

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання курсової роботи**

**з дисципліни**

***«ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА  
ТРАНСПОРТНА ЛОГІСТИКА»***

**Харків - 2014**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 18 лютого 2013 р., протокол № 24.

Рекомендуються для магістрів спеціальності 8.07010501 «Локомотиви та локомотивне господарство» всіх форм навчання та відповідають робочій програмі з курсу «Організація виробництва та транспортна логістика».

Укладачі:

проф. Е.Д. Тартаковський,  
доц. О.С. Крашенінін,  
асист. О.В. Клименко

Рецензент

проф. Д.С. Жалкін

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи  
з дисципліни

*«ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА  
ТРАНСПОРТНА ЛОГІСТИКА»*

Відповідальний за випуск Крашенінін О.С.

Редактор Ібрагімова Н.В.

---

Підписано до друку 05.03.13 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,75. Тираж 25. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання курсової роботи з дисципліни  
«ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТНА  
ЛОГІСТИКА»  
для магістрів спеціальності  
8.07010501 «Локомотиви та  
локомотивне господарство»

Зав. каф.  
Декан  
Голова МК  
*автори*  
професор  
доцент  
асистент

Е.Д.Тартаковський  
О.В.Устенко  
Н.А.Аксьонова

Е.Д.Тартаковський  
О.С.Крашенінін  
О.В.Клименко

Харків 2013

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу» 18 лютого 2013 р., протокол № 24.

Призначені для магістрів всіх форм навчання та відповідають робочій програмі з курсу «Організація виробництва та транспортна логістика».

Укладачі:

проф. Е.Д. Тартаковський,  
доц. О.С. Крашенінін,  
асист. О.В. Клименко

Рецензент

проф. Д.С. Жалкін

## Зміст

Вступ.....	4
1 Загальні вказівки.....	5
2 Завдання на виконання курсової роботи.....	5
3 Порядок виконання курсової роботи.....	6
3.1 Розрахунок бальності локомотивного депо.....	6
3.2 Встановлення технічно обґрунтованих норм часу та визначення тривалості робіт за результатами експертних оцінок.....	10
3.3 Побудова сітьового графіка поточного ремонту ПР-3 електровоза серії ВЛ-80. Розрахунок основних параметрів графіка.....	15
3.4 Розрахунок необхідного обладнання та розміру площ виробничої дільниці електромашинного цеху для ремонту тягових двигунів.....	23
3.5 Проектування потокової лінії. Розрахунок основних параметрів потокової лінії з ремонту тягових двигунів.....	26
3.6 Побудова календарного плану-графіка ремонту якорів тягових двигунів НБ-406Б і НБ-418К6.....	35
3.7 Визначення показників плану з праці та кадрів.....	36
3.8 Складання плану експлуатаційних витрат і визначення собівартості ремонту тягових двигунів.....	43
Список літератури.....	50
Додаток А.....	52
Додаток Б.....	65
Додаток В.....	69
Додаток Г.....	73

## ВСТУП

Курсова робота виконується у відповідності з програмою дисципліни "Організація виробництва та транспортна логістика" і передбачає вирішення завдань, що стоять перед локомотивним депо.

У завданні на курсову роботу розглядається основне локомотивне депо, яке виконує певний обсяг поїзної роботи і всі види технічного обслуговування та поточного ремонту (ТО та ПР).

Завданням передбачається виконання в електромашинному цеху ремонту ПР-3 електровозів серії ВЛ80. Роботи на дільниці організовані із застосуванням сітьового планування і управління. Широке використання засобів комплексної механізації трудомістких процесів, створення потокових ліній з ремонту деталей і вузлів електровоза та впровадження агрегатного методу дозволяють поліпшити організацію виробництва, інтенсифікувати його і забезпечити необхідні умови для управління якістю ремонту.

На виробничих дільницях електромашинного цеху здійснюється ремонт ПР-3 тягових двигунів типу НБ-418К6 і допоміжних машин, встановлених на електровозі ВЛ80. Ремонт ПР-3 електричних машин передбачає огляд, ревізію та ремонт вузлів і деталей з доведенням розмірів до встановлених норм, а також проведення робіт, спрямованих на підтримку електричної міцності ізоляції [5, 10].

У перспективі необхідно збільшити програму ремонту ПР-3 тягових двигунів НБ-418К6 і на тих самих виробничих площах здійснити в заданих обсягах ремонт тягових двигунів електровозів постійного струму типу НБ-406. Для цього потрібно провести реконструкцію електромашинного цеху і, спроектувавши переривчасту змінно-потокову з роздільними потоками лінію ремонту тягових двигунів двох типів, поліпшити використання виробничих площ та устаткування, тим самим домогтися раціональної організації виробництва [1, 2, 5, 7, 8, 10].

Для успішного виконання курсової роботи рекомендується вивчити технологію ремонту тягових двигунів електровозів змінного і постійного струму [2, 5, 10], організацію виробництва і

планування експлуатаційної діяльності, економіку машинобудівних підприємств і підприємств локомотивного господарства і депо [1, 6, 7, 8].

Особливу увагу необхідно звернути на питання організації потокового виробництва, розрахунку виробничих потужностей підприємства, організації праці та заробітної плати, сітьового планування, планування виробничо-фінансової діяльності підприємства на залізничному транспорті [1, 3, 6, 7, 8, 11, 12].

## **1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ**

У методичних вказівках наведено обсяг курсової роботи і послідовність розрахунку основних параметрів поточкових ліній електромашинного цеху в обсязі ПР-3 в електровозному депо.

Курсова робота складається з пояснювальної записки обсягом 25-30 сторінок і графічної частини обсягом 2 аркуші формату А1.

Для виконання курсової роботи студентам видається завдання з планом-обсягом. Програма ремонту ПР-3 і тип потокової лінії студенту задається викладачем.

Графічна частина роботи включає в себе планування потокової лінії – один аркуш і стрічковий і сітьовий графіки – один аркуш.

## **2 ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Завданням курсової роботи є:

- визначити за експлуатаційними показниками бальність депо і групу, до якої воно належить;
- методом проведення хронометражу встановити технічно обґрунтовані норми на одну з робіт при проведенні поточного ремонту ПР-3 електровоза ВЛ80;
- розрахувати та побудувати сітьовий графік поточного ремонту ПР-3 двосекційного електровоза серії ВЛ80;
- розробити економічно обґрунтовану реконструкцію електромашинного цеху (дільниці), розрахувавши кількість

обладнання та площу виробничої ділянки з ремонту тягових двигунів;

- спроектувати змінно-потоківу лінію з роздільними потоками для ремонту якорів, остовів, траверс, підшипникових щитів і моторно-осьових підшипників;

- розробити місячний план-графік роботи потокової лінії з ремонту якорів тягових двигунів після реконструкції електромашинного цеху;

- розрахувати показники плану з праці і заробітної плати;

- скласти план експлуатаційних витрат і визначити собівартість ремонту тягових двигунів [12].

### **3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

#### **3.1 Розрахунок бальності локомотивного депо**

Залежно від загального обсягу поїзної роботи, експлуатованого парку, а також обсягу робіт з ТО та ПР основні локомотивні депо поділяються на чотири групи. До першої групи належать депо, що мають більше 300 балів, до другої – від 135 до 300 балів; до третьої – від 60 до 135 балів і до четвертої – 60 балів і менше.

Оціночна шкала визначення бальності локомотивного депо наведена в таблиці 1.

Серія електрорухомого складу, приписаного до локомотивного депо, обсяги поїзної роботи, середньодобові пробіги, кількість технічних обслуговувань ТО-2 і ТО-4 наведені в таблиці 2.

Визначення групи локомотивного депо зводиться до розрахунку сумарної кількості балів за середньомісячні в річному обчисленні показники.

Порядок розрахунку:

а) за даними таблиці 2 та останньою цифрою залікової книжки визначається річний пробіг електровозів. Для цього підсумовуються пробіги за кожен місяць і діляться на кількість місяців у році;

б) розраховуються середньомісячний  $S_{mic}$  і середньодобовий  $S_{доб}$  пробіги електровозів за рік. Для цього підсумовуються



значення  $S_{міс}$  та  $S_{доб}$  за весь рік і діляться на кількість місяців у році;

в) визначають експлуатаційний парк електровозів, використовуючи формулу

$$N_{екс} = \frac{S_{міс}}{30,4 \cdot S_{доб}} ; \quad (1)$$

Таблиця 1 – Норми для визначення бальності локомотивних депо

Одиниця вимірювання	За відремонтовану одиницю (у середньому за місяць на рік) за видами технічного обслуговування і поточного ремонту					Локомотивосекцій, електропоїздів ТО-2 на 100Технічне обслуговування	Експлуатований парк: за 1 локомотив, електросекцію	За 10 тис. км пробігу (у середньому на місяць за рік)
	ТО-3	ТО-4	ПР-1	ПР-2	ПР-3			
Електровозосекція	0,3	0,3	1,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0
Секція електропотяга	0,3	0,3	1,0	3,0	5,0	1,0	1,0	1,0
Тепловозо	0,5	0,5	1,5	4,0	5,0	1,0	1,0	1,0

-секція								
---------	--	--	--	--	--	--	--	--

**Примітка.** Для основних депо, у безпосередньому підпорядкуванні яких знаходяться оборотні депо, склади палива, пристрої водопостачання та інші підрозділи, група може бути прийнята на одиницю вище встановленої норми

г) розраховують середньомісячну програму технічного обслуговування ТО-3 та поточних ремонтів ПР-1, ПР-2 та ПР-3 за формулою

$$M_i^{mic} = \frac{S_{mic}}{L_i} \left( 1 - \frac{L_i}{L_{i+1}} \right), \quad (2)$$



де  $L_i$  – встановлена норма міжремонтного пробігу для  $i$ -го технічного обслуговування або поточного ремонту, якщо послідовно пронумерувати ТО-3, ПР-1, ПР-2 та ПР-3 числами від 1 до 4, тис. км;

$L_{i+1}$  – встановлена норма міжремонтного пробігу для наступного поточного ремонту. Під час розрахунку програми поточного ремонту ПР-3 – міжремонтний пробіг до капітального ремонту КР-1, тис. км.

Норми міжремонтних пробігів електровозів наведені в таблиці 3;

Таблиця 3 – Норми пробігу електрорухомого складу між ТО та ПР

Норма пробігу, тис. км	Серія електрорухомого складу									
	ВЛ10	ЧС2	ВЛ60	ВЛ8	ВЛ80 <sup>к</sup>	ВЛ11	ВЛ80 <sup>с</sup>	ЧС4	ВЛ82	ВЛ80 <sup>т</sup>
ТО-3	12,5	12,5	–	11	–	12,5	–	14	12,5	–
ПР-1	25	25	14	22	14	25	14	28	25	14
ПР-2	175	175	190	165	200	175	200	175	175	200
ПР-3	350	350	380	330	400	350	400	350	350	400
КР-1	700	700	760	660	800	700	800	700	700	80

д) норми пробігів між технічним обслуговуванням ТО-3, поточними ремонтами та розраховані значення  $M_i^{mic}$  заносяться до таблиці 4 за поданою нижче формою;

Таблиця 4 – Результати розрахунку середньомісячної програми ТО-3 і поточних ремонтів

Серія електрорухомого складу	Норма пробігу, тис. км					Програма ТО-3 і поточних ремонтів			
	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	КР-1	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3

е) кількість одиниць ТО-2 для електровозів пасажирського руху ЧС2 і ЧС4 визначається шляхом множення половини експлуатованого парку на середню кількість днів у місяці;

ж) за значеннями таблиці 4 і кількістю секцій розраховують програму ремонту і технічного обслуговування ТО-3 в

розрахунку на секції електровозів і отримані дані вносять до таблиці 5;

и) використовуючи дані таблиць 1 і 5, визначають бальність локомотивного депо.

Таблиця 5 – Зведена відомість з визначення бальності локомотивного депо

Показник	Одиниця вимірювання	Розрахункове значення показника	Кількість балів за одиницю вимірювання	Кількість балів за розрахункове значення показника
Середньомісячний пробіг за рік	10 ткм			
Експлуатований парк	Електровозо-секція			
ТО-2	100 електровозо-секцій			
ТО-3	Електровозо-секція			
ТО-4	Електровозо-секція			
ПР-1	Електровозо-секція			
ПР-2	Електровозо-секція			
ПР-3	Електровозо-секція			
Всього				

### **3.2 Встановлення технічно обґрунтованих норм часу та визначення тривалості робіт за результатами експертних оцінок**

У цьому пункті необхідно встановити технічно обґрунтовану норму часу на одну з робіт, що виконується на поточному ремонті ПР-3 електровоза серії ВЛ-80. Для цього потрібно обробити хронометричний ряд спостережень, наведений у таблиці 6, варіант вибирається за передостанньою цифрою залікової книжки.





Під хронометражем у нормуванні праці розуміють вивчення операції шляхом спостереження і вимірювання витрат робочого часу на виконання окремих її елементів, які повторюються при ремонті або виконанні якої-небудь роботи.

Обробка та аналіз хронометричних спостережень включають у себе:

- виключення з хронометражних рядів помилкових замірів, які були відзначені спостерігачем;
- перевірку якості хронометражних рядів шляхом обчислення коефіцієнта стійкості;
- розрахунок середньої величини тривалості виконання операції.

Під коефіцієнтом стійкості хронометричного ряду  $K_y$  розуміють відношення максимальної тривалості виконання даної операції до мінімальної:

$$K_y = \frac{t_{\max}}{t_{\min}} \quad (3)$$

Хронометражний ряд вважається стійким, якщо фактичний коефіцієнт стійкості менше або дорівнює нормативному (нормативні значення задані в таблиці 7).

Таблиця 7 – Нормативний коефіцієнт стійкості хронометричного ряду

Передостання цифра залікової книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Коефіцієнт	1,1	1,2	1,4	1,3 5	1,2 5	1,3	1,2	1,4	1,2 5	1,1

Якщо фактичний коефіцієнт стійкості більше від нормованого, з наведеного хронометричного ряду необхідно виключити максимальну і мінімальну тривалості як помилкові. Підставою для виключення вимірів служать нотатки спостерігача. Після цього хронометричний ряд, що повторно залишився, перевіряється на стійкість.

Встановивши стійкість хронометричного ряду, визначають середню тривалість виконання операції шляхом ділення суми тривалості операцій хронометражних ряду, що залишився, на кількість правильних вимірів:



$$t_{ij} = \frac{1}{n_{nn}} \sum_{q=1}^{n_{nn}} t_{ij(q)}, \quad (4)$$

де  $t_{ij}$  – середня тривалість виконання даної операції, хв;

$\sum_{q=1}^{n_{nn}} t_{ij(q)}$  – сума всієї тривалості хронометричного ряду після виключення помилкових замірів;

$n_{nn}$  – кількість правильних спостережень, що залишилися.

Отриманий середній час виконання операції (з прийнятою в курсовій роботі точністю) приймається як тривалість заданої роботи сітьового графіка.

Якщо при складанні сітьового графіка дані про тривалість якоїсь роботи, засновані на хронометричних вимірах, відсутні, то використовують експертні оцінки.

Коли за результатами опитування експертів отримані три оцінки значення тривалості робіт  $i-j$ : мінімальне  $t_{\min}^*$ , усереднене  $t_{\text{уср}}^*$ , максимальне  $t_{\max}^*$ , то середнє значення  $t_{ij}$  тривалості роботи, що використовується при побудові сітьового графіка, визначається як

$$t_{ij} = \frac{t_{\min}^* + 4t_{\text{уср}}^* + t_{\max}^*}{6}. \quad (5)$$

Коли є тільки дві оцінки значення тривалості роботи  $i-j$ : мінімальне  $t_{\min}^*$ , максимальне  $t_{\max}^*$ , то середнє значення  $t_{ij}$  тривалості роботи розраховують за формулою

$$t_{ij} = \frac{3t_{\min}^* + 2t_{\max}^*}{5}. \quad (6)$$

У курсовій роботі на основі експертних оцінок необхідно у відповідності з варіантом (таблиця 8) розрахувати тривалість двох робіт з числа позначених у таблиці А.1 двома зірочками.

Таблиця 8 – Значення тривалості робіт для експертних оцінок

Остання цифра залікової книжки	Робота	Оцінка тривалості		
		мінімальне значення $t_{\min}^*$	усереднене значення $t_{\text{уср}}^*$	максимальне значення $t_{\max}^*$

0	94-108	7,3	7,75	9,1
	59-65	3,1	–	4,1
1	100-105	2,5	3,3	4,1
	87-92	1,9	–	2,4
2	51-56	2,3	2,9	4,1
	96-109	6,9	–	9,4
3	59-65	2,8	3,4	4,6
	100-105	2,8	–	3,8
4	87-92	1,7	2,05	2,7
	91-102	4,8	–	6,3
5	96-109	6,8	7,4	8,6
	98-103	3,0	–	4,0
6	100-105	2,7	3,1	4,7
	3-87	35,0	–	40,0
7	91-102	4,5	5,2	6,5
	94-108	7,4	–	8,4
8	98-103	2,6	3,2	4,4
	100-105	2,6	–	4,1
9	3-87	33,0	37,0	47,0
	51-56	2,7	–	3,2

### **3.3 Побудова сітьового графіка поточного ремонту ПР-3 електровоза серії ВЛ-80. Розрахунок основних параметрів графіка**

У курсовій роботі необхідно побудувати галузевий сітьовий графік поточного ремонту ПР-3 двосекційного електровоза змінного струму ВЛ80.

Для побудови сітьового графіка використовується структурний контур типової галузевої сітьової моделі поточного ремонту ПР-3 восьмивісного електровоза змінного струму (рисунок 1) і дані таблиці А.1.

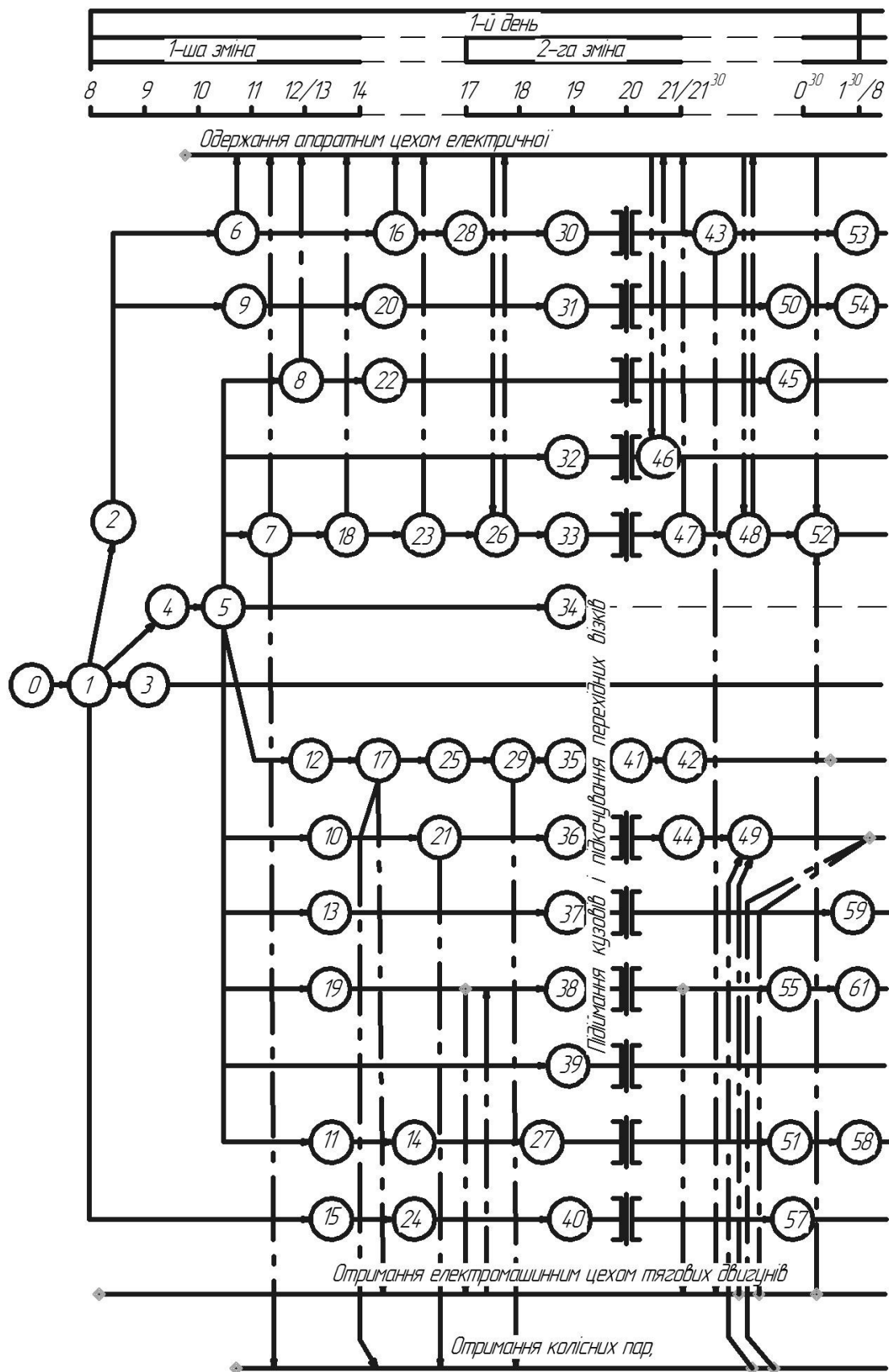


Рисунок 1 – Структурний контур типової галузевої сітьової моделі поточного ремонту ПР-3 восьмивісного електровоза змінного струму

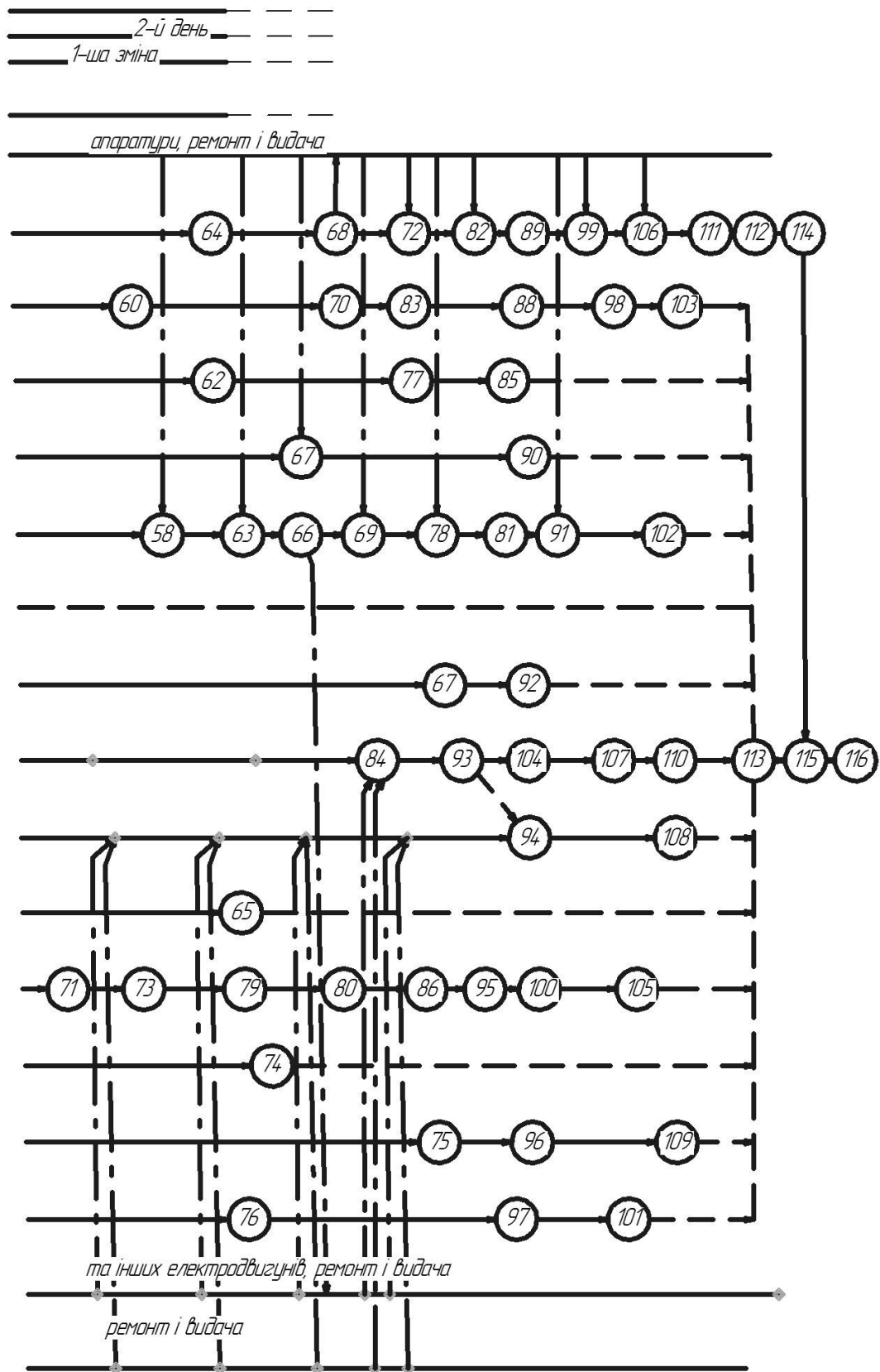


Рисунок 1 – Структурний контур типової галузевої сітьової моделі поточного ремонту ПР-3 восьмивісного електровоза змінного струму, аркуш 2

Галузеві типові моделі розроблені за всіма видами ремонту локомотивів масових серій з використанням прогресивної технології ремонту, впроваджені в передових депо, для полегшення та прискорення процесу складання сітьових графіків при перегляді технологічних процесів у локомотивних депо.

У сітьовому графіку реалізується послідовність виконання робіт, яка визначається особливостями конструкції електровоза (конструктивні зв'язки), технологією (технологічні зв'язки), шириною фронту робіт, кількістю технологічного обладнання, існуючої в депо спеціалізації робочої сили і чисельністю виробничих працівників даної спеціалізації (організаційні зв'язки), а також деякими іншими факторами.

При побудові сітьових графіків використовуються певні умовні позначення та правила. Вони різноманітні і залежать від цілей сітьового планування і управління (СПУ), умов розрахунку використання графіків та ін. Виконуючи курсову роботу, використовуйте зображення, показані на рисунку 2, а: події зображуються колами, робота – суцільною стрілкою (можливо ламаною), фіктивна робота (логічний зв'язок) – пунктирною стрілкою.

На рисунку 1 використовуються також нетрадиційні зображення. Жирними точками на стрілках виділені моменти початку та кінця робіт по окремих агрегатах у партії. Так, робота 42-84 включає в себе операції з 4 візками, а робота 49-94 - операції тільки з 6 колісно-моторними блоками. Знак ]] означає перерву в операціях безпосередньо з ремонту електровоза у зв'язку з підйманням та опусканням кузова.

При розробленні СПУ слід дотримуватись таких правил:

- кожна робота, внесена в графік СПУ, повинна мати початкову і кінцеву події;

- оскільки графік поточного ремонту ПР-3 одноцільовий, у ньому має бути лише одна початкова (вихідна) та одна завершальна подія. Звідси випливає, що у графіку не повинно бути тупиків, тобто подій, крім завершальної, з яких не виходить жодна робота. Не допускаються також "хвости", тобто події (окрім вихідної), у які не входить жодна робота;



- кожна початкова та кінцева події можуть бути пов'язані тільки однією роботою. Якщо між двома подіями, наприклад, 21 і 24 на рисунку 2, б, необхідно виконати кілька паралельних робіт, то необхідно для робіт з меншою тривалістю ввести проміжні події та зв'язати їх з кінцевими подіями найбільш тривалої роботи фіктивними роботами (логічними зв'язками), як показано на рисунку 2, в.

Зазвичай перший варіант сітьового графіка будують безрозмірним (тобто для стрілок не задається масштаб), прагнучи головним чином врахувати всі технологічні, конструктивні, організаційні та інші зв'язки (рисунок 2, г). Потім після розрахунків довжин шляхів, оптимізації графіка і виділення критичного шляху графік ремонту електровоза наносять на годинну сітку (при цьому прийнятому масштабу часу відповідають проекції стрілок на горизонтальну вісь), як показано на рисунку 2, д.

Розрахунок сітьового графіка починають з визначення довжин всіх можливих шляхів, від початкової до завершальної події. Результати розрахунку довжин шляхів вносяться до таблиці за формою таблиці 9, у якій подано дані, що відповідають рисунку 2, д. При цьому резерв шляху визначається як різниця довжин критичного (що має найбільшу тривалість) і даного шляху.

Таблиця 9 – Результати розрахунку довжин шляхів сітьового графіка

Шлях	Номер події, що визначає шлях	Довжина шляху год	Резерв шляху, год
$L_1$	0-1-6-8	16	4
$L_2$	0-1-2-5-8	16	4
$L_3$	0-2-5-8	17	3
$L_4$	0-4-5-8	20	0
$L_5$	0-3-7-8	19	1

Ранній термін звершення події  $i$  визначає тривалість максимального з усіх можливих шляхів від вихідної події 0 до події  $i$ :

$$T_i^{PC} = \max\{L_{0-i}\}. \quad (7)$$

Так,  $T_2^{PC} = 6$  год (рисунок 2, г). Пізній термін завершення події визначається різницею між тривалістю критичного шляху  $t_{Lkp}$  і максимального з наступних за даними подією шляхів до завершальної події  $C_3$ :

$$T_i^{PC} = t_{Lkp} - t_{L(i-C_3)}^{max}. \quad (8)$$

**Приклад.** Для події 2 (рисунок 2, з)  $T_2^{PC} = 20 - 11 = 9$  год.

Ранній і пізній терміни початку роботи визначаються відповідно як

$$t_{ij}^{PH} = T_i^{PC} \quad \text{та} \quad t_{ij}^{PH} = T_j^{PC} - t_{ij}. \quad (9)$$

Ранній і пізній терміни завершення роботи визначаються відповідно як

$$t_{ij}^{PO} = T_i^{PC} - t_{ij} \quad \text{та} \quad t_{ij}^{PH} = T_j^{PC}. \quad (10)$$

На основі цього визначають резерви часу – різниці між пізніми і ранніми термінами звершення події:

$$R_i = T_i^{PC} - T_i^{PC}. \quad (11)$$

**Приклад.** Для події 2, а отже, і для роботи 2-5 резерв часу складатиме  $R_2 = T_2^{PC} - T_2^{PC} = 9 - 6 = 3$  год.

Повний резерв часу роботи  $R_{ij}$  – час, на який можна збільшити тривалість роботи або перенести термін її початку, не змінюючи тривалості критичного шляху.

У таблиці А.1 задані номери робіт, початкова і кінцева подія кожної роботи, тривалість робіт і кількість працівників на кожній роботі (щільність робіт). За цими даними розраховуються основні параметри сітьового графіка.

Сітьовий графік наноситься на тимчасову сітку в масштабному зображенні, при якому 1 мм дорівнює 3 хв (20 мм – 1 год).

На сітьовому графіку необхідно проставити номери всіх робіт, вказаних у таблиці А.1, у послідовності від вихідної до завершальної події, незалежно від паралельних шляхів ведення ремонтних робіт.



При формуванні послідовності виконання робіт слід дотримуватися правила, яке встановлює, що в основному всі роботи повинні починатися або закінчуватися на початку або в кінці зміни. Це необхідно для того, щоб якомога менше було перехідних робіт від однієї зміни до іншої. Вертикалі тимчасової сітки проходять через початок і закінчення змін, для наочності їх доцільно показати більш чіткими лініями.

На шляху, що відповідає варіанту курсової роботи, необхідно зробити написи над усіма роботами, що відображають їх зміст, на інших шляхах досить вказати тривалість виконання робіт і кількість працівників, зайнятих на кожній роботі.

Критичний шлях на сітьовому графіку рекомендується показати подвійною або суцільною лінією збільшеної ширини.

На сітьовому графіку необхідно показати передачу в ремонт і з ремонту перехідних вузлів та агрегатів.

Розрахунок параметрів сітьового графіка зводиться до визначення критичного шляху  $T_{кр}$  аналітичним способом, найбільш ранніх з можливих і найбільш пізніх з допустимих термінів початку та закінчення робіт  $t_{ij}^{PH}$  і  $t_{ij}^{PO}$ ;  $t_{ij}^{PH}$  та  $t_{ij}^{PO}$ , а також повних резервів часу  $R_{ij}$ .

Порядок розрахунку:

- а) визначаються ранні терміни початку та закінчення робіт;
- б) встановлюється критичний шлях.

Пізні терміни початку та закінчення робіт визначаються зворотним порядком, від завершальної до вихідної події, тобто справа наліво;

- в) визначаються пізні терміни початку і закінчення робіт;
- г) розраховується повний резерв часу.

При побудові сітьового графіка необхідно використовувати середні величини часу, отримані в результаті обробки хронометричного ряду (таблиця 6) та експертних оцінок (таблиця 8), а також керуватися такими додатковими умовами:

- а) при варіанті 4 - роботу 5-34 перенести слідом за роботою 77-85;
- б) при варіанті 5 – роботу ][-74 перенести слідом за роботою 67-90;
- в) при варіанті 9 - роботи 5-13, 13-37, ][-59, 59-65, а також роботу ][-74 перенести слідом за роботою 5-34;

г) при варіанті 0 – з технічних причин фарбувальні роботи по кузову та кабіні машиніста перенести на третю зміну. Роботи з нанесення флуоресціюючих смуг, маркувань і написів об'єднуються в одну. Їх дозволяється провести в першу зміну останньої доби знаходження електровоза в ремонті. Норма часу приймається на підставі обробки хронометражного ряду. Кількість працівників на цій роботі збільшується до чотирьох.

При зміні послідовності виконання робіт їх слід заново перенумерувати так, щоб номер подальшої події завжди був більше номера попередньої.

Результати розрахунку сітьового графіка внесіть у таблицю 10.

### **3.4 Розрахунок необхідного обладнання та розміру площ виробничої ділянки електромашинного цеху для ремонту тягових двигунів**

До реконструкції в електромашинному цеху виконувався ремонт тягових двигунів тільки типу НБ-418К, а після реконструкції – двох типів (таблиця 11).

Кількість обладнання  $C_i$  або кількість робочих місць на  $i$ -й операції ремонту тягових двигунів визначається за формулою

$$C_i = \frac{\sum_{k=1}^2 t_{i(k)} N_k}{60FK_i K_{np}}, \quad (12)$$

де  $i$  – номер операції, 1, 2, ..., 30 (таблиці Б.1, В.1, Г.1);

$k$  – тип двигуна 1, 2 (таблиця 11);

$N_k$  – річна програма ремонту тягового двигуна  $k$ -го типу, од.  
(приймається за даними таблиці 11);

$t_{i(k)}$  – норма часу на виконання  $i$ -ї операції з ремонту двигуна  $k$ -го типу (приймається за даними таблиць Б.1, В.1);

2 – кількість типів двигунів, прийнятих у курсовій роботі - два: НБ-418К6 і НБ-406Б;

$K_i$  – коефіцієнт використання обладнання за часом, приймається: до реконструкції – 0,75; після реконструкції - 0,85;

$K_n$  – коефіцієнт, що враховує перевиконання норм часу, приймається: 1,05 – до реконструкції та 1,1 – після реконструкції цеху;

$P$  – кількість об'єктів, що одночасно обробляються на одиниці обладнання: 8 од. остовів на 9-й операції; 8 од. якорів на 14-й; на інших операціях  $P = 1$ ;

60 – коефіцієнт, що переводить хвилини в години;

$F$  – номінальний річний фонд часу роботи устаткування в годинах,

$$F = [365 - (D_B + D_{II})] \sigma \cdot 8,0, \quad (13)$$

де 365 – кількість днів у році;

$D_B$  – кількість вихідних днів у році;

$D_{II}$  – кількість святкових днів у році;

$\sigma$  – кількість робочих змін – дві;

8,0 – середня тривалість робочого дня з урахуванням скорочення його для працівників на шкідливих роботах.

Кількість обладнання або робочих місць, розраховану за формулою (4), округляють до цілого числа та приймають далі в розрахунках.

При укрупненому проектуванні розмір виробничих площ виробничої ділянки електромашинного цеху на кожній операції визначається за питомою площею, що припадає на одиницю обладнання або на одне робоче місце, помноженою на кількість робочих місць. Загальний розмір виробничої площі  $\Pi$  визначається за такою формулою:

$$\Pi = \sum_{i=1}^m n_i C_i, \quad (14)$$

де  $n_i$  – питома площа, яка припадає на одиницю обладнання або одне робоче місце на  $i$ -й операції (таблиця Г.1);

$C_i$  – кількість обладнання або робочих місць на  $i$ -й операції;

$m$  – кількість операцій.

Результати розрахунків кількості обладнання, потрібної площі виробничої ділянки електромашинного цеху для ремонту

тягових двигунів і встановленої потужності обладнання зводяться в таблицю 12.

При реконструкції для визначення вартості нового обладнання необхідно додатково враховувати понад оптову вартість транспортно-заготівельні витрати та націнки органів постачання в розмірі 6-10 %; витрати на зведення фундаменту під обладнання – 2-8 %; на монтаж та освоєння обладнання – 4-6 %. Кошторисна вартість устаткування до реконструкції виробничої ділянки приймається рівною оптовій вартості.

Таблиця 12 – Результати розрахунків параметрів цеха

Обладнання та транспортні засоби	До реконструкції				Після реконструкції				
	Обладнання		Площа		Встановлена потужність, кВт	Обладнання		Площа	
	к-ть, од.	оптова ціна, тис. грн	м <sup>2</sup>	вартість, тис. грн		к-ть, од.	оптова ціна, тис. грн	м <sup>2</sup>	вартість, тис. грн

На ремонтних операціях рекомендується використовувати обладнання у відповідності з даними таблиці Г.1. Операції з сушіння ізоляції рекомендується виконувати в три зміни.

### 3.5 Проектування потокової лінії. Розрахунок основних параметрів потокової лінії з ремонту тягових двигунів

Застосування потокового методу при ремонті електрорухомого складу, у тому числі тягових двигунів, із забезпеченням виконання всіх необхідних операцій на одній лінії ускладнюється тим, що однойменні агрегати, вузли і деталі навіть однієї серії електровозів зношуються в процесі експлуатації неоднаково. У результаті цього мають місце різні труднощі ремонту, витрат матеріалів і запасних частин, а в деяких випадках технології виконання робіт.

При плануванні виробничої ділянки з ремонту якорів тягових двигунів мінімальна відстань між верстатами по ширині головного проходу у випадку застосування електричних і моторних візків приймається – 2 м, найменша відстань від елементів будівлі цеху до верстатів приймається – 0,8 м, а відстань між верстатами вздовж лінії розташування – 1 м.

На практиці поширення отримали як однопредметні, так і багатопредметні потокові лінії з вільним ритмом, оскільки лінії з ритмом, який регламентується, вимагають високого ступеня синхронізації операцій.

У курсовій роботі рекомендується, використовуючи досвід передових депо, при реконструкції виробничої ділянки електромашинного цеху проектувати роздільні перервні зі змінним тактом потокові лінії для ремонту вузлів тягових двигунів. При цьому для переміщення остовів, якорів та інших вузлів тягових двигунів поряд з різними типами конвеєрних пристроїв можливе застосування підйомно-транспортних візків. Конструкція зазначених транспортних пристроїв вибирається студентом самостійно.

Після реконструкції необхідно передбачити спеціальні стени з кантувачами та консольними кранами для розбирання та збирання тягових двигунів, а з метою скорочення транспортних операцій – установа в цеху мийної машини із замкнутою системою водопостачання і циклонами для очищення води від технологічних домішок.

При плануванні виробничої ділянки електромашинного цеху з ремонту тягових двигунів необхідно передбачити проходи між верстатами та між верстатами і стінами (колонами прогонів), які вибираються відповідно до типових норм на технологічне проектування [13].

Операції сушіння та фарбування остовів і якорів слід передбачити в сушильно-просочувальному відділенні, розташованому в окремому ізольованому приміщенні. Ремонт допоміжних машин електровоза проводиться на спеціалізованих позиціях і поточкових лініях електромашинного цеху, розрахунок і планування яких у цій роботі не розглядається.

Планування потокової лінії перш за все пов'язане з вибором типу транспортного пристрою, кількості, габаритних розмірів

застосовуваного при ремонті устаткування і розташування його вздовж лінії.

На рисунку 3 показаний один з варіантів планування спеціалізованих позицій потокових ліній з ремонту вузлів тягових двигунів з однобічним розташуванням обладнання. Кінцеве планування розташування обладнання вздовж потокової лінії з ремонту якорів тягових двигунів з урахуванням обґрунтування розташування інших ділянок і відділень, пов'язаних з технологічним процесом ремонту тягового двигуна, у цілому вирішується студентом самостійно.

Основними параметрами перервної змінно-потокової лінії є довжина та ширина її робочої частини. Довжина робочої частини визначається плануванням обладнання вздовж потокової лінії, а ширина – розмірами транспортуючого пристрою, який прийнятий для пересування елемента, що ремонтується.

Випускання з ремонту тягових двигунів НБ-418К6 та НБ-406Б з потокової лінії виконується через визначені проміжки часу, який називається тактом.

У курсовій роботі виконується розрахунок основних параметрів потокової лінії з ремонту якорів. При цьому програма випуску якорів дорівнює програмі ремонту тягових двигунів.

Середній розрахунковий такт випуску (запуску) одного якоря визначається шляхом ділення ефективного фонду часу за відповідний плановий період  $F_{ef}$  на кількість якорів, що підлягають ремонту за той самий період  $N_{я}$ ,  $\frac{x\epsilon}{o\delta}$ , тобто

$$r = \frac{F_{ef}}{N_{я}}. \quad (15)$$

Якщо  $F_{ef}$  – річний ефективний фонд часу роботи змінно-потокової лінії, хв, то його можна визначити так:

$$F_{ef} = (\tau_{cm} - \tau_m) \sigma \cdot D_p, \quad (16)$$

де  $\tau_{cm}$  – тривалість робочої зміни, хв;

$\tau_m$  – тривалість регламентованих перерв (приймається рівною 0,5);



$\sigma$  – кількість робочих змін;  
 $D_p$  – кількість робочих днів на рік.

Кількість робочих днів на місяць приймається рівною 22, а місячний план ремонту кожного типу двигуна – 1/12 річного з дозволеним відхиленням  $\pm 2\%$ . Ремонт кожного типу двигуна виконується не менш ніж двома партіями в місяць. Переналагодження потокової лінії на тип тягового двигуна передбачається на третю зміну.

На потоковій лінії проводиться ремонт якорів тягових двигунів НБ-418К6 та НБ-406Б з різними витратами трудомісткості.

Тому доцільно вести ремонт з різними для кожного типу якоря тактами з переналагодженням потокової лінії. Переналагодження потокової лінії, як правило, проводиться в нічний час.

Для розрахунку тактів такої потокової лінії програму ремонту за видами і типами агрегатів і вузлів приводять до так званого умовного об'єкта. При цьому слід взяти за базу  $A_B$  трудомісткість ремонту якоря з меншою величиною. Якщо відома трудомісткість ремонту якоря кожного  $k$ -го типу –  $A_k$ , то програми по всіх закріплених за лінією якорях  $\sum N_{я}(k)$  через коефіцієнти приведення по трудомісткості  $K_{np}(k) = \frac{A_k}{A_B}$  можна привести до базової (умовної) одиниці, тобто  $N_{я}^{np}(k) = N_{я}(k)K_{np}(k)$ . Після цього розрахувати загальний такт і робочі такти лінії  $r(k)$  ремонту якорів.

Загальний такт для випадку якорів двох типів двигунів визначається з виразу

$$r_{заг} = \frac{F_{ef}}{N_{я}(1)K_{np}(1) + N_{я}(2)K_{np}(2)}, \quad (17)$$

де  $N_{я}(1)$  – річна програма ремонту якорів тягових двигунів 1-го типу – НБ-406Б;

$N_{я}(2)$  – річна програма ремонту якорів тягових двигунів 2-го типу – НБ-418К6;

$K_{np}(1)$  та  $K_{np}(2)$  – коефіцієнти приведення якорів за трудомісткістю.

Коефіцієнти приведення визначаються з виразів

$$K_{np}(1) = \frac{A_1}{A_B} = 1 \text{ та } K_{np}(2) = \frac{A_2}{A_B}, \quad (18)$$

де  $A_2$  – трудомісткість ремонту якоря (НБ-418К6), що приводиться до трудомісткості об'єкта, прийнятого за базу;

$A_1 = A_B$  – трудомісткість ремонту якоря, прийнятого умовно за базову одиницю (НБ-406Б).

Такт випуску (запуску) якоря визначається як

$$r(k) = r_{заг} \cdot K_{np}(k). \quad (19)$$

Перш ніж визначати довжину потокової лінії, потрібно вибрати ширину прогону в цеху (таблиця 13) з урахуванням можливості одностороннього (однорядного) або двостороннього (дворядного) розташування обладнання.

Таблиця 13 – Нормативи вартості виробничих будівель

Ширина прогону, м	Висота, м	Вартість, грн/м <sup>3</sup>
12	9,25	12,5
18	9,65	10
24	10,8	8,5

При односторонньому розташуванні робочих місць і неоднакових відстанях між ними (через різні габаритні розміри обладнання) довжина робочої частини потокової лінії визначається за формулою

$$L_{пл} = \sum_{i=1}^m l_i c_i, \quad (20)$$

де  $l_i$  – відстань між центрами суміжних робочих місць (уздовж потокової лінії) на  $i$ -й операції, м;

$c_i$  – кількість робочих місць на  $i$ -й операції;

$m$  – кількість операцій ремонту якоря.

Для зменшення робочої довжини потокової лінії та кращого використання виробничих площ цеху застосовують двостороннє

розташування робочих місць, при якому довжина робочої частини потокової лінії дорівнюватиме

$$L_{nn} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m l_i c_i . \quad (21)$$

Кроком потокової лінії називають відстань між центрами двох суміжних робочих позицій. Він залежить від розмірів об'єктів, що ремонтуються, і використовуваного обладнання.

Середній крок потокової лінії визначається як

$$l_0 = \frac{L_{nn}}{\sum_{i=1}^m c_i} . \quad (22)$$

Тривалість технологічного циклу являє собою найбільший сумарний час виконання технологічної послідовності групи робіт, пов'язаних з ремонтом одного об'єкта, з урахуванням паралельного ведення всіх робіт. Тривалість цієї послідовності характеризує тривалість виконання процесу з ремонту об'єкта в цілому і визначає найбільш ранній термін завершення всіх ремонтних робіт. Поняття тривалості технологічного циклу має важливе значення при визначенні фронту робіт, а також технологічного запасу вузлів і матеріалів, потрібних для виконання ремонту.

Тривалість технологічних циклів ремонту тягових двигунів НБ-418К6 і НБ-406Б розраховується на підставі схеми виробничого процесу (рисунок 4) і даних таблиць Б.1 і В.1 з урахуванням паралельного виконання багатьох операцій.

Фронтом роботи потокової лінії прийнято називати кількість об'єктів, розташованих на потоковій лінії, що одночасно ремонтуються.

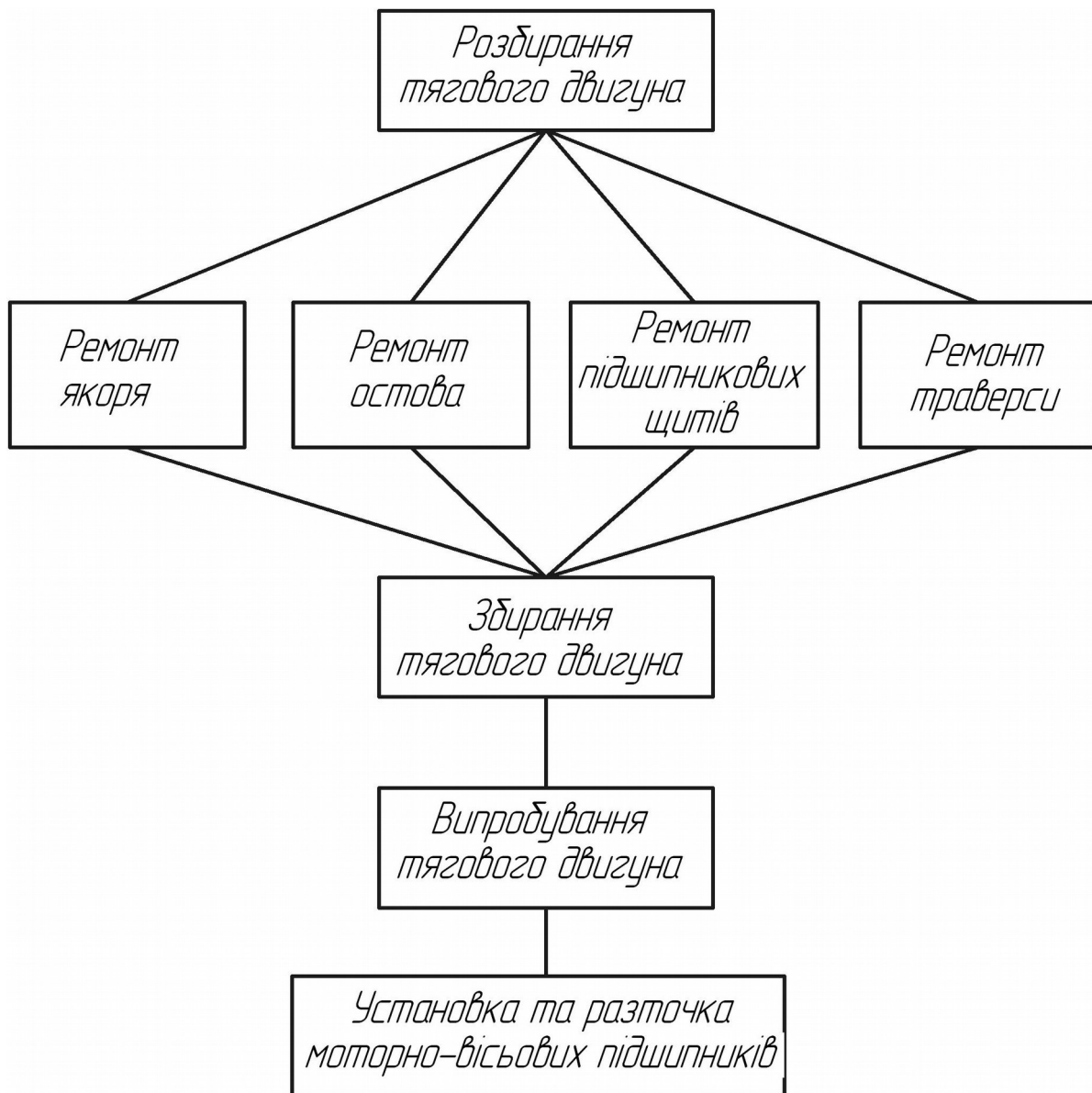


Рисунок 4 – Схема виробничого процесу

Якщо прийняти позначення  $N_g(k)$  – план ремонту відповідного типу тягового двигуна в одиницях,  $T_{TC}$  – час технологічного циклу (як норма часу ремонту) у годинах і  $F_{ef}$  – фонд робочого часу за той самий період часу в годинах, то фронт роботи  $\Phi_{пл}$  визначається з виразу

$$\Phi_{пл} = \frac{N_g(k)T_{TC}(k)}{F_{ef}} \cdot \quad (23)$$

Одним з найважливіших параметрів потокового виробництва є продуктивність потокової лінії. Під нею розуміють

здатність потокової лінії видавати певну кількість відремонтованих об'єктів в одиницю часу (хвилину, годину, місяць, рік). Вона визначається через такт потокової лінії. Так, наприклад, годинна продуктивність потокової лінії визначається з виразу

$$\omega = \frac{60g}{r}, \quad (24)$$

де 60 – кількість хвилин в одній годині;

$g$  – величина партії, дорівнює при одиничному запуску 1;

$r$  – такт потокової лінії.

Результати розрахунків параметрів потокової лінії оформлюються у вигляді таблиці 14, планування виробничої дільниці електромашинного цеху виконується на форматі А1 за прикладом, що наведений на рисунку 3.

Таблиця 14 – Основні параметри потокової лінії з ремонту якорів і тягових двигунів

Параметр потокової лінії	Одиниця вимірювання	Значення параметра
1	2	3
Загальний такт лінії з ремонту якорів	хв/од.	
Такт лінії при ремонті якоря тягового двигуна НБ-418К6	хв/од.	
Такт лінії при ремонті якоря тягового двигуна НБ-406Б	хв/од.	
Середній крок потокової лінії з ремонту якорів	м	
Загальна довжина потокової лінії з ремонту якорів	м	

Продовження таблиці 14

1	2	3
Тривалість технологічного циклу ремонту тягового двигуна НБ-418К6	год	
Тривалість технологічного циклу ремонту тягового двигуна НБ-406Б	год	
Фронт ремонту тягового двигуна НБ-418К6	од.	
Фронт ремонту тягового двигуна НБ-406Б	од.	
Продуктивність потокової лінії при	од./год	

ремонті тягового двигуна НБ-418К6		
Продуктивність потокової лінії при ремонті тягового двигуна НБ-406Б	од./год	

### 3.6 Побудова календарного плану-графіка ремонту якорів тягових двигунів НБ-406Б і НБ-418К6

Календарний план-графік відображає чередування в часі ремонту якорів кожного типу (таблиця 15). Періодом для побудови плану-графіка звичайно приймається місяць, згідно із завданням кількість робочих днів приймається рівною 22, що і складе ефективний фонд роботи потокової лінії.

Таблиця 15 – Календарний план-графік ремонту якорів

Тип двигуна	План ремонту якорів од./міс.	Дні місяця																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13	26	27	28	29	30		
НБ-406Б																			
НБ-418К6																			

Ефективний фонд роботи потокової лінії необхідно розподілити пропорційно трудомісткості програмних завдань з ремонту якорів тягових двигунів НБ-406Б та НБ-418К6, використавши для цього такі формули:

$$F_{ef1} = \frac{N_{я}(1)A_1}{\sum_{k=1}^2 N_{я}(k)A_k} \quad (25)$$

та

$$F_{ef2} = F_{ef} - F_{ef1}, \quad (26)$$

де  $F_{ef}$  – загальний річний ефективний фонд часу;

$F_{ef1}$  – річний ефективний фонд часу роботи лінії з ремонту тягових двигунів НБ-406Б;

$F_{ef2}$  – те саме, для тягових двигунів НБ-418К6;

$N_{я}(1)$  – річна програма ремонту двигунів НБ-406Б;

$A_1$  – трудомісткість ремонту якоря двигуна НБ-406Б;

$N_{я}(k)$  – річна програма ремонту двигуна  $k$ -го типу;

$A_k$  – трудомісткість ремонту якоря двигуна  $k$ -го типу;  
2 – кількість типів двигунів.

При побудові календарного плану-графіка ремонту якорів тягових двигунів передбачається організація їх ремонту не менш як двома партіями (таблиця 15). У роботі пропонується самостійно вирішити, з чим пов'язана організація ремонту дуже великими та занадто малими партіями.

### 3.7 Визначення показників плану з праці та кадрів

Потрібна кількість основних працівників (спискова) для ремонту тягового двигуна визначається за формулою

$$W_{ocn} = \left(1 + \frac{b}{100}\right) \sum_1^m \frac{c_i \sigma}{\beta_i}, \quad (27)$$

де  $b$  – додатковий відсоток працівників на заміщення відпускників, хворих та ін. (приймається рівним 10 %);

$m$  – кількість операцій ремонту тягового двигуна;

$\sigma$  – кількість змін;

$c_i$  – кількість робочих місць, прийнятих на  $i$ -й операції;

$\beta_i$  – норма обслуговування робочих місць (кількість виробничого обладнання на одного працівника) на  $i$ -й операції, приймається рівною одиниці.

Контингент працівників (явочний і списковий) для ремонту обладнання, встановленого на виробничій ділянці з ремонту тягових двигунів, розраховується виходячи з загальної трудомісткості ремонтів, оглядів і наступних витрат часу на одну ремонтну одиницю складності в годинах:

а) поточний ремонт  $a_{np} = 0,1$  (виконується щотижня);

б) огляд  $a_o = 0,85$ ;

в) малий ремонт  $a_{mp} = 6,1$ .

Структура і тривалість ремонтного циклу залежать від конструктивних особливостей устаткування та умов його експлуатації. Для кожної групи устаткування встановлена своя структура ремонтного циклу, що визначає порядок чергування ремонтних і профілактичних робіт.

У курсовій роботі з метою скорочення обсягу розрахункових обчислень слід керуватися таким ремонтним циклом для всього обладнання:

К-О-О-М-О-О-М-О-О-С-О-О-М-О-О-М-О-О-К,

де К – капітальний ремонт;

С – середній ремонт;

М – малий ремонт;

О – огляд.

Ступінь конструктивної складності устаткування визначає групу складності ремонту. Чим складніше обладнання, чим більше його розміри, чим вище можлива на цьому верстаті точність обробки, тим вище група (категорія) складності його ремонту. Група ремонтної складності устаткування наведена в таблиці Г.1.

При прийнятій у курсовій роботі структурі ремонтного циклу його тривалість за видами обладнання становить:

а) металорізальні верстати – 4 роки;

б) підйомно-транспортне обладнання – 12 років;

в) інше обладнання – 9 років.

Чисельність допоміжних працівників для виконання ремонтних і профілактичних робіт з ремонту обладнання цеху визначається як

$$W_{\text{дон.р}} = \frac{\sum_1^n A_i^0}{F_p} \left( 1 + \frac{b}{100} \right), \quad (28)$$

де  $A_i^0$  – трудомісткість ремонтів та оглядів  $i$ -ї групи обладнання виробничої дільниці з ремонту тягових двигунів за рік, норм.-год;

$n$  – кількість груп обладнання на дільниці;

$b$  – додатковий відсоток на заміщення відпускників, хворих та ін. (приймається рівним 10 %);

$F_p$  – ефективний (корисний) фонд робочого часу одного працівника за рік, що дорівнює 2016 год в результаті множення середньої кількості днів роботи одного працівника в рік – 252 на середню тривалість робочого дня з урахуванням усіх скорочень – 8 год.



Трудомісткість ремонтів та оглядів визначається як

$$A_i^0 = (a_{np} \cdot m_{mpi} + a_0 \cdot m_{0i} + a_{mp} \cdot m_{mpi}) C_i K_i, \quad (29)$$

де  $a_{np}, a_0, a_{mp}$  – норма часу на одну ремонтну одиницю відповідно на поточний ремонт, огляд і малий ремонт, год;

$m_{np}, m_0, m_{mp}$  – кількість відповідно поточних ремонтів, оглядів і малих ремонтів обладнання і-ї групи за рік;

$C_i$  – кількість прийнятого устаткування і-ї групи;

$K_i$  – коефіцієнт, що дорівнює групі ремонтної складності устаткування (приймається за таблицею Г.1).

Кількість виконуваних протягом року ремонтів та оглядів у циклі для кожної групи обладнання розраховується за формулою

$$m_i = \frac{\rho_i}{t_u}, \quad (30)$$

де  $\rho_i$  – кількість відповідних ремонтів і оглядів у циклі;

$t_u$  – тривалість ремонтного циклу для даної групи обладнання.

Чисельність працівників з обслуговування потокової лінії в третій зміні приймається самостійно з урахуванням тривалості зміни та кількості устаткування.

Контингент інших допоміжних працівників, керівників, фахівців і службовців розраховується за нормативами, встановленими у відсотках до чисельності основних працівників (таблиця 16).

Таблиця 16 – Нормативи для розрахунку чисельності цехового персоналу у відсотках до контингенту основних працівників

Період роботи	Категорія працівників		
	допоміжні працівники	керівники, спеціалісти	службовці
До реконструкції	10	7	1
Після реконструкції	6	5	1

Річний фонд заробітної плати визначається на розрахунковий явочний контингент основних і допоміжних працівників виходячи з розряду робіт, годинної тарифної ставки,

коефіцієнта премій і доплат, районного коефіцієнта. Вихідні дані, необхідні для розрахунку фонду заробітної плати, наведено в таблицях 17 та 18.

Таблиця 17 – Годинні тарифні ставки працівників, грн

Категорія робіт	Розряд				
	другий	третій	четвертий	п'ятий	шостий
1	2	3	4	5	6
На роботах з ремонту основного технологічного обладнання локомотивів:					
для відрядників	6,5	7,2	8,1	9,2	10,7
для погодинників	6,1	6,7	7,5	8,6	10
На роботах з ремонту і налагодження іншого технологічного обладнання					
для відрядників	6,3	6,9	7,8	8,9	10,4
для погодинників	5,9	6,5	7,3	8,3	9,7

Таблиця 18 – Розряди робіт і форми оплати праці основних працівників

Вид роботи	Розряд роботи	Форма оплати праці
1	2	3
Обмивання та продування	2	Погодинна
Дефектування	4	Погодинна
Розбирання та збирання	5	Відрядна
Ремонтні (слюсарні) роботи	4; 5	Погодинна
Зварювальні роботи	5	Відрядна
Сушіння та фарбування ізоляції	3; 5	Погодинна
Верстатно-токарні роботи	5	Відрядна
Балансування якоря	6	Відрядна
Контрольно-випробувальні роботи	5	Погодинна

Тарифні розряди допоміжних працівників приймаються такими:

- зайнятих обслуговуванням ліній у третю зміну - 4,0;
- зайнятих ремонтом обладнання - 5,0;

- зайнятих на інших роботах - 3,0.

Премії та доплати з фонду заробітної плати для основних працівників приймають у розмірі 15 – 25 % тарифного заробітку, відрядний приробіток працівників-відрядників – виходячи з коефіцієнта виконання норм, районний коефіцієнт – 1,15, розмір винагороди за вислугу років – залежно від прийнятого стажу безперервної роботи в депо, враховується 20-відсоткова надбавка.

Для допоміжних працівників розподіл розмірів премій, доплат і винагород приймається студентами самостійно.

Річний (місячний) фонд основної заробітної плати одного працівника визначається з формули

$$Z_0 = \alpha_{zi} \cdot 173,1 \cdot 12, \quad (31)$$

де  $\alpha_{zi}$  – годинна тарифна ставка працівника і-го розряду, грн;

173,1 – фонд робочого часу одного працівника на місяць;

12 – кількість місяців у році (для річного фонду).

На роботах із шкідливими умовами праці вводиться доплата в розмірі 12 % тарифної ставки (окладу). До робіт із шкідливими умовами праці належать операції з сушіння та фарбування ізоляції якорів та остовів тягових двигунів у сушильно-просочувальному відділенні (таблиці Б.1 та В.1).

Середньомісячна заробітна плата керівників і фахівців без урахування районного коефіцієнта приймається рівною 2100 грн, службовців – 1750 грн.

Результати розрахунку фонду основної заробітної плати оформлюються у вигляді таблиці 19 (до і після реконструкції).

Додаткова заробітна плата основних виробничих працівників визначається множенням фонду заробітної плати кожної категорії працівників на відсоток заміщення відпусток, хворих і виконання громадських і державних обов'язків. Цей відсоток приймається до та після реконструкції для основних працівників – 8,5 %, для допоміжних – 6 % фонду заробітної плати явочного контингенту.

Результати розрахунків заносяться до таблиці 20.

Продуктивність праці працівників електромашинного цеху при ремонті декількох типів тягових двигунів в умовно-натуральному вираженні встановлюють у приведених одиницях.

Для цього трудомісткість одного з типів двигуна приймають за базову та визначають програму в приведених одиницях (дивись п. 3.5).

Отриману таким чином програму ремонту ділять на загальний контингент працівників, помножений на 12 місяців.

Таблиця 20 – Зведені показники плану з праці

Категорія працівників	До реконструкції			Після реконструкції		
	Контингент (списковий), люд	Річний фонд основної заробітної плати, тис. грн	Річний фонд додаткової заробітної плати, тис. грн.	Контингент (списковий), люд	Річний фонд основної заробітної плати, тис. грн	Річний фонд додаткової заробітної плати, тис. грн
Основні працівники						
Ремонтні працівники						
Працівники з обслуговування потокової лінії						
Решта допоміжних працівники						

Разом допоміжних працівників						
Керівники і спеціалісти						
Службовці						
Разом						
Всього по цеху ремонту тягових двигунів						

### **3.8 Складання плану експлуатаційних витрат і визначення собівартості ремонту тягових двигунів**

Визначення експлуатаційних витрат проводиться за основних видів робіт і за елементами витрат: заробітна плата, матеріали, паливо та електроенергія, амортизація, інші витрати. Вони залежать від обсягу роботи, розмірів виробничих і службових приміщень, кошторисної вартості будівель, устаткування та інших видів основних засобів виробничої ділянки з ремонту тягових двигунів.

Розрахунок кошторисної вартості устаткування з урахуванням додаткових витрат понад оптову ціну, а також встановленої потужності обладнання виконується на основі таблиці 12.

Нормативи для розрахунку кошторисної вартості виробничих будівель подано в таблиці 13.

Кошторисна вартість культурно-побутових приміщень приймається за питомим нормативом потреби у розмірі 2 м<sup>2</sup> на одного виробничого працівника за ціною – 200 грн/м<sup>2</sup> при висоті 5 м; службових – виходячи з норми 6 м<sup>2</sup> на одного фахівця та службовця при ціні за 1 м – 150 грн і висоті 3 м; господарських і складських приміщень – 3 м<sup>2</sup> на одного допоміжного працівника при висоті 5 м та ціні 80 грн/м<sup>2</sup>.

Результати розрахунку кошторисної вартості устаткування, загальної вартості приміщень і сумарної встановленої потужності обладнання заносяться до таблиці 21.

У частці основних виробничих фондів локомотивного депо за винятком рухомого складу, що становить 85 %, решта 15 % – це будівлі та споруди, устаткування, передавальні і транспортні засоби та інші групи (комплекс пристроїв для екіпірування та

технічного обслуговування локомотивів, пункти, будинки та дома відпочинку локомотивних бригад та ін.). У цих 15 % структуру складових фондів подано в таблиці 22, відповідно до якої їх необхідно розрахувати за даними раніше виконаних розрахунків (таблиця 12), а передавальних і транспортних засобів, інших груп – за їхньою питомою вагою в загальному підсумку.

Необхідно скласти кошторис річних витрат ділянки з утримання та експлуатації обладнання. При цьому трудомісткість ремонтів обладнання ділянки, списковий контингент ремонтних працівників, річний фонд їхньої основної та додаткової заробітної плати слід приймати згідно з планом з праці та кадрів (таблиця 14). Відрахування на соціальне страхування приймають 10 % фонду заробітної плати основної та додаткової. Річні витрати матеріалів на експлуатацію обладнання – у розмірі 5 % повної кошторисної вартості устаткування з урахуванням монтажних і будівельних робіт; на поточний ремонт обладнання - у розмірі 60 % фонду заробітної плати ремонтних працівників.

Таблиця 21 – Кошторисна вартість устаткування в приміщенні

Показник	вимірювання Одиниця	реконструкції До	реконструкції Після
Кошторисна вартість устаткування	тис. грн		
Довжина ділянки	м		
Висота прогону	м		
Кількість прогонів	од.		
Виробнича площа ділянки	м <sup>2</sup>		
Площа службових приміщень	м <sup>2</sup>		
Площа господарських приміщень	м <sup>2</sup>		
Площа культурно-побутових приміщень	м <sup>2</sup>		

Обсяг виробничої частини ділянки	м <sup>3</sup>		
Загальний обсяг цеху	м <sup>3</sup>		
Загальна вартість приміщень:	тис. грн		
виробничих	тис. грн		
службових	тис. грн		
у тому числі:			
господарських	тис. грн		
культурно-побутових	тис. грн		
Встановлена потужність обладнання і транспортних засобів	кВт		

Таблиця 22 – Структура основних фондів ділянки

Група основних фондів	До реконструкції		Після реконструкції	
	%	тис. грн	%	тис. грн
Будинки та споруди	83		90	
Обладнання				
Передавальні і транспортні засоби	13		7	
Інші групи	4		3	
Разом	100		100	

Витрати на електроенергію для силового устаткування визначаються за формулою

$$\mathcal{E}_{el} = C_{el} K_p \eta_e K_e \sum_{i=1}^m C_i P_i F_{ef} 10^{-2}, \quad (32)$$

де  $C_{el}$  – тариф на електроенергію, 45 к/кВт • год;

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі (1,04 - 1,08);

$\eta_e$  – ККД електродвигунів (металорізальні верстати – 0,65, крани – 0,45, електрозварювальні апарати – 0,7);

$K_e$  – коефіцієнт використання устаткування за часом, 0,75 до реконструкції і 0,85 після реконструкції;

$C_i$  – кількість прийнятого устаткування 1-ї групи;

$P_i$  – встановлена потужність обладнання 1-ї групи, кВт;

$F_{ef}$  – річний ефективний фонд часу роботи обладнання, год;

$m$  – кількість груп обладнання;

$10^{-2}$  – коефіцієнт, що переводить копійки в гривні.



Амортизаційні відрахування з вартості обладнання приймаються у розмірі 12 % витрат на відшкодування зношування інструментів, оснащення – 2 % витрат з утримання та експлуатації обладнання.

Отримані в результаті розрахунків витрати, пов'язані з утриманням та експлуатацією обладнання, заносяться до таблиці 23.

На наступному етапі визначаються витрати і складається кошторис загальних витрат ділянки. До основних витрат, загальних для підприємств усіх галузей господарства, відносять додаткову заробітну плату та відрахування на соціальне страхування виробничого персоналу, витрати на обслуговування, поточний ремонт та амортизацію будівель і споруд, зносу малоцінних і швидкозношуваних предметів виробничого призначення, витрати, пов'язані з роботою та утриманням обладнання. До загальногосподарських витрат відносять основну та додаткову заробітну плату оперативно-виробничого персоналу, що не належить до апарату управління, витрати з утримання будинків, споруд та інвентарю загальногосподарського призначення, основну та додаткову заробітну плату апарату управління та ін.

Таблиця 23 – Кошторис річних витрат ділянки з утримання та експлуатації обладнання

Показник	Одиниця вимірювання	Величина показника	
		До реконструкції	Після реконструкції
1 Загальна трудомісткість ремонтів обладнання	норм. год		
2 Спискова кількість ремонтних працівників	люди		
3 Річний фонд заробітної плати ремонтних працівників	тис. грн		
4 Відрахування на соціальне страхування	тис. грн		
5 Річні витрати матеріальних ресурсів	тис. грн		

на експлуатацію обладнання			
6 Те саме на ремонт обладнання	тис. грн		
7 Витрати на відшкодування зносу інструментів та обладнання	тис. грн		
8 Річні витрати на електроенергію для силового обладнання	тис. грн		
9 Амортизаційні відрахування	тис. грн		
Загальні витрати (п. 3+4+5+6+7+8+9)	тис. грн		

Основні витрати, загальні для всіх галузей господарства, і загальногосподарські витрати розподіляють між вимірниками роботи пропорційно заробітній платі виробничого персоналу, віднесеної на кожен вимірник.

Діленням загальної суми витрат, віднесених на кожен вимірник, на кількість вимірювачів або програму ремонтів визначають планову собівартість.

Для розрахунку загальногалузевих і загальногосподарських витрат використовуються такі дані та нормативи:

- по основній і додатковій заробітній платі допоміжних працівників (без ремонтних), керівників і фахівців, службовців, які приймаються на підставі плану з праці (таблиця 14) з урахуванням відрахування на соціальне страхування в розмірі 25 %;

- по амортизаційних відрахуваннях з вартості основних фондів (виключаючи вартість обладнання) – як сума амортизаційних відрахувань з вартості будівель у розмірі 20 % та амортизаційних відрахувань з вартості передавальних, транспортних – 25 % та інших коштів у розмірі 20 % (таблиця 13);

- з опалення приміщень – 20 грн/м<sup>3</sup> на рік;

- з освітлення – 30 грн/м<sup>2</sup> на рік;

- з вентиляції приміщень – 10 грн/м<sup>3</sup> на рік;

- з прибирання приміщень – 10 грн/м<sup>2</sup> на рік;

- по інших видатках – 400 грн на одного виробничого працівника на рік;

- з поточного ремонту будівель і споруд – 20 % їхньої кошторисної вартості.

За результатами розрахунків складається таблиця 24.

Таблиця 24 – Кошторис загальногалузових і загальногосподарських витрат ділянки

Стаття витрат	Витрати, тис. грн	
	до реконструкції	після реконструкції
1 Основна та додаткова заробітна плата: - працівників з обслуговування потокової лінії; - решти допоміжних працівників; - керівників, фахівців і службовців		
2 Відрахування на соціальне страхування		
3 Амортизаційні відрахування		
4 Обслуговування будівель і споруд: - опалення; - освітлення; - вентиляція; - прибирання		
5 Поточний ремонт будівель і споруд		
6 Інші загальногосподарські витрати		
Всього витрат		

Для визначення собівартості ремонту тягових двигунів складається калькуляція. Розрахунок собівартості ґрунтується на нормативах питомих витрат окремих видів ресурсів на один тяговий електродвигун.

При розрахунку використовуються такі дані та нормативи:

- витрати матеріалів і запасних частин на одиницю ремонту з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і зворотних відходів складають для тягового двигуна НБ-406Б – 430 грн і НБ-418К6 - 490 грн;

- заробітна плата основних працівників приймається з таблиці зведених показників плану з праці (таблиця 14) і розподіляється між двигунами пропорційно трудомісткості програми їх ремонту;

- відрахування на соціальне страхування у розмірі 25 %;

- витрати з утримання та експлуатації обладнання, загальногалузові та загальногосподарські витрати ділянки - згідно з раніше виконаними розрахунками (таблиці 21, 23);

- загальногалузеві та загальногосподарські витрати локомотивного депо приймаються у розмірі 30 % основної заробітної плати виробничих працівників.

Калькуляція собівартості поточного ремонту тягового двигуна оформлюється у вигляді таблиці 25.

Таблиця 25 – Калькуляція собівартості ремонту тягового двигуна

Стаття або елемент витрат	Собівартість ремонту, грн		
	до реконструкції	після реконструкції	
	НБ-418К6	НБ-418К6	НБ-406Б
1	2	3	4
Матеріали та запасні частини			
Основна заробітна плата виробничих працівників			
Додаткова заробітна плата виробничих працівників			
Відрахування на соціальне страхування від загальної заробітної плати виробничих працівників			
Витрати з утримання та експлуатації обладнання			
1	2	3	4
Загальногалузеві та загальногосподарські витрати ділянки			
Цехова собівартість			
Загальногалузеві і загальногосподарські витрати на локомотивне депо			
Деповська собівартість			

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Основна

1 Экономика предприятий по ремонту электроподвижного состава и устройств энергоснабжения / Под ред. В.А. Дмитриева. – М.: Транспорт, 1983.

2 Головатый А.Т., Исаев И.П., Борцов П.И. и др. Электроподвижной состав. Эксплуатация, надежность и ремонт: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. А.Т. Головатого и П.И. Ботова. – М.: Транспорт, 1983.

3 Лебедев Ю.А., Овчинников Ф.Е., Ожаровский В.С. Сетевые модели при ремонте локомотивов. – М.: Транспорт, 1981.

4 Электровоз ВЛ80С. Руководство по эксплуатации. – М.: Транспорт, 1982.

5 Красковская С.Н., Ридель Э.Э., Черепашенец Р.Г. Текущий ремонт и техническое обслуживание электровозов постоянного тока. – М.: Транспорт, 1989.

### **Додаткова**

6 Методические указания по планированию эксплуатационной деятельности локомотивного депо. – М.: Транспорт, 1977.

7 Организация и планирование машиностроительного предприятия / Под ред. И.М. Розумова – М.: Машиностроение, 1983.

8 Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйств / Под ред. С. С. Маслаковой. – М.: Транспорт, 1983.

9 Правила текущего ремонта и технического обслуживания электровозов переменного тока. ЦТ 3164. – М.: Транспорт, 1972.

10 Правила ремонта тяговых и вспомогательных электрических машин электроподвижного состава. ЦТ 2931. – М.: Транспорт, 1972.

11 Сборник типовых технически обоснованных норм времени на слесарные работы при текущем ремонте электровозов ВЛ80К. – М.: Транспорт, 1976.

12 Методические указания по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1980.

13 Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 1974.



























































