

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Вагони»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних занять з дисципліни
„ОРГАНІЗАЦІЯ ВАГОНРЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА”**

Харків 2010

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до

друку на засіданні кафедри «Вагони» 22 лютого 2010 р.,
протокол № 8.

Укладачі:

доц. Д.І. Волошин,
асист. Л.В. Волошина

Рецензент

доц. О.С. Крашенінін

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни
„Організація вагоноремонтного виробництва”

Відповідальний за випуск Волошин Д.І.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 01.03.10 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,5 Обл.-вид.арк. 3,75.

Замовлення № Тираж 100. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від. 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майд. Фейербаха, 7

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кафедра „Вагони”

Методичні вказівки
до практичних занять з дисципліни
„Організація вагоноремонтного виробництва”

2010

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 22 лютого 2010 р., протокол № 8.

Укладачі:

доц. Д.І. Волошин,
асист. Л.В. Волошина

Рецензент

доц. О.С. Крашенінін

ЗМІСТ

Вступ	4
Практичне заняття 1 Оперативне управління технологічною системою серійного складального виробництва	5
Практичне заняття 2 Виробничий цикл і його тривалість	11
Практичне заняття 3 Побудова моделі сіткового графіка технологічного процесу ремонту вагонів	15
Практичне заняття 4 Визначення норм праці в допоміжному виробництві	33
Практичне заняття 5 Фотографія робочого часу. Хронометраж	43
Практичне заняття 6 Принципи раціональної організації виробничого процесу	53
Список літератури	62
Додаток А	63
Додаток Б	64

ВСТУП

У забезпеченні високої ефективності, надійної та чіткої роботи залізничного транспорту значна роль належить вагоноремонтним підприємствам. Вони повинні мати ритмічність та узгодженість процесів ремонту вагонів, забезпечувати високу ефективність використання вагонів при найменших затратах на їх ремонт і технічне обслуговування.

Дисципліна „Організація вагоноремонтного виробництва” має своєю метою забезпечити студентів денної та заочної форм навчання необхідними технічними знаннями, що потрібні для загального уявлення про виробничі процеси на вагоноремонтних підприємствах України.

Дисципліна вивчається студентами спеціальності „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту” спеціалізація „Вагони” згідно із затвердженою типовою навчальною програмою.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

Оперативне управління технологічною системою серійного складального виробництва

1.1 Теоретичні відомості

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

$$k_{zo} = \frac{\Phi_d \times k_z \times 60}{N_z \times t_{ki}}, \quad (1.1)$$

де Φ_d - дійсний фонд часу роботи обладнання, год;
 k_z - коефіцієнт завантаження обладнання, $k_z=0,7 \dots 0,95$;
 N_z - програма запуску у виробництво (замовлення), од.;
 t_{ki} - калькуляційна норма часу обробки виробів.

Дійсний фонд часу роботи обладнання Φ_d обчислюється за формулою

$$\Phi_d = \Phi_n \times m_{zm} \times n_{zm} \times \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right), \quad (1.2)$$

де Φ_n - номінальний фонд, дн;
 m_{zm} - кількість змін;
 n_{zm} - тривалість зміни, год;
 α - коефіцієнт утрати робочого часу.

Для виробництва:

масового — $k_{30} \leq 1$;

крупносерійного — $k_{30} = 2 \div 10$;

середньосерійного — $k_{30} = 11 \div 20$;

дрібносерійного — $k_{30} = 21 \div 40$;

одиночного — $k_{30} \geq 40$.

Необхідні та достатні ознаки типу виробництва подано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристика типів виробництва

Фактори виробництва	Типи виробництва		
	одиночне	серійне	масове
k_{30}	≥ 40	$1 < k_{30} < 40$	≤ 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 такі нормативні розрахунки:

розміри партій виробів (замовлень);

ритми партій виробів;

тривалість виробничих циклів виготовлення.

Партія — це заздалегідь установлена кількість предметів праці, яка оброблюється без перерви у виготовленні.

Для простої обробки на універсальному обладнанні, щоб визначити розмір партії, використовується розрахунок за принципом мінімального навантаження робочих місць. Розмір

партії n визначається за умови, що час обробки партії на робочому місці має бути не меншим, ніж час зміни або половини зміни. Тоді розмір партії розраховується за формулою

$$n = \frac{\beta \times n_{зм} \times k_{вн}}{t_k^{\min}}, \quad (1.3)$$

де $\beta = 0,5$ або 1 ;

$n_{зм}$ - тривалість зміни, хв;

$k_{вн}$ - коефіцієнт виконання норми;

t_k^{\min} - мінімальний час на операцію за технологією, хв.

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

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

Розрахунок ритму здійснюється за такими формулами:

$$R = \frac{\Phi_d}{K}; \quad K = \frac{N}{n}; \quad R = \frac{\Phi_d \times n}{N_s} \quad (1.4)$$

де Φ_d - дійсний фонд робочого часу, змін;

K - кількість партій виробу;

N - річна (місячна) програма випуску, од.;

n - партія запуску виробів, од.

1.2 Зміст завдання та порядок його виконання:

а) ознайомитися з теоретичними відомостями;

б) проаналізувати склад календарно-планових нормативів у серійному виробництві. Визначити характерні ознаки кожного з існуючих типів виробництва;

в) розв'язати індивідуальний варіант згідно з практичним завданням.

Вихідні дані наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Вихідні дані

Варіант 1 ($N_1 = 38000$ од., $N_2 = 380$ од., $N_3 = 38$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	3	7	9,5	8	7,2	4	5	2	1	6
q_i , од.	1	1	3	2	1	1	1	1	1	2
Варіант 2 ($N_1 = 22800$ од., $N_2 = 228$ од., $N_3 = 28$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	1,5	10	4	3,2	5	3	12	3	7	10
q_i , од.	1	3	1	1	1	1	2	1	2	2
Варіант 3 ($N_1 = 57000$ од., $N_2 = 570$ од., $N_3 = 57$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	2,5	1	1,5	3	4	6	2	7	3	2
q_i , од.	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
Варіант 4 ($N_1 = 25360$ од., $N_2 = 250$ од., $N_3 = 25$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	4	5	15	3	4	4,5	18	5,5	3	9
q_i , од.	1	1	4	1	1	1	3	1	1	2
Варіант 5 ($N_1 = 32590$ од., $N_2 = 325$ од., $N_3 = 40$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	5	6,5	7,5	2	3	4	7	4,5	2,5	14
q_i , од.	1	2	3	1	1	1	1	2	1	3
Варіант 6 ($N_1 = 28551$ од., $N_2 = 285$ од., $N_3 = 28$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	2	13	5	9	4,6	2,2	7	6	8	10
q_i , од.	1	3	1	1	1	1	1	1	2	2
Варіант 7 ($N_1 = 66420$ од., $N_2 = 664$ од., $N_3 = 69$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	3	5	8	3,6	12	1	4	5,5	11	20
q_i , од.	1	1	2	1	2	1	1	1	2	3
Варіант 8 ($N_1 = 69465$ од., $N_2 = 694$ од., $N_3 = 65$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	6	1,2	5	8	13	9	11	5,9	4,8	2,6
q_i , од.	1	1	1	2	3	1	3	2	1	1
Варіант 9 ($N_1 = 69740$ од., $N_2 = 740$ од., $N_3 = 74$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	3,5	4,9	10	16	8	12	6	7	5,3	2
q_i , од.	1	1	2	3	1	4	1	1	1	1
Варіант 10 ($N_1 = 36589$ од., $N_2 = 365$ од., $N_3 = 42$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	6	8	9	1,1	5,6	2,7	16,5	18	3	10
q_i , од.	1	1	2	3	1	4	1	1	1	1
Варіант 11 ($N_1 = 25894$ од., $N_2 = 258$ од., $N_3 = 25$ од.)										

Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	3	12	1,3	8,4	9,1	15	6	5	7	12
q_i , од.	1	3	1	2	3	1	1	1	1	2

Продовження таблиці 1.2

Варіант 12 ($N_1 = 45210$ од., $N_2 = 452$ од., $N_3 = 45$ од.)										
Номер операції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , хв	11	13	1,5	8,3	9	6,1	5	4	5,6	10
q_i , од.	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2
Варіант 13 ($N_1 = 52300$ од., $N_2 = 523$ од., $N_3 = 52$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	2	3	1	1	1	2	3	4	1
Варіант 14 ($N_1 = 66000$ од., $N_2 = 690$ од., $N_3 = 65$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1
Варіант 15 ($N_1 = 37000$ од., $N_2 = 370$ од., $N_3 = 37$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1
Варіант 16 ($N_1 = 47800$ од., $N_2 = 478$ од., $N_3 = 47$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	1	4	2	1	1	1	2	1	1
Варіант 17 ($N_1 = 89500$ од., $N_2 = 895$ од., $N_3 = 89$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	1	3	1	1	4	1	1	1	2
Варіант 18 ($N_1 = 58950$ од., $N_2 = 589$ од., $N_3 = 58$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	1	3	1	1	2	4	3	1	1
Варіант 19 ($N_1 = 45230$ од., $N_2 = 452$ од., $N_3 = 45$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	1	2	1	3	2	1	1	4	5
Варіант 20 ($N_1 = 44444$ од., $N_2 = 444$ од., $N_3 = 44$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	1	2	1	3	4	1	1	1	2
Варіант 21 ($N_1 = 89120$ од., $N_2 = 891$ од., $N_3 = 89$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1

Варіант 22 ($N_1 = 36554$ од., $N_2 = 325$ од., $N_3 = 32$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1

Закінчення таблиці 1.2

Варіант 23 ($N_1 = 74000$ од., $N_2 = 740$ од., $N_3 = 74$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	5	2	1	1	1	1	1	1	1

Варіант 24 ($N_1 = 34890$ од., $N_2 = 348$ од., $N_3 = 48$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	3	1	4	1	1	2	1	1	1

Варіант 25 ($N_1 = 32590$ од., $N_2 = 399$ од., $N_3 = 39$ од.)										
Номер 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
q_i , од.	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1

1.3 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тема та мета, короткі теоретичні відомості, постановка завдання, вихідні дані за варіантом, результати розрахунку та їх аналіз, висновки.

Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта, показати вміння розбиратися в типах виробництва та вимогах до їх організації, відповісти на контрольні запитання.

Контрольні запитання для самоперевірки

- 1 Дати визначення поняття „тип виробництва”.
- 2 Які існують типи виробництва?
- 3 Який показник визначає тип виробництва?
- 4 Навести розрахункову модель, за якою можна розрахувати тип виробництва.
- 5 Навести характеристику типів виробництва.
- 6 Дати визначення поняття „партія предметів праці”.

7 Дати визначення поняття „ритм” і навести формули для його розрахунку.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

Виробничий цикл і його тривалість

2.1 Теоретичні відомості

Виробничий цикл — це календарний період часу, протягом якого оброблюваний виріб або партія виробів проходять усі операції виробничого процесу або певні його частини і перетворюються на завершений готовий виріб.

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

Виробничий цикл виражається в робочих або календарних днях і залежить від норм часу на виконання технологічних, контрольних операцій, розміру партії виробів, які підлягають обробці, порядку передачі виробів з однієї операції на іншу, тобто їх транспортування, часу перерв у виробництві, пов'язаних з регламентом роботи підприємства, а також з міжопераційними простоями. Таким чином, виробничий цикл $T_{ц}$ складається з часу робочого періоду й часу перерв і визначається за формулою

$$T_{ц} = t_{mex} + t_{ко} + t_{mp} + t_{nep} , \quad (2.1)$$

де t_{mex} - час відповідно на технологічні операції (включаючи підготовчо-заклучні роботи), год;

$t_{ко}$ - контрольні операції, год;

t_{mp} - транспортні операції, год;

t_{nep} - усі види перерв у виробничому циклі, год.

Основу виробничого циклу складає технологічний цикл, який формується з операційних циклів.

Існують три види поєднання операційних циклів (видів руху предметів праці по операціях процесу): послідовний, паралельний і паралельно-послідовний.

Послідовний вид руху предметів праці характеризується тим, що кожна наступна операція починається тільки після їх обробки на попередній операції.

Тривалість технологічного циклу при послідовному суміщенні операцій визначається за формулою

$$t_{mex}^{noc} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{q_i}, \quad (2.2)$$

де n - величина партії деталей, шт.;

t_i - нормативний час, який витрачається на обробку однієї деталі на i -й операції, хв;

q_i - кількість робочих місць на i -й операції;

m - кількість операцій у процесі.

Паралельний вид руху предметів праці полягає в тому, що невеликі передавальні партії p або окремі деталі запускаються на наступну операцію зразу ж після обробки їх на попередній, незалежно від усієї партії.

Тривалість виробничого циклу при паралельному виді руху предметів праці визначається за формулою

$$t_{mex}^{nap} = p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{q_i} + (n-p) \left(\frac{t_i}{q_i} \right)_{\max}, \quad (2.3)$$

де $\left(\frac{t_i}{q_i} \right)_{\max}$ - час виконання найдовшої операції;

p - розмір передавальної партії.

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

1) попередній операційний цикл менший наступного. У цьому разі початок обробки на наступній операції можливий одразу ж після закінчення обробки партії на першій операції або першого виробу;

2) попередній операційний цикл більший наступного. Тоді початок обробки на наступній 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 розраховується за формулою:

$$t_{max}^{nn} = n \sum_1^m \frac{t_i}{q_i} - (n-p) \sum_1^{m-1} \left(\frac{t_i}{q_i} \right)_{кор}, \quad (2.4)$$

де $\sum_1^{m-1} \left(\frac{t_i}{q_i} \right)_{кор}$ - сумарний час виконання коротких операцій із кожної пари суміжних операцій, хв.

До основних шляхів скорочення виробничого циклу можна віднести зниження трудомісткості виконання технологічних операцій, скорочення затрат часу, пов'язаних з міжзмінними і внутрішньозмінними простоями, а також часу на транспортні і контрольні операції, удосконалення організації виробництва, використання сучасних методів моделювання ситуації, лінійного і динамічного програмування тощо.

2.2 Зміст завдання та порядок його виконання

- а) ознайомитися з теоретичними відомостями;
- б) розв'язати типові задачі визначення тривалості технологічного циклу складання виробу при різних видах виробничого руху згідно з вихідними даними таблиці 1.2;
- в) побудувати графічну модель графіка Ганта ремонту елементів вагонів на міліметровому папері. Вихідні дані наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для побудови графіка Ганта

Початкова літера прізвища студента	Найменування технологічного процесу ремонту
А-Д	Пасажирського купейного вагона
Е-К	Ізотермічного вагона
Л-Р	Піввагону

С-Ц	Цистерни для перевезення нафтопродуктів
Ч-Я	Хопера для перевезення мінеральних добрив

2.3 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тема та мета, короткі теоретичні відомості, постановка завдання, вихідні дані за варіантом, результати розрахунку та їх аналіз, графічні моделі для кожного виду руху, висновки.

Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта, показати вміння розбиратися в заданому технологічному процесі та відповісти на контрольні запитання.

Контрольні запитання для самоперевірки

1 Дати визначення поняття „тривалість виробничого циклу” (операційного, технологічного, виробничого).

2 Від чого залежить тривалість технологічного циклу?

3 Розкрити сутність паралельного руху предметів праці. Навести формулу для розрахунку тривалості технологічного циклу.

4 Розкрити сутність послідовного руху предметів праці. Навести формулу для розрахунку тривалості технологічного циклу.

5 Розкрити сутність паралельно-послідовного руху предметів праці. Навести формулу для розрахунку тривалості технологічного циклу.

6 Назвати випадки оптимального використання кожного виду руху предметів праці.

7 Назвати критерії вибору й оцінки виду руху.

8 Навести графічні моделі для кожного виду руху.

9 Дати визначення трудомісткості ремонту вагона.

10 Навестити існуючі залежності для визначення трудомісткості технологічного процесу ремонту вагонів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3

Побудова моделі сіткового графіка технологічного процесу ремонту вагонів

3.1 Теоретичні відомості

Базовим організаційним документом при плануванні створення й освоєння нової продукції є календарний план виконання робіт. Основою будь-якого календарного плану є модель, за допомогою якої відображають планові процеси. Тривалий час за таку модель успішно використовувались графіки Ганта. Проте при необхідності відображення великої кількості взаємопов'язаних робіт доцільно використовувати сіткові моделі.

Сіткові моделі порівняно з лінійними графіками Ганта мають такі суттєві переваги:

- забезпечують можливість чіткого відображення всієї сукупності зв'язків між окремими роботами технологічного процесу;

- виявляють технологічні операції, від яких залежить загальний простій вагона в ремонті та тривалість виробничого циклу (так звані роботи критичного шляху);

- створюють умови для прогнозування ходу виконання технологічного процесу та враховують його ризики;

- поліпшують управління технологічним процесом завдяки можливості зосередити основну увагу на роботах критичної зони;

- при зміні часових параметрів робіт сіткового графіка не треба його повністю перебудовувати;

- у процесі складання та розрахунку сіткового графіка беруть участь виконавці робіт, що дає змогу використовувати їх знання й досвід;

- сучасне математичне і програмне забезпечення створює

умови для використання комп'ютерної техніки при формуванні, розрахунках та оптимізації сіткових моделей;

- забезпечується можливість адекватного відображення великої кількості взаємопов'язаних робіт (до тисячі й більше).

Сітковою моделлю називають створене на основі теорії графів зображення комплексу робіт (операцій) у логічній послідовності їх виконання з відображенням наявних технологічних та організаційних взаємозв'язків. Сіткові моделі виконання комплексу робіт, що характеризуються кількісними параметрами часу і затрат ресурсів, називаються **сітковими графіками**.

Існують три основні типи сіткових моделей: "вершини — події" (традиційні сіткові моделі); "вершини — роботи"; змішані сіткові моделі.

У сіткових моделях типу "вершини — події" кожна робота зображується стрілкою, початок і закінчення якої фіксується подіями, тобто вершини орієнтованого графа виступають як пов'язуючі елементи робіт, що відіграють роль дуг, розміщених між подіями (рисунок 3.1).

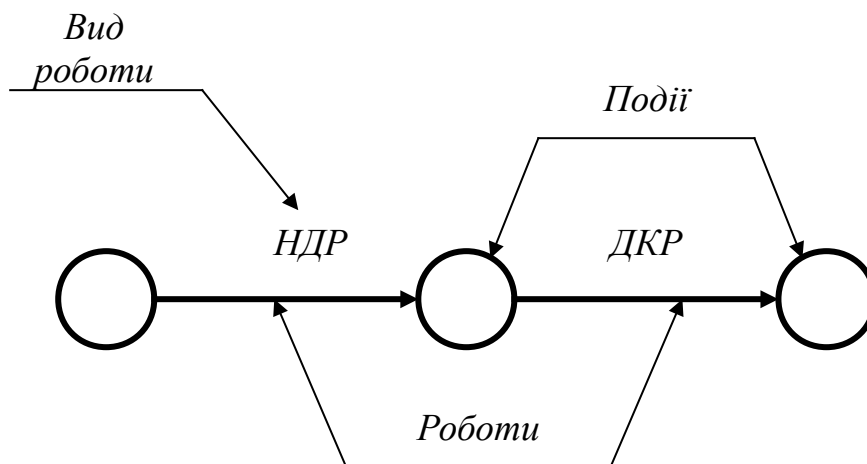


Рисунок 3.1 – Фрагмент сіткової моделі типу „вершини - події”

У сітковій моделі типу "вершини — роботи" (рисунок 3.2) вершини графа приймають за роботи, а взаємозв'язки між

ними відображають стрілками (дугами графів).

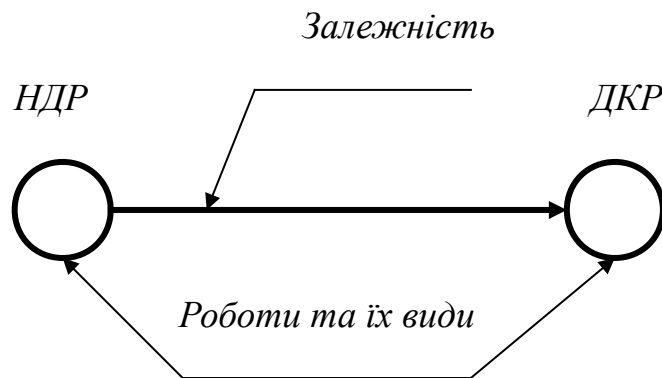


Рисунок 3.2 – Фрагмент сіткової моделі типу „вершини - роботи”

Традиційні сіткові моделі за теорією графів — це орієнтований граф без контурів, ребра якого мають одну або декілька числових характеристик. Ребра відображають роботи, а вершини графа — події.

До основних елементів сіткової моделі відносяться робота, подія, залежність (рисунок 3.3).

1 **Робота** — це процес, що потребує затрат часу і ресурсів, або дія, яку необхідно виконати, щоб перейти від однієї події до іншої. Роботу на сітвовій моделі зображають суцільною стрілкою (рисунок 3.3).

2 **Подія** — це факт завершення однієї роботи або сукупний результат кількох попередніх робіт, необхідний і достатній для початку наступних робіт. Подію зображають у вигляді кола, в якому вказують її номер. Кожна робота сіткової моделі має свій код, що складається із номерів її початкової (i) та кінцевої (j) подій. При цьому номер початкової події (i), з якої виходить робота, має бути меншим за номер кінцевої події (j),

котра знаходиться у вістрі стрілки роботи (i- j), що розглядається (рисунок 3.3).

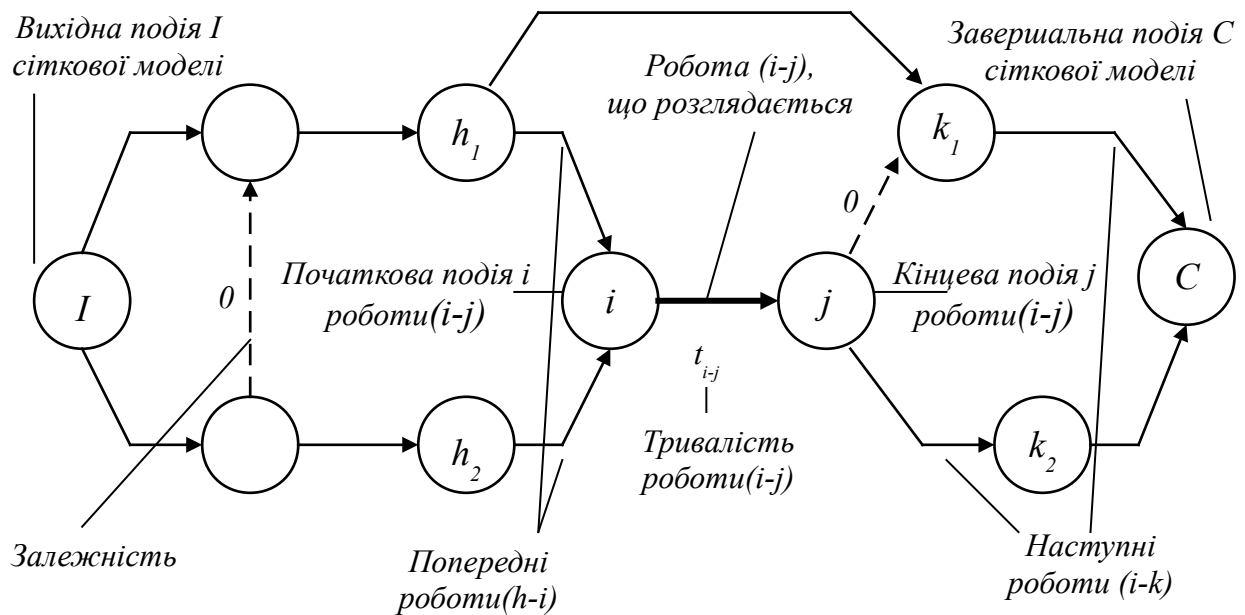


Рисунок 3.3 - Основні елементи традиційної сіткової моделі

3 Залежність (або фіктивна робота) — це логічний зв'язок технологічного, ресурсного чи іншого характеру між будь-якими результатами робіт (подіями), який не потребує затрат часу і ресурсів. Залежність відображується пунктирною стрілкою.

До специфічних елементів сіткових моделей належить **очікування** — процес, зумовлений технологічною або організаційною перервою між роботами. Очікування потребує затрат часу, але не вимагає затрат ресурсів. У сіткових моделях очікування зображається суцільною стрілкою із зазначенням затрат часу.

Крім перерахованих основних елементів, у сіткових

моделях використовуються такі поняття:

подія I , із якої починається сітка, називається **вихідною**, а роботи, що починаються з неї, — вихідними (або початковими);

роботи й залежності ($h—i$), які безпосередньо передують роботі ($i—j$), що розглядається, називаються **попередніми**, а їх початкові події (h) — попередніми подіями (рисунки 3.3);

роботи й залежності ($j—k$), які безпосередньо йдуть після закінчення (в події j) роботи, що розглядається ($i—j$), і виходять із її кінцевої події (j), називаються **наступними** (подальшими), а кінцеві події (k) цих робіт і залежностей — наступними (подальшими);

подія C , якою завершується сіткова модель, є **завершальною**, а останні роботи та залежності, для яких завершальна подія C є (одночасно) і кінцевою, називають **завершальними**. Подія C не має наступних робіт та подій і відображає кінцеву мету комплексу робіт, унесених у дану сітку.

Будь-яка неперервна послідовність робіт між двома подіями називається **шляхом**. У сіткових моделях розрізняють:

повний шлях ($I—C$) — неперервну послідовність робіт між вихідною (I) та завершальною (C) подіями;

неповний шлях — неперервну послідовність робіт між двома будь-якими подіями сіткової моделі;

попередній шлях — неперервну послідовність робіт від вихідної (I) до даної події;

наступний шлях — неперервну послідовність робіт від даної події до завершальної (C).

Шлях сіткового графіка характеризується сукупною тривалістю робіт, що його утворюють. Як правило, сітковий графік має декілька повних шляхів, які відрізняються переліком робіт, що їх утворюють, та загальною тривалістю. Повний шлях, який має найбільшу тривалість, називається **критичним шляхом сіткового графіка**. Усі роботи і події, що розташовані

на критичному шляху, називаються **критичними**. Ті з повних шляхів, які за своєю тривалістю близькі до критичного, можуть утворювати **підкритичні шляхи** сітки.

3.2 Принципи побудови сіткової моделі

При створенні сіткової моделі слід використовувати нижченаведені правила.

Форма сітки повинна бути по можливості простою; роботи треба зображати горизонтальними стрілками, спрямованими зліва направо.

Кожна робота починається і закінчується подіями.

Якщо робота виконується після часткового виконання попередньої, то попередню роботу потрібно розділити на частини, що розглядаються як самостійні роботи.

Для відображення складних взаємозв'язків робіт слід використовувати залежності та додаткові події (рисунок 3.4).

Кожна робота сіткового графіка використовує ресурси, які перед її початком потрібно доставити на місце виконання роботи. Роботи з постачання ресурсів називаються зовнішніми. Їх умовно для спрощення сіткового графіка зображають як "хвости" з початком у "хвостовій події" і закінченням у початковій події роботи, для якої призначене постачання. Для зручності „хвостова подія” зображається інакше, ніж звичайна подія сіткового графіка (рисунки 3.5 – 3.7).

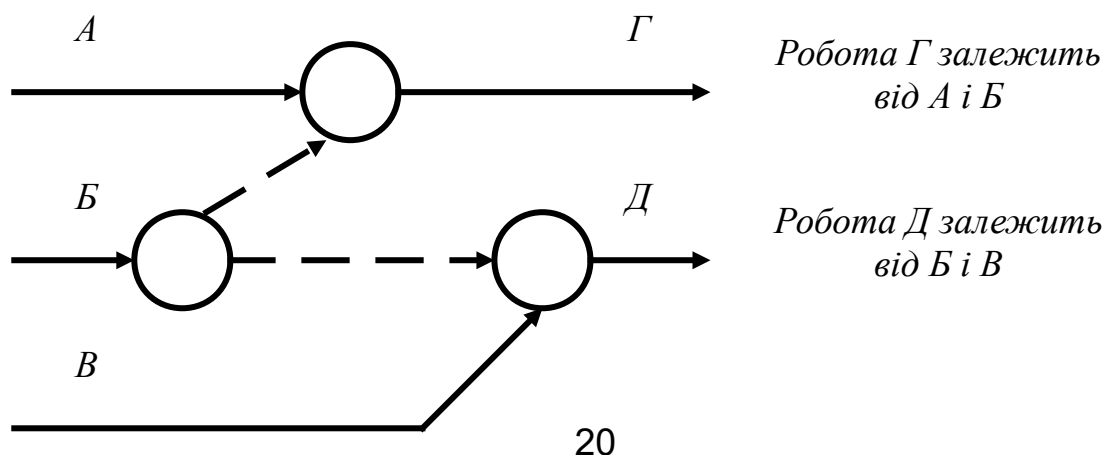


Рисунок 3.4 – Фрагмент сіткової моделі із складною залежністю між роботами Б, Г і Д

У сітвовій моделі не повинно бути „циклів”, „тупиків” і „хвостів” (рисунок 3.5), крім випадків постачання, що наведені на рисунку 3.7.

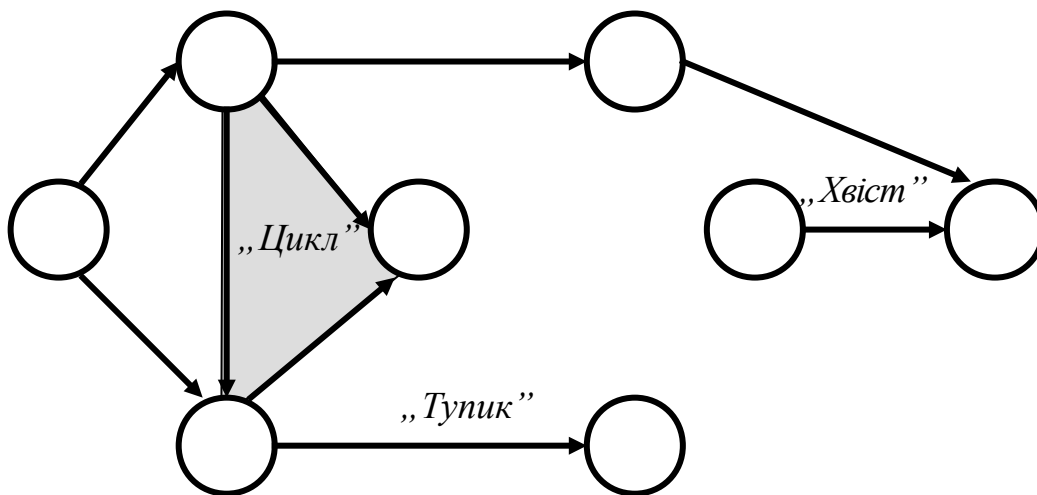


Рисунок 3.5 – Пояснення до побудови елементів моделі

Якщо після побудови моделі виявилось, що з кінцевої події роботи виходить лише одна залежність або в початкову подію входить лише одна залежність, то така подія і залежність виключаються із моделі як зайві (рисунок 3.6, а).

При паралельному виконанні робіт, що починаються й закінчуються в одних і тих самих подіях (рисунок 3.6, б), для їх адекватного відображення необхідно вводити додаткові події та залежності (рисунок 3.6, в).

Нумерація подій виконується так, щоб початкова подія роботи мала номер менший, ніж кінцева.

Виявляються роботи, що підлягають виконанню.

Визначаються технологічна й організаційна послідовності виконання робіт та формується їх картка-визначальник.

Здійснюється графічне розміщення робіт у черговості їх

виконання.

Виконується поєднання робіт за допомогою залежностей і подій.

Проводиться оптимізація сіткової моделі та нумерація подій.

Приклад 3.1 Побудувати сіткову модель виконання комплексу робіт технологічного процесу (заданих у "термінах робіт"), якщо їх перелік і технологічна взаємозалежність (послідовність виконання) наведені в таблиці 3.1.

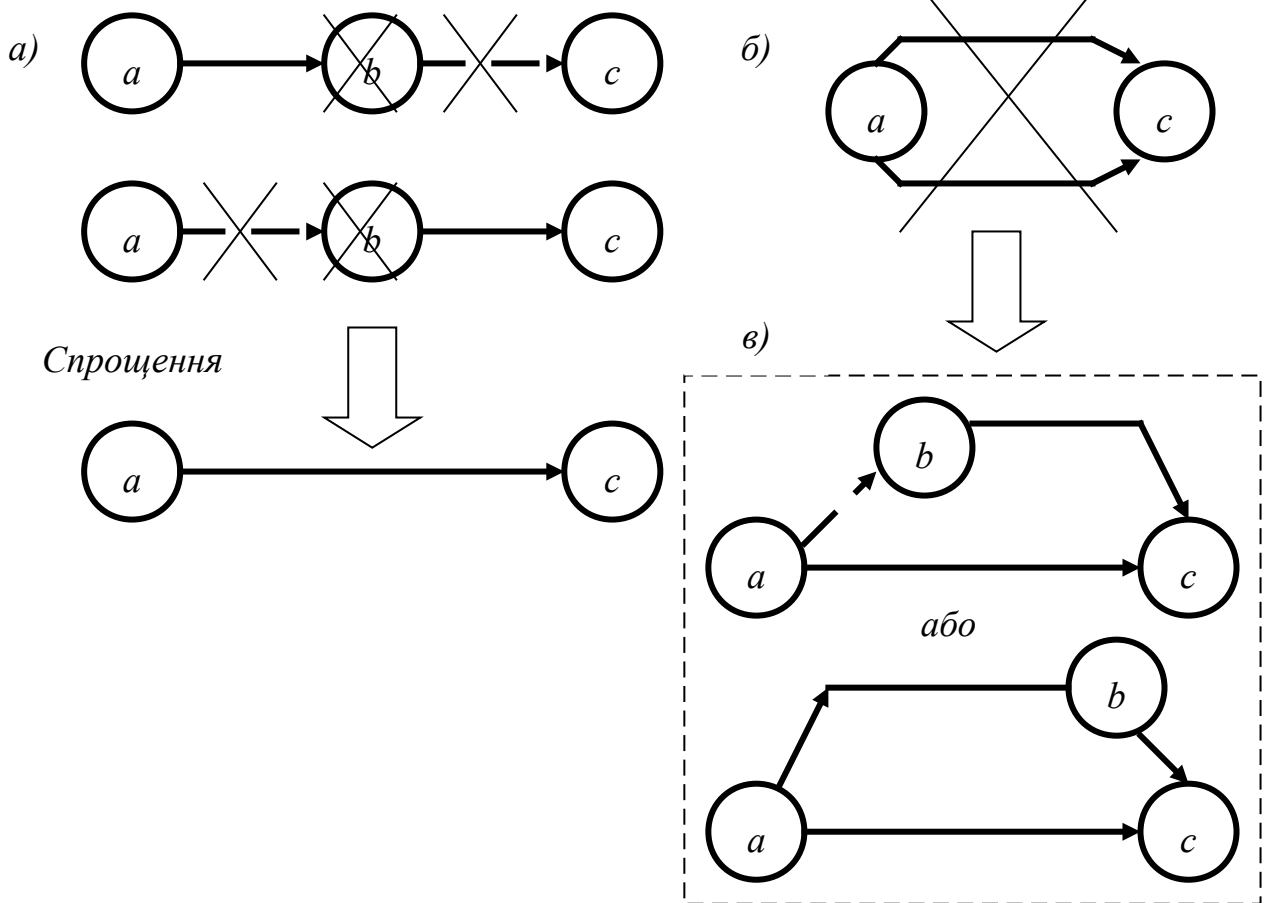


Рисунок 3.6 – Схеми пояснення побудови сіткових моделей

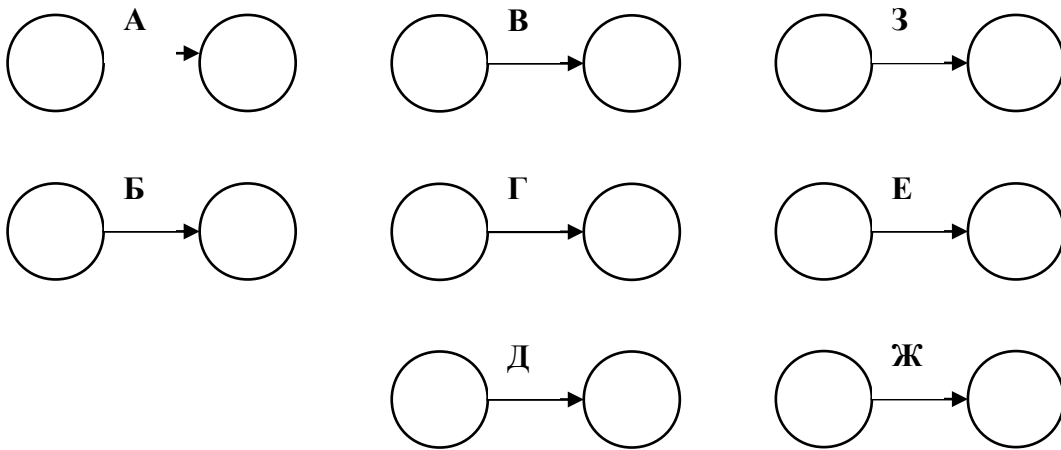
Таблиця 3.1 - Перелік і технологічна послідовність виконання комплексу робіт

Назва роботи (технологічні перерви, операції)	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
---	---	---	---	---	---	---	---	---

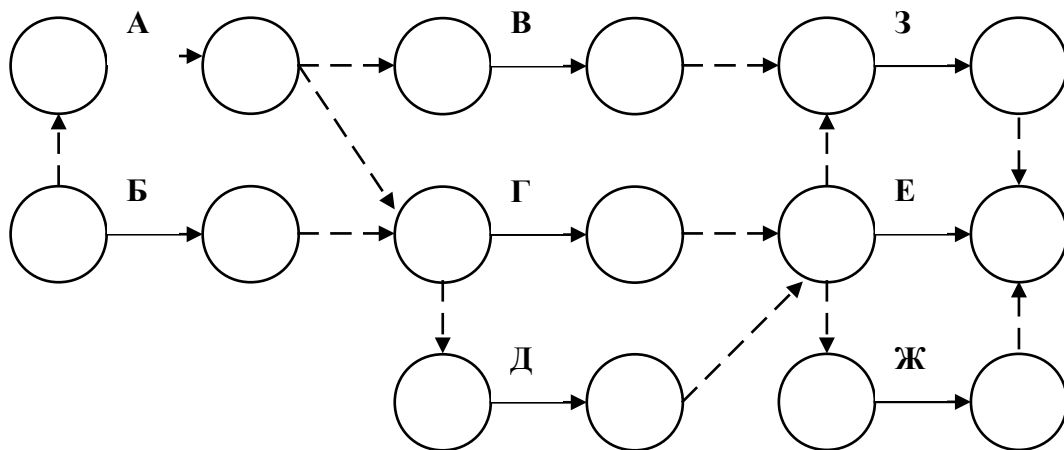
Назва попередньої роботи (технологічної перерви, операції)	-	-	А	А, Б	А, Б	Г, Д	Г, Д	В, Г, Д
--	---	---	---	------	------	------	------	---------

Побудова сіткової моделі виконується поетапно у визначеній послідовності з урахуванням принципів спрощення та оптимізації.

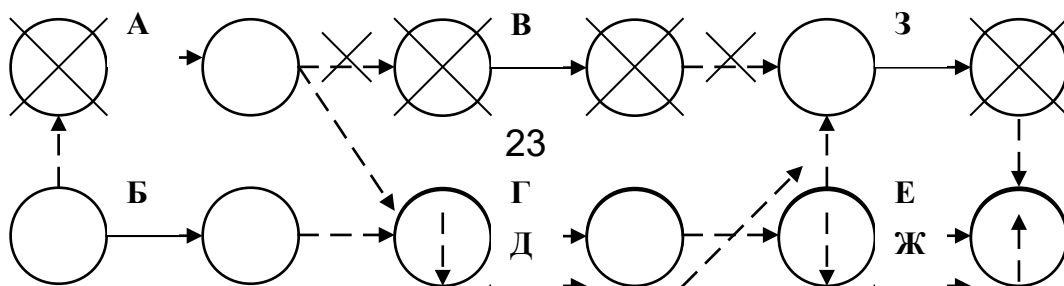
Етап 1 – Зображення робіт у черговості їх виконання



Етап 2 – Поєднання робіт (за допомогою залежностей і подій)



Етап 3 – Оптимізація сіткової моделі



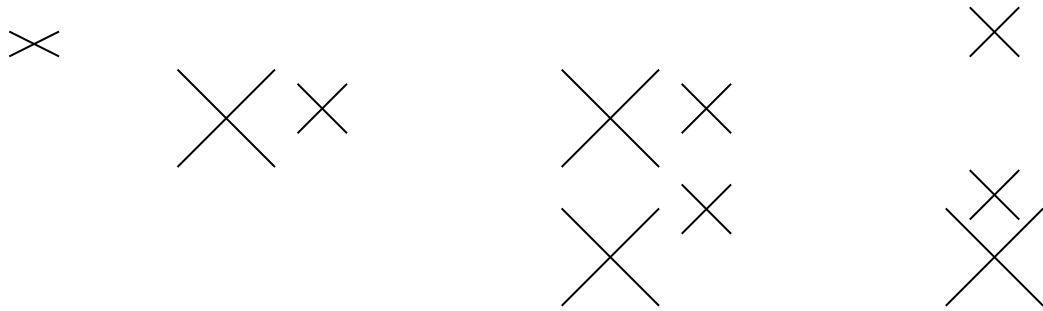


Рисунок 3.7, аркуш 1 – Принцип побудови та оптимізації сіткової моделі

Етап 4 – Побудова підсумкової моделі та нумерація подій

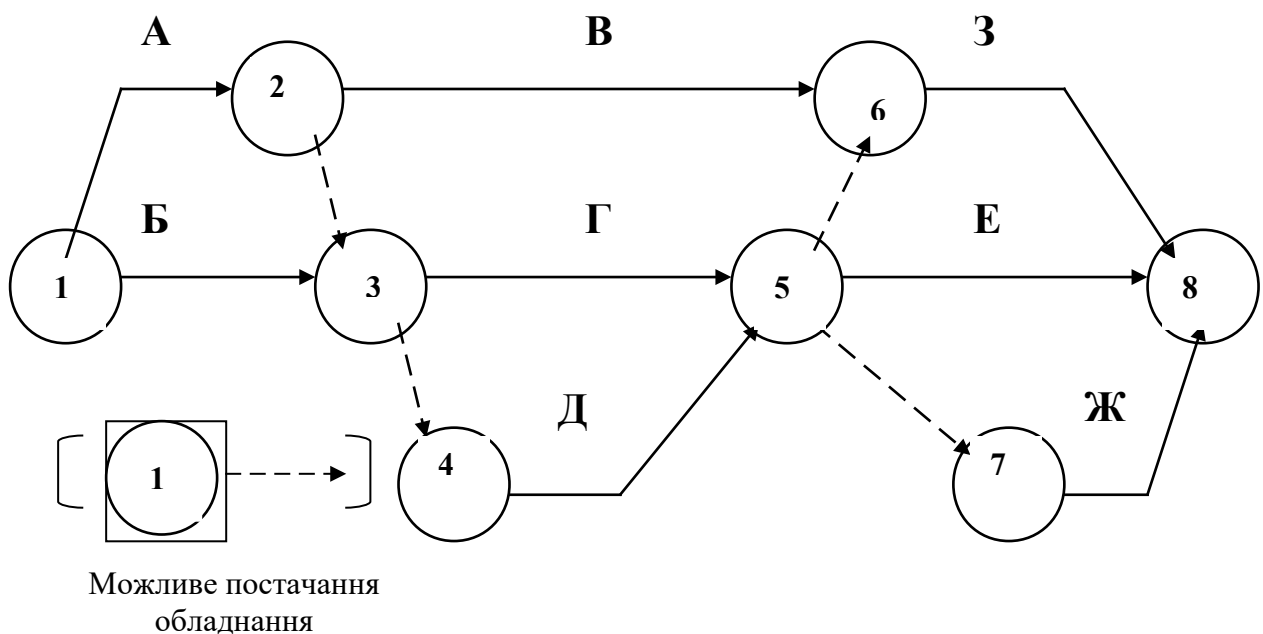


Рисунок 3.7 аркуш 2

3.3 Оцінка тривалості виконання робіт у детермінованих та ймовірнісних сіткових графіках

Тривалість виконання робіт може бути:
детермінованою, тобто однозначно визначається з достатньою достовірністю;

імовірнісною, тобто час виконання робіт коливається в досить широких межах і є випадковою величиною.

1 Якщо трудомісткість (або машиноємність) q_{i-j} є досить визначеною, її величина розраховується за нормативним методом. Тому з урахуванням кількості виконавців (робітників, машин тощо) n_{i-j} у детермінованих сіткових графіках тривалість виконання роботи визначається за формулою

$$t_{i-j} = \frac{q_{i-j}}{n_{i-j} \times k_{вн}} , \quad (3.1)$$

де $k_{вн}$ - запланований коефіцієнт підвищення норм виробітку, який зазвичай приймається рівним 1 ... 1,1.

Тобто в детермінованих сіткових графіках тривалість робіт є більш-менш постійною (визначеною) величиною, яка залежить від трудомісткості й кількості виконавців робіт.

2 У ймовірнісних сіткових моделях (графіках) тривалість виконання робіт є випадковою величиною. Вона залежить від впливу різних випадкових факторів (технічних, організаційних, кліматичних, соціальних) або новизни чи невизначеності робіт.

Тобто

$$t_{i-j} = t(f_1, f_2 \dots f_i \dots f_n) , \quad (3.2)$$

де $f_1, f_2 \dots f_i \dots f_n$ - вплив відповідного і-го фактора ($i = 1, 2 \dots n$).

У ймовірнісних сіткових графіках вплив різних випадкових факторів на тривалість виконання кожної із робіт сіткового графіка враховується трьома ($t_{\min}, t_{ni}, t_{\max}$) або двома (t_{\min}, t_{\max}) імовірнісними оцінками тривалості виконання роботи. Тривалість виконання роботи, що очікується $t_{оч}$, визначають шляхом статистичного усереднення вказаних імовірнісних оцінок.

$$t_{оч} = \frac{t_{\min} + 4t_{ni} + t_{\max}}{6} , \quad (3.3)$$

$$t_{оч} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5} , \quad (3.4)$$

де t_{\min} - мінімальна тривалість роботи при сприятливих умовах

її виконання;

t_{\max} - максимальна тривалість роботи при несприятливих умовах її виконання;

$t_{\text{ні}}$ - найбільш імовірнісна тривалість роботи, тобто тривалість її виконання за нормальних умов (які найчастіше зустрічаються).

Якщо використовуються три оцінки часу, то тривалість роботи, яка очікується, визначають за формулою (3.3), а якщо дві (t_{\min} , t_{\max}) — за формулою (3.4):

У практиці сіткового планування найчастіше застосовується формула (3.4); крайні значення тривалості робіт (t_{\min} , t_{\max}), що використовуються у формулах (3.3) і (3.4), визначають шляхом математичної обробки статистичних даних про фактичні терміни виконання робіт за допомогою використання ймовірнісних коефіцієнтів тривалості робіт (як відношення імовірнісної тривалості роботи до її нормативної тривалості), а також методом експертних оцінок.

Тривалість робіт оцінюється в одиницях часу (годинах, днях, тижнях, місяцях, роках тощо).

Тривалість шляху T_{Li} дорівнює сумі тривалостей робіт t_{i-j} , які належать цьому шляху, тобто

$$T_{Li} = \sum t_{i-j} . \quad (3.5)$$

Як уже зазначалося, існують повні та неповні шляхи сіткового графіка. Кожна сітка містить декілька повних шляхів, які різняться своєю тривалістю. Повний шлях максимальної тривалості називається критичним шляхом, тобто

$$T_{kp} = \max \{T_{L(1-C)_i}\} . \quad (3.6)$$

Приклад 3.2 Для сіткової моделі, наведеної на рисунку 3.8, необхідно:

- показати всі можливі варіанти повного шляху;

- визначити їх тривалість;
- визначити тривалість критичного шляху і відобразити його на моделі.

Розв'язання

1 У таблиці 3.2:

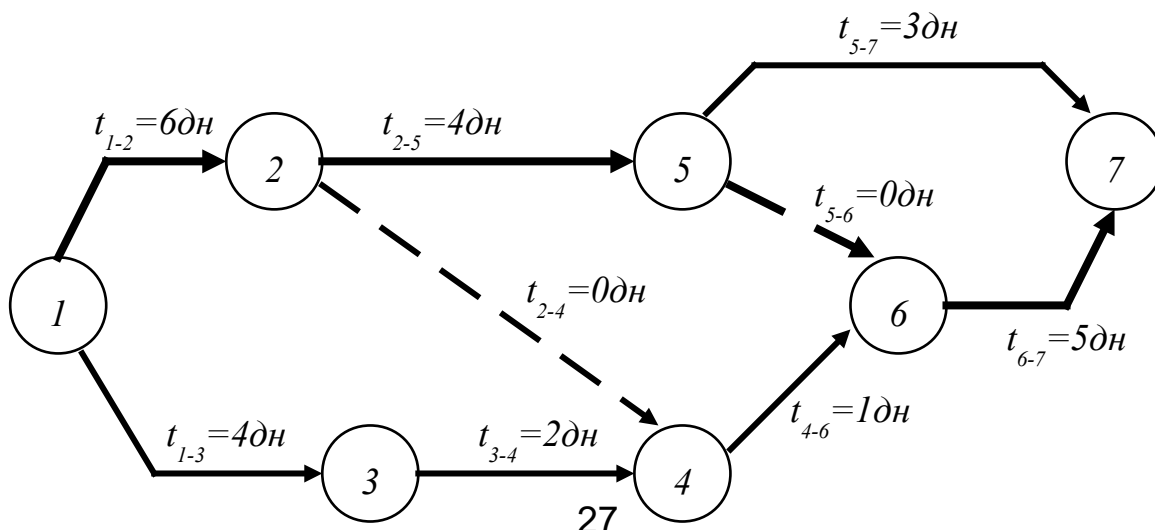
у лівій частині (рядок 2) умовно за допомогою номерів подій позначаються всі варіанти повного шляху від вихідної події 1 до завершальної 7;

у правій частині (рядки 3, 4) визначено тривалості цих шляхів.

2 З аналізу значень тривалості повного шляху (таблиці 3.2, рядок 4) випливає, що тривалість критичного шляху 1—2—5—6—7 становить

$$T_{кр} = \max(T_{Lni}) = 15 \text{ дн.}$$

На рисунку 3.8 критичний шлях показано подвійною лінією. Як бачимо, критичний шлях є неперервним. Він починається у вихідній події 1 сітки і закінчується у завершальній С. Сітковий графік може мати декілька критичних шляхів.



- роботи критичного шляху
- → залежності критичного шляху

Рисунок 3.8 - Визначення тривалості критичного шляху

Таблиця 3.2 - Розрахунок тривалості повного шляху

Варіант	Події, які розташовані на повному шляху	Тривалість повного шляху, дн	
		формула підрахунку	тривалість (загальна)
1	1-2-5-7	$T_{Ln1} = \sum t_{i-j} = 6 + 4 + 3 = 13$	13
2	1-2-4-6-7	$T_{Ln2} = \sum t_{i-j} = 6 + 0 + 1 + 5 = 12$	12
3	1-2-5-6-7	$T_{Ln3} = \sum t_{i-j} = 6 + 4 + 0 + 5 = 15$	$\frac{15}{\max(T_{Lni})}$
4	1-3-4-6-7	$T_{Ln4} = \sum t_{i-j} = 4 + 2 + 1 + 5 = 12$	12

Некритичний повний шлях має резерв часу, який визначається за формулою

$$R_{Lni} = T_{kp} - T_{Lni} \quad (3.7)$$

У нашому випадку (на прикладі 3.2) маємо:

$$\begin{aligned} R_{Ln1} &= T_{kp} - T_{Ln1} = 15 - 13 = 2, \\ R_{Ln2} &= T_{kp} - T_{Ln2} = 15 - 12 = 3, \\ R_{Lk3} &= R_{Ln3} = T_{kp} - T_{Ln3} = 15 - 15 = 0, \\ R_{Ln4} &= T_{kp} - T_{Ln4} = 15 - 12 = 3. \end{aligned}$$

Як видно з розрахунків, критичний шлях не має резерву часу.

Підкритичний шлях сіткового графіка — це такий повний шлях, тривалість якого відрізняється від тривалості критичного шляху на величину, що менша або дорівнює періоду

контролю δ . Припустімо, що в нашому випадку $\delta = 2$ дн, тобто для першого варіанта повного шляху $R_{L1} = 2$ дн дорівнює періоду контролю $\delta = 2$ дн, тому шлях 1-2-5-7 є підкритичним.

3.4 Розрахункові параметри часу сіткового графіка

До основних параметрів часу належать:

t_{i-j}	— тривалість роботи $i-j$;
T_i^p, T_i^n	— ранній і пізній терміни настання події i ;
$T_{i-j}^{pn}, T_{i-j}^{nn}$	— ранній та пізній початок роботи $i-j$;
$T_{i-j}^{pz}, T_{i-j}^{nz}$	— раннє й пізнє закінчення роботи $i-j$;
$T_{кр}$	— тривалість критичного шляху;
R_L	— резерв часу шляху;
R_i	— резерв часу події i ;
R_{i-j}	— загальний (повний) резерв (запас) часу роботи $i-j$;
r_{i-j}	— вільний резерв часу роботи $i-j$.

Розрахунок цих параметрів ведеться таким чином:

1 **Ранній термін настання події** T_i^p настане тоді, коли будуть виконані всі роботи, які знаходяться на максимально тривалому шляху від вихідної події до даної $\max\{T_{L(i-i)}\}$, тобто

$$T_i^p = \max\{T_{L(i-i)}\} \quad (3.8)$$

або

$$T_i^p = \max\{T_h^p + t_{h-i}\}, \quad (3.9)$$

де T_h^p - ранній термін настання події h , яка передуює даній події i ;
 t_{h-i} - тривалість роботи, яка передуює даній події i .

Тобто ранній термін настання події T_i^p дорівнює максимальній з усіх сум ранніх термінів настання однієї з подій T_h^p , що передуює даній події i , та тривалості попередньої роботи t_{h-i} , яка "з'єднує" ці події $h-i$. При цьому для вихідної події її

ранній термін настання дорівнює нулю ($T_i^p = 0$).

2 Пізній термін настання події T_i^n дорівнює різниці між тривалістю критичного шляху $T_{кр}$ і максимальною тривалістю з усіх можливих шляхів від завершальної події до даної $\max\{T_{L(1-C)}\}$:

$$T_i^n = T_{кр} - \max\{T_{L(1-C)}\} \quad (3.10)$$

або

$$T_i^n = \min\{T_j^n - t_{i-j}\}, \quad (3.11)$$

тобто пізній термін настання події T_i^n дорівнює мінімальній з усіх різниць пізнього терміну настання однієї з наступних (за даною) подій T_j^n та тривалості роботи t_{i-j} , що "з'єднує" ці події і-j.

3 Резерв часу подій R_i є мірою її критичності і визначається різницею між пізнім і раннім термінами її настання:

$$R_i = T_i^n - T_i^p. \quad (3.12)$$

4 Ранній початок роботи T_{i-j}^{pn} — це найбільш ранній час, коли вона може починатися. Ранній початок усіх робіт, що починаються з вихідної події, дорівнює нулю. Ранній початок роботи дорівнює ранньому терміну настання її початкової події або найбільшому із ранніх закінчень робіт, що передують даній, тобто T_{i-j}^{p3} . Тому

$$T_{i-j}^{p.n} = T_i^p = \max\{T_{h-i}^{p.3}\} = \max\{T_{h-i}^{p.n} + t_{h-i}\}, \quad (3.13)$$

де $T_{h-i}^{p.n}$ і t_{h-i} - відповідно ранній початок і тривалість роботи, що передує даній.

5 Раннє закінчення роботи T_{i-j}^{p3} дорівнює сумі її раннього початку $T_{i-j}^{p.n}$ і тривалості цієї роботи t_{h-i}

$$T_{i-j}^{p.3} = T_{i-j}^{p.n} + t_{i-j}. \quad (3.14)$$

6 Пізнє закінчення роботи $T_{i-j}^{p.3}$ — це найбільш пізній із можливих термінів її закінчення, при якому не буде

змінюватися тривалість критичного шляху (загальний термін виконання комплексу робіт).

$$T_{i-j}^{n.3} = T_j^n = \min\{T_{j-k}^{n.n}\} = \min\{T_{j-k}^{n.3} - t_{j-k}\}. \quad (3.15)$$

7 Пізній початок роботи $T_{i-j}^{n.n}$ дорівнює різниці між її пізнім закінченням $T_{i-j}^{p.3}$ і тривалістю цієї роботи t_{i-j}

$$T_{i-j}^{n.n} = T_{i-j}^{p.3} - t_{i-j}. \quad (3.16)$$

8 Повний (загальний) резерв (запас) часу роботи R_{i-j} — це кількість часу, на яку можливо збільшити тривалість цієї роботи, не змінюючи пізнього терміну настання завершальної події S сіткового графіка, тобто не змінюючи тривалості критичного шляху $T_{кр}$. Повний резерв часу роботи дорівнює різниці між пізнім та раннім закінченням роботи або різниці між пізнім і раннім початком роботи:

$$R_{i-j} = T_{i-j}^{n.3} - T_{i-j}^{p.3}, \quad (3.17)$$

$$R_{i-j} = T_{i-j}^{n.n} - T_{i-j}^{p.n}. \quad (3.18)$$

9 Вільний резерв часу роботи r_{i-j} визначають як різницю між раннім початком наступної роботи $T_{j-k}^{p.n}$ та раннім закінченням даної роботи $T_{i-j}^{p.3}$:

$$r_{i-j} = T_{j-k}^{p.n} - (T_{i-j}^{p.3} + t_{i-j}). \quad (3.19)$$

3.5 Зміст завдання та порядок його виконання:

- а) ознайомитися з теоретичними відомостями;
- б) побудувати сітьову модель технологічного процесу ремонту вагонів на міліметровому папері. Вихідні дані наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Вихідні дані для третього завдання

Початкова літера прізвища студента	Найменування технологічного процесу ремонту
А-Д	Пасажирського купейного вагона
Е-К	Ізотермічного вагона
Л-Р	Піввагона

С-Ц	Цистерни для перевезення нафтопродуктів
Ч-Я	Хопера для перевезення мінеральних добрив

3.6 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тема та мета, короткі теоретичні відомості, постановка завдання, вихідні дані за варіантом, графічна модель, висновки.

Під час захисту роботи студент має довести правильність побудованої моделі відповідно до свого індивідуального варіанта, показати вміння розбиратися в заданому технологічному процесі та відповісти на контрольні запитання.

Контрольні запитання для самоперевірки

1 У яких випадках календарні плани створення нової продукції доцільно розробляти із використанням сіткових моделей?

2 Що таке сіткова модель?

3 Назвати основні елементи сіткових моделей.

4 Що приймається за роботу у сітковій моделі?

5 Назвати основні правила побудови сіткових моделей.

6 Що таке критичний шлях сіткового графіка?

7 Як визначити резерв часу події сіткового графіка?

8 Що таке ранні та пізні терміни настання події сіткового графіка?

9 Чому дорівнюють резерви часу критичних робіт?

10 У якій послідовності будується традиційна сіткова модель?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

Визначення норм праці в допоміжному виробництві

4.1 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 погляду 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 $t_{пз}$, основного часу t_o , допоміжного часу t_d та часу обслуговування $t_{обс}$ робочого місця.

Підготовчо-заключний час $t_{пз}$ робітник витрачає на ознайомлення з роботою, на підготовку до неї, а також дії, пов'язані з її закінченням.

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 і зупинення механізмів тощо. Цей час не повинен перекриватися іншими діями та прийомами.

Час обслуговування $t_{обс}$ робочого місця охоплює технічне $t_{то}$ і організаційне $t_{оо}$ обслуговування робочого місця:

$$t_{обс} = t_{то} + t_{оо} . \quad (4.1)$$

Час технічного обслуговування робочого місця $t_{то}$ витрачається на зміну інструменту, на регулювання та підналагодження механізмів під час роботи та інші дії, пов'язані з доглядом за робочим місцем.

Час організаційного обслуговування робочого місця $t_{оо}$ містить затрати робочого часу на догляд за робочим місцем упродовж зміни (розкладання та збирання інструменту на

початку та в кінці робочої зміни, змащування 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:

$$t = t_{нз} + t_o + t_d + t_{мо} + t_{оо} + t_{від} . \quad (4.2)$$

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

$$t_{он} = t_o + t_d . \quad (4.3)$$

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.

4.2 Зміст завдання та порядок його виконання:

- а) ознайомитися з теоретичними відомостями;
- б) вибрати та провести аналіз вихідних даних для розрахунку (таблиці 4.1, 4.2);
- в) розрахувати норми часу на операцію та норму виробітку, зробити аналіз фотографії робочого дня та хронометражних рядів;
- г) зробити висновки, оформити звіт, підготувати відповіді

на контрольні запитання.

Таблиця 4.1 – 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 35 35 37 35 34 30 25	12	395
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	2 2 3	3	7
Сторонні розмови	2 2	2	4
Заняття сторонньою справою	3	1	3
Очікування заготовок	2 3	2	5
Гостріння інструменту	7 5	2	12
Відсутність струму, технічні неполадки	3	1	3
ВАРІАНТ 2			
Отримання інструктажу	10	1	10
Операційне виконання завдання	30 35 25 34 37 35 37 36 35 38	10	342
Прибирання робочого місця	6 7	2	13
Продовження таблиці 4.1			
1	2	3	4
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 і завчасне закінчення роботи	4 3 3	3	10
Сторонні розмови	2 5	2	7
Заняття сторонньою	5	1	5

справою			
Очікування заготовок	4 3 4	3	11
Гостріння інструменту	7 8	2	15
Відсутність струму, технічні неполадки	5	1	5
ВАРІАНТ 3			
Отримання інструктажу	5	1	5
Операційне виконання завдання	36 35 30 36 37 34 25 35 37 34 37	11	376
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	3 2 3	3	8
Сторонні розмови	2 2 2	3	6
Заняття сторонньою справою	4	1	4
Очікування заготовок	3 3 2	3	8
Гостріння інструменту	7 7 5	3	19
Відсутність струму, технічні неполадки	4	1	4
ВАРІАНТ 4			
Отримання інструктажу	4	1	4
Операційне виконання завдання	35 35 30 32 30 34 25 35 30 34 34 25	12	379
Прибирання робочого місця	7 5	2	12
Заміна затупленого інструменту	3 3 4 3 3 4	6	20
Продовження таблиці 4.1			
1	2	3	4
Прибирання стружки	2 3	2	5
Відпочинок	5 4	2	9
Пізній початок і завчасне закінчення роботи	3 2 3 2	3	10
Сторонні розмови	2 3	2	5
Заняття сторонньою справою	4 3	2	7
Очікування заготовок	3 4	2	7

Гостріння інструменту	6 5 5	3	16
Відсутність струму, технічні неполадки	6	1	6
ВАРІАНТ 5			
Отримання інструктажу	6	1	6
Робота	34 33 30 32 30 34 25 35 32 34 34 25	12	378
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	3 4 4	3	11
Сторонні розмови	3 3	2	6
Заняття сторонньою справою	4 4	2	8
Очікування заготовок	4 5	2	9
Гостріння інструмента	6 5	2	11
Відсутність струму, технічні неполадки	2 1	2	3
ВАРІАНТ 6			
Отримання інструктажу	7	1	7
Операційне виконання завдання	37 33 35 32 30 34 25 35 34 32 33 25	12	385
Прибирання робочого місця	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
Продовження таблиці 4.1			
1	2	3	4
Пізній початок і завчасне закінчення роботи	3 4 3	3	10
Сторонні розмови	4 3	2	7
Заняття сторонньою справою	4	1	4
Очікування заготовок	4 4	2	8
Гостріння інструменту	4 5	2	9
Відсутність струму, технічні	2 2	2	4

неполадки			
ВАРІАНТ 7			
Отримання інструктажу	3	1	3
Операційне виконання завдання	36 33 35 32 30 34 25 35 34 32 33 25	12	384
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	2 4 3	3	9
Сторонні розмови	4 3 2	3	9
Заняття сторонньою справою	4 2	2	6
Очікування заготовок	4 2	2	6
Гостріння інструменту	4 6	2	10
Відсутність струму, технічні неполадки	2 3	2	5
ВАРІАНТ 8			
Отримання інструктажу	5	1	5
Операційне виконання завдання	30 37 35 32 37 34 25 35 34 35 33 25	12	392
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	2 4 3 2	4	11
Сторонні розмови	3 3	2	6
Продовження таблиці 4.1			
1	2	3	4
Заняття сторонньою справою	3 2	2	5
Очікування заготовок	2 4 2	3	8
Гостріння інструменту	4 4	2	8
Відсутність струму, технічні неполадки	2	1	2
ВАРІАНТ 9			
Отримання інструктажу	8	1	8

Операційне виконання завдання	35 32 30 32 37 35 25 35 34 35 30 25	12	385
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	2 2 3	3	7
Сторонні розмови	4 3	2	7
Заняття сторонньою справою	4 3	2	7
Очікування заготовок	2 4	2	6
Гостріння інструмента	3 3	2	6
Відсутність струму, технічні неполадки	3 3	2	6

ВАРІАНТ 10

Отримання інструктажу	3	1	3
Операційне виконання завдання	36 35 34 32 37 35 37 35 25 35 30 25	12	396
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	3 3 3	3	9
Сторонні розмови	2 3	2	5
Заняття сторонньою справою	5 6	2	11

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
Очікування заготовок	3 4	2	7
Гостріння інструменту	5 4	2	9
Відсутність струму, технічні неполадки	3	1	3

ВАРІАНТ 11

Отримання інструктажу	2	1	2
Операційне виконання завдання	35 37 34 35 37 35 30 35 25 25	12	385

	30 27		
Прибирання робочого місця	5 4	2	9
Заміна затупленого інструмента	5 4 5 5	4	19
Прибирання стружки	2 3	2	6
Відпочинок	5 3 4	3	12
Пізній початок і завчасне закінчення роботи	3 4	2	7
Сторонні розмови	4 3	2	7
Заняття сторонньою справою	5 3 2	3	10
Очікування заготовок	3 2 2	3	7
Гостріння інструменту	5 6	2	11
Відсутність струму, технічні неполадки	2 3	2	5
ВАРІАНТ 12			
Отримання інструктажу	3	1	3
Операційне виконання завдання	41 24 19 23 35 37 20 24 34 29 30 34 46	13	396
Прибирання робочого місця	6 4 2	3	12
Заміна затупленого інструмента	3 3 2 2	4	10
Прибирання стружки	4	1	4
Відпочинок	7 7 4	3	18
Пізній початок і завчасне закінчення роботи	1 3 2 2 2	5	10
Сторонні розмови	2	1	2
Заняття сторонньою справою	3 2	2	5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
Очікування заготовок	3 1	2	6
Гостріння інструменту	5 5	2	10
Відсутність струму, технічні неполадки	2 2	2	4
ВАРІАНТ № 13			
Отримання інструктажу	14	1	14
Операційне виконання	35 27 32 34 20	13	370

завдання	30 22 24 32 26 30 28 30		
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	3 3	2	6
Сторонні розмови	3 2 4	3	9
Заняття сторонньою справою	6	1	6
Очікування заготовок	4 5	2	9
Гостріння інструменту	8 7	2	15
Відсутність струму, технічні неполадки	2 2 3	3	7

ВАРІАНТ 14

Отримання інструктажу	4 5	2	9
Операційне виконання завдання	45 24 33 30 40 24 30 32 15 33 40 39	12	385
Прибирання робочого місця	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 і завчасне закінчення роботи	3 2 2	3	7
Сторонні розмови	2 2	2	4
Заняття сторонньою справою	5	1	5
Очікування заготовок	1 2	2	3

Закінчення таблиці 4.1

1	2	3	4
Гостріння інструменту	3 3	2	6
Відсутність струму, технічні неполадки	4	1	4
ВАРІАНТ 15			
Отримання інструктажу	3 4	2	7
Операційне виконання завдання	40 10 25 30 45 30 20 27 32 15	13	342

	6 30 32		
Прибирання робочого місця	3 5 2 3	4	13
Заміна затупленого інструменту	5 7 6 3 6	5	27
Прибирання стружки	6 5	2	11
Відпочинок	5 6 5	3	16
Пізній початок і завчасне закінчення роботи	2 2	2	4
Сторонні розмови	6 8	2	14
Заняття сторонньою справою	5 6 7	3	18
Очікування заготовок	1 5	1	15
Гостріння інструменту	3 2 5	3	10
Відсутність струму, технічні неполадки	2 1	2	3

4.3 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тема та мета, короткі теоретичні відомості, постановка завдання, вихідні дані за варіантом, результати розрахунку та їх аналіз, висновки.

Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта, показати вміння розбиратися в технічному нормуванні та відповісти на контрольні запитання.

Контрольні запитання для самоперевірки

1 Що являє собою технічно обґрунтована норма часу на операцію?

2 Дати визначення підготовчо-заключного часу на виконання операцій.

3 Дати визначення основного та допоміжного часу на виконання операцій.

4 З чого складається час обслуговування робочого місця? Дати визначення його складових.

5 Як диференціюється час перерв і з чого він складається?

6 Навести базову модель розрахунку норми часу на виконання операцій.

7 Як визначається норма виробітку? Навести формулу.

8 Яким чином розраховуються норми часу на виконання сервісних операцій?

9 Навести приклади (за даними практик на базових підприємствах та організаціях) нормативної бази щодо балансу робочого часу трудових елементів виробничих операційних систем. Проаналізувати їх і надати пропозиції.

10 У чому полягають відмінності розрахунку основних виробничих і сервісних операцій?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5

Фотографія робочого часу. Хронометраж

5.1 Теоретичні відомості

Фотографія робочого часу — це процес спостереження та послідовного запису всіх затрат робочого часу і перерв упродовж зміни із зазначенням їх тривалості й послідовності (додаток А).

Залежно від призначення розрізняють такі види фотографій використання робочого часу:

фотографія робочого часу;

фотографія часу використання устаткування;

фотографія виробничого процесу.

Варто звернути увагу на те, що кожен із перелічених видів фотографій може бути застосований як для одного робітника чи механізму, так і для групи робітників чи механізмів, залежно від цього фотографія матиме назву індивідуальної чи групової.

Різновидом групової є бригадна фотографія робочого часу.

У тих випадках, коли робітник чи механізм у процесі виконання роботи змінюють свої робочі місця (транспорт), застосовують маршрутну фотографію використання робочого часу.

Фотографія використання робочого часу, що проводиться виконавцем (робітником) на своєму робочому місці, називається самофотографією.

У процесі спостережень методом безпосередніх замірів інформацію фіксують: цифровим, графічним чи комбінованим способами.

Цифровий спосіб — це занесення до листка спостережень поточного часу виконання роботи і перерв або їх тривалості (додаток А).

За графічного способу затрати часу заносяться до спеціального листка спостережень у вигляді відрізків прямої лінії, довжина яких у певному масштабі відповідає тривалості виконуваної роботи чи перерв.

Комбінований спосіб передбачає занесення у листок спостережень як ліній, довжина яких відповідає тривалості виконання робіт чи простоїв, так і цифрових значень.

Фотографія робочого часу робиться з метою:

удосконалення організації праці шляхом усунення втрат і скорочення нераціональних затрат часу;

установлення нормативів підготовчо-завершального часу, часу обслуговування робочого місця і перерв на відпочинок та особисті потреби;

установлення раціонального чергування роботи і відпочинку працівників протягом робочої зміни;

вивчення передового досвіду організації робочого часу з метою узагальнення і поширення передових форм організації праці і використання робочого часу;

удосконалення організації виробництва;

установлення норм обслуговування устаткування і нормативів чисельності робітників;

виявлення причин невиконання норм виробітку (часу)

окремими робітниками.

Індивідуальна фотографія робочого часу проводиться в нижченаведеній послідовності:

1 Підготовка до спостереження:

вибір об'єкта спостереження;
бесіда з робітником (за яким буде вестися спостереження);
заповнення листка спостереження необхідними даними;
вибір фіксажних пунктів.

2 Спостереження — реєстрація всіх затрат робочого часу як за назвою, так і за тривалістю.

3 Оброблення результатів спостереження:

визначається тривалість робочого часу за кожним елементом затрат робочого часу шляхом вирахування із показників поточного часу його значення за попереднім елементом;

проводиться індексація (позначення видів затрат часу умовними символами);

групуються однойменні затрати робочого часу та складається фактичний і проєктований баланс робочого дня. За фактичним балансом робочого дня визначається:

коефіцієнт використання робочого часу:

$$K^{\phi}_4 = \frac{t_{оп}}{t_{зм}}, \quad (5.1)$$

коефіцієнт завантаження робітника:

$$K^{\phi}_3 = \frac{t_{оп} + t_{об} + t_{пз}}{t_{зм}} = \frac{t_{зм} - t_{пер}}{t_{зм}}, \quad (5.2)$$

де $t_{оп}$ - час оперативної роботи, хв;

$t_{об}$ - час обслуговування робочого місця, хв;

$t_{пз}$ - підготовчо-завершальний час, хв;

$t_{зм}$ - змінний робочий час, хв;

$t_{пер}$ - час перерв, хв.

4 Аналіз отриманих результатів. Установлюють проєктовані величини затрат робочого часу відповідно до раціональної організації праці на робочому місці на основі нормативів.

Проєктований (нормативний) баланс робочого часу дозволяє визначити за формулами коефіцієнт можливого ущільнення робочого часу:

$$K_{уц} = \frac{t_{on}^n + t_{on}^{\phi}}{t_{зм}} , \quad (5.3)$$

коефіцієнт підвищення продуктивності праці:

$$K_{np.n} = \frac{t_{on}^n + t_{on}^{\phi}}{t_{on}^{\phi}} \times 100\% , \quad (5.4)$$

де t_{on}^n, t_{on}^{ϕ} - оперативний час, відповідно нормативний і фактичний, хв;
 $t_{зм}$ - тривалість зміни, хв.

Групова фотографія робочого часу відрізняється від індивідуальної тільки обсягом робочих місць, які вивчаються одночасно. Застосовується для вивчення завантаження різних робітників, які зайняті на індивідуальних однорідних або різнорідних роботах.

Бригадна фотографія робочого часу проводиться на роботах, де працівники об'єднані в бригади за технологічним принципом. Після закінчення спостережень складається фактичний баланс робочого часу, а для аналізу даних балансу складається проєктований баланс і розробляються організаційно-технічні заходи з поліпшення використання робочого часу.

Процес самофотографії полягає в тому, що робітник сам протягом зміни фіксує у спеціальному листку спостереження всі випадки простою і заходи з їх усунення.

Маршрутна фотографія застосовується для вивчення використання робочого часу працівників, які не мають постійного робочого місця (робітники, які зайняті перевезенням

заготовок, матеріалів; водії тощо). Маршрутна фотографія може проводитися двома способами: способом переміщення спостерігача разом із робітником і способом пікетів (пунктів).

Важливо також засвоїти методику проведення спостережень за роботою устаткування, яка за індивідуальної та групової фотографії майже не відрізняється від фотографії робочого часу. Робочий час розглядається стосовно устаткування: наявність ефективної роботи, простоїв, холостого ходу і т. д. За результатами спостереження складають баланс часу використання устаткування, що є основою для розрахунку показників:

коефіцієнт використання робочого часу:

$$K_{ч.маши} = \frac{t_{on}^{\phi}}{t_{зм}} \times 100\% , \quad (5.5)$$

коефіцієнт ефективної роботи машини:

$$K_{ef.маши} = \frac{t_{on}^H}{t_{зм}} \times 100\% , \quad (5.6)$$

коефіцієнт холостого ходу машини:

$$K_{xx} = \frac{t_{xx}}{t_{on}^{\phi}} \times 100\% , \quad (5.7)$$

де t_{on}^{ϕ} - затрати часу ефективної роботи і холостого ходу за даними спостережень;

t_{on}^H - затрати часу ефективної роботи і холостого ходу за нормативними затратами;

t_{xx} - час холостого ходу;

$t_{зм}$ - тривалість зміни.

Метод моментних спостережень у нормуванні праці застосовується як для вивчення використання робочого часу, так і для вивчення часу використання устаткування. Вивчати можна як один об'єкт, так і групу об'єктів.

Треба звернути увагу на те, що під час вивчення

використання часу устаткування спостерігач фіксує не абсолютні величини часу, а моменти виконання тієї чи іншої роботи або простою.

Моментні спостереження здійснюються шляхом обходу робочих місць дільниці за встановленим маршрутом, а запис моментів спостереження — за фіксажними пунктами.

Фіксажними пунктами називають місця по ходу руху за маршрутом спостерігача, де він повинен встановити і зафіксувати у листку спостереження, що саме виконує на даний момент робітник на устаткуванні, яке вивчається.

Фотографія виробничого процесу - це метод спостереження, який передбачає одночасне вивчення затрат робочого часу кожного робітника і часу роботи устаткування з фіксацією параметрів роботи устаткування і технологічних режимів.

Хронометражем називають метод вивчення затрат часу робітника чи роботи устаткування шляхом безпосереднього спостереження на робочому місці.

Хронометраж проводиться з метою розроблення нових норм, перевірки чинних норм і нормативів, виявлення причин невиконання норм.

Види хронометражу:

індивідуальний (вивчення роботи одного робітника);
груповий (вивчення роботи групи робітників одним спостерігачем).

Етапи проведення хронометражу:

підготовка до проведення хронометражу (вибір об'єкта спостереження, ознайомлення з процесом праці, розчленування операції на прийоми, вибір фіксажних точок (зовнішніх чітких позначень, що свідчать про початок чи закінчення трудового руху), визначення кількості замірів, визначення чинників, що впливають на тривалість прийомів операції, підготовка необхідної документації, бесіда з робітником);

спостереження (спостерігач за допомогою секундоміра фіксує тривалість елементів операції).

Спостереження можна проводити безперервним і

вибірковим способами:

- оброблення матеріалів спостереження і встановлення норм (складання хронометражних рядів);
- аналіз даних спостережень, проектування тривалості операцій.

Хронометражний ряд — це тривалість окремих прийомів операції.

Оперативний час використовується для розрахунку норми часу $H_{ч}$, хв, і норми виробітку $H_{в}$, шт, за формулами:

$$\dot{I}_{\pm} = \frac{t_{\dot{H}}}{\dot{E}_{\pm}}, \quad \dot{I}_{\dot{a}} = \frac{t_{\dot{ci}}}{\dot{I}_{\pm}}, \quad (5.8)$$

де $t_{зм}$ - тривалість зміни;

$Kч$ - коефіцієнт використання робочого часу;

$t_{оп}$ - час оперативної роботи, хв.

Фотохронометраж - це комбінований спосіб спостереження, в якому поєднується фотографія робочого дня і хронометраж оперативного часу.

Фотохронометраж може бути суцільним і комбінованим. За суцільного фотохронометражу протягом зміни оперативний час фіксується за окремими прийомами. За комбінованого - частина тривалості зміни вивчається фотохронометражем, а частина — фотографією робочого дня. Застосування комбінованого способу полегшує техніку спостереження.

Оброблення даних індивідуального фотохронометражного спостереження виконується в такій послідовності:

- визначення тривалості за всіма видами затрат часу;
- підсумовування однойменних затрат;
- складання фактичного балансу робочого часу;
- складання хронометражних рядів за елементами оперативного часу;
- оброблення хронометражних рядів.

Хронометражні ряди складаються за елементами оперативного часу на основі записів у листку спостереження фотохронометражу й обробляються так само, як дані хронометражного спостереження.

Аналіз фотохронометражного спостереження проводиться за двома напрямками:

аналізується ступінь використання робочого часу у такий спосіб, як і після фотографії робочого дня;

визначається час оперативної роботи так само, як у разі проведення хронометражу.

Аналіз закінчується встановленням нормативного коефіцієнта використання робочого часу і норми оперативного часу на одиницю продукції. Після встановлення норми розробляються заходи для забезпечення її виконання.

На основі одержаних методом фотохронометражу даних можна вирахувати, на скільки відсотків можна збільшити продуктивність праці Γ на даному робочому місці.

5.2 Зміст завдання та порядок його виконання:

- а) ознайомитися з теоретичними відомостями;
- б) виконати практичні завдання пункту 5.3 та зробити висновки;
- в) оформити роботу і підготувати відповіді на контрольні запитання.

5.3 Практичні завдання

Завдання 5.1

Проаналізувати фотографію використання робочого часу за даними таблиці 5.1, заповнити форму (додаток А). Визначити тривалість токарної операції.

Таблиця 5.1 - Листок спостереження

Найменування затрат часу	Кінцевий час, год/хв
Початок спостереження	7.00

Початок робочої зміни	7.05
Отримання наряду, технічної документації	7.12
Отримання заготовки та інструменту	7.23
Ознайомлення із завданням	7.38
Налаштування інструменту	7.42
Оперативна робота (оброблення заготовки)	8.22
Налагоджування верстата	8.40
Оброблення заготовки	9.38
Перерва на власні потреби	9.53
Заміна інструменту	10.05
Оброблення заготовки	11.25
Відсутність електроенергії	11.42
Оперативна робота	12.05
Обідня перерва	12.25
Обідня перерва з 12.30 до 13.30	
Прихід після обіду, сторонні розмови	13.40
Оброблення заготовки	14.05
Простої (відсутність заготовок)	14.25
Оброблення заготовок	15.11
Перерва на власні потреби	15.22
Налагоджування верстата	15.38
Перевірка якості виготовлення деталей	15.48
Прибирання робочого місця	15.56
Кінець спостереження	16.00

Завдання 5.2

Проведіть самофотографію власного робочого дня. Заповніть листок спостережень (додаток Б).

На основі даних таблиці 5.1 складіть фактичний баланс робочого часу і зробіть висновки щодо раціональності використання часу та його втрат.

5.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тема та мета, короткі теоретичні відомості, вирішення практичних завдань та їх аналіз, висновки.

Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків, відповісти на контрольні запитання.

Контрольні запитання для самоперевірки

- 1 Що таке фотографія робочого часу, яке її призначення?
- 2 За якими видами розрізняють фотографію використання робочого часу?
- 3 Які основні етапи процесу фотографії робочого часу?
- 4 Що таке самофотографія, яке її призначення?
- 5 Особливості проведення фотографії роботи устаткування і виробничих процесів.
- 6 У чому полягає суть і призначення хронометражу?
- 7 Що є об'єктом і метою проведення хронометражних спостережень?
- 8 Охарактеризуйте основні етапи, види і техніку проведення хронометражних спостережень. Як обробляються і використовуються результати хронометражу?
- 9 У чому полягає сутність і зміст фотохронометражу?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6

Принципи раціональної організації виробничого процесу

6.1 Теоретичні відомості

Усі виробничі процеси повинні раціонально поєднуватися у часі та просторі. Для кожного підприємства характерні свої особливості такого поєднання. Можна виділити загальні

принципи раціональної організації виробничого процесу, до яких відносяться: диференціація, спеціалізація, паралельність, пропорційність, безперервність, ритмічність, прямоточність, автоматичність, гнучкість.

Диференціація передбачає поділ виробничого процесу на окремі технологічні процеси, операції та переходи, прийоми.

Ручні операції не можна піддавати надмірній диференціації, тому що це підвищує стомлюваність робітників за рахунок монотонності і високої інтенсивності їх праці. Крім того, велика кількість операцій призводить до зайвих витрат на установку, закріплення деталей, зняття їх з робочого місця, переміщення знарядь праці та ін.

При використанні сучасного високопродуктивного обладнання (верстатів з ЧПУ, обробних центрів) операції стають складними. У єдиному комплексі вирішуються завдання обробки, складання, транспортування деталей, видалення відходів. Таким чином, тут принцип диференціації переходить у принцип концентрації операцій та інтеграції виробничих процесів. Існують гнучкі виробничі системи повного технологічного циклу, на яких деталі або вироби обробляються без участі людини зі 100 %-ю готовністю до складання. Диференціація виробничого процесу є обов'язковою і найважливішою умовою спеціалізації.

Спеціалізація передбачає обмеження різноманітності елементів виробничого процесу, які здійснюються у кожному виробничому підрозділі, а також скорочення номенклатури виробленої в них продукції.

Внаслідок спеціалізації за кожним виробничим підрозділом (цехом, дільницею, робочим місцем) закріплюється обмежена номенклатура продукції або виконання технологічно однорідних операцій.

Для оцінки рівня спеціалізації підприємства використовують наступні показники:

широта номенклатури (кількість найменувань, видів, типорозмірів) виробів, що випускаються підприємством;

коефіцієнти предметної, подетальної і технологічної спеціалізацій;
інтегральний коефіцієнт спеціалізації;
питома вага профілюючої продукції в загальному обсязі виробленої продукції (коефіцієнт спеціалізації підприємства).

Кожний із зазначених показників характеризує різні сторони цього складного процесу, але жоден з них не відбиває в достатній мірі його результатів. Розвиток галузевої, заводської і внутрішньозаводської спеціалізації в кінцевому підсумку проявляється (як результат) у скороченні кількості найменувань різних операцій, які виконуються на одному робочому місці. Як наслідок, створюються передумови для механізації та автоматизації технологічних операцій, використання високопродуктивного спеціалізованого обладнання, впровадження потокових методів організації виробництва.

Звідси для оцінки рівня розвитку внутрішньозаводської спеціалізації як принципу раціональної організації виробничого процесу варто використовувати коефіцієнт закріплення операцій, що відбиває середню кількість детале-операцій, виконуваних на одному робочому місці. Він розраховується за формулою

$$K_{zo} = \frac{\sum N_{oi}}{PM}, \quad (6.1)$$

де N_{oi} - кількість детале-операцій, виконуваних на i -му робочому місці;

PM - кількість робочих місць у виробничому підрозділі (цеху, дільниці), для якого розраховується K_{zo} .

Підвищенню рівня внутрішньовиробничої спеціалізації сприяє стандартизація й уніфікація деталей і вузлів, а також типізація технологічних процесів. Це дозволяє зменшити номенклатуру деталей і вузлів, скоротити різноманітність технологічних методів їх виготовлення, збільшити масштаби випуску однойменної продукції, підвищити ефективність виробництва.

Паралельність передбачає суміщення в часі виконання різних стадій (операцій) виробничого процесу з виготовлення

того самого виробу.

Збільшення паралельності призводить до скорочення тривалості виробничого циклу. Даний принцип має особливо важливе значення при виготовленні складних виробів, що складаються з багатьох деталей і вузлів, послідовне виготовлення яких зайняло б занадто багато часу. Рівень паралельності виробничого процесу визначається коефіцієнтом паралельності, що розраховується за формулою

$$k_{\Pi} = \frac{T_{\Pi}}{T_{\Pi}} , \quad (6.2)$$

де T_{Π} - витрати часу на виготовлення продукції при паралельному суміщенні операцій;

T_{Π} - фактична тривалість виробничого циклу.

Пропорційність полягає в досягненні рівної пропускної здатності усіх виробничих підрозділів, технологічно пов'язаних між собою.

Наприклад, заготівельне і обробне виробництва повинні мати однакову виробничу потужність; потужності допоміжних і обслуговуючих цехів та господарств мають відповідати потужності основного виробництва. Дотримання даного принципу забезпечує безперебійний хід виробництва, найбільш повне використання виробничої потужності, запобігає виникненню «вузьких» місць у виробництві. Для оцінки рівня пропорційності між двома технологічно суміщеними виробничими підрозділами використовується коефіцієнт суміщення:

$$k_c = \frac{ВП_1}{ВП_2 \times B_1} , \quad (6.3)$$

де $ВП_1$, $ВП_2$ - виробнича потужність підрозділів, між якими визначається сумісність у прийнятих одиницях вимірювання;

B_1 - питома витрата продукції першого підрозділу на одиницю продукції другого підрозділу.

Повна пропорційність досягається за дотримання таких умов:

$$\frac{ВП_1}{ВП_2 \times B_1} = \frac{ВП_2}{ВП_3 \times B_2} = \dots = \frac{ВП_{n-1}}{ВП_n \times B_{n-1}}, \quad (6.4)$$

де n - кількість технологічно взаємозалежних виробничих підрозділів підприємства.

Принцип **безперервності** передбачає скорочення до можливого мінімуму перерв у процесі виробництва продукції.

Повністю цей принцип реалізується на підприємствах хімічної, харчової, металургійної промисловості, на безперервних потокових та роторно-конвеєрних лініях.

Безперервність є однією з найважливіших умов скорочення термінів виготовлення продукції і підвищення рівня використання виробничої потужності. Ступінь безперервності вимірюється коефіцієнтом безперервності, що розраховується за формулою

$$k_o = 1 - \frac{T_{пер}}{T_{ц}}, \quad (6.5)$$

де $T_{пер}$ - час перерв;

$T_{ц}$ - тривалість виробничого циклу виготовлення продукції.

Ритмічність полягає в забезпеченні випуску за рівні проміжки часу однакового або рівномірно наростаючого обсягу продукції на всіх стадіях і операціях.

Ритмічність забезпечується високою технологічною дисципліною, раціональною організацією й обслуговуванням робочих місць, надійною роботою обладнання, застосуванням прогресивних систем оперативного-виробничого планування і регулювання виробництва.

Ритмічність виробництва дозволяє найповніше використовувати виробничу потужність підприємства, забезпечувати заданий рівень якості продукції і знижувати її собівартість. Для оцінки ступеня ритмічності застосовують однойменний коефіцієнт K_p :

$$K_p = \frac{\sum B_{\phi(\Pi)i}}{\sum B_{\Pi i}}, \quad (6.6)$$

де $B_{\phi(\Pi)i}$ - фактичний обсяг випуску продукції за і-й відрізок часу (квартал, декаду, день), що не перевищує запланований;

$B_{\Pi i}$ - плановий обсяг випуску продукції за і-й відрізок часу.

Для розрахунку коефіцієнта ритмічності розподіл обсягу продукції за календарними відрізками планового періоду (кварталами, місяцями, декадами) здійснюється пропорційно кількості робочих днів у кожному і-ому відрізку часу.

Прямоточність полягає в забезпеченні найкоротшого шляху проходження деталей і складальних одиниць у процесі виробництва продукції.

При цьому мають бути вилучені зворотні рухи предметів праці. Прямоточність досягається раціональним розташуванням будівель і споруд на території підприємства, а також розміщенням обладнання і робочих місць у ході технологічного процесу. Найбільш повно прямоточність досягається при організації потокового виробництва.

Прямоточний рух предметів праці забезпечує скорочення тривалості виробничого циклу, зниження потреби в оборотних коштах і, як наслідок, поліпшення більшості техніко-економічних показників діяльності підприємства.

Ступінь прямоточності вимірюється однойменним коефіцієнтом, що розраховується за формулою

$$K_{np} = 1 - \frac{T_{mp}}{T_{ц}}, \quad (6.7)$$

де T_{mp} - тривалість операцій з внутрішньозаводського транспортування виробу.

Автоматичність передбачає максимально можливу автоматизацію всіх операцій, часткових процесів і виробничого процесу в цілому.

Ступінь автоматизації визначається співвідношенням трудомісткості робіт, виконуваних автоматизованим способом, до загальної трудомісткості робіт.

$$K_{ав} = \frac{Q_{ав}}{Q_{заг}} \quad (6.8)$$

Даний коефіцієнт може розраховуватися як по підприємству в цілому, так і по кожному його підрозділу окремо.

Гнучкість полягає в мобільності виробництва, тобто в можливості його швидкої перебудови на випуск нової продукції.

Можливість реалізації даного принципу набуває найважливішого значення у зв'язку з бурхливим розвитком НТП. Найбільш повного розвитку цей принцип набув в умовах автоматизованого виробництва, де використовуються верстати з ЧПУ, обробні центри, автоматичні лінії, робототехнічні комплекси і гнучкі виробничі системи.

6.2 Зміст завдання та порядок його виконання:

- а) ознайомитися з теоретичними відомостями;
- б) розв'язати типові задачі пункту 5.3 на визначення показників раціональної організації виробничого процесу та зробити висновки по кожному коефіцієнту;
- в) оформити роботу і підготувати відповіді на контрольні запитання.

6.3 Практичні завдання

Задача 6.1

Тривалість виробничого циклу ремонту пасажирського вагона складає 6,5 робочих днів.

Тривалість міжопераційних і міжцехових перерв дорівнює відповідно 7,4 і 18 год. Режим роботи підприємства двозмінний, тривалість зміни 8 год.

Визначити ступінь безперервності виробничого процесу ремонту пасажирського вагона.

Задача 6.2

Технологічний процес ремонту кузова піввагона складається з 24 операцій, частина з яких виконується паралельно. Тривалість технологічного процесу ремонту складає 5,8 год. При паралельному поєднанні всіх операцій вона скоротиться до 4,2 год. Розрахувати коефіцієнт паралельності технологічного процесу ремонту кузова піввагона.

Задача 6.3

Тривалість технологічного процесу ремонту суцільнометалевого пасажирського вагона становить 12 робочих днів. Час виконання транспортних операцій складає 26 год. Режим роботи підприємства – двозмінний, тривалість зміни 8 год.

Оцінити рівень прямоточності технологічного процесу ремонту пасажирського вагона.

Задача 6.4

Виробнича потужність складального цеху вагонобудівного заводу складає 10000 вантажних вагонів у рік. Потужність механічного цеху 18000 комплектів боковин і надресорних балок. Норма витрати лиття на один комплект 2,6 т. Потужність ливарного цеху 50500 т лиття в рік.

Оцінити ступінь пропорційності між технологічно сполученими цехами заводу і виявити «вузьке» місце у виробництві, зробити відповідні висновки і рекомендації.

Задача 6.5

На підставі планових і звітних даних (таблиця 6.1) по кварталах звітного року про обсяги ремонту вагонів депо Основа оцінити ритмічність випуску з ремонту по окремих типах вагонів.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані

Тип вагона	Ремонт вагонів за планом, шт				Фактичний ремонт, шт			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Піввагон	623	625	625	627	648	620	615	617
Критий	110	113	120	117	100	106	114	140
Платформа	185	187	189	189	185	194	183	188
Цистерна	72	70	72	71	65	77	71	72

Задача 6.6

На механічній дільниці механоскладального цеху машинобудівного заводу виготовляються деталі 8 найменувань. Технологічний процес обробки однієї деталі відповідного номера складається з такого числа операцій: №1 – 4; №2 – 6; №3 – 5; №4 – 12; №5 – 6; №6 – 11; №7 – 9; №8 – 10. Кількість робочих місць на дільниці - 21.

Оцінити рівень спеціалізації виробництва на механічній дільниці.

6.4 Оформлення та захист практичного завдання

У звіті про виконання практичного завдання відображаються його тема та мета, короткі теоретичні відомості, вирішення практичних завдань та їх аналіз, висновки.

Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків, відповісти на контрольні запитання.

Контрольні запитання для самоперевірки

1 У чому полягає зміст диференціації і концентрації операцій як принципів раціональної організації виробничого процесу?

2 Розкрити зміст, методи виміру та ефективність

поглиблення внутрішньозаводської спеціалізації.

3 Дати характеристику паралельності як принципу раціональної організації виробничого процесу.

4 Сформулювати зміст пропорційності і розкрити значення дотримання даного принципу для підвищення ефективності виробничої діяльності промислового підприємства.

5 Дати характеристику безперервності як найважливішого принципу раціональної організації виробничого процесу.

6 У чому полягає зміст і провідна роль ритмічності виробництва у забезпеченні високої ефективності діяльності підприємства?

7 Сформулювати зміст прямоточності і розкрити значення реалізації даного принципу для підвищення ефективності виробничого процесу.

8 Розкрити зміст і взаємозв'язок автоматичності і гнучкості як принципів раціональної організації виробництва.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Скиба И.Ф. Организация, планирование и управление на вагоноремонтных предприятиях. – М.: Транспорт, 1978. – 341 с.

2 Криворучко Н.З, Гридюшко В И., Бугаев В.П. Вагонное хозяйство. – М.: Транспорт, 1988. - 259 с.

3 Вагонное хозяйство: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / П.А. Устич, И.И. Хаба, В.А. Ивашов и др.; Под ред. А.А. Устича.

– М.: Маршрут, 2003. – 560 с.

4 Технология производства и ремонта вагонов: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / К.В. Мотовилов, В.С. Лукашук, В.Ф. Криворудченко, А.А. Петров; Под ред. К.В. Мотовилова. – М.: Маршрут, 2003. – 382 с.

5 Організація виробництва: Навч. посібник / В.О. Онищенко, О.В. Редкін, А.С. Старовірець, В.Я. Чевганова. - К.: Лібра, 2005. – 336 с.

6 Нормы технологического проектирования депо для ремонта грузовых и пассажирских вагонов. – М.: Транспорт, 1984. – 32 с.

7 Егорова Т.А. Организация производства на предприятиях машиностроения. – С.Пб.: Питер, 2004. – 304 с.

Додаток А

Листок спостереження № _____
індивідуальної фотографії робочого часу

Дата спостереження _____ Підприємство _____

Цех _____

Зміна _____ Спостережник _____

Прізвище та ініціали робітника _____

Професія _____

Розряд _____

Виконання норм: за попередній місяць _____

за час спостережень _____

Фаза або операція _____

Устаткування, механізм, верстат або інструмент _____

Умови праці _____

Предмет праці _____

Організація та обслуговування робочого місця _____

Найменування затрат часу	Умовні позначення	Поточний час			Тривалість		Примітка
		год	хв	с	хв	с	

Спостерігач: _____

Додаток Б

Листок спостереження № _____

Самофотографія

Найменування роботи: _____

Дата _____

Місце спостереження (цех, дільниця): _____

Час початку зміни _____

Час закінчення зміни _____

Обсяг виконаної роботи (одиниці)

Робоче місце _____
Устаткування _____

виміру) _____

Прізвище та ініціали робітника _____

Найменування затрат робочого часу (назва операції)	Поточний час (початок роботи, перерви)		Тривалість	
	год	хв	хв	у відсотках до $t_{зм}$
1				

