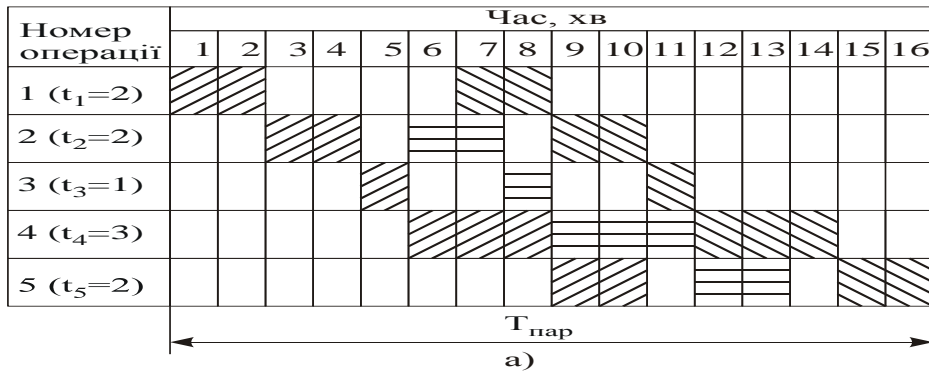
Рисунок 2.3 – Послідовне сполучення операцій:

а – календарний графік руху виробів за операціями;

б – графік проходження обробки кожного виробу в процесі обробки:

█ – 1-й виріб; █ – 2-й виріб; █ – 3-й виріб;

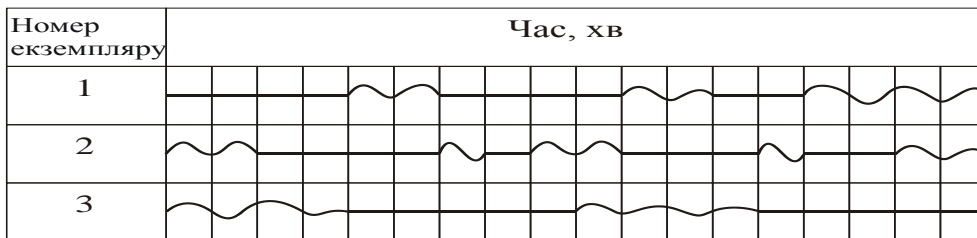
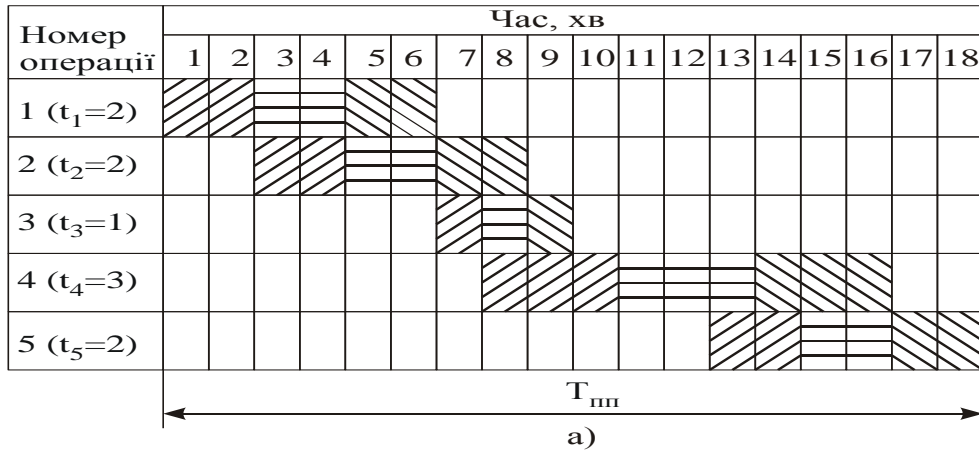
— – обробка деталі; ~ – очікування обробки предметів праці.



б)

Рисунок 2.4 – Паралельне сполучення операцій:

- а – календарний графік руху виробів по операціям;
 б – графік проходження кожного виробу в процесі:
 ▨ – 1-й виріб; ▨ – 2-й виріб; ▨ – 3-й виріб;
 — – обробка деталі; ~ ~ – очікування обробки предметів праці.



б)

Рисунок 2.5 – Паралельно-послідовний вид сполучення операцій:

- а – календарний графік руху виробів по операціям;
 б – графік проходження кожного виробу в процесі:
 ▨ – 1-й виріб; ▨ – 2-й виріб; ▨ – 3-й виріб;
 — – обробка деталі; ~ ~ – очікування обробки предметів праці.

При побудові календарного графіка паралельно-послідовного руху предметів праці для забезпечення безперервного функціонування робітника та обладнання на кожній операції керувались наступними правилами:

– якщо наступна операція за термін дії менше останньої (наприклад, 2-га та 3-тя операції), то її початок повинен припадати на момент закінчення обробки останнього виробу на останній операції;

– якщо наступна операція по терміну дії більше останньої (наприклад, 3-тя та 4-та операції), то її початок повинен припадати на момент закінчення обробки першого виробу на останній операції.

На рис. 2.4 такі моменти помічені точками.

2.4 Зміст завдання та порядок виконання

1) Ознайомлення з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.

2) Побудова календарних графіків проходження кожної деталі в простому виробничому процесі для трьох видів сполучення операцій.

3) Чисельний аналіз впливу зміни

4) Побудова графіків зміни тривалості процесу та коефіцієнта паралельності від обсягу випуску.

2.5 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті під час виконання індивідуального завдання відображено найменування практичного заняття, мета, постановка завдання, вихідні дані, результати і аналіз розрахунків, висновки.

Під час захисту роботи студент повинен оформити звіт і захистити свій обґрунтований варіант рішення індивідуального завдання і відповісти на контрольні запитання.

2.6 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. Назвіть елементи виробничого циклу, дайте їх характеристику.
2. Дайте визначення поняття виробничий процес.
3. Дайте визначення простого та складного виробничого процесу.
4. Назвіть основні принципи організації процесу.
5. Чим характеризується різні види руху в простому виробничому процесі?
6. Які шляхи скорочення тривалості виробничого циклу Ви знаєте?
7. Який вид руху предметів праці у виробництві використовується в одиничному і дрібносерійному виробництвах?
8. На який вид руху найбільше впливає зміна розміру партії виробів?
9. Як впливає зміна тривалості протікання операцій на тривалість виробничого циклу для різних видів руху предметів праці?
10. Як впливає зміна тривалості виробничого циклу на показники ефективності роботи підприємства?

3 Практичне заняття № 3

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТЕЙ ВИРОБНИЧИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПРЕСУВАЛЬНО-ПАКУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Мета роботи:

- 1) ознайомитись з методикою розрахунку потужностей виробничих підрозділів;
- 2) закріпити на практиці застосування методики, навчитись будувати профілю потужностей виробничих підрозділів; аналізувати та знаходити „вузькі місця” за показниками потужності;
- 3) розвинути організаційно-управлінське мислення у студентів.

3.2 Теоретичні відомості

3.2.1 Методика розрахунку виробничої потужності технологічних підрозділів

З метою узгодження обсягу випуску продукції, що планується з виробничими можливостями підприємства, виконується розрахунок та аналіз виробничих потужностей підприємства (цеху, дільниці).

Під виробничою потужністю розуміють максимально можливий річний випуск продукції за номенклатурою та асортиментом, передбачених планом при повному використанні виробничого обладнання та площ з застосуванням прогресивної технології, організації виробництва та праці.

Виробничу потужність визначають для кожного підрозділу по ведучій (основній) структурній ланці: для дільниці – по ведучій групі обладнання; для цеху – по ведучій дільниці; для підприємства – за рівнем потужності основного, ведучого цеху (цехів).

Виробничу потужність змінюється із зміною трудомісткості продукції, покращенням структури та ступеня використання основних фондів, удосконаленням організації праці та виробництва. Тому виробничу потужність на початок планового періоду визначається за наявністю обладнання та існуючими нормами трудомісткості, а на кінець періоду з урахуванням плану робіт щодо модернізації обладнання, удосконаленню технології, розширенню парку обладнання та інших чинників.

Виробничу потужність слід враховувати при розробці плану розвитку підприємства, основного виробництва, реалізації продукції, а також при плануванні капітальних вкладень (на розширення, модернізацію, реконструкцію підприємства), для визначення потреби в обладнанні та встановлення економічно доцільних зв'язків з іншими виробничими підрозділами та підприємствами.

У розрахунках слід враховувати: наявне обладнання, ефективний максимально можливий час роботи обладнання, програмно-нормативну базу виробництва, ступінь завантаження обладнання тощо.

Найчастіше на практиці розглядають „вузькі місця”, аналіз яких дозволяє прийняти радикальні рішення щодо модернізації виробництва.

3.2.2 Постановка задачі

Розрахувати профіль виробничої потужності цеху по виробництву хімічних добрив на ПАТ „ЧЗМ”, провести аналіз розрахунків, виявити проблеми за визначеним профілем виробничої потужності цеху, побудувати графік та зробити висновки щодо продуктивності обладнання та ефективності його використання. Запропонувати необхідні заходи задля усунення виявлених недоліків („вузьких місць”).

3.2.3 Рішення завдання

Розрахунок профілю виробничої потужності цеху по виробництву хімічних добрив на ПАТ „ЧЗМ” наведено в таблиці 3.1. Розрахунки здійснюються за даними підприємства при використанні приміток наведених нижче (табл. 3.1).

Побудуємо профіль виробничої потужності цеху з виробництва пігулок і визначимо „вузькі місця” (рис. 3.1).

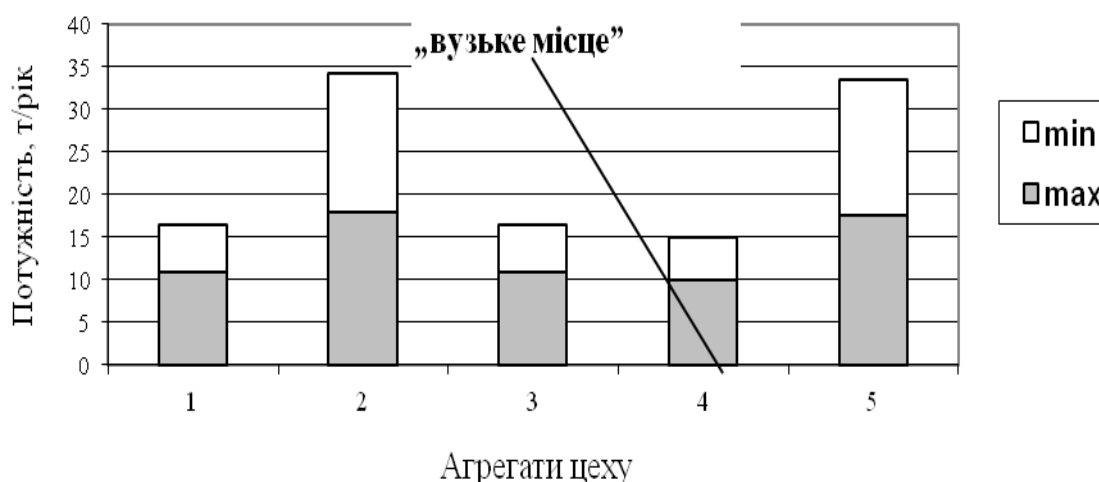


Рисунок 3.1 – Графік профілю потужності цеху з виготовлення хімічних добрив на ПАТ „ЧЗМ”

Як бачимо, „вузькі місця” знаходяться на операції покриття оболонкою пігулок. До заходів, які допоможуть “розширити вузьке місце” можна запропонувати диференціацію пігулок з метою зменшення обсягу завантаження обладнання (деякі пігулки за своїми характеристиками можуть бути без покриття тощо). Потужність регулюється специфікою виробів, тому модернізувати або впроваджувати нові види обладнання не має потреби, а слід упорядкувати організацію потової обробки за багатопредметним принципом.

Таблиця 3.1 – Розрахунок профілю виробничої потужності цеху з виробництва хімічних добрив

Агрегати (апарати)	Потужність агрегату, Т/рік	Кількість зупинок на ремонт за рік	Річний фонд робочого часу, днів	Кількість встановлених агрегатів	Потужність дільниці						Потужність цеху, т/рік	
					MAX			MIN			Одного агрегату	Дільниці
					Кількість агрегатів у роботі	Кількість днів роботи за рік	Потужність, т/рік	Кількість агрегатів у роботі	Кількість днів ремонту за рік	Потужність, т/рік		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Підготовка суміші інгредієнтів	5,5	4	361	2	2	357	11	1	8	5,5	47652	95304
2. Змішування	1,8	6	359	10	10	305	18	9	60	16,2	15509	155190
3. Пресування	5,5	2	363	2	2	361	11	1	4	5,5	47916	95832
4. Покриття оболонкою	5	3	362	2	2	359	10	1	6	5	43440	86880
5. Пакування	1,6	5	360	11	11	310	17,6	10	55	16	13824	152064

Примітки: Кол.1,2,3,5 – вихідні дані
Кол.4 = 365 днів – Кол.3
Кол.7 = 365 днів – Кол.6 x Кол.3
Кол.8 = Кол.2 x Кол.6
Кол.9 = Кол.5 – 1
Кол.10 = 365 днів – Кол.7
Кол.11 = Кол.2 x Кол.9
Кол.12 = Кол.2 x Кол.4 x (24)
Кол.13 = Кол.2 x Кол.4 x Кол. 5

3.3 Зміст завдання та порядок виконання

1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.

2) Розрахувати профіль виробничої потужності цеху (дільниці) з виробництва будь-якого виробу (бажано проводити дослідження за даними підприємства, на якому студент проходив попередні практики), провести аналіз розрахунків, виявити „вузькі місця”, побудувати графік та зробити висновки щодо продуктивності обладнання. Запропонувати необхідні заходи для усунення виявлених недоліків („вузьких місць”).

3) В залежності від виду виробництва та обсягів розрахунків, студенти можуть створювати групи по 2-3 особи, які разом виконують та оформляють звіт щодо практичного завдання.

3.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання відображаються тематика практичного заняття, мета заняття, короткі теоретичні відомості, постановка завдання, вихідні дані за обраним варіантом завдання, результати і аналіз розрахунків, висновки. Оформлення звіту повинне відповідати нормативним вимогам.

При захисті роботи студент повинен довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанту, зробити висновки і відповісти на контрольні запитання.

3.5 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. З якою метою виконується розрахунок та коректування виробничої потужності підприємства (цеху, дільниці)?
2. Дати визначення терміну „виробнича потужність”.
3. Дати визначення терміну „вузьке місце”.
4. Які фактори впливають на зміну виробничої потужності?
5. Яким чином можна ліквідувати „вузькі місця”?
6. Які існують методи розрахунку виробничої потужності виробничих підрозділів в залежності від технології виробництва?
7. Дати класифікацію технологій.
8. Яким чином технологія впливає на проектування та модернізацію операційної системи?
9. Як виробнича потужність впливає на функціонування операційної системи?

4 Практичне заняття № 4

ОПЕРАТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ СИСТЕМОЮ СЕРІЙНОГО ЗВАРЮВАЛЬНО-СКЛАДАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Мета роботи:

- 1) ознайомитися зі складом календарно-планових нормативів у серійному виробництві та закріпити на практиці навички оперативного управління;
- 2) ознайомитися з методикою розрахунку операційних моделей та аналізу різних форм організації операційної системи;
- 3) розвинути організаційне мислення у студентів.

4.2 Теоретичні відомості

4.2.1 Методики розрахунку операційних моделей організації виробництва продукції

Система календарно-планових нормативів залежить від типу виробництва. **Тип виробництва** – це комплексна характеристика технологічних, організаційних, економічних особливостей промислового виробництва, яка обумовлена спеціалізацією, обсягом і сталістю номенклатури, а також формою руху предметів праці робочими місцями. Одним з найважливіших показників рівня спеціалізації робочих місць, що визначає тип виробництва є коефіцієнт закріплення операцій $k_{з.о.}$, який розраховується за формулою:

$$k_{з.о.} = \frac{\Phi_D \cdot k_3 \cdot 60 \cdot m}{N_{вип} \sum t_{ki}}, \quad (4.1)$$

де $k_{з.о.}$ – коефіцієнт закріплення операцій;

Φ_D – дійсний фонд часу роботи обладнання, год.;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

$N_{вип}$ – програма випуску з виробництва (замовлення), од.;

t_{ki} – калькуляційна норма часу обробки виробів;

m – кількість технологічних операцій;

Дійсний фонд часу роботи обладнання (Φ_D) розраховується за формулою:

$$\Phi_D = \Phi_H \cdot s \cdot q \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right), \quad (4.2)$$

де Φ_H – номінальний фонд, дн.;

s – кількість змін;

q – тривалість зміни, год.;
 α – коефіцієнт втрати робочого часу.

Для виробництва:

масового	$k_{з.о.} \leq 1$;
крупносерійного	$k_{з.о.} = 2 \div 10$;
середньо серійного	$k_{з.о.} = 11 \div 20$;
дрібносерійного	$k_{з.о.} = 21 \div 40$;
одиночного	$k_{з.о.} \geq 40$

Необхідні та достатні ознаки типу виробництва подано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика типів виробництва

Типи вир-ва Фактори вир-ва	Одиночне	Серійне	Масове
$k_{з.о.}$	> 40	$1 < k_{з.о.} < 40$	≤ 1
Номенклатура	необмежена	обмежена	постійна
Обладнання	універсальне	універсальне, спеціальне	спеціальне
Вид спеціалізації	технологічна	технологічна, предметна	предметна, подетальна
Кваліфікація робітників	висока	середня	низька

У серійному виробництві за кожним найменуванням продукції мають бути виконані наступні нормативні розрахунки:

- 1) розміри партій виробів (замовлень);
- 2) ритми партій виробів;
- 3) тривалість виробничих циклів виготовлення.

Партія – це заздалегідь установлена кількість предметів праці, що обробляється без перерви у виробництві.

Для простої обробки на універсальному обладнанні щоб визначити розміри партії використовується розрахунок за принципом мінімального навантаження робочих місць. Розмір партії (n) визначається з умовою, що час обробки партії на робочому місці має бути меншим, ніж час зміни або половини зміни. Тоді, розмір партії розраховується за формулою:

$$n = \frac{N_{зан}}{D_p \cdot s}, \quad (4.3)$$

$$N_{зан} = \frac{N_{вип}}{1 - \frac{\alpha}{100}}, \quad (4.4)$$

де $N_{зан}$ – кількість виробів на вході;
 $N_{вип}$ – кількість виробів на виході;
 D_p – кількість робочих днів в році, дн.;
 S – кількість змін;
 α – відсоток браку (0...2 %).

Розміри партії, визначені внаслідок розрахунку й аналізу, необхідно коригувати так, щоб ритм (R) виконання робіт дорівнював одному зі значень в стандартному ряду ритмів: $R_{ст} = 1; 2; 2,5; 5; 10; 20; 60$ зміни.

Ритм – це інтервал часу між запуском або випуском двох суміжних (ті, що йдуть одна за одною) серій або партій виробів.

Розрахунок ритму здійснюється за формулами 4.4:

$$R = \frac{\Phi_{\partial}}{K}; \quad K = \frac{N}{n}; \quad R = \frac{\Phi_{\partial} \cdot n}{N_3}, \quad (4.5)$$

де R – ритм;
 Φ_{∂} – дійсний фонд робочого часу, зміни;
 K – кількість партій виробу;
 N – річна (місячна) програма випуску, од.;
 n – партія запуску виробів, од.

Тривалість виробничого циклу – це інтервал часу від першої операції технологічного процесу до повного завершення обробки, у тому числі випробування в готовому вигляді.

Тривалість виробничого циклу ($T_{вир}$) розраховується за формулою:

$$T_{вир} = \frac{T_T + t_{мо} \cdot (m - 1)}{k_{з.м.} - q \cdot 60}, \quad (4.6)$$

де T_T – тривалість технологічного циклу, хв.;
 $t_{мо}$ – середній міжопераційний час, хв.;
 m – кількість технологічних операцій;
 $k_{з.м.}$ – коефіцієнт змінності;
 q – тривалість зміни, год.

Тривалість технологічного циклу (T_u) та сукупність виконання технологічних операцій залежать від організації руху виробів за операціям (дивись практичне завдання №2).

4.2.2 Послідовний рух предметів праці

За послідовного виду руху предметів праці за операціями кожна наступна операція починає виконуватися лише після закінчення виготовлення всієї партії виробів на попередній операції. Тривалість технологічного циклу за послідовного руху розраховується за формулою:

$$T_{\text{ц}}^{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{\kappa_i}}{C_i} \right) + m \cdot t_{\text{мо}} + t_{\text{нр}} + t_{\text{реж}}, \quad (4.7)$$

де n – розмір партії виробів, од.;

t_{κ_i} – калькуляційний час здійснення технологічної операції, хв.;

C_i – кількість верстатів (робочих місць), що виконують певну операцію;

m – кількість технологічних операцій у технологічному процесі;

$t_{\text{мо}}$ – міжопераційний час, що витрачається на транспортування партії між робочими місцями;

$t_{\text{нр}}$ – час проходження природних процесів (якщо вони є);

$t_{\text{реж}}$ – час, який враховує режим роботи заводу, цеху, дільниці.

4.2.3 Паралельно-послідовний рух предметів праці

За паралельно-послідовного руху може бути два способи сполучення суміжних операційних циклів:

– попередній операційний цикл менше наступного. У цьому разі початок обробки на наступні операції можливий одразу ж після закінчення обробки партії на першій операції або першого виробу;

– попередній операційний цикл більше наступного. Тоді початок обробки на наступні операції визначається за умови, що остання партія (або виріб із неї) оброблюватиметься послідовно, а інші партії (або виріб) мають бути обробленими до цього моменту.

Тривалість виробничого циклу за паралельно-послідовного руху ($T_{\text{ц}}^{n/n}$) розраховується за формулою:

$$T_{\text{ц}}^{n/n} = n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{\kappa_i}}{C_i} \right) - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{C_i} \right)_{\text{кор}} + m \cdot t_{\text{мо}} + t_{\text{нр}} + t_{\text{реж}}, \quad (4.8)$$

де $\sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{C_i} \right)_{\text{кор}}$ – сума коротких операційних циклів із кожної пари суміжних операцій;

p – передаточна транспортна партія, од.

4.2.4 Паралельний рух предметів праці

Паралельний рух предметів праці у виробництві характеризується тим, що невеликі передаточні партії або окремі одиниці передаються з

попередньої операції на наступну одразу ж після закінчення їх обробки на попередній. Тривалість виробничого циклу за паралельного руху ($T_{\text{ц}}^{\text{нар}}$) розраховується за формулою:

$$T_{\text{ц}}^{\text{нар}} = p \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{\kappa_i}}{C_i} \right) + (n-p) \left(\frac{t_i}{C_i} \right)^{\max} + m \cdot t_{\text{мо}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{реж}} , \quad (4.9)$$

де $(n-p) \left(\frac{t_i}{C_i} \right)^{\max}$ – трудомісткість обробки найтривалішої технологічної операції у циклі, хв.

Міжопераційний час ($t_{\text{мо}}$) містить (загальний випадок):

- 1) час виконання контрольних операцій;
- 2) час на транспортування партії до робочого місця виконання наступної операції;
- 3) час очікування партії після закінчення попередньої операції до моменту звільнення робочого місця наступної операції.

Розрахунок міжопераційного часу на одну пару суміжних операцій здійснюється за імперичною формулою:

$$t_{\text{мо}} = -2,95 + 0,564 \cdot k_{\text{з.о.}} , \quad (4.10)$$

де $k_{\text{з.о.}}$ – коефіцієнт закріплення операцій.

Тобто величина $t_{\text{мо}}$ – залежить від рівня серійності виробництва: чим частіше змінюються роботи на робочому місці, тим більший міжопераційний час витрачається.

4.3 Зміст завдання та порядок виконання

- 1) Ознайомитися з теоретичними відомостями.
- 2) Проаналізувати склад календарно-планових нормативів у серійному виробництві. Визначити характерні ознаки кожного з існуючих типів виробництва.
- 3) Розв'язати індивідуальний варіанту згідно прикладу практичного завдання.
- 4) Для побудови графічної моделі технологічного циклу обробки виробів різних видів руху предметів праці в часі використовуйте дані табл. 4.1.

Продовження табл. 4.1

Варіант 13 (N=52300 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	2	9	15	4	8	3	11	12	20	1,9
C _i , од.	1	2	3	1	1	1	2	3	4	1
Варіант 14 (N=86000 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	7	7	4	4	9	9	4	12	6	4
C _i , од.	2	1	2	1	3	2	1	3	1	1
Варіант 15 (N=68000 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	4	18	6	4	3	5	6	2	15	1
C _i , од.	1	4	1	1	1	1	1	1	3	1
Варіант 16 (N=66000 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	5	6	4,3	8	9,5	2,7	4	4,8	3,4	1,2
C _i , од.	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1
Варіант 17 (N=37000 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	9	4	12	6	4	3	5	4,8	11	7
C _i , од.	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1
Варіант 18 (N=47800 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	2	6	17	11	5	3,5	8	7,2	6,6	1
C _i , од.	1	1	4	2	1	1	1	2	1	1
Варіант 19 (N=89500 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	3	1,1	10	5	4	18	6	3	2,2	6
C _i , од.	1	1	3	1	1	4	1	1	1	2
Варіант 20 (N=58950 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	6	2	15	1	4,4	8	19	14	2,5	3,3
C _i , од.	1	1	3	1	1	2	4	3	1	1
Варіант 21 (N=45230 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	5	2	8	4	13	11,2	8,3	5,1	16,8	20
C _i , од.	1	1	2	1	3	2	1	1	4	5
Варіант 22 (N=44444 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	5,4	3,4	8,4	4	12,4	18,4	1,4	4,4	2,4	7,4
C _i , од.	1	1	2	1	3	4	1	1	1	2
Варіант 23 (N=89120 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	1,2	8	4,4	5,3	17	7	1,1	5	1,3	5,2
C _i , од.	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1
Варіант 24 (N=36554 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	5	14	6	7,5	8	12	4,6	2,5	3,3	4,5
C _i , од.	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1

Закінчення табл. 4.1

Варіант 25 (N=74000 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	2,3	15	12	1,1	5,1	3,5	4	2,3	1,4	2,9
C _i , од.	1	5	2	1	1	1	1	1	1	1
Варіант 26 (N=34890 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	2,2	18	1,3	20	5	1,7	16	1,2	6	2,5
C _i , од.	1	3	1	4	1	1	2	1	1	1
Варіант 27 (N=32590 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	1,3	5	2,2	4	18	8	0,9	7	3,9	2,7
C _i , од.	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Варіант 28 (N=58000 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	1,2	2,3	5	15	3,4	1,5	0,4	17	1,3	5,5
C _i , од.	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1
Варіант 29 (N=65980 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	2,7	19	2,9	1,2	5	3,2	5,8	0,7	8	17
C _i , од.	1	3	1	1	1	1	1	1	2	2
Варіант 30 (N=55550 од.)										
№ операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _i , хв.	1,5	3,5	6,5	0,5	5	5,5	4,5	9,5	16,5	11,5
C _i , од.	1	1	2	1	1	1	1	1	3	2

4.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті (дивись практичне завдання №2) за варіантом вихідних даних розрахувати та побудувати графічні моделі для кожного виду руху, висновки. Оформлення звіту має відповідати нормативним вимогам.

Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта, зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

4.5 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. Наведіть розрахункову модель, за якою визначається тип виробництва.
2. Дати визначення поняття “ритм” та навести формули для розрахунків.
3. Дати визначення поняття “тривалість виробничого циклу” (операційного, технологічного).
4. Від чого залежить тривалість технологічного циклу.
5. Розкрити сутність паралельного виду руху предметів праці. Навести формулу для розрахунку тривалості технологічного циклу.
6. Розкрити сутність послідовного виду руху предметів праці. Навести формулу для розрахунку тривалості технологічного циклу.
7. Розкрити сутність паралельно-послідовного виду руху предметів праці. Навести формулу для розрахунку тривалості технологічного циклу.

5 Практичне заняття № 5

ОПЕРАТИВНЕ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ВИРОБНИЧИХ ОПЕРАЦІЙ НА ДІЛЬНИЦІ ПРЕСУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Мета роботи:

- 1) отримання навичок розрахунку, аналізу та використання принципів організації виробничого процесу;
- 2) отримання навичок прийняття оперативних рішень з підвищення рівня ефективності операційної діяльності цеху;
- 3) отримання навичок оцінки впливу ритмічності на результати операційної діяльності.

5.2 Теоретичні відомості

5.2.1 Організація оперативного управління системою виробничих операцій

Завдання оперативного управління полягає в забезпеченні рівномірного виконання виробничих планів відповідно до замовленої кількості, номенклатури, якості продукції за термінами й оптимальною тривалістю виробничого циклу.

Реалізація такого замовлення вимагає визначення та неухильного забезпечення ритмічності роботи системи виробничих операцій.

Ритмічність містить два аспекти:

- злагоджену та узгоджену роботу всіх елементів операційної системи, поєднаних виробничим циклом, відповідно до фаз життєвого циклу продукції;
- рівномірний випуск продукції у виробничому підрозділі в окремі інтервали часу.

Одиницею часу для визначення ритмічності може бути доба, зміна, година, декада тощо.

Аналіз ритмічності потребує обґрунтування вибору системи вимірювання, яка впливає на достовірність отриманих висновків.

У літературних джерелах подається велика кількість різноманітних показників рівномірності. Найбільш широке застосування на практиці здобули такі.

- 1) Коефіцієнт рівномірності λ , розрахований за формулою:

$$\lambda = \frac{\sum_{t=1}^{n_t} P_{bt}}{n_t \cdot 100}, \quad (5.1)$$

де P_{bt} – відсоток виконання плану (без врахування перевиконання) за t -й інтервал часу;

n_t – кількість інтервалів часу за період, для якого визначається коефіцієнт λ .

Чим значення λ ближче до 1, тим більш ритмічніше та більш узгоджено протікає виробництво.

2) Коефіцієнт рівномірності, розрахований як коефіцієнт варіації (x):

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}, \quad (5.2)$$

де $\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2 f}{\sum f}}$ – середнє квадратичне відхилення;

d – відхилення від середнього значення варіаційного ряду;

f – кількість випадків повторення (частота) членів варіаційного ряду.

Варіаційний ряд складається з величин відсотка виконання плану в t -й інтервал часу.

Чим більш рівномірним буде виробництво, тим ближчим до 0 буде значення коефіцієнта варіації.

3) Коефіцієнт рівномірності базується на обліку збитків через нерівномірності роботи та розраховується за формулою:

$$K_p = 1 - \frac{\sum_{t=1}^{n_t} A_t}{\sum_{t=1}^{n_t} N_{nl.t}}, \quad (5.3)$$

де A_t – недовиконання плану з випуском продукції в t -й період часу, од.;

$N_{nl.t}$ – плановий випуск продукції за t -й період, од.;

n_t – кількість інтервалів часу за період, для якого визначається коефіцієнт нерівномірності, який розраховується за формулою:

$$n_t = \frac{\sum_{t=1}^{n_t} A_t}{\sum_{t=1}^{n_t} N_{\bar{v}.t}} \quad (5.4)$$

Цей коефіцієнт показує на скільки можна було б збільшити випуск продукції при ліквідації неритмічної роботи цеха (дільниці).

Рівномірність ходу виробництва визначається рядом чинників організаційного, технічного та економічного характеру, серед яких:

1) технічні: підтримка працездатності обладнання, його продуктивності, досконалість технологічних процесів, рівень технічної оснащеності робочих місць, рівень механізації та автоматизації процесів;

2) організаційні: своєчасне забезпечення та обслуговування робочих місць, якість оперативного планування та диспетчерування, оперативність роботи менеджерів, рівень наукової організації праці (НОП), наукової організації виробництва (НОВ), наукової організації управління (НОУ), ліквідація простоїв обладнання та робочих місць, підвищення мотивованості праці, що впливає на дисципліну та її якість;

3) економічні: раціональна організація заробітної плати, стимулювання праці та виробництва, висока продуктивність праці тощо.

Для підтримки процесу виробництва керівництво цеху (дільниці) постійно контролює випуск продукції, аналізує причини щодо відхилення плану та розробляє організаційно-технічні заходи, а також докладає зусиль для їх ліквідації та їх подальшого уникнення.

5.2.2 Постановка задачі

На базі вихідних даних розрахувати коефіцієнт рівномірності виробництва різними способами, побудувати графік контролю за виробництвом, зробити аналіз та висновки за результатами розрахунків, запропонувати заходи щодо усунення причин неритмічної роботи й оцінити вплив ритмічності на результати діяльності дільниці.

Вихідні дані:

- дільниця пресувального обладнання (далі – дільниця);
- число інтервалів часу – 10;
- тривалість інтервалів (хв.) – 50;
- планова кількість виробів (од.) – 9;
- вартість одного виробу (тис. .) – 0,4.

Таблиця 5.1 – Характеристика роботи дільниці

Період спостереження	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фактичний випуск, од.	8	9	10	10	10	0	0	9	9	8

5.2.3 Рішення задачі

Визначимо відсоток виконання плану на дільниці, а результати занесемо до табл. 5.2.

Для розрахунку коефіцієнта рівномірності згрупуємо розрахункові дані табл. 5.2 та занесемо до табл. 5.3.

Розрахуємо коефіцієнт рівномірності λ :

$$\lambda = (89+100+100+100+100+0+0+100+100+89)/(10 \cdot 100) = 0,778$$

Значення λ свідчить про недостатній ступінь рівномірності виробництва. Оскільки коефіцієнт λ повинен наближатись до 1.

Розрахуємо рівномірність виробництва за коефіцієнтом варіації, попередньо використавши табл. 5.4.

Таблиця 5.2 – Дані про виконання плану на ділянці пресувального обладнання

Інтервал часу	Виконання робіт, од.		Вартість одиниці продукції, тис. .	Виконання робіт, тис. .		Виконання плану, %
	За планом	Фактично		За планом	Фактично	
1	9	8	0,4	3,6	3,2	89
2	9	9	0,4	3,6	3,6	100
3	9	10	0,4	3,6	4,0	111
4	9	10	0,4	3,6	4,0	111
5	9	10	0,4	3,6	4,0	111
6	9	0	0,4	3,6	0	0
7	9	0	0,4	3,6	0	0
8	9	9	0,4	3,6	3,6	100
9	9	9	0,4	3,6	3,6	100
10	9	8	0,4	3,6	3,2	89

Таблиця 5.3 – Дані для розрахунку коефіцієнта рівномірності λ

Інтервали часу	Плановий обсяг виконання робіт, %	Фактичний обсяг виконання плану, %	% виконання, зарахований до плану
1	100	89	89
2	100	100	100
3	100	111	100
4	100	111	100
5	100	111	100
6	100	0	0
7	100	0	0
8	100	100	100
9	100	100	100
10	100	89	89

Таблиця 5.4 – Дані для розрахунку коефіцієнта x

Окремі значення варіаційного ряду (у порядку зменшення)	f	d	D^2	$d^2 \cdot f$
10	3	3,25	10,56	31,68
9	3	2,25	5,06	15,19
8	2	1,25	1,56	3,12
0	2	-6,75	45,56	91,12
$\bar{x} = 6,75$	10	–	–	141,11

\bar{x} – середнє арифметичне значення варіаційного ряду.

Обчислимо коефіцієнт рівномірності x :

$$\sigma = \sqrt{\frac{141,11}{10}} = 3,76, \quad \nu = \frac{3,76}{6,75} = 0,56.$$

Значення x свідчить про недостатній ступінь рівномірності виробництва, коефіцієнт має наближатися до 0.

Розрахуємо коефіцієнт рівномірності K_p , що базується на обліку збитків через нерівномірності виконання робіт, попередньо згрупувавши вихідні дані у таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 – Дані для розрахунку коефіцієнта рівномірності K_p

Інтервал часу	Плановий обсяг робіт, (од.) $N_{t\text{пл.}}$	Фактичний обсяг робіт, (од.) $N_{t\text{факт.}}$	Недовиконання плану випуску продукції, (од.), A_t
1	9	8	1
2	9	9	0
3	9	10	0
4	9	10	0
5	9	10	0
5	9	0	9
7	9	0	9
8	9	9	0
9	9	9	0
10	9	8	1

Обчислимо коефіцієнт рівномірності K_p :

$$K_p = 1 - \frac{(1+9+9+1)}{9 \cdot 10} = 0,78.$$

Частка збитків через нерівномірності робіт складає 22%, що свідчить про те, що діляниця виробляє лише 78% запланованого обсягу продукції.

Графік контролю випуску наведено на рисунку 5.1.

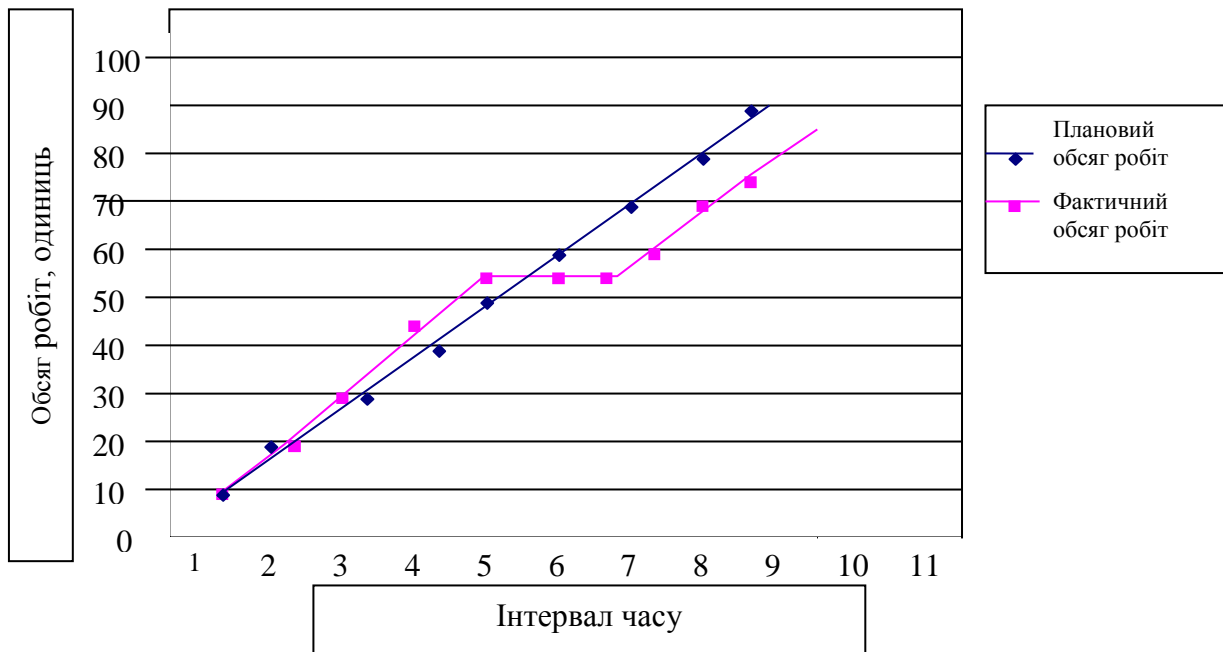


Рисунок – 5.1 Графік контролю випуску продукції в сумарному вираженні

Задля вирівнювання ритмічності організації операційної системи слід впровадити ряд заходів (див. таблицю 5.6), що дозволить ліквідувати збитки, які викликані нерівномірністю виробництва.

Таблиця 5.6 – Перелік заходів, спрямованих на підвищення ритмічності на дільниці пресувального обладнання

Характер заходів	Склад заходів	Результати застосування
Технічні	<ul style="list-style-type: none"> – підтримка працездатності обладнання за допомогою вчасних ремонтів відповідно до графіку планово-попереджувальних робіт; – забезпечення потрібного рівня оснащеності робочих місць; – введення нового, модернізація та виведення застарілого обладнання; – зростання рівня механізації й 	Скорочується кількість простоїв з технічних причин; ручна праця замінюється механізованою (автоматизованою), що підвищує її продуктивність; модернізація та введення нового обладнання, використання досягнень НТП
Організаційні	<ul style="list-style-type: none"> – своєчасне забезпечення й обслуговування робочих місць; – підвищення якості оперативного управління та диспетчерування 	Можливість своєчасного виконання виробничого завдання
Економічні	<ul style="list-style-type: none"> – скорочення рівня простоїв; – скорочення рівня понаднормових 	Загальне підвищення економічного стану
Соціальні	<ul style="list-style-type: none"> – матеріальне стимулювання праці; – нематеріальне стимулювання 	Підвищення зацікавленості та продуктивності праці робітників. впровадження інноваційних заходів НОП

5.3 Зміст завдання та порядок виконання

1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного завдання.

2) Проаналізувати методикау визначення ритмічності виробничої діяльності дільниці та рівномірності виробництва щодо оперативного управління операційною системою.

3) Розв'язати індивідуальний приклад згідно варіанту завдання (табл. 5.7 і табл. 5.8).

5.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тематика та мета, короткі теоретичні відомості, постановка задачі, вихідні дані за варіантом, результати й аналіз розрахунків, висновки. Оформлення звіту має відповідати нормативним вимогам.

Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанту завдання, зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

Таблиця 5.7 – Вихідні дані

№ періоду	Фактичний обсяг робіт за варіантами, од.														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	8	8	7	8	8	11	8	7	8	10	8	9	7	9	15
2	10	9	13	10	10	10	9	11	0	8	9	0	10	15	9
3	0	9	0	9	0	12	10	0	17	0	9	10	5	12	8
4	12	0	10	0	14	0	0	15	0	12	0	13	10	6	0
5	0	0	9	11	0	8	0	0	10	10	12	8	9	10	11
6	9	10	0	0	0	7	9	12	9	0	10	0	10	0	10
7	8	10	6	0	8	0	10	9	12	9	11	14	0	0	9
8	10	10	12	13	10	10	10	10	0	8	12	0	12	13	7
9	0	9	0	7	11	0	13	11	10	10	9	16	8	8	12
10	10	8	8	15	9	9	8	8	8	11	8	13	0	11	13

№ періоду	Фактичний обсяг робіт за варіантами, од.														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	8	9	10	8	7	9	5	8	9	15	9	0	8	9	11
2	5	8	10	5	11	12	6	12	10	8	8	11	11	10	9
3	0	10	10	9	0	5	9	0	9	9	5	11	6	0	11
4	0	10	10	0	0	11	0	0	9	8	5	5	10	10	9
5	0	0	0	11	10	0	10	0	0	9	0	5	0	12	0
6	0	0	0	0	9	0	12	10	0	10	0	9	0	13	0
7	10	10	9	0	9	0	9	6	8	10	10	8	0	0	11
8	10	9	0	14	12	9	0	9	9	8	11	10	0	12	0
9	10	9	9	7	9	9	12	9	9	0	11	11	10	9	9
10	10	8	5	13	0	9	5	9	10	0	9	0	11	9	10

Таблиця 5.8 – Вихідні дані

№ варіанту	Характеристика виробничого підрозділу	Кількість інтервалів часу	Тривалість інтервалів, (хв.)	Планова програма $N_{пл.т.}$ (шт.)	Вартість виробу, (грн.)
1	Дільниця токарних верстатів	10	50	9	0,5
2	Дільниця фрезерних верстатів	10	50	10	1,3
3	Дільниця агрегатних верстатів	10	50	9	2,4

Продовження таблиці 5.8

№ варіанту	Характеристика виробничого підрозділу	Кількість інтервалів часу	Тривалість інтервалів, (хв.)	Планова програма N _{пл.т.} , (шт.)	Вартість виробу, (грн.)
4	Дільниця свердлувальних верстатів	10	50	10	3,8
5	Дільниця шліфувальних верстатів	10	50	9	5,9
6	Дільниця абразивних верстатів	10	50	9	0,35
7	Дільниця протяжних верстатів	10	50	10	0,25
8	Дільниця токарних верстатів	10	50	9	0,4
9	Дільниця відрізних верстатів	10	50	10	2,18
10	Дільниця фрезерних верстатів	10	50	9	1,8
11	Дільниця гідрокопіювальних верстатів	10	50	10	3,4
12	Дільниця протяжних верстатів	10	50	9	0,75
13	Дільниця слюсарних приладів	10	50	9	2,2
14	Дільниця розточних верстатів	10	50	9	0,69
15	Дільниця абразивних верстатів	10	50	9	4,36
16	Дільниця агрегатних верстатів	10	50	10	2,36
17	Дільниця свердлувальних верстатів	10	50	9	2,05
18	Дільниця шліфувальних верстатів	10	50	9	1,9
19	Дільниця абразивних верстатів	10	50	10	0,6

Продовження таблиці 5.8

№ варіанту	Характеристика виробничого підрозділу	Кількість інтервалів часу	Тривалість інтервалів, (хв.)	Планова програма $N_{пл.т.}$ (шт.)	Вартість виробу, (грн.)
20	Дільниця протяжних верстатів	10	50	9	0,98
21	Дільниця токарних верстатів	10	50	10	2,3
22	Дільниця токарних верстатів	10	50	9	4,04
23	Дільниця фрезерних верстатів	10	50	9	1,77
24	Дільниця гідрокопіювальних верстатів	10	50	9	6,01
25	Дільниця протяжних верстатів	10	50	10	3,01
26	Дільниця слюсарних приладів	10	50	10	1,05
27	Дільниця розточних верстатів	10	50	9	2,33
28	Дільниця абразивних верстатів	10	50	9	3,04
29	Дільниця свердлувальних верстатів	10	50	9	5,01
30	Дільниця токарних верстатів	10	50	10	2,88

5.5 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. У чому полягає задача оперативного управління операційної системи?
2. Назвіть найрозповсюдженіші показники та порядок їх розрахунку, які характеризують рівномірність виробництва.
3. Назвіть критерії до яких мають спрямовуватися кожен з показників рівномірності виробництва.
4. Назвіть чинники організаційного характеру, від яких залежить рівномірність виробництва.
5. Назвіть чинники технічного характеру, від яких залежить рівномірність виробництва.
6. Назвіть чинники економічного характеру, від яких залежить рівномірність виробництва.

6 Практичне заняття № 6

ОПТИМІЗАЦІЯ НОРМ ПРАЦІ В ЗАГОТІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

6.1 Мета роботи:

- 1) ознайомитися з методикою розрахунків показників норм праці;
- 2) відтворювати фотографію робочого дня, хронометражні спостереження та проводити аналіз отриманих результатів;
- 3) оптимізувати нормативну базу щодо планування виробничих потужностей, виробничих програм, розрахунку чисельності робочих місць.

6.2 Теоретичні відомості

Технічне нормування праці встановлює для певних організаційно-технічних умов науково обґрунтовані норми часу, виробітку або кількості робітників.

Під технічно обґрунтованою нормою розуміють час для виконання цієї роботи (операції), за визначених організаційно-технічних умов необхідний з огляду на раціональне використання виробничих потужностей обладнання та робочих місць.

Усі витрати робочого часу впродовж робочого дня (зміни) поділяються на час роботи та час перерв.

Час роботи складається з підготовчо-заключного часу (t_{nz}), основного часу (t_o), допоміжного часу (t_d) та часу обслуговування ($t_{обс}$) робочого місця.

Підготовчо-заключний час (t_{nz}) робітник витрачає на ознайомлення з роботою, на підготовку до неї, а також дій, пов'язаних з її завершенням.

Основний (технологічний) час (t_o), упродовж якого безпосередньо відбувається технологічний процес – зміна форми, поверхні та розмірів виробів, зміна механічних властивостей або структури матеріалу тощо.

Допоміжний час (t_d) витрачається на дії, які забезпечують виконання елементів основної роботи, наприклад, на закріплення виробу, вимірювання, пуск та зупинення механізмів тощо. Цей час не повинен перекриватися іншими діями та прийомами.

Час обслуговування ($t_{обс}$) робочого місця охоплює технічне (t_{mo}) та організаційне (t_{oo}) обслуговування робочого місця:

$$t_{обс} = t_{mo} + t_{oo} \quad (6.1)$$

Час технічного обслуговування робочого місця (t_{mo}) витрачається на зміну інструмента, на регулювання та підналадку механізмів під час роботи та інші дії, що пов'язані з доглядом за робочим місцем.

Час організаційного обслуговування робочого місця (t_{oo}), включає витрати робочого часу на догляд за робочим місцем упродовж зміни

(розкладання та збирання інструмента на початку та в кінці робочої зміни, змазування механізмів, прибирання робочого місця, тощо).

Час перерв, який не залежить від працівника ($t_{н.пр.}$) включає технологічні перерви в роботі, пов'язані з технологічним процесом.

Час перерв, залежний від працівника ($t_{з.пр.}$), поділяється на:

а) перерви, передбачені на виробничу гімнастику, відпочинок та особисті потреби ($t_{від}$). Для всіх працівників він становить 2–2,5% від часу робочої зміни;

б) перерви, пов'язані з дисциплінарним порушенням ($t_{дис}$), наприклад, запізнення на роботу, вихід на обід не за графіком, запізнення після обідньої перерви тощо.

Відповідно до цього, структурна формула норм часу на технологічну операцію складатиметься з таких категорій витрат часу:

$$t = t_{нз} + t_o + t_d + t_{мо} + t_{оо} + t_{від}. \quad (6.2)$$

Сума основного (технологічного) та додаткового часу на операцію становить оперативний час виконання операції:

$$t_{он} = t_o + t_d. \quad (6.3)$$

Калькуляційна норма часу обробки розраховується за формулою:

$$t_i = t_{он}(1 + \alpha + \beta), \quad (6.4)$$

де α – коефіцієнт часу обслуговування робочого місця;

β – коефіцієнт часу на відпочинок та особисті потреби.

Питома калькуляційна норма часу та підготовчо-заклучний час утворюють норму штучно-калькуляційного часу, або норму повного часу:

$$t_{ни} = t_i + t_{нз}/n. \quad (6.5)$$

Норма виробітку ($H_{вир}$) вказує на кількість операцій (або одиниць продукції), які виконуються за одиницю часу, тобто це величина обернена нормі часу.

$$H_{вир} = T_{зм} / t_{ни}, \quad (6.6)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв.

Зменшуючи норму часу на x (%), норма виробітку збільшується на величину p (%):

$$p = 100x/(100-x). \quad (6.7)$$

Технічно обґрунтовані норми часу встановлюються на основі ретельного аналізу та виявлення всіх виробничих потужностей кожного виробничого підрозділу, а також на дослідженнях складових операції, яка розглядається.

6.3 Зміст завдання та порядок виконання

1) Ознайомитися з теоретичними відомостями, матеріалами лекції та рекомендованою літературою.

2) Вибрати та провести аналіз вихідних даних для розрахунку (таблиця 6.1, таблиця 6.2).

3) Розрахувати норми часу на операцію та норми виробітку, зробити аналіз фотографії робочого дня та хронометражних рядів.

4) Зробити висновки, оформити звіт, підготуватися до захисту роботи.

6.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тематика та мета, короткі теоретичні відомості, постановка задачі, вихідні дані за варіантом завдання, результати й аналіз розрахунків, висновки. Оформлення звіту має відповідати нормативним вимогам.

Захищаючи роботу, студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанту, зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

6.5 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. Що являє собою технічно-обґрунтована норма на операцію?
2. Дайте визначення підготовчо-заключного часу на виконання операцій.
3. Дайте визначення основному та допоміжному часу на виконання операцій.
4. З чого складається час обслуговування робочого місця? Дайте визначення його складовим.
5. Яким чином диференціюється час перерв та з чого він складається?
6. Наведіть базову модель розрахунку норми часу на виконання операцій.
7. Як визначається норма виробітку? Наведіть формулу.
8. Яким чином розраховуються норми часу на виконання сервісних операцій?
9. Наведіть приклади (за даними практик на базових підприємствах та організаціях) нормативної бази щодо балансу робочого часу трудових елементів виробничих операційних систем. Проаналізуйте їх та зробіть пропозиції.
10. У чому полягають відмінності розрахунку основних виробничих та сервісних операцій?

Таблиця 6.1 – Вихідні дані (фотографія робочого дня)

Витрати робочого часу за елементами	Час спостереження, хв.	Кількість спостережень	Сумарна кількість часу, хв.
1	2	3	4
ВАРІАНТ № 1			
Отримання інструктажу	4	1	4
Операційне виконання завдання	36 32 34 32 30	12	395
Прибирання робочого міста	6 6	2	12
Заміна затупленого інструменту	2 2 3 2 4	5	13
Прибирання стружки	2 3	2	5
Відпочинок	5 7 5	3	17
Пізній початок та завчасне	2 2 3	3	7
Сторонні розмови	2 2	2	4
Заняття сторонньою справою	3	1	3
Чекання заготовок	2 3	2	5
Гостріння інструменту	7 5	2	12
Відсутність струму, технічні	3	1	3
ВАРІАНТ № 2			
Отримання інструктажу	10	1	10
Операційне виконання завдання	30 35 25 34	10	342
Прибирання робочого міста	6 7	2	13
Заміна затупленого інструменту	7 6 5 7 5	5	30
Прибирання стружки	2 3 2	3	7
Відпочинок	6 7 5 7	4	25
Пізній початок та завчасне	4 3 3	3	10
Сторонні розмови	2 5	2	7
Заняття сторонньою справою	5	1	5
Чекання заготовок	4 3 4	3	11
Гостріння інструменту	7 8	2	15
Відсутність струму, технічні	5	1	5
ВАРІАНТ № 3			
Отримання інструктажу	5	1	5
Операційне виконання завдання	36 35 30 36 37	11	376
Прибирання робочого міста	7 7	2	14
Заміна затупленого інструменту	3 3 4 3 4	5	17
Прибирання стружки	2 2	2	4
Відпочинок	5 5 5	3	15
Пізній початок та завчасне	3 2 3	3	8
Сторонні розмови	2 2 2	3	6
Заняття сторонньою справою	4	1	4
Чекання заготовок	3 3 2	3	8
Гостріння інструменту	7 7 5	3	19
Відсутність струму, технічні	4	1	4

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4
ВАРІАНТ № 4			
Отримання інструктажу	4	1	4
Операційне виконання завдання	35 35 30 32	12	379
Прибирання робочого міста	7 5	2	12
Заміна затупленого інструменту	3 3 4 3 3 4	6	20
Прибирання стружки	2 3	2	5
Відпочинок	5 4	2	9
Пізній початок та завчасне	3 2 3 2	3	10
Сторонні розмови	2 3	2	5
Заняття сторонньою справою	4 3	2	7
Чекання заготовок	3 4	2	7
Гостріння інструменту	6 5 5	3	16
Відсутність струму, технічні	6	1	6
ВАРІАНТ № 5			
Отримання інструктажу	6	1	6
Робота	34 33 30 32	12	378
Прибирання робочого міста	5 5	2	10
Заміна затупленого інструменту	3 4 3 3 3	5	16
Прибирання стружки	3 3 3	3	9
Відпочинок	5 4 4	3	13
Пізній початок та завчасне	3 4 4	3	11
Сторонні розмови	3 3	2	6
Заняття сторонньою справою	4 4	2	8
Чекання заготовок	4 5	2	9
Гостріння інструменту	6 5	2	11
Відсутність струму, технічні	2 1	2	3
ВАРІАНТ № 6			
Отримання інструктажу	7	1	7
Операційне виконання завдання	37 33 35 32	12	385
Прибирання робочого міста	5 3	2	8
Заміна затупленого інструменту	3 4 3 3 2	5	15
Прибирання стружки	3 4	2	7
Відпочинок	5 6 5	3	16
Пізній початок та завчасне	3 4 3	3	10
Сторонні розмови	4 3	2	7
Заняття сторонньою справою	4	1	4
Чекання заготовок	4 4	2	8
Гостріння інструменту	4 5	2	9
Відсутність струму, технічні	2 2	2	4
ВАРІАНТ № 7			
Отримання інструктажу	3	1	3
Операційне виконання завдання	36 33 35 32 30	12	384
Прибирання робочого міста	5 4	2	9
Заміна затупленого інструменту	3 4 3 5	4	15
Прибирання стружки	5 4	2	9
Відпочинок	5 6 4	3	15
Пізній початок та завчасне	2 4 3	3	9
Сторонні розмови	4 3 2	3	9
Заняття сторонньою справою	4 2	2	6

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4
Чекання заготовок	4 2	2	6
Гостріння інструменту	4 6	2	10
Відсутність струму, технічні	2 3	2	5
ВАРІАНТ № 8			
Отримання інструктажу	5	1	5
Операційне виконання завдання	30 37 35 32 37	12	392
Прибирання робочого міста	5 5	2	10
Заміна затупленого інструменту	3 4 3 5 2	5	17
Прибирання стружки	2 4	2	6
Відпочинок	3 3 4	3	10
Пізній початок та завчасне	2 4 3 2	4	11
Сторонні розмови	3 3	2	6
Заняття сторонньою справою	3 2	2	5
Чекання заготовок	2 4 2	3	8
Гостріння інструменту	4 4	2	8
Відсутність струму, технічні	2	1	2
ВАРІАНТ № 9			
Отримання інструктажу	8	1	8
Операційне виконання завдання	35 32 30 32 37	12	385
Прибирання робочого міста	2 4	2	6
Заміна затупленого інструменту	5 4 5 5 4	5	23
Прибирання стружки	4 4	2	8
Відпочинок	4 3 4	3	11
Пізній початок та завчасне	2 2 3	3	7
Сторонні розмови	4 3	2	7
Заняття сторонньою справою	4 3	2	7
Чекання заготовок	2 4	2	6
Гостріння інструменту	3 3	2	6
Відсутність струму, технічні	3 3	2	6
ВАРІАНТ № 10			
Отримання інструктажу	3	1	3
Операційне виконання завдання	36 35 34 32 37	12	396
Прибирання робочого міста	2 2	2	4
Заміна затупленого інструменту	4 4 3 3 4	5	18
Прибирання стружки	5 4	2	9
Відпочинок	3 3	2	6
Пізній початок та завчасне	3 3 3	3	9
Сторонні розмови	2 3	2	5
Заняття сторонньою справою	5 6	2	11
Чекання заготовок	3 4	2	7
Гостріння інструменту	5 4	2	9
Відсутність струму, технічні	3	1	3
ВАРІАНТ № 11			
Отримання інструктажу	2	1	2
Операційне виконання завдання	35 37 34 35 37	12	385
Прибирання робочого міста	5 4	2	9
Заміна затупленого інструменту	5 4 5 5	4	19
Прибирання стружки	2 3	2	6
Відпочинок	5 3 4	3	12

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4
Пізній початок та завчасне	3 4	2	7
Сторонні розмови	4 3	2	7
Заняття сторонньою справою	5 3 2	3	10
Чекання заготовок	3 2 2	3	7
Гостріння інструменту	5 6	2	11
Відсутність струму, технічні	2 3	2	5
ВАРІАНТ № 12			
Отримання інструктажу	3	1	3
Операційне виконання завдання	41 24 19 23 35	13	396
Прибирання робочого міста	6 4 2	3	12
Заміна затупленого інструменту	3 3 2 2	4	10
Прибирання стружки	4	1	4
Відпочинок	7 7 4	3	18
Пізній початок та завчасне	1 3 2 2 2	5	10
Сторонні розмови	2	1	2
Заняття сторонньою справою	3 2	2	5
Чекання заготовок	3 1	2	6
Гостріння інструменту	5 5	2	10
Відсутність струму, технічні	2 2	2	4
ВАРІАНТ № 13			
Отримання інструктажу	14	1	14
Операційне виконання завдання	35 27 32 34 20	13	370
Прибирання робочого міста	8 7	2	15
Заміна затупленого інструменту	2 3 3	3	8
Прибирання стружки	2 3	2	5
Відпочинок	5 8 3	3	16
Пізній початок та завчасне	3 3	2	6
Сторонні розмови	3 2 4	3	9
Заняття сторонньою справою	6	1	6
Чекання заготовок	4 5	2	9
Гостріння інструменту	8 7	2	15
Відсутність струму, технічні	2 2 3	3	7
ВАРІАНТ № 14			
Отримання інструктажу	4 5	2	9
Операційне виконання завдання	45 24 33 30 40	12	385
Прибирання робочого міста	8 7	2	15
Заміна затупленого інструменту	5 7 6 3 6	5	27
Прибирання стружки	4 2	2	6
Відпочинок	3 6	2	9
Пізній початок та завчасне	3 2 2	3	7
Сторонні розмови	2 2	2	4
Заняття сторонньою справою	5	1	5
Чекання заготовок	1 2	2	3
Гостріння інструменту	3 3	2	6
Відсутність струму, технічні	4	1	4
ВАРІАНТ № 15			
Отримання інструктажу	3 4	2	7
Операційне виконання завдання	40 10 25 30 45	13	342
Прибирання робочого міста	3 5 2 3	4	13

Закінчення табл. 6.1

1	2	3	4
Заміна затупленого інструменту	5 7 6 3 6	5	27
Прибирання стружки	6 5	2	11
Відпочинок	5 6 5	3	16
Пізній початок та завчасне	2 2	2	4
Сторонні розмови	6 8	2	14
Заняття сторонньою справою	5 6 7	3	18
Чекання заготовок	15	1	15
Гостріння інструменту	3 2 5	3	10
Відсутність струму, технічні	2 1	2	3

Таблиця 6.2 – Хронометражні спостереження за операціями

ВАРІАНТ №1												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	32	35	52	31	34	27	30	35	34	38	40	37
010	10	14	13	12	16	19	16	12	14	13	11	10
015	14	14	3	10	12	15	13	18	15	13	9	11
020	115	118	117	121	116	117	121	115	110	117	120	119
025	9	8	9	12	8	9	12	10	13	9	7	10
030	7	8	7	6	5	9	18	6	8	7	5	8
035	11	13	11	13	27	10	14	16	11	10	9	10
040	11	12	10	8	9	11	11	10	8	11	9	10
ВАРІАНТ №2												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	38	41	58	37	40	33	36	41	40	44	46	43
010	16	20	19	18	22	25	21	18	20	19	17	16
015	20	20	9	16	18	21	19	24	21	19	15	17
020	121	124	123	127	122	123	127	121	116	123	126	125
025	15	14	15	18	14	15	18	16	19	15	13	16
030	13	14	13	12	11	15	24	12	14	13	11	14
035	17	19	17	19	33	16	20	22	17	16	15	16
040	17	18	16	14	15	17	17	16	14	17	15	16
ВАРІАНТ №3												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	45	48	65	44	47	40	43	48	47	51	53	50
010	23	27	26	25	29	32	28	25	27	26	24	23
015	27	27	16	23	25	28	26	31	28	26	22	24
020	128	131	130	134	129	130	134	128	123	130	133	132
025	22	21	22	25	21	22	25	23	26	22	20	23
030	20	21	20	19	18	22	31	19	21	20	18	21
035	24	26	24	26	40	23	27	29	24	23	22	23
040	24	25	23	21	22	24	24	23	21	24	22	23

Продовження табл. 6.2

ВАРІАНТ №4												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	39	42	59	38	41	34	37	42	41	45	47	44
010	17	21	20	19	23	26	23	19	21	20	18	17
015	21	21	10	17	19	22	20	25	22	20	16	18
020	122	125	124	128	123	124	128	122	117	124	127	126
025	16	15	16	19	15	16	19	17	20	16	14	17
030	14	15	14	13	12	16	25	13	15	14	12	15
035	18	20	18	20	34	17	21	23	18	17	16	17
040	18	19	17	15	16	18	18	17	15	18	16	17
ВАРІАНТ №5												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	40	43	60	39	42	35	38	43	42	46	48	45
010	18	22	21	20	24	27	24	20	22	21	19	18
015	22	22	11	18	20	23	21	26	23	21	17	19
020	123	126	125	129	124	125	129	123	118	125	128	127
025	17	16	17	20	16	17	20	18	21	17	15	18
030	15	16	15	14	13	17	26	14	16	15	13	16
035	19	21	19	21	35	18	22	24	19	18	17	18
040	19	20	18	16	17	19	19	18	16	19	17	18
ВАРІАНТ №6												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	26	29	46	25	28	21	24	29	28	32	34	31
010	4	8	7	6	10	13	10	6	8	7	5	4
015	8	8	6	4	6	9	7	12	9	7	3	5
020	109	112	111	115	110	111	115	109	104	111	114	113
025	3	2	3	6	2	3	6	4	7	3	2	4
030	2	2	3	5	6	3	12	10	2	4	11	2
035	5	7	5	7	21	4	8	10	5	4	3	4
040	5	6	4	2	3	5	5	4	2	5	3	4
ВАРІАНТ №7												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	34	37	54	33	36	29	32	37	36	40	42	39
010	12	16	15	14	18	21	18	14	16	15	13	12
015	16	16	14	12	14	17	15	20	17	15	11	13
020	117	120	119	123	118	119	123	117	112	119	122	121
025	11	10	11	14	10	11	14	12	15	11	10	12
030	10	10	11	13	14	11	20	18	10	12	19	10
035	13	15	13	15	29	12	16	18	13	12	11	12
040	13	14	12	10	11	13	13	12	10	13	11	12

Продовження табл. 6.2

ВАРІАНТ №8												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	30	33	50	29	32	25	28	33	32	36	38	35
010	8	12	11	10	14	17	13	10	12	11	9	8
015	12	12	10	8	10	13	11	16	13	11	7	9
020	113	116	115	119	114	115	119	113	108	115	118	117
025	7	6	7	10	6	7	10	8	11	7	5	8
030	5	6	5	4	3	7	16	4	6	5	3	6
035	9	11	9	11	25	8	12	14	9	8	7	8
040	9	10	8	6	7	9	9	8	6	9	7	8
ВАРІАНТ №9												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	46	49	66	45	48	41	44	49	48	52	54	51
010	24	28	27	26	30	33	32	26	28	27	25	24
015	28	28	17	24	26	29	27	32	29	27	23	25
020	129	132	131	135	130	131	135	129	124	131	134	133
025	23	22	23	26	22	23	26	24	27	23	21	24
030	21	22	21	20	19	23	32	20	22	21	19	22
035	25	27	25	27	41	24	28	30	25	24	23	24
040	25	26	24	22	23	25	25	24	22	25	23	24
ВАРІАНТ №10												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	23	26	43	22	25	18	21	26	25	29	31	28
010	15	19	18	17	21	24	20	17	19	18	16	15
015	19	19	17	15	17	20	18	25	20	18	14	16
020	120	123	122	126	121	122	126	120	115	122	125	124
025	14	13	14	17	13	14	17	15	18	14	12	15
030	12	13	12	11	10	14	23	11	13	12	10	13
035	16	18	16	18	32	15	19	21	16	15	14	15
040	16	17	15	13	14	16	16	15	13	16	14	15
ВАРІАНТ №11												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	36	39	56	35	38	31	34	39	38	42	44	41
010	14	18	17	16	20	23	19	16	18	17	15	14
015	18	18	16	14	16	19	17	22	19	17	13	15
020	119	122	121	125	120	121	125	119	114	121	124	123
025	13	12	13	16	12	13	16	14	17	13	11	14
030	11	12	11	10	9	13	22	10	12	11	9	12
035	15	17	15	17	31	14	18	20	15	14	13	14
040	15	16	14	12	13	15	15	14	12	15	13	14

Закінчення табл. 6.2

ВАРІАНТ №12												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	24	27	44	23	26	19	22	27	26	30	32	29
010	16	20	19	18	22	25	21	18	20	19	17	16
015	20	20	18	16	18	21	19	26	21	19	15	17
020	121	124	123	127	122	123	127	121	116	123	126	125
025	15	14	15	18	14	15	18	16	19	15	13	16
030	13	14	13	12	11	15	24	12	14	13	11	14
035	17	19	17	19	33	16	20	22	17	16	15	16
040	17	18	16	14	15	17	17	16	14	17	15	16
ВАРІАНТ №13												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	43	46	63	42	45	38	41	46	45	49	51	48
010	21	25	24	23	27	30	27	23	25	24	22	21
015	25	25	14	21	23	26	24	29	26	24	20	22
020	126	129	128	132	127	128	132	126	121	128	131	130
025	20	19	20	23	19	20	23	18	24	20	18	21
030	18	19	18	17	16	20	29	17	19	18	16	19
035	22	24	22	24	38	21	25	27	22	21	20	21
040	21	23	21	19	20	22	22	21	19	12	20	21
ВАРІАНТ №14												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	28	31	48	27	30	23	26	31	30	34	36	33
010	6	10	9	8	12	15	12	8	10	9	7	6
015	10	10	8	6	8	11	9	14	11	9	5	7
020	111	114	113	117	112	113	117	111	106	113	116	115
025	5	4	5	8	4	6	8	6	9	5	4	6
030	4	4	5	7	8	5	14	12	4	6	13	4
035	7	9	7	9	23	6	10	12	7	6	5	6
040	7	8	6	4	5	7	7	6	4	7	5	6
ВАРІАНТ №15												
Операції	Тривалість виконання елементу операції, с											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	33	36	53	32	35	28	31	36	35	39	41	38
010	11	15	14	13	17	20	17	13	15	14	12	11
015	15	15	4	11	13	16	14	19	16	14	10	12
020	116	119	118	122	117	118	122	116	111	118	121	120
025	10	9	11	13	9	10	13	11	14	10	8	11
030	8	9	8	7	6	10	19	7	9	8	6	9
035	12	14	12	15	28	11	15	17	12	11	10	11
040	12	13	11	9	10	12	12	11	9	12	10	11

7 Практичне заняття № 7

ОПЕРАТИВНЕ ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПОТОКОВИМ ВИРОБНИЦТВОМ МАСОВОГО ТИПУ

7.1 Мета роботи:

- 1) навчитися обчислювати планові нормативи операційних систем масового типу;
- 2) навчитись будувати план-графік роботи діляниць (ліній);
- 3) розвинути організаційне мислення у студентів.

7.2 Теоретичні відомості

7.2.1 Методика розрахунку параметрів потокового виробництва

Існує дві форми здійснення виробничих процесів: потокове та непотокове.

Масове виробництво здійснюється потоковим методом. Тому оперативно-календарне планування розглядається щодо організації потокового виробництва.

Первинною виробничою ланкою поточного виробництва є потокова лінія. Потокові лінії можна розділити, по-перше, на однопредметні та багатопредметні. Лінія, за якою закріплене виготовлення виробу одного найменування, називається одно предметно. Лінія, за якою закріплене виготовлення виробів декількох найменувань, називається багатопредметності. Для визначення одно- або багатопредметності лінії необхідно розрахувати:

Якщо $T_{np} > 0,85 * \Phi_0$ – то лінія однопредметна;

Якщо $T_{np} < 0,85 * \Phi_0$ – то лінія багатопредметна;

T_{np} – сумарна трудомісткість процесу, яка знаходиться як:

$$T_{np} = [(N_{\text{вип}} \cdot 100) \div (100 - \alpha)] \cdot \sum_{i=1}^m t_{ki}, \quad (7.1)$$

де, α – відсоток браку (0...2 %).

По-друге, потокові лінії поділяються на безперервні та перервні (прямоточні).

В умовах безперервного потоку кількість робочих місць на операціях завжди дорівнює цілому числу, оскільки основною умовою безперервно-поточного виробництва, що дозволяє здійснити безперервність виробничих процесів, є така ступінь синхронізації часу їх виконання, при якій продуктивність операції дорівнює або кратна такту:

$$\frac{t_{k1}}{c_1} \cong \frac{t_{k2}}{c_2} \cong \dots \cong \frac{t_{kn}}{c_n} \cong r \quad (7.2)$$

де t_i – калькуляційна норма часу виконання i -ої операції, хв.;

c_i – кількість робочих місць, що виконують i -у операцію.

Такт у прямоточному перервному виробництві являє собою середню розрахункову величину, оскільки ступінь синхронізації потоку не забезпечує рівномірності або кратності калькуляційного часу такту випуску виробів.

Тобто, якщо в формулі 2 умова виконується (з врахуванням того, що при цьому допускається відхилення по операційним циклам від такту в межах 10 %), то лінія – безперервно – потокова. Якщо в формулі умова не виконується (відхилення становить більше число за 10%), то лінія – перервно-потокова або (прямоточна). Таким чином на основі двох вищезгаданих класифікаційних ознак можна виділити чотири різновиди поточкових ліній: 1) однопредметна безперервно-потокова лінія; 2) багатопредметна безперервно-потокова лінія; 3) однопредметна перервно-потокова (прямоточна); та 4) багатопредметна перервно-потокова (прямоточна).

Основними плановими нормативами у масовому виробництві є:

- 1) такт або ритм випуску виробів;
- 2) напрацювання (запаси) впродовж виробничого циклу.

На основі цих планових нормативів складаються календарні плани-графіки (стандарт-плани).

Такт потоку (r) – це інтервал часу між запуском у виробництво виробів, які йдуть один за одним, або випуском з останньої операції поточної лінії двох виробів, що виготовляються послідовно:

$$r = \frac{\Phi_0}{N_{\text{зан}}}, \quad (7.3)$$

де Φ_0 – дійсний фонд часу роботи лінії;

$N_{\text{зан}}$ – програма запуску на період, що розраховується.

Програма запуску розраховується за формулою:

$$N_{\text{зан}} = \frac{N_{\text{вип}} * 100}{100 - \alpha}. \quad (7.4)$$

Ритм потоку (R) – розраховується під час передачі виробів з операції на операцію тоді, коли передача відбувається не після кожного такту, а періодично, транспортними партіями p :

$$R = r \cdot \mathcal{C} p, \quad (7.5)$$

де p – величина транспортної партії, од.

Розрахункова кількість робочих місць c_j ведеться за кожною операцією:

$$c_j = \frac{t_i}{r}, \quad (7.6)$$

де t_i – калькуляційна норма часу виконання i -ої операції, хв.

Але так як при застосуванні формули внаслідок ділення частіше за все отримуємо не ціле число (кількість робочих місць може бути тільки цілим числом), то ми на основі розрахункової кількості робочих місць повинні отримати прийнятну кількість робочих місць ($c_{пр}$), яке визначається шляхом округлення c_p до найближчого цілого числа (при цьому враховується, що допускається перевантаження одного робочого місця в межах 10 %).

Коефіцієнт завантаження робочих місць $K_{з.о.}$ (3₃) визначається за формулою:

$$\eta_3 = c_p \div c_{пр} \quad (7.7)$$

У масовому виробництві програма, встановлена на тривалий період часу, що дозволяє організувати для кожної лінії стабільний режим роботи робочих місць і забезпечує аналогічність в організації виробничого процесу. Стабільний режим роботи та періодичність повторення дозволяє використати стандартні за формою планові графіки, або *стандарт-плани* (плани-графіки).

За ступенем безперервності процесу виробництва потокові лінії масового виробництва поділяються на:

- 1) безперервно-потоківі;
- 2) перервно-потоківі (прямоточні).

Безперервно-потоківий процес виробництва характеризується синхронністю часу кожної операції технологічного процесу з тактом потоку. Умову синхронізації такого процесу відображає формула 7.2.

Для перервно-потоківого процесу виробництва тривалість окремих операцій не синхронна з тактом потоку. Внаслідок різної потужності обладнання та трудомісткості операцій технологічного процесу використовується вільне, не регламентоване у часі, переміщення виробів з операції на операцію.

План-графік перервно-потоківого лінії складається на певний відрізок часу, що називається періодом обходу або періодом обслуговування лінії. План-графік перервно-потоківого лінії регламентує робітників з операціями, встановлює, які саме операції та в якій послідовності виконує кожний робітник, визначає завантаження робітника та обладнання. План-графік дозволяє виявити можливість послідовного багатостатного обслуговування на лінії одним робітником. На основі побудови стандарт-плану уточнюється кількість необхідних робітників для обслуговування лінії, встановлюється спосіб і періоди передачі предметів праці з операції на операцію, види та розмір наробків між операціями, порядок їх витрат та поповнення.

Плани-графіки для різних видів потокових ліній мають певні особливості при їх побудові. Розглянемо їх. План-графік для одно предметної перервно-поточної (прямоточної) лінії мають наступний вигляд:

План-графік роботи однопредметної прямоточної лінії

№ опер.	$t_{ки}$, хв.	c_p	$c_{пр}$	Одиниці обладнання	Завантаження обладнання, %	Виконавця	Завантаження виконавця, %	Період обслуговування*
1	6,7	1,4	2	А	100	1	100	100 %
				Б	40	1	100	40 %
2	2,9	0,6	1	В	60	–	–	60 %

* – (може дорівнювати тривалості зміни, $1/2$ зміни або $1/4$ зміни в хв., наприклад, якщо зміна триває 8 год., то період обслуговування (R) може дорівнювати або 480 хв., або 240 хв., або 120 хв.).

Якщо поточна лінія або однопредметна безперервно-потокова, або багатопредметна безперервно-потокова лінія, або багатопредметна перервно-потокова (прямоточна), то план-графік буде наступним:

План-графік роботи однопредметної безперервно-потокової, або багатопредметної безперервно-потокової лінії, або багатопредметної перервно-потокової (прямоточної) лінії:

№ опер.	$t_{ки}$, хв.	c_p	$c_{пр}$	Одиниці обладнання	Завантаження обладнання, %	Виконавця	Завантаження виконавця, %	Період обслуговування*
1	6,7	1,4	2	А	100	1	100	100 %
				Б	40	1	40	40 %
2	2,9	0,6	1	В	60	1	60	60 %

7.2.2 Методика розрахунку параметрів непотокового виробництва

Весь період обслуговування ($T_{обс}$) потокового виробництва поділяється на періоди, кожний з яких характеризується незмінною кількістю працівників та обладнання на суміжних операціях, тобто незмінною продуктивністю за цей період.

Розрізняють наступні види наробків:

1) за призначенням і характером утворення:

- технологічні;
- транспортні;
- оборотні;
- страхові.

2) за місцем утворення:

- лінійні (циклічні) або міжопераційні наробки, які утворюються на лініях або між операціями та періодично повторюються;

– міжлінійні, котрі утворюються між суміжними технічними лініями, цехами в межах одного виробничого підрозділу, або міжцехові, коли суміжні лінії перебувають у різних цехах.

Технологічний наробок (z_{mex}) – це кількість предметів праці, які на цей період оброблюються на робочих місцях:

$$z_{mex} = \sum_{i=1}^m c_i, \quad (7.8)$$

де m – кількість робочих місць (одиниць обладнання на лінії);

Транспортний наробок (z_{mp}) – це кількість предметів праці, які передаються з однієї операції на іншу.

На перервно-потоккових лініях при поодиночній передачі предметів праці з операції на операцію наявність внутрішньолінійних оборотних наробків повністю покриває потребу в транспортних наробках і окремо не розраховується. Якщо це не так, то:

$$z_{mp} = \sum_{i=1}^m c_i - 1.$$

Під час передачі предметів праці транспортними партіями (p):

$$z_{mp} = p \left(\sum_{i=1}^m c_i - 1 \right).$$

Оборотні наробки утворюються лише на безперервно-потоккових лініях між робочими місцями з різною продуктивністю випуску.

Оборотний наробок ($z_{об}$) – це кількість предметів, призначених для вирівнювання продуктивності суміжних операцій, які знаходяться на робочих місцях, очікуючи на процес обробки.

Розмір **оборотного міжопераційного наробку** розраховується:

$$Z_{об} = \tau \left(\frac{c_i}{t_{ki}} - \frac{c_{(i+1)}}{t_{(i+1)}} \right), \quad (7.9)$$

де τ – період часу, за який не змінюються умови виконання операцій;

$c_i, c_{(i+1)}$ – кількість працюючих одиниць обладнання (робочих місць), відповідно, на попередній та наступній операціях у період часу τ ,

$t_i, t_{(i+1)}$ – норми калькуляційного часу, відповідно, на попередній і наступній операціях.

Оборотні наробки визначаються між кожною парою суміжних операцій на основі стандарт-планів. Розмір оборотного наробку залежить від факторів:

- 1) різниця між продуктивністю двох суміжних операцій.
 - 2) співвідношення тривалості цих операцій із тактом лінії.
 - 3) обраного періоду обслуговування робочих місць лінії.
- Середня величина міжопераційного оборотного наробку:

$$Z_{об}^* = \frac{\sum_{i=1}^m (Z' + Z'')_i}{2T_{обс}}, \quad (7.10)$$

де Z' – наробок на початок періоду часу його формування;
 Z'' – наробок на кінець періоду часу його формування;
 $T_{обс}$ – величина періоду обслуговування потокової лінії.

Сумарний оборотний наробок на потоковій лінії, в цілому дорівнює сумі середніх величин міжопераційних оборотних нагробків, коливання яких відображається на план-графіку.

Страхові наробки ($Z_{стр}$) призначені для забезпечення безперервної роботи потоків, лінії, коли на окремих її ділянках можуть виникати порушення регламентованої технології виробництва. Вони створюються після операцій, де існує велика ймовірність простоїв обладнання та робочих місць:

- а) операції, що виконуються на унікальному обладнанні при відсутності станків-дублерів;
- б) операції зі швидким зносом інструменту;
- в) через неплановий ремонт;
- г) у зв'язку із збільшенням розміру браку;
- д) невідпрацьовані операції.

При наявності на первинно-потоковій лінії оборотних наробків, величина страхового наробку може бути частково або повністю об'єднана з оборотним наробком. А якщо ритмічність виробництва низька, то $Z_{стр}$ становить 8-10% від технологічного наробку.

7.3 Зміст завдання та порядок виконання

- 1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.
- 2) Розраховувати оперативно-планові нормативи операційної системи масового типу.
- 3) Побудувати план-графік роботи ділянки (ліній) згідно індивідуального варіанту завдання (таблиця 7.1).
- 4) Визначити заходи і ресурси щодо оптимізації отриманих оперативно-планових нормативів.
- 5) Зробити висновки, оформити звіт, підготуватись до захисту роботи.

7.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання відображаються тематика практичного завдання, мета завдання, короткі теоретичні відомості, постановка задачі, вихідні дані за варіантом завдання, результати і аналіз розрахунків та оптимізації потоків виробництва, висновки. Оформлення звіту повинне відповідати нормативним вимогам.

При захисті роботи студент повинен довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанту, визначити критерій оптимальності та провести оптимізацію операційної системи потокового виробництва зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

7.5 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. Дати визначення поняттю “такт”, “ритм” і “поток”, навести алгоритми розрахунку їх значень.
2. Назвіть форми організації виробничих процесів.
3. Назвати види поточних виробництв масового типу за ступенем безперервності.
4. Надайте характеристики різним формам поточних виробництв.
5. Які види наробків існують в організації поточних виробництв?
6. Дайте визначення технологічного наробку та його розрахункової моделі.
7. Дайте визначення транспортного та оборотного наробків, наведіть розрахункові формули.
8. Від яких факторів залежить розмір оборотного міжопераційного наробку? Наведіть формулу розрахунку оборотного міжопераційного наробку.
9. Назвіть призначення страхових наробків.
10. За якими критеріями може здійснюватись оптимізація оперативно-планових нормативів?
11. Яка економічна сутність сумарного оборотного наробку?

Таблиця 7.1 – Вихідні дані

		Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3		Варіант 4	
№ операції		t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}
1	5	2,2	18	1,3	20	1,7	16	1,2	16
2	6	3	18	1,8	15	1,3	13	1,1	17
3	7	2,4	17	1,2	8	1,2	17	1	17
4	8	2,2	15	1,5	17	1,5	17	1,6	18
Програма Нв, од.		18000		10000		10000		10000	
		Варіант 5		Варіант 6		Варіант 7		Варіант 8	
№ операції		t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}
1	5	1,5	20	6,2	25	2,5	18	3,3	7
2	6	1,1	21	5,1	15	2,3	18	3,4	13
3	7	1,7	19	5,8	8	3,9	17	3	15
4	8	1,3	25	5,9	26	2,4	17	3,9	13
Програма Нв, од.		10000		20000		14000		15000	
		Варіант 9		Варіант 10		Варіант 11		Варіант 12	
№ операції		t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}
1	5	0,5	8	4,7	25	2,3	15	12	15
2	6	0,8	20	4,1	13	2,5	17	13	10
3	7	0,7	26	5,5	15	2,2	18	14	8
4	8	0,6	18	5,1	20	2,7	19	12	11
Програма Нв, од.		15000		30000		16000		11000	
		Варіант 13		Варіант 14		Варіант 15		Варіант 16	
№ операції		t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}
1	5	1,1	30	5,1	17	3,5	18	9	19
2	6	1	24	6,3	12	3,7	15	10	20
3	7	0,9	25	7	11	4	12	7	25
4	8	1,2	19	6	15	3,2	19	6,8	17
Програма Нв, од.		12000		12000		15000		13000	
		Варіант 17		Варіант 18		Варіант 19		Варіант 20	
№ операції		t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}
1	5	4	21	2,3	25	2	27	1,4	15
2	6	3,7	15	2,5	27	1,9	13	1,7	19
3	7	3,9	19	2,7	13	1,5	14	1,8	20
4	8	3,5	20	2,9	15	1,7	15	1,9	21
Програма Нв, од.		14000		16000		17000		8000	

Продовження табл.7.1

		Варіант 21		Варіант 22		Варіант 23		Варіант 24	
№ операції		t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}
1	5	1,8	17	0,8	8	2,7	17	1,7	25
2	6	1,5	19	1	10	2,5	19	2	27
3	7	1,3	20	1,2	13	2,1	20	1,3	18
4	8	1	15	0,9	16	2,3	23	1,2	20
Програма Нв, од.		19000		11000		16000		17000	
		Варіант 25		Варіант 26		Варіант 27		Варіант 28	
№ операції		t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}
1	5	3	26	2,5	27	1,3	17	1	13
2	6	3,9	29	3	25	1,4	19	1,1	14
3	7	3,2	13	2,9	22	1,2	20	1,3	15
4	8	3,4	15	4	13	1,5	25	1	17
Програма Нв, од.		15000		14000		11000		12000	
		Варіант 29		Варіант 30					
№ операції		t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}	t_{ki}				
1	5	1,9	19	1,7	25				
2	6	1,8	20	2	24				
3	7	1,5	24	1,5	13				
4	8	1,3	27	1,3	19				
Програма Нв, од.		10000		18000					

8 Практичне заняття № 8

ОЦІНЮВАННЯ ТРУДОВОЇ УЧАСТІ НАУКОВИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ У БРИГАДНІЙ РОБОТІ

8.1 Мета заняття:

- 1) ознайомитись з методикою організації трудових процесів у бригадній роботі;
- 2) закріпити на практиці застосування процедури визначення коефіцієнтів трудової участі членів бригади наукових та інженерно-технічних працівників методом розміщення пріоритетів;
- 3) розвинути організаційно-управлінське мислення у студентів.

8.2 Теоретичні відомості

Прогресивною формою організації трудових процесів є бригадні методи.

Бригадні методи праці сприяють підвищенню трудової та суспільної активності членів колективів, розвитку корпоративних відносин, співробітництва, взаємодопомозі та взаємовідповідальності. Поряд із виробничими створюються бригади наукових та інженерно-технічних працівників. Необхідність створення таких колективів може виникнути під час розробки та реалізації пілотних проектів, комплексних робіт, інноваційних, інвестиційних проектів тощо. Обсяги та складність таких проектів можуть вплинути на зміни організаційної структури управління матричного типу. Відтак, існує необхідність визначення й економічної оцінки участі членів колективу (бригади) у комплексних багато профільних проектах. У таких бригадах премії, а іноді й заробітна плата (наприклад, у тимчасових трудових колективах) можуть розподілятися з використанням коефіцієнтів трудової участі членів бригади та співробітників.

Коефіцієнт трудової участі (*КТУ*) – це комплексний показник особистого внеску співробітника за результатами роботи бригади. *КТУ* обговорюють і затверджують на зборах трудового колективу або бригади. На значення *КТУ* впливають приватні показники, наприклад, виконання плану, якість робіт, творча активність, трудова, технологічна, суспільна дисципліна тощо. Склад приватних показників визначають залежно від особливостей роботи колективу.

Для встановлення *КТУ* можна використовувати різні методи індивідуальних експертних оцінок: безпосередньої кількісної оцінки, бальної оцінки, рангової оцінки, парних порівнянь тощо. Метод парних порівнянь значно переважає інші методи: не вимагає транзитивності суджень експертів, тобто логічності переваг (якщо *a* краще *b*, а *b* краще *c*, то й *a* краще *c*). Помилка, припущена експертом під час використання методу парних порівнянь, не призведе до інших помилок і вплине на групову експертну

оцінку, на відміну від інших методів. Групові експертні оцінки та пріоритети об'єктів визначають методом розміщення пріоритетів – єдиним методом, який не потребує транзитивності у системі порівнянь.

Коефіцієнт трудової участі i -го члена бригади KTY_i розраховують на основі нормованих значень пріоритетів:

$$KTY_i = nP_{in}^w, \quad (8.1)$$

де n – число членів бригади;

P_{in}^w – нормоване значення пріоритету i -го члена бригади за комплексним показником роботи W .

Нормовані значення пріоритетів визначають наступним чином:

$$P_{in}^w = \sum_{m=1}^M P_{in}^{(m)} \rho^{(m)}, \quad (8.2)$$

де M – число часткових показників у комплексному показнику;

$P_{in}^{(m)}$ – нормоване значення пріоритету i -го члена бригади за частковим показником з номером m ;

$\rho^{(m)}$ – вага часткового показника з номером m у комплексному показнику W .

Значення величин у формулі (8.2) розраховують методом розміщення пріоритетів на основі парних експертних порівнянь усіх членів бригади за частковими показниками. Експертами виступають керівники та члени бригади (можливо й замовник). Кількість експертів має бути непарною.

Результати індивідуальної експертної оцінки з використанням методу парних порівнянь об'єктів за одним частковим показником можуть бути представлені у вигляді “графа переваги”, або таблиці порівнянь за кожною парою об'єктів, або матриці парних порівнянь (таблиця 8.1).

Групову експертну оцінку визначають за правилом більшості (таблиця 8.2).

Таблиця 8.1 – Матриця парних порівнянь

Об'єкти x_i	Об'єкти x_j			
	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	=	>	>	<
x_2	<	=	<	=
x_3	<	>	=	>
x_4	>	=	<	=

Таблиця 8.2 – Результати групової експертної оцінки

Пари об'єктів x_i-x_j	Індивідуальні оцінки експертів					Групова експертна оцінка
	1	2	3	4	5	
x_1-x_2	>	>	>	>	>	>
x_1-x_3	>	<	>	>	>	>
x_1-x_4	<	=	>	=	=	=
x_2-x_3	<	>	>	<	<	<
x_2-x_4	=	<	>	>	>	>
x_3-x_4	>	>	<	<	<	<

Розв'язуючи багатокритеріальні задачі, тобто порівнюючи об'єкт за декількома показниками, групову експертну оцінку (таблиця 8.2) визначають за кожним показником окремо.

Знаки переваги (>,<) та рівності (=) групової експертної оцінки замінюються коефіцієнтами a_{ij} переваги або рівності між об'єктами i та j .

Коефіцієнт переваги a_{ij} встановлюють у такий спосіб:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1+b, & \text{якщо } x_i > x_j; \\ 1, & \text{якщо } x_i = x_j; \\ 1-b, & \text{якщо } x_i < x_j; \end{cases} \quad (8.3)$$

де b – раціональне число в інтервалі $0 < b < 1$.

Якщо необхідна кількісна оцінка ступеня виразності показника в об'єктах, значення b обчислюють у такий спосіб:

$$b = \left(\frac{K_p - 1}{K_p + 1} + \sqrt{\frac{0,05}{n}} \right) \frac{K_p}{K_\phi}, \quad (8.4)$$

де K_p – розрахункове відношення значень показників (абсолютних значень або балів) крайніх членів ранжируваного ряду об'єктів;

n – число об'єктів;

K_ϕ – фактичне відношення нормованих значень пріоритетів крайніх членів ранжируваного ряду об'єктів.

Для розрахунку K_p встановлюються межі зміни ступеня виразності показника на основі аналізу наявної інформації або за допомогою експертних оцінок. K_ϕ розраховують методом розміщення пріоритетів. Причому у вихідній матриці пріоритетів попередні коефіцієнти a_{ij} визначають за:

$$b_{II} = \frac{K_p - 1}{K_p + 1} + \sqrt{\frac{0,05}{n}}.$$

Якщо внаслідок розрахунку значення K_p і K_ϕ не погодяться (тобто $b > 1$), слід змінити попередні значення коефіцієнтів a_{ij} і повторити розрахунки.

Значення пріоритетів об'єктів визначаються ітеративним методом.

Для об'єкта x_i пріоритет на першій ітерації:

$$P_i(1) = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad (8.5)$$

на другій ітерації:

$$P_i(2) = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j(1), \quad (8.6)$$

на k -й ітерації:

$$P_i(k) = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j(k-1). \quad (8.7)$$

Нормовані значення пріоритетів на k -й ітерації:

$$P_{in}(k) = \frac{P_i(k)}{\sum_{j=1}^n P_j(k)} \quad (8.8)$$

є рішенням, якщо виконується умова:

$$|P_{in}(k) - P_{in}(k-1)| \leq \xi_{доп}, \quad (8.9)$$

де $\xi_{доп}$ – припустима похибка ($0,001 \leq \xi_{доп} \leq 0,01$), значення якої залежить від значення K_p .

Для розв'язання багатокритеріальної задачі вагові коефіцієнти приватних показників у комплексному визначають також методом розміщення пріоритетів.

8.3 Приклад розрахунку

Вихідні дані

У науковій бригаді працюють чотири співробітники: два інженери першої та другої категорії (ІТП1, ІТП2) і два наукових співробітники (НС1, НС2). Необхідно визначити КТУ методом розміщення пріоритетів на основі порівняння співробітників за такими частковими показниками:

- виконанням виробничого плану F_1 ;
- обсягом і якістю роботи F_2 ;
- творчою активністю F_3 ;
- виробничою дисципліною F_4 ;
- суспільною активністю F_5 .

У подальших розрахунках використані такі позначення: ІТП1 – x_1 , ІТП2 – x_2 , НС1– x_3 , НС2 – x_4 .

Результати порівнянь (групові експертні оцінки) співробітників бригади за п'ятьма показниками наведено в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Матриця парних порівнянь членів бригади

Пари членів бригад $x_i - x_j$	Групові експертні оцінки членів бригади за частковими показниками				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
x_1-x_2	<	<	<	>	>
x_1-x_3	<	=	=	<	<
x_1-x_4	>	<	<	>	>
x_2-x_3	=	>	>	<	<
x_2-x_4	>	<	>	>	>
x_3-x_4	<	>	<	>	<

Таблиця 8.4 – Матриця коефіцієнтів переваги a_{ij} членів бригади по першому показнику

Члени бригади x_i	Члени бригади x_j			
	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	0,1	0,1	0,1	1,9
x_2	1,9	1,0	1,0	1,9
x_3	1,9	1,0	1,0	0,1
x_4	0,1	0,1	1,9	1,0

Відповідно до формули (8.4) визначені коефіцієнти за п'ятьма частковими показниками: $b_1=0,9$; $b_2=0,7$; $b_3=0,5$; $b_4=0,3$; $b_5=0,1$. За даними табл. 8.3 складено матрицю коефіцієнтів переваги членів бригади за першим показником (таблиця 8.4)

Значення пріоритетів визначені ітеративним способом відповідно до формул (8.5) – (8.8).

Таблиця 8.5 – Значення пріоритетів членів бригади по першому показнику

Члени бригади x_i	1 ітерація		2 ітерація		3 ітерація		4 ітерація	
	$P_i^{(1)}(1)$	$P_{in}^{(1)}(1)$	$P_i^{(1)}(2)$	$P_{in}^{(1)}(2)$	$P_i^{(1)}(3)$	$P_{in}^{(1)}(3)$	$P_i^{(1)}(4)$	$P_{in}^{(1)}(4)$
x_1	3,1	0,194	9,97	0,169	35,75	0,165	137,16	0,169
x_2	5,8	0,362	21,58	0,365	78,54	0,362	293,73	0,363
x_3	4,0	0,250	16,00	0,270	57,68	0,265	212,46	0,262
x_4	3,1	0,194	11,59	0,196	45,15	0,208	166,37	0,206
Σ	16,0		59,14		217,12		809,72	

По першому показнику із допустимою похибкою $\sigma_{\text{доп}}=0,01$ рішення отримане на четвертій ітерації (таблиця 8.5).

Результати розрахунку нормованих значень пріоритетів $P_{in}^{(m)}$ за всіма п'ятьма частковими показниками приведені в таблиці 8.6.

Таблиця 8.6 – Нормовані значення пріоритетів членів бригади за п'ятьма частковими показниками

Член и бригади x_i	Нормовані значення пріоритетів				
	$P_{in}^{(1)}$	$P_{in}^{(2)}$	$P_{in}^{(3)}$	$P_{in}^{(4)}$	$P_{in}^{(5)}$
X_1	0,169	0,155	0,190	0,266	0,256
X_2	0,363	0,284	0,351	0,228	0,243
X_3	0,262	0,266	0,248	0,311	0,257
X_4	0,206	0,295	0,211	0,195	0,244

Вагові коефіцієнти $c^{(m)}$ часткових показників F у комплексному показнику W визначають також методом розміщення пріоритетів за коефіцієнтами переваги часткових показників m та l :

$$a_{ml} = \begin{cases} 1,75, \text{ якщо } F_m > F_l; \\ 1, \text{ якщо } F_m = F_l; \\ 0,25, \text{ якщо } F_m < F_l. \end{cases}$$

Результати обчислень вагових коефіцієнтів $c^{(m)}$ часткових показників при $\sigma_{\text{доп}}=0,01$ приведені в таблиці 8.7.

Таблиця 8.7 – Результати розрахунку вагових коефіцієнтів часткових показників

Часткові показники F_m	Значення пріоритетів часткових показників						Вагові коефіцієнти $c^{(m)}$
	1 ітерація		2 ітерація		3 ітерація		
	$P_m^{(1)}$	$P_{mn}^{(1)}$	$P_m^{(2)}$	$P_{mn}^{(2)}$	$P_m^{(3)}$	$P_{mn}^{(3)}$	
F_1	8.0	0.320	37.75	0.368	151.06	0.378	0.378
F_2	6.5	0.260	26.88	0.262	102.59	0.256	0.256
F_3	5.0	0.200	18.25	0.178	68.75	0.172	0.172
F_4	3.5	0.140	11.88	0.116	46.16	0.115	0.115
F_5	2.0	0.080	7.75	0.076	31.44	0.079	0.079
Σ	25.0		102.50		400.00		

Для кожного i -го співробітника бригади за даними таблиць 8.6 та 8.7 відповідно до формули 8.2 встановлені нормативні значення пріоритетів за комплексним показником P_{in}^w та КТУ K_{Ti} за формулою 8.1. Результати розрахунку наведено в таблиці 8.8.

Таблиця 8.8 – Результати розрахунку коефіцієнтів трудової участі членів наукових бригад

Члени бригади x_i	Нормоване значення пріоритету i -го члена бригади за комплексним показником P_{in}^w	Коефіцієнт трудової участі i -го члена бригади KTV_i
x_1	0,188	0,752
x_2	0,316	1,264
x_3	0,265	1,060
x_4	0,231	0,924

Отримані коефіцієнти трудової участі кожного члена бригади можуть використовуватись під час розподілення колективного заробітку або премії.

8.4 Зміст завдання та порядок його виконання

1. Ознайомлення із теоретичними відомостями та методичними вказівками.

2. Вибрати часткові показники для оцінки діяльності членів бригади, у якій студенти проходили наскрізні практики для оцінювання трудової участі кожного члена бригади.

3. Визначити індивідуальні та групові експертні оцінки діяльності членів бригади.

4. Розрахувати вагові коефіцієнти часткових показників у комплексному показнику.

5. Розрахувати коефіцієнти трудової участі кожного члена бригади.

6. Розподілити заробіток (премію) між членами бригади з використанням КТУ.

7. Під час виконання практичного завдання можлива альтернатива щодо організації проведення заняття: групу студентів доцільно розбити на парне число бригад (2 – 4). Кожна бригада самостійно вибирає приватні показники (3 – 5): результативного навчання, громадської позиції тощо; які характеризують діяльність членів іншої студентської бригади. Надає індивідуальні, а згодом і групові експертні оцінки студентам іншої бригади за частковими показниками. Робить пропозиції щодо покращення навчання у групі тощо.

8.5 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тематика та мета, лаконічні теоретичні відомості, постановка завдання, вихідні дані за обраним варіантом виконання завдання, результати розрахунків з їх аналізом і висновки. Оформлення звіту згідно стандартів.

8.6 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. Розкрийте сутність трудового процесу та його структуру.
2. Які межі необхідно враховувати під час розподілу та кооперування праці?
3. Обґрунтуйте доцільність використання індивідуальної та колективної форм організації праці.
4. Наведіть класифікацію бригад, охарактеризуйте особливості їх організації.
5. Як визначити раціональність суміщених професій і трудових функцій?
6. Розкрийте сутність вибору видів суміщення професій і трудових функцій?
7. Дайте визначення КТУ.
8. Які методи використовують для визначення КТУ?
9. Які відмінності притаманні методу індивідуальних експертних оцінок?
10. Які відомі формули розрахунку КТУ?
11. Які відмінності способу розрахунку нормованих значень пріоритетів?
12. Як визначити коефіцієнт переваги?
13. Як визначити пріоритети об'єктів?
14. За якими формулами можна визначити пріоритети об'єктів?
15. У яких діапазонах значень коливається КТУ?

9 Практичне заняття № 9

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ НА ЕТАПІ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

9.1 Мета заняття:

- 1) освоєння методики прогнозування проектної трудомісткості виготовлення виробів;
- 2) ознайомлення з організаційними принципами технологічної підготовки виробництва до випуску нового виробу визначення їх ролі та місця у процесі підготовки виробництва;
- 3) розвиток організаційно-економічного мислення у студентів.

9.2 Теоретичні відомості

Відпрацювання конструкторської та технологічної документації на виготовлення нового виробу є однією з найскладніших підсистем системи створення та освоєння нової технології (продукції) (СОТ(П)), технологій продуктів тощо. Складність техніко-технологічної підготовки виготовлення продукції (ТТПВп) визначається технологічністю конструкції продукції (ТКП), яка являє собою інтегральну властивість, що пов'язує етапи конструкторської, технологічної та організаційної підготовки виробництва. Показники технологічності характеризують можливість раціонального виготовлення та експлуатації виробу при певному організаційно-технічному рівні виробництва та умов експлуатації, яка стимулює подальше поліпшення техніко-економічних показників, інтенсифікацію та ефективність виробництва.

В основу процесу відпрацювання конструкції на технологічність у відповідності з діючими у галузях (машинобудування, приладобудування, будівництві та ін.) нормативно-технічних документів закладені наступні принципи.

1) Відпрацювання конструкції та технологічності повинні створювати конструкторсько-технологічний тандем, який одночасно вирішував би проблеми створення нового виробу, з конструкторської та технологічної точки зору.

2) Показники технологічності виконуються в процесі проектування виробу, на всіх стадіях процесу СОНП та відповідно до життєвого циклу продукції (ЖЦП)

3) На етапах ТПП та виготовлення повинна проводитися кількісна оцінка ТКП.

Показники технологічності використовуються конструкторами, технологами, менеджерами та спеціалістами при організації виробництва в процесі спільного відпрацювання конструкції та методів організації

виробництва на технологічність. Оцінка ТКП створює інформаційну основу для взаємодії та координації процесів конструкторського, технологічного та організаційного проектування: розробка технології та форм організації виробництва, отже, виступає як одне з засобів операційного менеджменту, забезпечуючи гнучкість та адаптивність.

Кількісна оцінка технологічності заснована на системі основних та допоміжних показників. Основними показниками ТКП є трудомісткість T_e та технологічна собівартість C_m виготовлення виробу, а також відносні показники – рівень ТКП за трудомісткістю виготовлення $K_{m.v.}$ та рівень ТКП за технологічною собівартістю $K_{m.c.}$

На перших етапах проектування (при розробці технічної пропозиції, ескізного проекту), а також на стадії розробки робочої документації дослідницького зразка прогнозують проектну трудомісткість T_n , яка являє собою витрати робочого часу на виготовлення одиниці продукції з урахуванням оптимальної програми виробництва, найвищого рівня технології, організації виробництва та праці:

$$T_n = (\sum T_s + \sum T_m + \sum T_n)(1 + K_1), \quad (9.1)$$

де $\sum T_s$ – сумарна проектна трудомісткість складальних одиниць, які повністю запозичені з складу інших виробів та знаходяться у виробництві, нормо-год;

$\sum T_m$ – сумарна проектна трудомісткість модернізованих складальних одиниць, які мають відповідні прототипи (аналоги), нормо-год;

$\sum T_n$ – сумарна проектна трудомісткість нових складальних одиниць, які не мають аналогів, нормо-год;

K_1 – коефіцієнт, який враховує трудомісткість робіт по комплексному складанню, монтажу та випробуванню.

Проектну трудомісткість модернізованої складальної одиниці встановлюють за формулою:

$$T_m = T_\phi K_2 K_3 K_4, \quad (9.2)$$

де T_ϕ – фактична трудомісткість виготовлення аналога даної складальної одиниці на кінець останнього звітного року, нормо-год;

K_2 – коефіцієнт приведення фактичної трудомісткості вибраного аналогу до трудомісткості в умовах, що проектуються, сталого серійного виробництва;

K_3 – коефіцієнт, який враховує тип виробництва;

K_4 – коефіцієнт складності складальної одиниці, що модернізується, по відношенню до аналога,

$$K_4 = \sqrt[m]{\frac{p'_1 p'_2 \dots p'_m}{p_1 p_2 \dots p_m}}, \quad (9.3)$$

де $p'_1 p'_2 \dots p'_m$ та $p_1 p_2 \dots p_m$ – конструктивно-технологічні параметри, які здійснюють вплив на трудомісткість виготовлення складальної одиниці, що оцінюється, та її прототипу (аналога) відповідно;

m – число прийнятих до порівняння параметрів, ($m \geq 3$).

Проектну трудомісткість нової (яка не має аналогів) складальної одиниці визначають на базі трудомісткості виробу дослідницького зразка:

$$T_n = T_n^o K_5 K_6 K_7, \quad (9.4)$$

де T_n^o – трудомісткість нової складальної одиниці в дослідницькому зразку, виробу, що оцінюється, нормо-год;

K_5 – коефіцієнт умовного приведення трудомісткості нової складальної одиниці в установчій серії;

K_6 – коефіцієнт, який враховує зниження трудомісткості щодо переходу від установчої серії до відпрацьованого серійного виробництва;

K_7 – коефіцієнт, який враховує новації виробництва виробу, що оцінюється.

Значення коефіцієнта K_5 приймають в залежності від типу виробництва (який визначають за трудомісткістю дослідницького зразка ($T_{д.з.}$) в цілому та максимально річному обсязі виробництва N , що проектується, в період його серійного виробництва), виду обладнання та рівня технічно обґрунтованих норм ($ТОН$), що встановлюється за даними виробництва дослідницького зразку нового виробу.

Значення коефіцієнта K_6 визначають з використанням нормативно-довідкових матеріалів.

Значення коефіцієнта K_7 залежить від виробничої новизни виробу B_n , розраховується за формулою:

$$B_n = \frac{n_o}{n_{заг}}, \quad (9.5)$$

де n_o – число типорозмірів оригінальних складових та складальних одиниць власного виробництва у виробі, од.;

$n_{заг}$ – загальне число типорозмірів складових та складальних одиниць у виробі, од.

В чисельнику та в знаменнику формули (9.5) не враховується покупні та стандартизовані складові елементи виробу (наприклад, кріплення).

9.3 Приклад розрахунку

Вхідні дані

Потрібно визначити проектну трудомісткість виробу Б, який складається з блоків 1б та 2б. Блоки 1б та 2б є модернізованими варіантами блоків 1а та 2а, які знаходяться у виробництві виробу А. Необхідні для розрахунку дані приведені у таблицях 9.1 – 9.4.

Таблиця 9.1 – Вхідні дані по виробу-аналогу (А)

Показники	Показник	Чисельне значення показника
Фактична трудомісткість (за останній звітний рік), нормо-год: блока 1а блока 2а	T_{ϕ}	400 350
Конструктивно-технологічні параметри, які впливають на трудомісткість виготовлення: блока1а: - число джгутів, що збираються, од. - число електрорадіоелементів (ЕРЕ), що встановлюються, од. - число мікросхем, од.. - маса, кг	p_1 p_2 p_3	4 200 12
блока2а: - число плат, що друкуються, од. - загальне число складальних з'єднань, од. - маса, кг	p_4 p_1 p_2 p_3	25 10 150 20

Таблиця 9.2 – Вхідні дані по виробу, що проектується (Б)

Показники	Показник	Чисельне значення показника
Трудомісткість виготовлення дослідницького зразка, нормо-год	$T_{д.з}$	6000
Проектний максимальний обсяг випуску на рік у період серійного виробництва, од.	N	250
Група складності контролю складальної одиниці боку	–	6
Конструктивно-технологічні параметри, які впливають на трудомісткість виготовлення блока 1б: - число жгутів, що збирається, од. - число (ЕРЕ), що встановлюються, од. - число мікросхем, од. - маса, кг	p'_1 p'_2 p'_3 p'_4	4 150 14 20

Продовження табл. 9.2

блока 2б: - число плат, що друкуються, од. - загальне число складальних з'єднань, од. - маса, кг	p'_1 p'_2 p'_3	18 200 17
Число виробів, що заплановано до випуску в установчій серії, од.	n	15
Показник виробничої новачії	B_n	0,28
Рівень ТОН при виготовленні дослідного зразка, %	–	65
Коефіцієнт приведення фактичної трудомісткості аналога до трудомісткості умов серійного виробництва, в яких проектується виріб, що оцінюється	K_2	0,81

Таблиця 9.3 – Значення коефіцієнта K_1

Група складності контролю однієї складальної одиниці (на рівні блока, приладу) у виробі, що оцінюється	K_1
1	0,10
2	0,15
3	0,20
4	0,25
5	0,35
6	0,45

Таблиця 9.4 – Значення коефіцієнта K_3

Тип виробництва	K_3
Одиничне	1,00
Дрібносерійне	0,85
Середньосерійне	0,70
Крупносерійне	0,60
Масове	0,4

Розрахунок проектної трудомісткості T_n починаємо з визначення типу виробництва виробу, що оцінюється (Б).

Тип виробництва визначається за коефіцієнтом спеціалізації:

$$K_{cn} = \frac{k_{вн} \cdot \Phi_{\partial}}{N \cdot T_{\partial з}}, \quad (9.6)$$

де $k_{вн}$ – коефіцієнт виконання норм часу, за період випуску виробу ($k_{вн}=0,8$ – 1,1);

Φ_{∂} – дійсний фонд робочого часу випуску виробу, год.

$$\Phi_{\delta} = d \cdot s \cdot q, \quad (9.7)$$

де d – число робочих днів на рік ($d = 240$ ч 265 днів);

s – число змін на добу ($s = 1$ ч 3);

q – тривалість зміни ($q = 8,0$ ч $8,2$ год);

N – виробнича програма випуску, од.

Тип виробництва визначається індивідуально.

Оскільки $T_{\delta.з.} = 600$ нормо-год, а $N = 250$ од., виробництво виробу (B), слід віднести до масового типу.

По табл. 9.4 визначаємо значення коефіцієнта **$K_3: K_3 = 0,4$** .

По формулі (9.3) розраховуємо коефіцієнт складності блока 1б:

$$K_4 = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 150 \cdot 14 \cdot 20}{4 \cdot 200 \cdot 12 \cdot 25}} = 0,92$$

Потім за формулою (9.2) – його проектну трудомісткість:

$$T_{\text{м}} = T_{\phi} K_2 K_3 K_4 = 400 \cdot 0,81 \cdot 0,70 \cdot 0,92 = 209 \text{ нормо-год.}$$

Далі виконуємо розрахунок для блока 2б:

$$K_4 = \sqrt[4]{\frac{18 \cdot 200 \cdot 17}{10 \cdot 150 \cdot 20}} = 1,20$$

$$T_{\text{м}} = 350 \cdot 0,81 \cdot 0,4 \cdot 1,20 = 136 \text{ нормо-год.}$$

Сумарна трудомісткість модернізованих блоків **$K_I: K_I = 0,45$** .

Нарешті, по формулі (9.1) розраховуємо значення проектної трудомісткості виробу Б:

$$T_{\text{п}} = (0 + 265 + 0)(1 + 0,45) = 370 \text{ нормо-год.}$$

9.4 Зміст завдання та порядок виконання

- 1) Ознайомтесь з теоретичними відомостями та розрахунковим прикладом.
- 2) За алгоритмом, що представлено у розрахунковому прикладі та вихідними даними, виконати розрахунки.
- 3) Визначити тип виробництва (одиничне, серійне чи масове) для виробу, що розробляється.
- 4) Розробити весерну діаграму за конструкцією виробу на запозичені, модернізовані та нові складальні одиниці.
- 5) Розрахувати проектну трудомісткість складальних одиниць виробу.

- б) Розрахувати загальну проектну трудомісткість виробу.
- 7) Проаналізувати отримані результати з метою виявлення резервів зниження трудомісткості виготовлення виробу, що аналізується, у налагодженому виробництві.
- 8) Зробіть висновки, оформіть звіт з практичного заняття.
- 9) Дайте відповіді на контрольні запитання з метою підготовки до захисту варіанту вирішення виробничої проблеми.

9.5 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконанні практичного завдання відображене найменування практичної роботи, мета, постановка завдання, вихідні дані, результати і аналіз розрахунків, висновки.

При захисті роботи студент повинен оформити звіт і захистити свій обґрунтований варіант рішення практичного завдання та відповісти на контрольні питання.

9.6 Контрольні питання для самоперевірки та аудиту

1. Чи існує різниця між нововведенням та новим товаром?
2. Назвіть основне завдання комплексної підготовки виробництва до випуску нової продукції на підприємствах, що працюють в умовах ринку.
3. Назвіть етапи науково-технічної підготовки виробництва.
4. Чим відрізняються відкриття та винахід?
5. Назвіть стадії дослідно-конструкторської підготовки виробництва.
6. Який зміст відпрацювання на технологічність конструкторської документації за етапами її розроблення?
7. В чому відмінність стадій технологічної підготовки для різних типів виробництва?
8. Дайте визначення технологічності конструкції продукції (ТКП).
9. Назвіть основні принципи відпрацювання конструкції на технологічність.
10. Назвіть основні показники ТКП.
11. Дайте визначення поняття проектна трудомісткість.

10 Практичне заняття № 10

ВИБІР ВАРІАНТА ПЕРЕХОДУ НА ВИПУСК НОВИХ ВИРОБІВ

10.1 Мета заняття:

- 1) ознайомитись з методикою розрахунку витрат на виробництво нових виробів;
- 2) закріпити на практиці навички вивчення методів обґрунтування варіанта переходу на випуск нових виробів (продуктів) на основі динаміки техніко-економічних показників, що очікуються у період освоєння;
- 3) розвинути організаційно-управлінське мислення у студентів.

10.2 Теоретичні відомості

Освоєння виробництва нових виробів повинно забезпечити поопераційне відпрацювання технології в умовах серійного або масового виробництва до її стабільного відтворення, збільшення програми випуску нової продукції до замовлення та згортання випуску “старої” продукції. Процес освоєння вважається завершеним, коли досягаються встановлені для серійного (масового) виробництва нормативні значення трудомісткості, собівартості, обсягу випуску та рівня якості нової продукції.

Для підвищення ефективності освоєння виробництва нової продукції необхідно не тільки створювати нові вироби з урахуванням організаційно-технічних особливостей існуючого виробництва, домагаючись уніфікації конструкції виробу, технологічних процесів та оснащення, але й забезпечувати адаптацію виробництва до конструктивно-технологічних особливостей та змін щодо нових виробів, підвищення рівня гнучкості виробничих процесів.

Існують дві основні форми переходу на випуск нових виробів: із зупинкою та без зупинки виробництва. Обидві форми мають ряд різновидів, що різняться методами сполучення виробництва замінної та нової продукції в період освоєння виробництва останньої.

В даний час використовуються три основних методи переходу на випуск нових виробів: послідовний, паралельний та паралельно-послідовний.

При послідовному переході період освоєння нової продукції починається після закінчення випуску продукції, що знімається з виробництва, шляхом зупинки усіх чи частини виробничих підрозділів, що перебудовуються на освоєння нових технологічних процесів для виготовлення нового виробу. Уникнути зупинки виробництва можна лише при дуже високому рівні уніфікації виробів та типізації технологічних процесів.

При паралельному переході випуск нових виробів починається та здійснюється одночасно з випуском виробів, що знімаються з виробництва. Новий виріб звичайно освоюється або на наявних резервних площах і устаткуванні, або на нових дільницях (цехах). Деякий час на підприємстві

функціонують два виробничих потоки: один (що випускає стару продукцію) – за спадним графіком, а інший (що виробляє нову продукцію) – за таким, що зростає.

Для послідовного та паралельного методів переходу характерні підготовка й освоєння виробництва одночасно всіх складових частин нового виробу відповідно до специфікації.

Паралельно-послідовний (поетапний) метод характеризується почерговим (поетапним) освоєнням окремих складальних одиниць та блоків нового виробу, якими оснащуються „старі” вироби. Підготовку й освоєння виробництва окремих складових одиниць та блоків на кожному етапі ведуть паралельно. При цьому обсяг робіт значно менший, ніж вимагає реалізація паралельного методу по виробу в цілому.

Вибір методу переходу на випуск виробів повинен ґрунтуватися на ретельному техніко-економічному аналізі та обґрунтуванні з урахуванням рівня складності та технологічності освоєваних виробів, їхньої конструктивно-технологічної „спадщини”, типу виробництва, ступеня гнучкості виробництва, ресурсів підприємства, термінів виконання замовлень та інших факторів.

Так, для простих приладів з високим рівнем конструктивно-технологічної “аналогії” (наприклад, стрілочних електровимірювальних приладів) економічно доцільним може виявитись послідовний метод переходу на випуск нових виробів, а для складних виробів з невисоким рівнем конструктивної “аналогії”, які часто модифікуються та випускаються дрібними серіями (наприклад, робототехнічні комплекси), перевага може бути віддана паралельному методу освоєння.

При техніко-економічному обґрунтуванні вибору методу переходу необхідно враховувати динаміку техніко-економічних показників, що характеризують виробництво в період освоєння (трудомісткість, собівартість, вихід якісних виробів і ін.).

Початковий етап освоєння випуску нової продукції характеризується підвищенням виробничих витрат на одиницю виробу. По мірі освоєння нової технології та зростання обсягу випуску нової продукції питомі трудомісткість, матеріаломісткість та собівартість поступово зменшуються (за рахунок підвищення продуктивності праці робітників, скорочення числа переналагоджень з ростом обсягу випуску, зменшення частки умовно-постійних витрат при рості випуску, скорочення браку тощо), асимптотично наближаючись до нормативного значення в умовах сталого виробництва. При цьому між основними техніко-економічними показниками виробництва та частотою повторень процесу виготовлення виробів (порядковим номером виробу) в період освоєння існує кореляційна залежність, що виражається степеневою функцією:

$$A_N = A_1 N^{-b}, \quad (10.1)$$

де A_N – питомі витрати (трудомісткість, собівартість) на виготовлення одиниці виробу даного найменування з порядковим номером N ;

A_1 – витрати на виготовлення першого виробу, з якого можна відрахувати початок освоєння;

b – показник, що характеризує стрімкість кривої освоєння даного виробу, тобто графік залежності $A_N = f(N)$ (коефіцієнт стрімкості).

Дуже часто криву освоєння характеризують також за допомогою коефіцієнта освоєння K_{oc} , що показує відносне зменшення трудомісткості (собівартості тощо) одного виробу при кожному подвоєнні числа випущених виробів. При цьому коефіцієнт крутості b і коефіцієнт освоєння K_{oc} зв'язані співвідношеннями:

$$K_{oc} = 2^{-b}; b = -\log 2; K_{oc} = -\lg K_{oc} / \lg 2. \quad (10.2)$$

Чим вище якість підготовки виробництва та процесу освоєння, тим менше додаткові витрати (у порівнянні з нормативними, чи технічно необхідними) на виробництво у період освоєння. Додаткові витрати в процесі освоєння тим більше, чим більше коефіцієнт крутості b (чи менше коефіцієнт K_{oc}). На практиці в більшості випадків $K_{oc} = 0,7$ чи $0,9$ ($b = 0,52$ ч $0,15$). Для кожного підприємства значення K_{oc} або b можуть обчислюватися на підставі досвіду освоєння виробництва подібних виробів, що раніше випускалися (обробкою статистичних даних для ряду чисельних значень A та N).

У практиці для побудови кривих освоєння зручно користуватися залежністю з відомим кінцевим значенням необхідних витрат. Виріб з кінцевим номером N_k відповідає нормативному значенню $A_k = A_1 N_k^{-b}$ (див. формулу (10.1), звідки:

$$A_1 = A_k N_k^b \text{ та } A_N = A_k (N/N_k)^{-b}. \quad (10.3)$$

Виробничі витрати A_Σ в період освоєння визначають шляхом інтегрування функції (10.3):

$$A_\Sigma = \int_{N_1}^{N_k} A_k (N/N_k)^{-b} dN = [A_k N_k^b / (1 - b)] (N_k^{1-b} - N_1^{1-b}). \quad (10.4)$$

На практиці для оперативних попередніх розрахунків по одному типу нових виробів часто користаються формулами:

$$A_N = A_k / K_{oc}^B \text{ або } A_N = A_1 K_{oc}^B, \quad (10.5)$$

де B – число подвоєння випуску виробів на розглянутий період освоєння.

Зазвичай період освоєння нових виробів машинобудівної галузі складає 1-3 роки, а число подвоєнь обсягу випуску в перші два роки освоєння – 4-5 на

рік, на кожний наступний рік – 3-4. Ці значення можна використовувати для первісної розбивки річного обсягу випуску (звичайно відомого з замовлення) по кварталах.

Вибір динаміки нарощування обсягу випуску нових виробів (тобто плану переходу на нову продукцію) повинен здійснюватися по максимуму прибутку від реалізації продукції в період освоєння (чи мінімуму витрат) при дотриманні наявних обмежень (наприклад, за ресурсами).

10.3 Приклад розрахунку

Вхідні дані

Серійне виробництво приладу характеризується наступними показниками: собівартість $C_c=20$ тис./од.; трудомісткість $T_c=500$ нормо-год./од.; оптова ціна $C_c=25$ тис./од.; річний обсяг випуску $N_c=72$ од. Річним планом передбачено засвоєння виробництва нового приладу на тих самих виробничих площах та при незмінних трудових ресурсах. До кінця періоду засвоєння повинні бути досягнуті нормативні значення собівартості $C_n^k=30$ тис./од. та трудомісткість $T_n^k=600$ нормо-год./од. Перехід на виробництво нового приладу повинен закінчуватись у четвертому кварталі. Плановий обсяг випуску нового приладу в рік засвоєння $N_n=24$ од., його оптова ціна $C_n=40$ тис., планові коефіцієнти засвоєння по собівартості $K_{oc}^c=0,85$, по трудомісткості

$$K_{oc}^m = 0,8.$$

По-перше, визначаємо щоквартальну виробничу потужність по трудовим ресурсами:

$$T_{кв} = T_c N_c / 4 = 500 \times 72 / 4 = 9000 \text{ нормо-год.}$$

За формулою (10.2) розраховуємо коефіцієнти крутості засвоєння по собівартості:

$$b_C = -\lg 0,85 / 0,301 = 0,234$$

та трудомісткості:

$$b_T = -\lg 0,8 / 0,301 = 0,234.$$

Трудові витрати та поточні витрати виробництва визначаються за формулою (10.3), для чого попередньо розраховано множник $(N/N_k)^{-b}$ (табл. 10.1). При порівняно великих обсягах випуску нових виробів розрахунок витрат зручніше вести з використанням формули (10.4).

Визначаємо кількість нових приладів, які можливо виготовити в четвертому кварталі, за умов:

$$T_n \sum_N^{24} (N/24)^{-0,322} = 9000,$$

звідки $N=11$, тобто в четвертому кварталі при повному використанні виробничої потужності по трудовим ресурсам повинно бути виготовлено 13 нових приладів (екземпляри 12–24-й).

Таблиця 10.1 – Значення величин $(N/N_k)^{-b_c}$ та $(N/N_k)^{-b_T}$
при $N_k=24$ $b_c=0,234$ $b_T=0,322$

N	$(N/N_k)^{-b_c}$	$(N/N_k)^{-b_T}$	N	$(N/N_k)^{-b_c}$	$(N/N_k)^{-b_T}$	N	$(N/N_k)^{-b_c}$	$(N/N_k)^{-b_T}$
1	2,10	2,78	9	1,26	1,37	17	1,08	1,12
2	1,79	2,23	10	1,23	1,33	18	1,07	1,10
3	1,63	1,95	11	1,20	1,29	19	1,06	1,08
4	1,52	1,78	12	1,18	1,25	20	1,04	1,06
5	1,44	1,66	13	1,15	1,22	21	1,03	1,04
6	1,38	1,56	14	1,13	1,19	22	1,02	1,03
7	1,33	1,49	15	1,12	1,16	23	1,01	1,01
8	1,29	1,56	16	1,10	1,14	24	1,00	1,00

Прийняв число подвоєнь випуску за рік $B=4$, можливо визначити приблизні обсяги випуску нових приладів у третьому, другому та першому кварталах: $13/2 \approx 6$; $\frac{6}{2} = 3$; $\frac{3}{2} = 1,5$. При заданому річному обсязі випуску $N_n=24$ од. випуск по кварталам може бути прийнятий рівним $2+3+6+13$ (можливі й інші варіанти, наприклад $1+3+7+13$).

У першому кварталі трудові затрати на випуск перших двох приладів $N_n^{(1)} = 2$ складає:

$$T_n^{(1)} = T_1 + T_2 = T_n [(1/24)^{-0,322} + (2/24)^{-0,322}] = 600(2,78 + 2,23) = 3006 \text{ нормо-год.}$$

а випуск старих (серійних)

$$T_c^{(1)} = T_{кс} - T_n^{(1)} = 9000 - 3006 = 5994 \text{ нормо-год.}$$

Спланована до випуску в першому кварталі кількість серійних приладів

$$N_c^{(1)} = T_c^{(1)} / T_c = 5994 / 500 \approx 12 \text{ од.}$$

Поточні витрати виробництва на випуск двох нових установок:

$$C_n^{(1)} = C_1 + C_2 = C_n [(1/24)^{-0,234} + (2/24)^{-0,234}] = 30(2,10 + 1,79) = 116,7 \text{ тис.}$$

Загальна сума прибутку у першому кварталі:

$$\Pi^{(1)} = C_n N_n^{(1)} + (C_c - C_c) N_c^{(1)} = 40 \cdot 2 - 116,7 + (25 - 20) \cdot 12 = -36,47 + 60 = 23,3 \text{ тис. .}$$

Результати аналогічних розрахунків для трьох послідовних кварталів представлені в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2 – Основні показники виробництва продукції по кварталам

Показники	Квартал			
	I	II	III	IV
Випуск приладів, од.:				
- нових	2	3	6	13
- серійних	12	11	8	–
Трудові затрати (розрахункові): на виробництво приладів нормо- год.:	3006	3234	5076	8634
- нових	5994	5766	3924	–
- серійних				
поточні затрати на виробництво приладів, тис. .:	116,7	137,7	230,7	419,7
- нових	240,0	220,0	160,0	–
- серійних				
прибуток від реалізації приладів тис. .:	- 36,7	- 17,7	9,3	100,3
- нових	60,0	55,0	40,0	–
- серійних	23,3	37,3	49,3	00,3
- загальна				

Розглянутий варіант переходу передбачає випуск на рік 24 “нових” та 31 “старих” прилад при майже постійному обсязі виробництва приладів по кварталам (по 14 од. в перших трьох та 13 од. у четвертому кварталі), а також безперервному нарощуванні отриманого прибутку.

Аналогічні розрахунки можуть бути виконані по іншим варіантам засвоєння, з яких вибирають кращий варіант переходу з урахуванням всіх вимог та обмежень.

10.4 Зміст завдання та порядок виконання

1) Ознайомлення з теоретичними відомостями та розрахунковим прикладом.

2) За результатами попередніх наскрізних практик сформулювати вихідні дані щодо організації переходу виробництва на випуск нових виробів.

3) За алгоритмом, що представлено у розрахунковому прикладі та вихідними даними, виконати розрахунки.

4) Розрахувати варіанти динаміки нарощування випуску нових виробів.

5) Розрахувати сумарні виробничі затрати за період засвоєння.

б) Вибрати оптимальний варіант переходу виробництва на випуск нових видів продукції.

10.5 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображене найменування практичного завдання, мета, постановка завдання, вихідні дані, результати та аналіз розрахунків, висновки.

При захисті роботи студент повинен оформити звіт і захистити обраний обґрунтований варіант рішення практичного завдання та відповісти на контрольні запитання.

10.6 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. Які існують форми переходу на випуск нових виробів, назвіть їх особливості.
2. Послідовний перехід на випуск нових виробів, його характеристика.
3. Охарактеризуйте паралельний перехід на випуск нових виробів.
4. Паралельно-послідовний перехід, його характеристика.
5. В чому перевага і недоліки різних методів переходу?
6. Які фактори впливають на організаційний тип виробництва?
7. Що включає в себе економічна підготовка виробництва до випуску нової продукції?
8. Дайте характеристику періодам освоєння промислового виробництва нової продукції.
9. Проаналізуйте зміну витрат на різних стадіях підготовки виробництва і освоєння нової продукції на конкретному прикладі.

11 Практичне заняття № 11

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЛАНОВО-ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНОГО РЕМОНТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

11.1 Мета заняття:

- 1) ознайомитись з системою та принципами організації планово-попереджувальних ремонтів (ППР) виробничого обладнання та приладів тощо;
- 2) закріпити на практиці методика розрахунків параметрів ремонтних циклів та побудови графіків ППР;
- 3) розвинути організаційно-управлінське мислення у студентів.

11.2 Теоретичні відомості

Одним із важливих напрямів удосконалення експлуатації сучасних виробничого обладнання є організація їх планово-попереджувального ремонту (ППР). Система ППР попереджує передчасне зношування, старіння та неврегульованості технічного обладнання, а також їх елементів, зменшує вірогідність випадкового виходу з ладу, дозволяє підготуватися до ремонту та виконати його в короткі строки, створює необхідні умови для найбільш ефективного використання обладнання, збільшення часу ефективної роботи, скорочення витрат на ремонти та економічних втрат через відмови.

Планово-попереджувальні ремонти можуть здійснюватись за методом періодичних чи примусових ремонтів, що здійснюються після огляду.

Сутність методу ППР, що здійснюється після огляду полягає в тому, що плануються тільки періодичні огляди. Якщо черговий огляд виявив різке зниження працездатності пристрою та очевидно, що він не пропрацює до наступного огляду, призначають той чи інший вид ремонту (дрібний (ДР), середній (СР), капітальний (КР)).

Метод порівняно простий та має дві дуже важливі переваги: по-перше, ремонту передуює підготовка; по-друге, виключена можливість прогресивного зношування та аварії.

Метод ремонтів, що здійснюються після огляду дозволяє планувати строки, обсяг та періодичність ремонту на основі дослідження зношування окремих елементів, вузлів та всього обладнання (пристрою). Для групи обладнання (пристроїв) та для кожного окремого пристрою визначають структуру та тривалість ремонтного циклу, а також період між ремонтами. У залежності від результатів планового огляду та перевірки приладу можна вносити відповідні зміни у структуру ремонтного циклу.

Метод примусових (стандартних) ремонтів передбачає примусову зупинку приладу для ремонту у строки, визначені раніше, незалежно від його стану та обов'язкову заміну визначених деталей та вузлів. Такий ремонт

забезпечує високу надійність обладнання, але пов'язаний із значними витратами.

Організаційна частина розробки планів ППР повинна містити:

- 1) визначення складності ремонту обладнання, що створюється або модернізується;
- 2) розробку графіка технічного обслуговування та ремонту;
- 3) визначення трудомісткості ремонтних робіт та технічного обслуговування;
- 4) вимоги до змісту підготовчих робіт з технічного обслуговування та ремонту обладнання.

Розрахунок складності ремонту обладнання необхідний для визначення обсягу ремонтних робіт та потреби в матеріальних ресурсах. Складність ремонту визначають у фізичних одиницях. Розрізняють складність ремонту механічної та електричної частин обладнання.

За одиницю складності ремонту механічної частини приймають умовне обладнання, трудомісткість капітального ремонту механічної частини якого відповідає обсягу та якості вимогам технічних умов на ремонт, дорівнює 50 нормо-год. у незмінних організаційно-технічних умовах середнього ремонтно-механічного цеху машинобудівного підприємства.

Механічна частина обладнання у загальному випадку складається з кінематичних і гідравлічних частин, складність ремонту яких позначають, відповідно, R_k і R_z :

$$R_m = R_k + R_z \quad (11.1)$$

Коефіцієнти відношення обсягу робіт при поточному та середньому ремонтах механічної частини до обсягу робіт при капітальному ремонті складають, відповідно, $k_{nom} = 0,12$, $k_{пр} = 0,18$.

Електрична частина обладнання складається з електроприладів, електроапаратів та проводки, складність ремонту яких позначають R_a , а складність ремонту електродвигунів – R_d :

$$R_e = R_a + R_d \quad (11.2)$$

За одиницю складності ремонту електричної частини обладнання приймають складність ремонту умовної машини, трудомісткість капітального ремонту електричної частини якої відповідає за обсягом та якістю вимогам технічних умов на ремонт і дорівнює 12,5 нормо-год. у незмінних організаційно-технічних умовах середнього ремонтно-механічного цеху машинобудівного підприємства.

Відношення обсягу робіт при капітальному ремонті електричної та механічної частин складає $k_{e-m} = 0,25$.

Вихідними даними для визначення складності ремонту різних моделей устаткування є технічні характеристики, що містяться в паспортах обладнання. У випадках, коли модернізація діючого обладнання істотно не

змінює основні його характеристики, допускається визначення складності ремонту за паспортними даними.

Складність ремонту механічної частини устаткування може бути визначена також за наступною емпіричною формулою:

$$R_m = k_{\phi} (k_c \cdot 0,003 \cdot N_d^{0,73} \cdot R_d^{0,27} + 0,002 \cdot N_o^{0,56} \cdot P_o^{0,44}) + 1,5 \quad (11.3)$$

де k_{ϕ} – коефіцієнт класу точності (при Н – 1; при П – 1,17; при В – 1,46; при А – 1,76; при С – 2,2);

k_c – коефіцієнт складності сполучень. Для спрощених розрахунків приймають, що для оригінальних складових – $k_{c,o} = 1,49$, стандартизованих складових – $k_{c,cm} = 0,66$, купованих комплектуючих виробів – $k_{c,пок} = 0,78$ (методику визначення k_c див. далі);

N_d – загальна кількість сполучень складових механічної частини (без приналежностей та інструменту і т.п.), дорівнює кількості складових елементів без одного, на яке монтуються всі інші (базова складальна одиниця);

R_d – загальна маса всіх складових механічної частини за винятком маси основного чи іншого базового вузла;

N_o – загальна кількість оригінальних складових механічної частини обладнання без приналежностей, інструменту та базової складальної одиниці;

P_o – загальна маса оригінальних складових механічної частини без приналежностей, інструмента та базової складальної одиниці.

Середньозважений коефіцієнт:

$$k_c = \frac{1,49 \cdot N_o + 0,66 \cdot N_{cm} + 0,78 \cdot N_{пок}}{N_d}, \quad (11.4)$$

де N_{cm} – кількість стандартних складових;

$N_{пок}$ – кількість купованих комплектуючих.

Для складання графіка ремонту та технічного обслуговування обладнання чи устаткування на перший рік його експлуатації необхідно розрахувати тривалість міжремонтного циклу, міжремонтного та міжоглядового періодів.

Ремонтний цикл – це сукупність різних видів планових ремонтів, що повторюється. Періоди часу, за які виконуються у передбаченій послідовності через визначену однакову кількість годин оперативного часу роботи обладнання, називають міжремонтними періодами.

Тривалість міжремонтного циклу металорізального устаткування визначається:

$$T_{чр} = 24000 \cdot k_{ом} \cdot k_{мі} \cdot k_{мс} \cdot k_{кс} \cdot k_{с} \cdot k_{д}, \quad (11.5)$$

де $k_{ом}$ – коефіцієнт, що враховує вид матеріалу, що оброблюється;

$k_{мі}$ – коефіцієнт, що враховує міцність матеріалу інструмента, що оброблюється;

$k_{тс}$ – коефіцієнт класу точності обладнання;

$k_{кс}$ – коефіцієнт категорії маси;

$k_{в}$ – коефіцієнт віку;

$k_{д}$ – коефіцієнт довговічності;

та інші коефіцієнти, які відображають умови експлуатації, інтенсивність та додаткові параметри роботи обладнання.

Значення коефіцієнтів, що входять в емпіричні формули, приведені у таблиці 11.1.

Таблиця 11.1 – Значення коефіцієнтів, що входять до емпіричних формул для визначення тривалості ремонтних періодів металорізального устаткування

Коефіцієнт	Визначаючий критерій		Значення коефіцієнта
$k_{ом}$	Матеріал, що оброблюється: - конструкційна сталь - інші матеріали		1,0 0,75
$k_{мі}$	Матеріал інструменту, що використовується: - метал - абразив		1,0 0,8
$k_{тс}$	Клас точності - Н - П - В, А, С		1,0 1,5 2,0
$k_{кс}$	Категорія маси - до 10 т - від 10 до 100 т - більше 100 т		1,0 1,35 1,7
Вік , років	Клас точності	Порядковий номер планованого ремонтного циклу	Значення коефіцієнта $k_{в}$
До 10	Н, П, В, А, С С	1-й та 2-й 1-й	1
Більше 10	Н	2-й та 3-й	0,9
	П, В, А, С	2-й	
	Н П, В, А, С	4-й 3-й	
Рік випуску обладнання		Значення коефіцієнта $k_{д}$	
До 1995р.		0,8	
З 1999 до 2000 рр.		0,9	
З 2001 р.		1,0	

Приклад структури ремонтного циклу металорізальних верстатів приведена у таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 – Структура ремонтного циклу металорізального обладнання

Клас точності	Категорія маси, т	Структура ремонтного циклу	Число ремонтів у циклі		Число оглядів у ремонтному періоді
			середніх	поточних	
Н	до 10	<i>КР-ТО-КР-СР-ТО-ТО-КР</i>	1	4	1
		або <i>КР-ТО-ТО-ТО-Т-КР</i>	–	4	1
	від 10 до 100	<i>КР-ТО-ТО-СР-ТО-ТО-КР</i>	1	4	2
		або <i>КР-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-КР</i>	–	5	2
	більше 100	<i>КР-ТО-ТО-СР-ТО-ТО-КР</i>	1	4	3
		або <i>КР-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-КР</i>	–	6	3
П, В, А	до 10	<i>КР-ТО-ТО-СР-ТО-ТО-СР-ТО-ТО-КР</i>	2	6	1
		або <i>КР-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-КР</i>	–	8	1
	від 10 до 100	Те саме	2	6	2
С	більше 100	<i>КР-ТО-ТО-СР-ТО-ТО-СР-ТО-ТО-КР</i>	2	6	3
		або <i>КР-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-КР</i>	–	9	3

Тривалість міжремонтного періоду для різних видів обладнання може бути визначена:

$$T_{mn} = \frac{T_{цр}}{n_c + n_m + 1}, \quad (11.6)$$

де n_c – кількість середніх ремонтів, передбачених структурою ремонтного циклу;

n_m – кількість поточних ремонтів у структурі міжремонтного циклу;

$T_{цр}$ – тривалість міжремонтного циклу в годинах, відпрацьованих обладнань.

Тривалість міжремонтного періоду в календарних місяцях можна визначити у такий спосіб:

$$T_{mn(міс)} = \frac{T_{mn}}{\Phi_{\partial} \cdot \kappa_3}, \quad (11.7)$$

де Φ_{∂} – ефективний річний фонд часу роботи верстата;

κ_3 – середній коефіцієнт завантаження верстата.

Для складання плану ремонту обладнання на розрахунковий рік необхідно знати вид останнього ремонту і дату його проведення. Для нових одиниць обладнання датою запуску в експлуатацію варто вважати початок року. Якщо проектом передбачається модернізація обладнання, що знаходиться в експлуатації, то вид останнього ремонту і дату його проведення студент повинний з'ясувати під час проходження практики. Види ремонту, що повинні бути включені у план, визначають у такий спосіб. Установивши місяць проведення та вид останнього ремонту відповідно до розрахункової тривалості міжремонтного періоду та виходячи з прийнятої структури міжремонтного циклу, визначають вид чергового (першого) планового ремонту і дату (місяць) його проведення. План ремонту обладнання зручно представити у вигляді таблиці 11.3.

Таблиця 11.3 – План ремонту умовного металорізального обладнання 2015р.

Останній ремонт		Категорія ремонтної складності	Міжремонтний період, місяців	Вид ремонту, трудомісткість, норма-години											
Ви д	Дата			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
		$\frac{14}{9}$	8								$TO \frac{84}{13.5}$				

У цій таблиці категорії складності та трудомісткість ремонту по механічній та електричній частинах рекомендується показувати у вигляді дробу.

Річна трудомісткість різних видів ремонтних робіт:

$$Q_i = t_{ki} \cdot R + t_{ci} \cdot R + t_{ni} \cdot R, \quad (11.8)$$

де t_{ki} , t_{ci} , t_{ni} – питома трудомісткість окремих видів ремонтних робіт, відповідно, при капітальному, середньому та поточному ремонтах;

R – ремонтна складність обладнання по механічній чи електричній частинах.

Структура циклу технічного обслуговування, що здійснюється протягом міжремонтного періоду, включає, як правило, виконання наступних операцій.

1) Плановий огляд (O). Періодичність виконання планових оглядів може бути визначена за наступною формулою:

$$T_{mo} = \frac{T_{цр}}{n_c + n_m + n_o + 1}, \quad (11.9)$$

де n_o – кількість оглядів, передбачених структурою ремонтного циклу.

2) Щомісячний огляд (O_m) виконується кожен робочий день в обсязі, передбаченому картою планового технічного обслуговування.

3) Періодичний частковий огляд (O_u), проводиться для частини моделей обладнання через визначену кількість годин його роботи і в обсязі, установленому картою планового технічного обслуговування.

4) Поповнення мастильних матеріалів (C_n) здійснюється через установлені картою змазувань число годин оперативного часу роботи обладнання.

5) Заміна мастильних матеріалів (C_3) виконується через установлене картою змазування число годин оперативного часу, відпрацьованих обладнанням.

6) Періодичне очищення від пилу електричної й електронної частин обладнання ($Ч_e$) виробляються через установлене картою планового технічного обслуговування число годин, відпрацьованих обладнанням.

7) Регулювання механізмів (P), заміна швидкозношуваних складових і підрегулювання кріпильних елементів виконується через установлене картою технічного обслуговування число годин оперативного часу, відпрацьованих обладнанням.

8) Перевірка геометричної та технологічної точності (P_m). Ця операція виконується для попередження браку через установлене картою технічного обслуговування кількість годин оперативного часу роботи обладнання.

9) Профілактичні іспити електричної й електронної частин верстатів (I_e). Ця операція проводиться з метою попередження відмов, дотримання правил техніки безпеки. Порядок операції встановлюється картою технічного обслуговування через визначене число годин роботи обладнання відповідно до “Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів” і “Правилами техніки безпеки при експлуатації установок споживачів”.

Для складання графіка або карти технічного обслуговування обладнання, яке проектується або модернізується, студент повинен вивчити методику складання відповідно до аналогічного обладнання на практиці.

Структуру циклу технічного обслуговування (TO) визначають як суму операцій, що входять до його складу. Наприклад, структуру циклу, що включає щозмінний огляд, чотири положення мастильного матеріалу, одну заміну мастильного матеріалу, один частковий огляд і два профілактичні регулювання розраховується так:

$$TO = O_m + 4 \cdot O_n + C_3 + O_u + 2 \cdot P. \quad (11.10)$$

Після визначення трудомісткості ремонтних робіт студент може установити потребу у найважливіших видах матеріалів та величину запасів.

При розрахунку потреби у матеріальних ресурсах та запасах необхідно керуватися галузевими нормативами та методиками.

Організаційна підготовка виробництва повинна забезпечити мінімальні простої устаткування у ремонті та технічному обслуговуванні. Тому у роботі повинні бути перераховані найважливіші заходи для досягнення мінімальних простоїв обладнання, що проектується, у ремонті та технічному обслуговуванні.

Трудомісткість планового технічного обслуговування, наприклад, металорізального обладнання на рік можна розрахувати на підставі графіка та виробничих даних за наступними формулами:

$$\begin{aligned} \text{а) по механічній частині:} \quad T_{ом} &= \frac{R_m \cdot T_{оч} \cdot (3,58 + \tau_{ом})}{1000}; \\ \text{б) по електричній частині:} \quad T_{ое} &= \frac{R_e \cdot T_{оч} \cdot 1,02}{1000}; \\ \text{в) для обладнання з ЧПУ:} \quad T_{ос} &= \frac{T_{оч} \cdot \tau_{ос}}{1000}, \end{aligned}$$

де $T_{оч}$ – оперативний час роботи верстата протягом року;

$\tau_{ом}$ – трудомісткість технічного обслуговування обладнання верстатниками на R_m за 1000 відпрацьованих обладнанням годин;

$\tau_{ос}$ – трудомісткість технічного обслуговування пристрою ЧПУ електронщиками за 1000 відпрацьованих пристроєм годин.

Оперативний час роботи устаткування визначається за наступною формулою:

$$T_{оч} = \Phi_{\partial} \cdot k_3 \cdot k_{он}, \quad (11.11)$$

де $k_{он}$ – частка оперативного часу роботи у нормі часу на виконання окремих операцій.

Трудомісткість технічного обслуговування устаткування верстатниками $\tau_{ом}$ залежить від ступеня автоматизації управління обладнання. Так, при обслуговуванні обладнання з ручним управлінням $\tau_{ом} = 0,52$ год. для верстатів із ЧПУ – 0,4 год.

Норма трудомісткості технічного обслуговування пристрою ЧПУ залежить від його конструктивних особливостей.

11.3 Зміст завдання та порядок виконання

1) Ознайомитися з теоретичними відомостями та галузевою нормативною базою організації ремонтного господарства на виробництві.

2) За даними, отриманими під час проходження наскрізних практик на виробничих об'єктах та їх підрозділах, розробити систему ППР та

побудувати план ремонту обладнання (або групи обладнань), з якими ознайомився студент і має вихідні дані.

3) Проаналізувавши систему організації ремонтного господарства на підприємстві, структуру ППР, оцінити ефективність організації ремонтів.

4) Зробити висновки, оформити звіт із практичного завдання.

5) Дати відповіді на контрольні питання з метою підготовки до захисту результатів практичного завдання.

11.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконанні практичного завдання відображене найменування практичної роботи, мета, постановка завдання, вихідні дані, результати і аналіз розрахунків, висновки.

При захисті роботи студент повинен оформити звіт і захистити свій обґрунтований варіант рішення практичного завдання та відповісти на контрольні питання.

11.5 Контрольні питання для самоперевірки та аудиту

1. Які нові елементи організації ремонту обладнання впроваджуються на промислових підприємствах?

2. Як встановлюється категорія складності для кожної одиниці обладнання?

3. Для чого служить система ППР?

4. В чому суть ремонтів, що здійснюються після огляду?

5. Для чого необхідний розрахунок складності ремонту обладнання?

6. Що необхідно знати для складання графіка ремонту та технічного обслуговування обладнання чи устаткування на перший рік його експлуатації?

7. Що необхідно знати для складання плану ремонту обладнання на розрахунковий рік?

8. Назвіть основні напрямки підвищення ефективності ремонтного господарства.

12 Практичне заняття № 12

МЕРЕЖЕВЕ ПЛАНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

12.1 Мета заняття:

- 1) здобути навички знаходження оптимальних рішень за допомогою графів, мережесих моделей;
- 2) закріпити на практиці методику розрахунків параметрів мережевого графіку;
- 3) розвинути організаційно-управлінське мислення у студентів.

12.2 Теоретичні відомості

Для досягнення гарних результатів в плануванні і управлінні виробництвом, проектами необхідно здійснювати та використовувати організаційно-технічні моделі, мережі у вигляді мережесих графіків, які відображали б динаміку всіх процесів виробництва і охоплювали б діяльність всіх учасників і весь період часу життєвого циклу створюваного проекту.

Мережеве планування, мережеві графіки виникли в 30^x роках минулого століття, коли почали розвиватися комп'ютерні засоби. Його методи мають таку відому міжнародну назву та аббревіатуру, як метод критичного шляху – СРМ (Critical path method), або аналіз критичного шляху – СРА (Critical path analysis), або метод оцінки й огляду програми – РЕРТ (Programme evaluation and review technique). У нашій практиці ці методи мають назву «мережесих графіків».

Основна мета використання мережесих графіків – досягнення гарних результатів проекту при плануванні і управлінні виробництвом, заснованому на науковій основі, з використанням організаційно-технічних моделей, які відображають динаміку процесів виробництва і спеціалізованої діяльність всіх учасників проекту і весь період часу реалізації проекту.

Завдання мережевої моделі – змодельовати основні стадії робіт при управлінні проектом починаючи від проектних робіт і закінчуючи випробуванням, наладкою і вводом об'єкту в експлуатацію.

Побудова мережесих графіків основана на принципі понять двох основних елементів: роботах і подіях. Робота відображається вектором, а подіям кружечком.

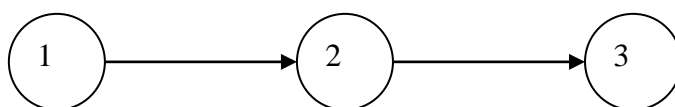


Рисунок 12.1 – Побудова мережевого графіків

Роботою називається будь-який процес, що протікає в часі. Робота супроводжується описом її характеристики.

У мережевому графіку розрізняють три вид робіт:

- дійсна робота – вимагає витрат часу і ресурсів, позначається суцільною стрілкою \longrightarrow

- очікування – процеси вимагають витрати часу (витримка бетону та інше);

- фіктивна робота – процес не вимагає ні часу ні ресурсів, відображає виробничі зв'язки, позначається пунктирною стрілкою $-----\rightarrow$

Подія – це остаточний результат завершення однієї або декілька робіт, що дає право початку іншим роботам. Подія, що стоїть на початку роботи називається початковою, а подія, що фіксує кінець роботи – кінцевою.

Будь-яка робота в сітковому графіку має два терміни початку і два терміни закінчення: ранній і низький.

Ранній термін початку роботи $T_{\text{ід}}^{\text{рн}}$ – це найбільш ранній з можливих строків початку робіт.

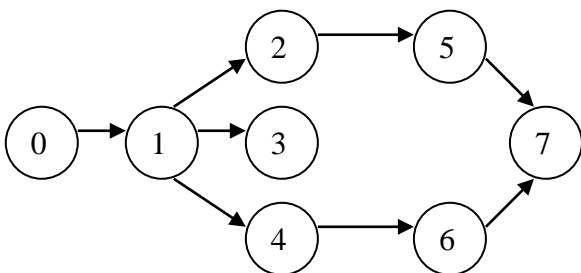
Пізній термін початку роботи $T_{\text{ід}}^{\text{пн}}$ – це найбільш пізній з можливих, при якому допустимо найбільш пізній термін її закінчення.

Ранній термін закінчення роботи $T_{\text{ід}}^{\text{ро}}$ – це найбільш ранній з можливих закінчення роботи.

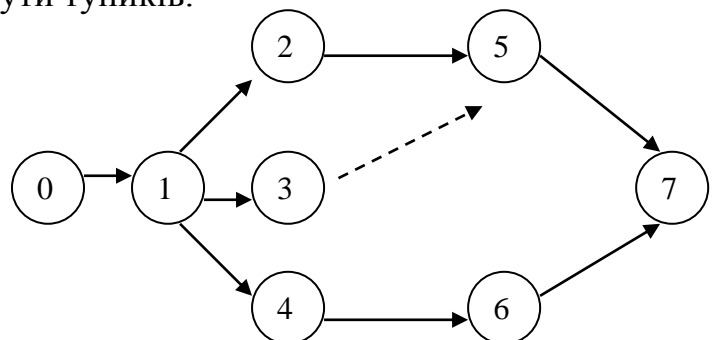
Пізній термін закінчення роботи $T_{\text{ід}}^{\text{по}}$ –це найбільш пізній припустимий термін закінчення роботи, що не викликає збільшення терміну досягнення кінцевої мети.

Як було визначено вище будування мережевому графіку здійснюється у визначенні послідовності та з дотриманням технологічного процесу і взаємозв'язку робіт, що виконуються. Крім того, при побудові мережевому графіку повинні бути дотримані наступні принципи:

1. Жодна робота не може початися, коли не закінчилися всі попередні.
2. Між двома подіями може бути тільки одна робота.
3. У мережевому графік не може бути тупиків.



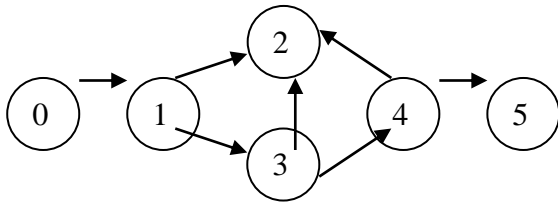
а) не вірно



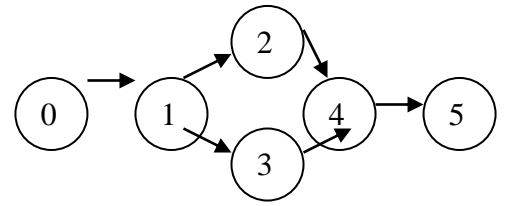
б) вірно

Рисунок 12.2 – Правила побудови мережевому графіків

4. У мережевому графіку не може бути замкнених контурів.



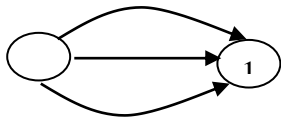
а) не вірно



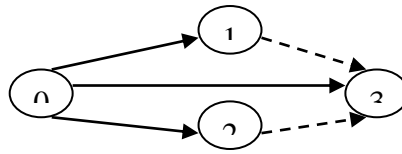
б) вірно

Рисунок 12.3 – Правила побудови мережеских графіків

Початкова подія може бути тільки одна, якщо одночасно починається кілька робіт потрібно їх з'єднати фіктивною роботою, але при єдиній початковій події.



а) не вірно



б) вірно

Рисунок 12.4 – Правила побудови мережеских графіків

6. Для запобігання на мережескій моделі 2^x робіт, що виконуються паралельно, що дають початок третьюї, вводяться фіктивні зв'язки 4-8, 7-8.

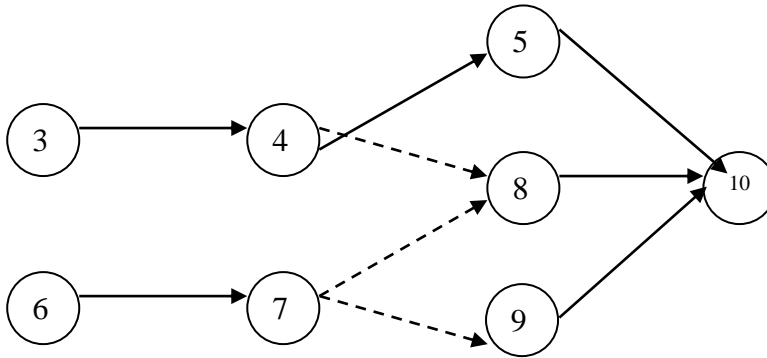
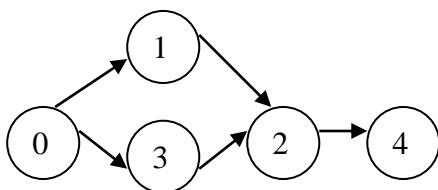
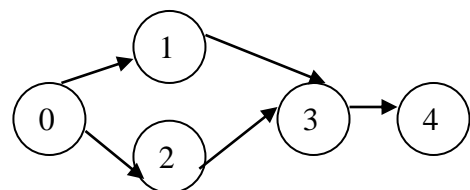


Рисунок 12.5 – Правила побудови мережеских графіків

7. Нумерацію подій варто вести в порядку зростання і відповідно напрямку робіт зліва направо.



а) не вірно



б) вірно

Рисунок 12.6 – Правила побудови мережеских графіків

8. Начальній події присвоюються нульовий номер, а кінцевому – порядковий.

У мережевому графіку розрізняють три різновиди шляхів:

- шлях від початкової до кінцевої події називають *повним шляхом* (шляхи 0-1-3-4 або 0-2-3-4);

- шлях між двома проміжними подіями, що є не вихідними, ні завершальними, називається *шляхом між подіями* (3-4, 2-3);

- шлях початок якого зв'язаний з вихідною подією, а кінець з даною подією називається *шляхом попереднім даної події* (0-1-3), а шлях з'єднуючий дану подію з завершальною подією сіті – *шляхом що впливає за заданою подією*.

Шлях, який має максимум тривалості, або повний шлях, який не має резерву часу називають **критичним часом**.

Побудова, порядок і обчислення мережевих графіків здійснюється у декілька кроків.

На першому кроці визначається перелік робіт і послідовність їх виконання, тобто топологія робіт. Сам перелік робіт проекту, не дає даних послідовності їх виконання, тому логічні зв'язки повинен встановити сам менеджер проекту з занесенням їх в наступну таблицю 12.1.

Таблиця 12.1 – Характеристика робіт з визначенням їх послідовності і топології

Код робіт $i-g$	Найменування робіт	Безпосередньо попередня робота n,i	Тривалість T_{i-g} , дн.	Трудомісткість Q (чол. дн)

На другому кроці будується сітковий графік з обрахуванням визначеної топології робіт і з установленням логічних зв'язків і визначенням переліку розрахункових параметрів графіку. До розрахункових параметрів сіткового графіку відносяться:

- $i-g$ – код даної роботи;
- i – код початкової події даної роботи;
- g – код кінцевої події даної роботи;
- $h-i$ – код робіт, які попередні даній роботі;
- h – код робіт, які попередні початковій події даній роботі;
- $i-k$ – код робіт наступних за кінцевою подією даної роботи;
- k – код подій наступних кінцевій події даної роботи;
- L – шлях;
- $L_{кр}$ – критичний шлях;
- tL – тривалість шляху;
- T_{LKP} – тривалість критичного шляху і критичний термін;
- T_{i-g} – тривалість роботи;
- T_{i-g}^{p-H} – ранній початок роботи;

- T_{i-g}^{p-o} – раннє закінчення роботи;
- T_i^p – ранній термін завершення події i ;
- T_{i-g}^{p-H} – пізній початок роботи $i-g$;
- T_{i-g}^{p-o} – пізнє закінчення роботи $i-g$;
- T_i^n – пізній термін завершення події g ;
- R_{i-g}^o – загальний (повний) резерв часу роботи $i-g$;
- R_{i-g}^n – частковий (вільний) резерв часу роботи $i-g$.

Загальна схема кодування робіт і подій показана на рис. 5.6.

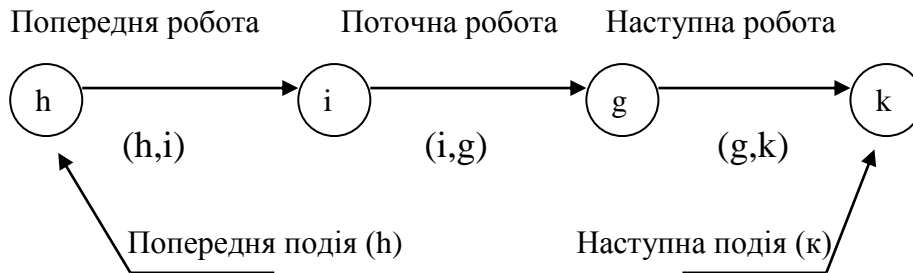


Рисунок 12.7 – Загальна схема кодування робіт і подій

Третім кроком визначаємо тривалість робіт які заносимо в таблицю 5.1. Тривалість робіт по кожному виду робіт визначається в залежності досягнутої на підприємстві виробки робіт або її продуктивності.

Четвертим кроком визначаємо ранні терміни початку і завершення робіт по проекту за формулами:

$$T_{i-g}^{p-H} = \max (T_{i-g}^{p-o}) \quad (12.1)$$

$$T_{i-g}^{p-o} = T_{i-g}^{p-H} + T_{i-g} \quad (12.2)$$

На n 'ятому кроці визначаємо різні терміни початку і завершення робіт по формулам:

$$T_{i-g}^{n-o} = \min (T_{gk}^{n-H}) \quad (12.3)$$

$$T_{i-g}^{n-H} = T_{i-g}^{n-o} + T_{i-g} \quad (12.4)$$

Шостим кроком визначаємо критичний шлях, який не має резерв часу, а також запаси часу по іншим роботам.

$$R_{i-g}^o = T_{i-g}^{n-H} - T_{i-g}^{p-H} = T_{i-g}^{n-o} - T_{i-g}^{p-o} \quad (12.5)$$

$$R_{i-g}^n = T_{ik}^{p-H} - T_{ig}^{p-o} \quad (12.6)$$

Розрахунок сіткових графіків виконується різними методами. Найбільш поширеними є табличний метод, метод за потенціалами подій, розрахунок безпосередньо на самому графіку, за допомогою ЕВМ та інші.

Для розрахунку мережевого графіка в таблиці необхідно, щоб події були пронумеровані таким чином: номер початкової події кожної роботи повинен бути менше номера її кінцевої події. Вихідній події привласнюється перший номер, а всі наступні події одержують номери в порядку зростання

від початкового до завершального. Після нумерації кожна робота одержує свій код, відповідний номерам її початкової і кінцевої подій.

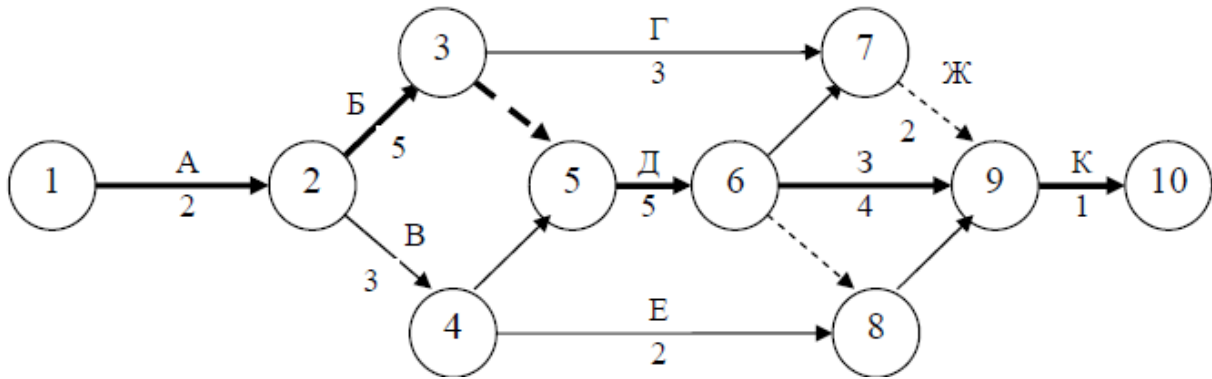


Рисунок 12.8 – Розрахунок мережевого графіка

Початкові дані з графіка для розрахунку заносять в графи 1, 2 і 3 таблиці 2. Всі ці три графи заповнюють одночасно.

Таблиця 12.2 - Розрахунок мережевого графіка

Номери початкових подій попередніх робіт	Код робіт	Тривалості робіт	Ранній початок робіт $t_{i,j}^{pn}$	Раннє закінчення робіт $t_{i,j}^{pz}$	Пізній початок робіт $t_{i,j}^{nn}$	Пізнє закінчення робіт $t_{i,j}^{nz}$	Загальний резерв часу $R_{i,j}$	Частковий резерв часу $r_{i,j}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	(1.2)	2	0	2	0	2	0	0
1	(2.3)	5	2	7	2	7	0	0
1	(2.4)	3	2	5	4	7	2	0
2	(3.5)	0	7	7	7	7	0	0
2	(3.7)	3	7	10	14	17	7	2
2	(4.5)	0	5	5	7	7	2	2
2	(4.8)	2	5	7	10	12	5	5
3.4	(5.6)	5	7	12	7	12	0	0
5	(6.7)	0	12	12	17	17	5	0
5	(6.8)	0	12	12	12	12	0	0
5	(6.9)	4	12	16	15	19	3	3
3.6	(7.9)	2	12	14	17	19	5	5
4.6	(8.9)	7	12	19	12	19	0	0
6.7.8	(9.10)	1	19	20	19	20	0	0

У графу 1 заносять номери початкових подій попередніх робіт. Наприклад, для роботи (7,9) (рис. 12.8) передуючими є робота (3,7) і залежність (6,7), отже в гр.1 заносять номери початкових подій цих робіт 3 і 6.

У графу 2 заносять коди робіт і залежностей в порядку зростання початкових номерів подій, тобто спочатку роботи, що виходять з події 1, потім з події 2 і т.д.

У графу 3 проставляються тривалості робіт.

Ранні терміни початку і закінчення робіт розраховують по таблиці 2 зверху вниз. Ранній початок робіт, що виходять з першої події, рівний нулю. Раннє закінчення - сумі раннього початку і тривалості роботи:

$$t_{1,1}^{p3} = t_{1,1}^{pn} + t_{1,1} \quad (12.7)$$

Наприклад, для роботи (1,2):

$$t_{1,2}^{p3} = t_{1,2}^{pn} + t_{1,2} = 0 + 2 = 2 \quad (12.8)$$

Ранній початок подальших робіт рівний максимальному з ранніх закінчень попередніх робіт:

$$t_{i,k}^{pn} = \max\{t_{i,1}^{p3}\} \quad (12.9)$$

Наприклад, для роботи (5,6):

$$t_{5,6}^{pn} = \max\{t_{3,5}^{p3}; t_{4,5}^{p3}\} = \max\{7; 5\} = 7 \quad (12.10)$$

Так само визначають ранні початки і закінчення всіх робіт і заносять в графи 4 і 5 (табл.12.2).

Максимальне раннє закінчення робіт, що входять в завершальне подію, визначає тривалість критичного шляху. В даному прикладі $T_{кр.} = 20$.

Пізні терміни початку і закінчення робіт записують в графи 6 і 7 таблиця 12.2

Розрахунок ведуть в таблиці від низу до верху.

Для робіт, що входять в завершальне подію, пізнє закінчення рівне тривалості критичного шляху:

$$t_{9,10}^{n3} = 20 \quad (12.11)$$

Пізній початок будь-якої роботи визначається різницею між її пізнім закінченням і тривалістю:

$$t_{i,j}^{m3} = t_{i,j}^{n3} - t_{i,j} \quad (12.12)$$

Наприклад, для роботи (9,10):

$$t_{9,10}^{m3} = t_{9,10}^{n3} - t_{9,10} = 20 - 1 = 19 \quad (12.13)$$

Пізнє закінчення будь-якої роботи рівне як найменшому пізньому початку подальших робіт:

$$t_{i,j}^{n3} = \min t_{i,j}^{m3} \quad (12.14)$$

Наприклад, для роботи (2,4):

$$t_{2,4}^{n3} = \min\{t_{4,5}^{n3}; t_{4,5}^{n3}\} \min\{7; 10\} = 7 \quad (12.15)$$

Так само визначають пізні терміни всіх робіт мережевого графіка. Повний резерв часу рівний різниці пізніх і ранніх термінів:

$$R_{i,j} = t_{i,j}^{n3} - t_{i,j}^{p3} = t_{i,j}^{nn} - t_{i,j}^{pn} \quad (12.16)$$

Наприклад, для роботи (2,4):

$$R_{2,4} = t_{2,4}^{n3} - t_{2,4}^{p3} = 7 - 5 = 2 = t_{2,4}^{nn} - t_{2,4}^{pn} = 4 - 2 = 2 \quad (12.17)$$

Повний резерв часу заносять в графу 8.

У робіт критичного шляху повний резерв часу дорівнює нулю. Визначаємо критичні роботи, тобто роботи, що лежать на критичному шляху, це – 83.

(1,2); (2,3); (3,5); (5,6); (6,8); (8,9); (9,10). Критичний шлях цього мережевого графіка буде (1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10).

Вільний резерв часу заносять в **графу 9** таблиці 12.2, він визначається різницею між раннім початком подальшої роботи і раннім закінченням даної роботи:

$$r_{i,j} = t_{j,k}^{pn} - t_{i,j}^{p3} \quad (12.18)$$

Наприклад, для роботи (3,7):

$$r_{3,7} = t_{7,9}^{pn} - t_{3,7}^{p3} = 12 - 10 = 2 \quad (12.19)$$

Вільний резерв часу роботи завжди менше або рівно її повному резерву:

$$r_{i,j} \leq R_{i,j}. \quad (12.20)$$

За вище описаним алгоритмом всі розрахунки заносяться в таблицю 12.2.

Оптимізація мережевого графіків

Розрахунок мережевих графіків проводять, виходячи із припущення, що кожна робота забезпечена всіма необхідними ресурсами.

В дійсності ж ресурси обмежені. Відсутність тих чи інших ресурсів приводить до зміни послідовності робіт.

Необхідність коректування сітки виникає, коли вже після складання і розрахунку виявляється, що тривалість робіт, по графіку не відповідає завданню:

- для виконання робіт в заплановані строки не вистачає робочої сили, матеріалів і ін. ресурсів;

- або те і інше разом, тобто він не завжди відповідає заданим термінам і можливостям організації виробництва, тому складений графік підлягає коректуванню (оптимізації) із урахуванням існуючих обмежень.

На практиці мережеві графіки спочатку корегуються за часом, а вже потім за ресурсами.

В загальному вигляді оптимізація мережевих графіків виконується за часом:

- перерозподіл трудових ресурсів
- суміщення технологічних процесів;
- залучення додаткових ресурсів.

12.3 Зміст завдання та порядок виконання

1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.

2) Проаналізувати методику розрахунків параметрів мережевого графіку і знаходження оптимальних рішень за допомогою графів, мережевих моделей;

3) Розв'язати приклад згідно індивідуального варіанту завдання, а саме: побудувати мережевий графік процесу із визначенням всіх параметрів (код роботи, тривалість роботи, початок роботи, закінчення роботи, резерви часу), визначити критичний шлях процесу і загальну тривалість роботи; побудувати мережевий графік (рис. 12.9; табл. 12.13).

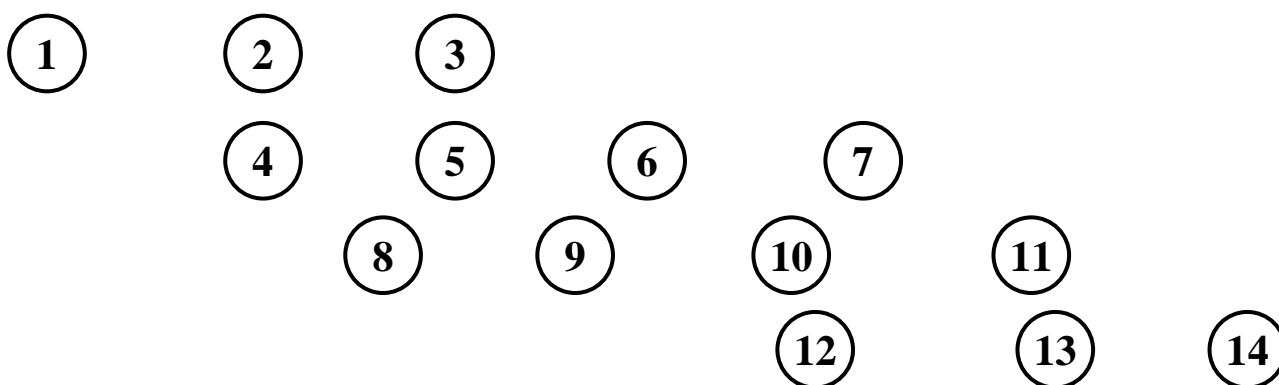


Рисунок 12.9 – Побудова мережевого графіку

Таблиця 12.13 – Вихідні дані

Варіант	Шифр робіт											
	1-2	2-3	2-4	3-7	4-8	5-6	7-11	9-10	11-13	8-12	12-13	13-14
1.	1	9	1	5	6	2	9	5	7	8	9	8
2.	2	5	2	6	4	2	8	12	8	9	7	7
3.	3	8	2	8	3	2	7	3	9	7	8	15
4.	6	7	5	9	9	2	4	6	8	8	9	6
5.	15	4	4	7	6	15	5	5	4	9	5	12
6.	10	5	5	5	5	3	6	4	5	4	6	3
7.	3	6	15	6	6	6	5	6	6	5	12	6
8.	6	4	9	5	15	9	4	5	5	6	3	5
9.	9	5	2	4	4	5	12	4	4	4	12	4
10.	8	6	3	5	6	4	3	7	1	5	3	6
11.	7	4	6	6	6	5	6	3	2	6	9	9
12.	4	5	9	4	9	6	5	6	3	4	6	5
13.	5	6	8	3	8	9	4	9	6	5	9	3
14.	6	7	7	6	6	8	9	8	9	6	8	6
15.	9	8	4	9	5	7	6	5	5	9	6	5
16.	8	9	5	8	6	8	5	6	6	8	8	2
17.	7	1	6	5	5	9	6	5	4	5	7	3
18.	5	2	4	6	9	4	5	6	5	6	5	1
19.	6	3	5	5	9	9	6	7	6	4	6	2
20.	2	6	6	4	8	6	6	8	13	1	9	1
21.	1	9	4	1	7	5	8	9	4	2	8	2
22.	9	5	5	2	8	4	7	8	5	3	7	3
23.	6	7	6	12	9	12	4	7	6	2	5	6
24.	5	6	4	3	4	3	5	8	12	5	6	5
25.	6	9	5	6	5	6	8	9	3	8	1	4
26.	5	8	6	9	6	5	7	8	6	9	2	9
27.	8	5	1	5	4	4	4	10	5	10	2	5
28.	7	2	2	3	5	5	5	4	4	15	5	12
29.	4	10	3	6	10	6	8	8	12	14	12	7
30.	5	15	6	9	14	5	7	9	3	12	9	1

12.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання відображаються тематика практичного заняття, мета заняття, короткі теоретичні відомості, постановка завдання, вихідні дані за варіантом, результати та аналіз розрахунків, висновки. Оформлення звіту повинне відповідати нормативним вимогам.

При захисті роботи студент повинен довести правильність розрахунків свого індивідуального варіанту, зробити висновки та відповіді на контрольні запитання.

12.5 Контрольні запитання для самоперевірки та аудиту

1. Опишіть сутність мережевого планування та назвіть основні переваги мережевих моделей.

2. Основні задачі сіткових моделей при управлінні проектами.

3. Назвати основні розрахункові параметри сіткового планування.

4. Якими принципами потрібно керуватися при побудові сіткових графіків?

5. Назвати порядок побудови сіткових графіків.

6. В яких випадках проводиться оптимізація сіткових графіків?

7. Якими методами проводиться оптимізація графіків?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аналіз індексу конкурентоспроможності України в 2013-2014 рр. – [Електронний ресурс]. – адрес доступу: [www. Weforum.org](http://www.Weforum.org).
2. Білоконенко В.І. Організація виробництва : конспект лекцій /Харківський нац. економ. ун-т / В. І. Білоконенко. – Харків : ХНЕУ, 2005. – 178 с.
3. Бондар Н.М. Економіка підприємства : навчальний посібник. – К. : А.С.К., 2004. – 400 с.
4. Бутко М.П. Економіка : навчальний посібник / за ред. М.П. Бутка. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2011. – 612 с.
5. Бутко М.П., Котельников Д.І. Вступ до менеджменту: навчальний посібник. – К. : Знання України, 2005. – 328 с.
6. Василенко В.О., Ткаченко Т.І. Виробничий (операційний) менеджмент : навчальний посібник / В.О. Василенко, Т.І. Ткаченко – К. : ЦУЛ, 2003. – 530 с.
7. Володькіна М.В. Економіка промислового підприємства : навчальний посібник / М.В. Володіна. – К. : ЦУЛ, 2004. – 196 с.
8. Галушак М.П., Оксентюк А.О., Гевко І.Б. Організація виробництва у прикладах та задачах : навчальний посібник / М.П. Глушак, А.О. Оксентюк, І.Б. Гевко. – К. : Кондор, 2010. – 214 с.
9. Гевко І.Б. Операційний менеджмент : навчальний посібник / І.Б. Гевко – К. : Кондор, 2005. – 227 с.
10. Гевко І.Б., Оксентюк А.О., Галушак М.П. Операція виробництва: теорія і практика : підручник / М.П. Глушак, А.О. Оксентюк, І.Б. Гевко – К. : Кондор, 2008. – 176 с.
11. Гетьман О.О., Шаповал В.М. Економіка підприємства: навчальний посібник : 2-ге видання / О.О. Гетьман, В.М. Шаповал. – К. : ЦУЛ, 2010. – 487 с.
12. Гринчуцький В.І. Економіка підприємства. : навчальний посібник / В.І. Гринчуцький, Е.Т. Карапетян, Б.В. Погріщук. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 304 с.
13. Гринчуцький В.І., Карапетян Е.Т., Погріщук Б.В. Економіка підприємства : навчальний посібник / В.І. Гринчуцький, Е.Т. Карапетян, Б.В. Погріщук. – К. : ЦУЛ, 2010. – 303 с.
14. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 48 с.
15. ДСТУ ISO 9000-2001 Державний стандарт України. Системи управління якістю. Основні положення та словник (ISO 9000:2000, IDT). – К. : Держстандарт України, 2001. – 40 с.
16. ДСТУ ISO 9001-2001 Державний стандарт України. Системи управління якістю. Вимоги. (ISO 9001: 2000, IDT). – К. : Держстандарт України, 2001. – 33 с.
17. ДСТУ ISO 9004-2001 Державний стандарт України. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності (ISO 9004:2000, IDT). – К. : Держстандарт України, 2001. – 70 с.

18. Економіка підприємства : конспект лекцій. Розд. 2: Технічна база, організація і планування виробництва / А.В. Жук. – Ніжин : Ніжин. держ. ун-т ім. М. Гоголя, 2007. – 78 с.
19. Економіка підприємства : навчальний посібник / за ред. А.В. Шегди. – К. : Знання, 2005. – 431 с.
20. Єгупов Ю.А. Організація виробництва на промисловому підприємстві : навчальний посібник / Ю.А. Єгупов. – К. : ЦУЛ, 2006. – 487 с.
21. Іванов М.М. Операційний менеджмент : навчальний посібник / М.М. Іванов. – К. : ЦУЛ, 2012. – 368 с.
22. Менеджмент виробництва та операцій (тестові, проблемні ситуації, практичні завдання) : навчальний посібник / Укл.: П.І. Белінський, І.Ф. Комарницький, В.І. Кравець. – Чернівці : Рута, 2004. – 220 с.
23. Микитенко Н.В. Операційний менеджмент. Практикум : навчальний посібник / Н.В. Микитенко – К. : ЦУЛ, 2009. – 196 с.
24. Операційний менеджмент : навчальний посібник / Т.В. Омеляненко. – К. : КНЕУ, 2009. – 478 с.
25. Організація виробництва : навчальний посібник / В.А. Никифорок, З.І. Кобеля, Л.В. Вербівська. – Чернівці: Чернівець. нац. ун-т, 2010. – 407 с.
26. Організація виробництва : навчальний посібник / Н.А. Свелеба. – Львів : Вид-во Львів. комерц. акад., 2012. – 382 с.
27. Петрович Й.М., Захарчин Г.М. Організація виробництва : підручник для студ. економіч. спец. / Й.М. Петрович, Г.М. Захарчин. – Львів : Магнолія Плюс, 2005. – 398 с.
28. Планування діяльності підприємства : навчальний посібник / за ред. О.М. Свінцицької. – К. : Кондор, 2009. – 263 с.
29. Сумець О.М. Основи операційного менеджменту : підручник / за ред. О.Л. Яременка. – К. : Професіонал, 2005. – 412 с.
30. Тян Р.Б., Багрова І.В. Організація виробництва : навчальний посібник / Р.Б. Тян, І.В. Багрова. – К. : ЦУЛ, 2005. – 247 с.
31. Управление качеством <http://www.dist-cons.ru/modules/qualmanage/index.html>.
32. Управління виробництвом : навчальний посібник / М.П. Бутко, Д.І. Котельников, М.І. Мурашко, Л.Д. Оліфіренко. – К. : Знання України, 2006. – 296 с.

