

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту
з дисципліни
«ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЛОКОМОТИВІВ
І ЛОКОМОТИВНЕ ГОСПОДАРСТВО»

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 16 квітня 2018 р., протокол № 16.

Методичні вказівки призначені для виконання курсового проекту студентами всіх форм навчання другого освітньо-кваліфікаційного рівня – магістр спеціальності 273 «Залізничний транспорт», спеціалізації «Локомотиви та локомотивне господарство», які вивчають дисципліну «Експлуатація локомотивів і локомотивне господарство».

Укладачі:

професори О. Б. Бабанін,
Д. С. Жалкін,
С. Г. Жалкін,
О. В. Устенко

Рецензент

проф. А. П. Фалендиш

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
з дисципліни
*«ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЛОКОМОТИВІВ
І ЛОКОМОТИВНЕ ГОСПОДАРСТВО»*

Відповідальний за випуск Максимов М. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 21.08.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 4,25. Тираж 30. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

Загальні вказівки і вимоги до виконання курсового проекту....	5
Завдання на курсовий проект	6
Методика виконання курсового проекту	10
1 Організація експлуатації локомотивів	10
1.1 Обґрунтування розміщення пунктів технічного обслуговування ТО-2, екіпірування та заміни локомотивних бригад	10
1.2 Визначення часу повного оберт локомотивів	13
1.3 Складання розкладу руху поїздів на ділянці обігу локомотивів	16
1.4 Складання розрахункових відомостей роботи локомотивів депо А на ділянках А-Б та А-В	17
1.5 Розроблення графіка обігу локомотивів і визначення необхідного експлуатаційного парку графічним і аналітичним методами	19
1.6 Визначення основних показників використання локомотивів	22
1.7 Розрахунок потреби в локомотивних бригадах	25
1.8 Визначення тривалості відпочинку локомотивних бригад за місцем проживання	27
1.9 Основні показники роботи локомотивних бригад	28
2 Організація технічного обслуговування та ремонту локомотивів	29
2.1 Види технічних обслуговувань і ремонтів, їхня періодичність	29
2.2 Розрахунок програми та фронту ремонту для поїзних локомотивів і маневрових тепловозів	33
2.3 Визначення інвентарного парку та розрахунок відсотка несправних локомотивів (деповського, заводського та загального)	38
2.4 Визначення потрібної кількості стійл і позицій	39
2.5 Складання плану основного депо	42
2.6 Графік постановки локомотивів на технічне обслуговування та ремонти	48
3 Екіпірування локомотивів і тягова територія	49

3.1	Визначення добових витрат і експлуатаційного запасу дизельного палива та ємностей для його зберігання	50
3.2	Визначення потреби мастил	52
3.3	Визначення добових витрат охолоджуючої води	54
3.4	Визначення добових витрат і експлуатаційного запасу піску та місткості складів для його зберігання	56
3.5	Розрахунок енергетичних ресурсів для потреб депо	60
3.6	Графік екіпірування локомотивів, поєднаний з ТО-2. Складання плану ПТОЛ з екіпіруванням	63
3.7	План тягової території основного локомотивного депо .	67
	Список літератури	68
	Додаток А. Приклад оформлення обкладинки курсового проекту	70
	Додаток Б. Шаблони для розрахунків розкладу руху поїздів, відомостей обігу та програми ремонту локомотива.....	71

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ І ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект (КП) призначений для самостійної підготовки студентів і кращого засвоєння основних розділів дисципліни «Експлуатація локомотивів і локомотивне господарство» відповідно до навчальної програми.

Для виконання й успішного захисту курсового проекту необхідно самостійно вивчити відповідні розділи дисципліни, чітко розібратися в теоретичних основах і порядку проведення розрахунків, виконати аналіз отриманих результатів. Перед виконанням проекту необхідно ознайомитися зі списком рекомендованої літератури, який наведено в кінці вказівок.

Курсовий проект складається з пояснювальної записки і додатка (графічної частини). При складанні тексту пояснювальної записки, оформленні креслень, таблиць, рисунків і бібліографічного опису у списку використаних джерел треба керуватися вимогами методичного посібника з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності [1].

Вихідні дані можуть бути винесені на окремий аркуш, що подається перед аркушем «Зміст», він не нумерується і не має рамки.

При виконанні роботи необхідно використовувати технічну систему одиниць. Точність обчислювання обмежується точністю вихідних даних і, як правило, результат повинен бути виражений числом з двома-трьома значущими цифрами.

Перелік необхідних графіків викладено в тексті вказівок. У додатках на окремих креслярських аркушах виконують план основного депо або пункту технічного огляду локомотивів (ПТОЛ) і план тягової території. Після перевірки роботи викладачем студент повинен акуратно виправити всі помилки і зробити необхідні доповнення. Для цього можна використовувати зворотний (чистий) бік аркуша. Знищувати зауваження викладача забороняється. В основному надписі сторінки «Зміст» (висотою 40 мм) робота підписується студентом з позначенням дати [1]. До захисту не допускаються роботи (проекти), виконані не за своїм варіантом (завданням).

Пояснювальна записка до курсового проекту обов'язково повинна містити:

- титульний аркуш (приклад є в додатку А);
- вихідні дані;
- зміст проекту з необхідними розрахунками, графічним матеріалом, висновками та пропозиціями;
- список використаних джерел;
- додатки (ілюстративний матеріал до проекту).

ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Курсовий проект повинен містити такі основні розділи: «Організація експлуатації локомотивів», «Організація ремонту локомотивів» й «Екіпірування локомотивів і тягова територія».

До розділу «Організація ремонту локомотивів» включаються споруди основного депо (розрахунки та креслення плану основного депо) і розрахунки енергетичних ресурсів для потреб депо.

Вихідні дані для виконання курсового проекту вибираються з таблиць 1 і 2 за порядковим номером списку своєї групи. Ці дані обов'язково наводяться на початку пояснювальної записки. Студенти заочної форми навчання вихідні дані вибирають з таблиці 1 за останньою цифрою навчального шифру, а з таблиці 2 за передостанньою цифрою шифру або залікової книжки (узгоджується з викладачем). Студенти, які навчалися за першим освітньо-кваліфікаційним рівнем освіти (бакалавр) спеціальності 273 «Залізничний транспорт» і вивчали дисципліну «Основи експлуатації локомотивів», перший розділ курсового проекту «Експлуатація локомотивів і локомотивне господарство» не виконують. Як вихідні дані для подальших розрахунків (експлуатаційний парк вантажних локомотивів, річний пробіг вантажних локомотивів та ін.) приймаються дані, одержані при виконанні контрольної роботи.

Викладач може внести зміни до складу курсового проекту, наприклад можуть використовуватися дані локомотивного депо, де студент працює, замість складання графіка обігу локомотивів може бути запропоновано складання графіку обігу локомотивної бригади на одному з тягових пліч.

Таблиця 1 – Вихідні дані для виконання курсового проекту

Найменування даних	Варіант (остання цифра шифру або залікової книжки)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Довжина ділянок, км: А-Б А-В	220 460	400 300	420 280	370 260	250 410	380 370	260 420	320 410	270 370	340 360
Ділякова швидкість V_d , км/год: у парному напрямі непарному напрямі	38 33	41 36	42 37	31 37	33 39	39 34	30 34	36 32	38 32	41 35
Серії локомотивів: у вантажному русі на маневрові роботи	2ТЕ116 ВЛ11 ЧМЕЗ	2ТЕ10У ВЛ10 ТЕМ2	2ТЕ10М ВЛ80 ЧМЕЗЕ	2ТЕ10УТ ВЛ11М ТЕМ2М	2М62У ДЕ1 ТЕМ103	2ТЕ10Л 2ЕЛ5 ЧМЕЗТ	М62 ВЛ60 ТГМ23	2ТЕ116У ВЛ82 ТЕМ2У	2М62 ВЛ18 ТЕМ18	2ТЕ116 2ЕС5К ЧМЕЗ
Маса поїзда брутто, т	4200	3900	4100	4100	3500	3600	2800	4500	3400	4000
Кількість маневрових локомотивів	14	18	17	15	14	19	22	16	13	20
Витрати: умовного палива, кг умов. палива /10 ⁴ ткм брутто електроенергії, кВтгод/10 ⁴ ткм брутто	40,2 140,0	39,2 130,0	39,5 136,7	39,0 135,0	35,0 117,0	39,9 120,0	33,2 110,0	39,5 150,0	35,6 130,0	40,0 133,4
Витрати умовного палива на 1 год маневрової роботи, кг/год	20	19	19	19	16	18	14	19	16	18
Максимальні норми витрати піску, м ³ /10 ⁶ ткм брутто: вантажними тепловозами електровозами	0,21 0,24	0,22 0,23	0,23 0,23	0,23 0,23	0,12 0,17	0,22 0,18	0,11 0,19	0,22 0,12	0,11 0,15	0,20 0,20
Сумарна місткість паливних баків, кг вантажних локомотивів маневрових локомотивів	7000x2 5040	6300x2 5440	6300x2 5040	6300x2 5440	3900x2 4200	6300x2 5040	3900 1200	7000x2 5440	3900x2 5440	7000x2 5040
Сумарна місткість піскових бункерів, м ³ , вантаж./маневр. тепловозів, електровозів	1,31/2,0 4,0	1,8/2,0 3,58	1,8/2,0 2,68	1,8/2,0 4,0	1,2/1,1 4,0	1,8/2,0 2,68	0,9/0,25 1,6	1,31/2,0 2,68	1,2/2,0 2,68	1,31/2,0 2,68
Тип профілю колії на ділянках: І – рівнинний; ІІ – горбистий	ІІ	ІІ	І	І	ІІ	ІІ	І	І	ІІ	ІІ

Таблиця 2 – Вихідні дані для складання розкладу руху поїздів на ділянці Б-В

Номер поїзда	Час відправлення зі станції Б	Номер поїзда	Час відправлення зі станції В	Варіант завдання																									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
2102	0-10	2101	0-20	X			X	X	X			X	X	X			X	X	X			X	X	X			X	X	
2104	0-40	2103	0-50	X			X			X						X						X						X	X
2106	1-20	2105	1-30		X		X				X										X								X
2108	1-50	2107	2-10	X				X			X					X				X	X			X	X				X
2110	2-20	2109	2-30		X		X			X						X				X							X		X
2112	3-00	2111	3-10			X			X							X						X							X
2114	4-00	2113	4-10	X			X				X					X				X							X		X
2116	4-20	2115	4-30		X			X			X					X				X						X			X
2118	5-20	2117	5-10			X			X			X								X					X	X			X
2120	6-10	2119	6-00	X			X			X						X				X							X		X
2122	6-30	2121	6-20		X				X			X								X						X			X
2124	7-10	2123	7-00	X				X				X								X				X					X
2126	7-50	2125	7-40			X			X			X								X				X					X
2128	8-10	2127	8-00	X				X			X									X									X
2130	8-40	2129	8-30		X			X			X									X									X
3402	9-10	3401	9-00	X			X			X										X							X		X
3404	9-50	3403	9-40			X			X			X								X				X					X
3406	10-10	3405	10-00		X				X			X								X							X		X
2132	10-50	2131	10-40	X				X			X									X				X					X
2134	11-10	2133	11-00			X			X			X								X				X			X		X
2136	11-30	2135	11-40		X			X			X									X				X					X
2138	11-50	2137	12-00	X					X			X								X							X		X
2140	12-10	2139	12-20		X			X			X									X				X			X		X
2142	12-40	2141	12-50			X			X			X								X				X					X
2144	13-20	2143	13-30	X				X			X									X				X			X		X

Продовження таблиці 2

Номер поїзда	Час відправлення зі станції Б	Номер поїзда	Час відправлення зі станції В	Варіант завдання																									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
2146	13-50	2145	14-00												X												X		
2148	14-20	2147	14-30			X																					X		
2150	14-40	2149	14-50		X							X	X	X									X						
2152	15-10	2151	15-20				X				X														X		X		
2154	15-30	2153	15-40			X						X															X		
2156	16-00	2155	16-10			X	X				X																X		
2358	16-20	2157	16-30					X					X											X			X		
2160	16-50	2159	17-00					X																	X	X	X		
2162	17-30	2161	17-20			X	X					X	X	X													X		
2164	18-00	2163	17-50																										
2166	18-20	2165	18-50											X													X		
2168	18-50	2167	19-20			X	X	X								X											X		
3408	20-20	3407	20-30								X	X	X											X	X		X		
3410	20-40	3409	21-00			X	X	X															X						
3412	21-10	3411	21-30				X								X												X		
2170	21-50	2169	22-10				X															X							
2172	22-20	2171	22-50					X									X										X		
2174	23-10	2173	23-20		X							X	X												X	X	X		
2176	23-40	2175	23-50		X	X	X									X											X		
Кількість пар поїздів, <i>n</i>						16	15	16	16	14	18	14	16	17	14	17	16	17	17	15	14	15	17	16	18	15	15	14	14

МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ

1.1 Обґрунтування розміщення пунктів технічного обслуговування ТО-2, екіпірування та заміни локомотивних бригад

Розташування вказаних облаштувань локомотивного господарства визначає максимально можливі пробіги між пунктами виконання технічного обслуговування ТО-2 та екіпірування (ПТОЛ) і заміни локомотивних бригад. При цьому елементом, який лімітує безекіпірувальний пробіг локомотивів, буде той, який за кілометражем буде мінімальним.

Найбільший пробіг локомотивів між пунктами забезпечення дизельним паливом $L_{д.пал}$, км,

$$L_{д.пал} = \frac{0,9 \cdot E_{д.пал}}{Q_{бр} \cdot e_{д.пал} \cdot K_T} \cdot 10^4, \quad (1.1)$$

де 0,9 – коефіцієнт, який враховує 10-відсотковий запас дизельного палива;

$E_{д.пал}$ – сумарна місткість паливних баків, кг (таблиця 0.1);

$Q_{бр}$ – маса поїзда брутто, т;

$e_{д.пал}$ – норми витрат натурального дизельного палива, кг/10⁴ ткм брутто (таблиця 1);

K_T – поправковий коефіцієнт, який враховує збільшення витрат дизельного палива в зимових умовах залежно від середньої температури найбільш холодного місяця в році (таблиця 1.1).

Перехід від норм витрат умовного палива до натурального здійснюється за формулою

$$e_{д.пал} = \frac{e_{д.пал.ум}}{E}, \quad (1.2)$$

де $e_{д.пал.ум}$ – норми витрат умовного дизельного палива, кг/10⁴ ткм брутто;

$E = 1,43$ – тепловий еквівалент дизельного палива.

Таблиця 1.1 – Поправковий коефіцієнт для розрахунку витрат дизельного палива в умовах зими

Локомотиви	Поправковий коефіцієнт при розрахунковій середній температурі найбільш холодного місяця, °С						
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0
Тепловози та дизель-поїзди	1,115	1,102	1,089	1,076	1,064	1,057	1,038

Найбільший пробіг локомотивів між пунктами забезпечення піском $L_{п}$, км,

$$L_{п} = \frac{0,9 \cdot E_{п}}{Q_{бр} e_{п}} \cdot 10^6, \quad (1.3)$$

де 0,9 – коефіцієнт, який ураховує 10-відсотковий запас піску в піскових бункерах локомотива;

$E_{п}$ – сумарна місткість піскових бункерів, м³ (таблиця 1);

$e_{п}$ – максимальні норми витрат піску, м³/10⁶ ткм брутто (див. таблицю 1) [6, 8].

Відстань між пунктами ТО-2 $L_{ТО-2}$, км,

$$L_{ТО-2} = t_{ТО-2} \cdot V_{д} \cdot K, \quad (1.4)$$

де $t_{ТО-2}$ – тривалість роботи локомотивів між ТО-2 (48...96 год) [2, 3, 7]; для вантажних тепловозів не більше 48 год;

$V_{д}$ – середня дільнична швидкість, км/год;

K – коефіцієнт, який характеризує розміщення ПТОЛ – при розміщенні на обох кінцевих станціях ділянки обігу $K=1$, при розміщенні тільки на одній з них $K = 0,5$ [2, 4, 6].

Найбільша довжина ділянки неперервної роботи локомотивних бригад $L_{бр}$, км,

$$L_{\text{бр}} = (t_H - \Sigma t_{\text{дон}}) \cdot V_{\text{д}}, \quad (1.5)$$

де t_H – встановлена норма максимальної тривалості неперервної роботи бригад, яка відраховується від моменту явки на роботу до здачі локомотива; $t_H \leq 8$ год;

$\Sigma t_{\text{дон.}}$ – допоміжний час роботи бригад; $\Sigma t_{\text{дон.}} = 1,5-2$ год.

Після проведення розрахунків за попередніми формулами студент повинен прийняти рішення щодо найбільш доцільного розташування екіпірувальних улаштувань: тільки в пунктах обігу на кінцевих станціях заданої ділянки обігу або додатково на приймально-відправних коліях станції основного депо. При цьому умовно приймається, що всі маневрові тепловози експлуатуються на станції А, тобто їхнє екіпірування та екіпірування після ремонтів виконується в основному депо А.

Порівнюючи відстань між пунктами ТО-2 $L_{\text{ТО-2}}$ з довжиною ділянки $L_{\text{БВ}}$, приймається рішення про розміщення пунктів ТО-2. Доцільно виконувати ТО-2, поєднуючи його з екіпіруванням паливом, піском, водою, мастильними матеріалами та ін. ТО-2 маневрових тепловозів виконується в основному депо А, тому треба передбачити окремий пункт ПТОЛ з екіпіруванням для маневрових тепловозів.

Також порівнюючи довжини ділянки обслуговування локомотивної бригади $L_{\text{бр}}$ та ділянок $L_{\text{АБ}}$ і $L_{\text{АВ}}$, робиться висновок про необхідність організації пунктів заміни локомотивних бригад на ділянках А-Б та А - В (рисунок 1.1).

Протяжність ділянок, які обслуговуються локомотивними бригадами, вибирається такою, щоб час неперервної роботи бригади (в один бік) не перебільшував (з урахуванням приймання та здачі локомотива) 7–8 год, а безпосередньо на шляху прямування бригада знаходилась, як правило, не більше 6 год.

На основі розрахунків і прийнятого способу обслуговування поїздів локомотивами креслять схему розміщення об'єктів локомотивного господарства на ділянці обігу локомотивів. Приклад такої схеми наведено на рисунку 1.1.

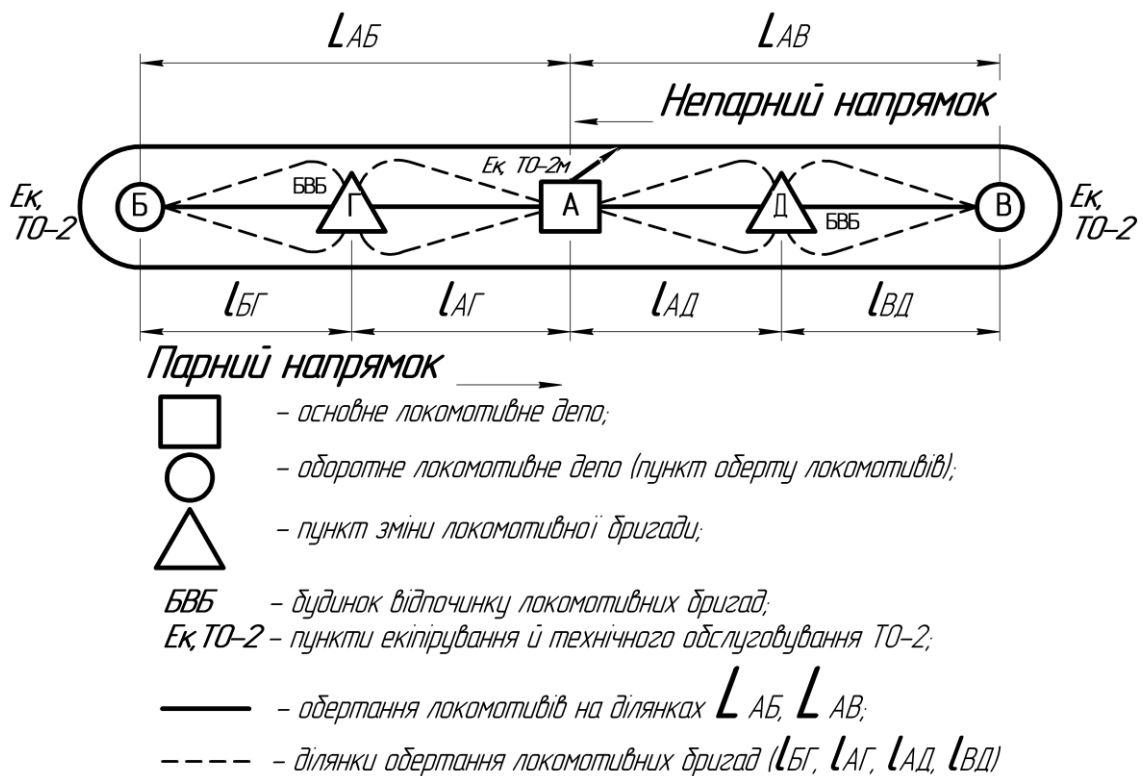


Рисунок 1.1 – Схема розміщення основного та оборотних депо, пунктів екіпірування й заміни локомотивних бригад на ділянці обігу локомотивів

1.2 Визначення часу повного обігу локомотивів

Для кільцевого способу обслуговування поїздів локомотивами повний оберт T_{II}^K визначається часом у годинах, що потрібен для обслуговування локомотивом однієї пари поїздів на ділянці. Відлічується від моменту відправлення поїзда зі станції основного депо до моменту відправлення другого поїзда з цієї ж станції, плюс частка часу, що припадає на один оберт локомотива по станції основного депо, що обумовлено необхідністю заїзду в депо на ТО-3 або ПР з наступним виходом під поїзд. Ця частка дорівнюватиме витратам часу, що відлічується від моменту проходження контрольного поста по виїзді з депо до моменту причеплення до поїзда після проходження локомотивом ТО-3 чи ПР або від моменту відчеплення до моменту проходження контрольного поста по заїзді в депо перед проходженням ТО-3 або ПР, віднесена до кількості обертів («кілець») по станції

основного депо, яку локомотив може здійснювати (від`їздити) між ТО-3, $\Delta t_{зв.оч}$.

Крім того, враховується час, який локомотив простоє в депо після ТО-3 в очікуванні поїзда, під який запланована його видача, – $t_{оч}$. Сумарний час цих елементів обігу позначається як $t_{зв.оч}$.

Обіг локомотива для кільцевого способу обслуговування поїздів локомотивами T_{II}^K , год,

$$T_{II}^K = a'_k + a''_k + \frac{L}{V_{дн}} + \frac{L}{V_{дн}} + b'_k + b''_k + t_{оч}^{об'} + t_{оч}^{об''} + \Delta t_{зв.оч} + t_{зм}, \quad (1.6)$$

де a'_k, a''_k – час перебування локомотива на станції основного депо, необхідний для зміни локомотивних бригад та іноді екіпірування під час руху відповідно в парному або непарному напрямках, год;

$V_{дн}$ – дільнична швидкість парного напрямку, км/год;

$V_{дн}$ – дільнична швидкість непарного напрямку, км/год;

$\frac{L}{V_{дн}}, \frac{L}{V_{дн}}$ – час перебування локомотива на ділянці обігу в

парному та непарному напрямках руху;

L – задана довжина ділянки обігу локомотива, км (таблиця 1);

b'_k, b''_k – час, що відлічується від моменту відчеплення локомотива від поїзда в депо обігу до моменту відправлення його у зворотному напрямку, не враховуючи $t_{оч}^{об}$, год;

$t_{оч}^{об'}, t_{оч}^{об''}$ – час очікування локомотивом поїзда в пункті обігу, під який запланована його видача, що відлічується від моменту закінчення технічних операцій до початку руху локомотива до контрольного поста при виїзді під поїзд, год,

$$t_{оч}^{об'} = t_{оч}^{об''} = t_{оч}^{очн} = \frac{1}{0,7 + 0,013 \cdot n}, \quad (1.7)$$

де n – кількість пар поїздів (таблиця 2);

$\Delta t_{зв.оч}$ – частка часу, що відлічується від моменту відчеплення локомотива від поїзда до початку виконання технічних операцій з підготовки до ТО-3 або ПР і від моменту початку руху до контрольного поста після ТО-3 або ПР до моменту причеплення до поїзда, плюс частка часу від тривалості очікування поїзда, під який запланована видача даного локомотива, віднесена до кількості обертів («кілець»), які можуть бути ним здійснені в період між ТО-3,

$$\Delta t_{зв.оч} = \frac{2L}{L_{ТО-3}} (t_{зв.} + t_{оч}^{осн}), \quad (1.8)$$

де $L_{ТО-3}$ – міжремонтний період ТО-3, км (таблиця 2.1) [3];

$t_{зв.}$ – час, затрачений локомотивом на заїзд і виїзд з депо, год (для середніх умов можна прийняти його в межах від 0,33 до 0,5 год);

$t_{оч}^{осн}$ – час перебування локомотива в основному депо в очікуванні поїзда, під який запланована його видача, год, формула (1.7);

$t_{зм}$ – сумарний час зупинок локомотива на ділянці обігу, необхідний для заміни локомотивних бригад, год (час на приймання і здачу локомотива приймається з таблиці 1.6) [4, 5, 10].

Розрахунок необхідного експлуатаційного парку вантажних локомотивів для заданої ділянки їхнього обігу N_e , лок,

$$N_e = K \cdot n, \quad (1.9)$$

де $K = \frac{T_{\Pi}^K}{24}$ – коефіцієнт потреби локомотивів на одну пару поїздів.

Норми елементів обігу локомотивів наведені в таблиці 1.2 [2, 4, 8, 10].

1.3 Складання розкладу руху поїздів на ділянці обігу локомотивів

Для складання розкладу руху поїздів на ділянці використовуються вихідні дані таблиці 2, з яких вибираються поїзди, відзначені знаком "х" у вертикальній графі, відповідно до номера варіанта, що виконується.

Таблиця 1.2 – Елементи повного оберту локомотивів

Найменування елементів або позначення у формулах	Тривалість елемента, хв		Примітки
	основне депо	депо обігу	
a'_K, a''_K – без доекіпірування	30	-	-
– з доекіпіруванням	45	-	-
b'_K, b''_K – з екіпіруванням та ТО-2	-	115-125	-
– з екіпіруванням без ТО-2	-	75-85	-
– з ТО-2 без екіпірування	-	80-90	-
– без екіпірування і ТО-2	-	40-50	-

Час прибуття поїздів на станцію пункту обігу (Б або В) визначається шляхом додавання до часу відправлення з одного із пунктів часу прямування за ділянками (Б-А, А-В або В-А, А-Б) та часу простою на станції основного депо.

Парний напрямок $t_{B \rightarrow A}$, год,

$$t_{B \rightarrow A} = \frac{L_{B-A}}{V_{\partial n}} + t_{зм}, \quad t_{A \rightarrow B} = \frac{L_{A-B}}{V_{\partial n}} + t_{зм}, \quad (1.10)$$

де $t_{зм}$ – час, необхідний для заміни локомотивних бригад у пункті заміни, год.

Непарний напрямок $t_{B \rightarrow A}$, год,

$$t_{B \rightarrow A} = \frac{L_{B-A}}{V_{\partial n}} + t_{зм}, \quad t_{A \rightarrow B} = \frac{L_{A-B}}{V_{\partial n}} + t_{зм}. \quad (1.11)$$

Час стоянки поїздів на станції основного депо А приймається 25...35 хв. Приклад розкладу руху поїздів наведений у таблиці 1.3.

Для зменшення часу складання розкладу руху поїздів на ділянці обігу Б-А-В рекомендується застосовувати шаблон, складений у програмі «Microsoft Excel» (додаток Б).

1.4 Складання розрахункових відомостей роботи локомотивів депо А на ділянках А-Б та А-В

На підставі розкладу руху поїздів (таблиця 1.3) складаються відомості роботи локомотивів, які приписані до основного депо А, та локомотивних бригад на ділянці обігу (таблиці 1.4 та 1.5) [2, 4]. При цьому графи 1, 2, 4, 6, 12, 13, 17 заповнюються цифрами, які взяті з розкладу руху поїздів. Час можливого відправлення локомотива з депо обігу (граф 8) визначається додаванням норми часу на технічні операції, які виконуються в депо обігу, до часу прибуття поїзда на станцію депо обігу (граф 6).

Таблиця 1.3 – Розклад руху поїздів на ділянці обігу Б-А-В

Парний напрям					Непарний напрям				
Номер поїзда	Час відправлення зі ст. Б	Час прибуття на ст. А	Час відправлення зі ст. А	Час прибуття на ст. В	Номер поїзда	Час відправлення зі ст. В	Час прибуття на ст. А	Час відправлення зі ст. А	Час прибуття на ст. Б
2010	0.12	5.36	6.06	10.48	2009	0.05	4.59	5.29	11.11
2008	2.59	8.23	8.53	13.35	2007	3.31	8.25	8.55	14.37
2016	4.20	9.44	10.14	14.56	2015	5.10	10.04	10.34	16.16
2022	7.56	13.20	13.50	18.32	2021	6.01	10.55	11.25	17.09
2028	10.10	15.34	16.04	20.26	2027	9.06	14.00	14.30	20.12
2032	11.30	16.54	17.24	22.06	2031	12.01	16.55	17.25	23.07
2036	12.10	17.34	18.04	22.46	2035	13.01	17.55	18.25	0.07
2042	14.58	20.22	20.52	1.34	2041	15.11	20.05	20.35	2.17
2048	16.56	22.20	22.50	3.32	2047	17.36	22.30	23.00	4.42
2054	20.44	2.08	2.38	7.20	2053	20.15	1.09	1.39	7.21
2144	21.50	3.14	3.44	8.26	2143	23.00	3.54	4.24	10.06
2060	23.06	4.30	5.00	9.42	2059	23.31	4.25	4.55	10.37

Відомо, що на станції депо обігу всі локомотиви відчіпляються від поїзда та після виконання технічних операцій (відчеплення від поїзда, проходження в депо, екіпірування, здача-приймання локомотива, ТО-2, виїзд із депо, причеплення до поїзда, проба гальма) їхатимуть у зворотному напрямку. У графі 8 лінією зі стрілкою намічають, з яким поїздом парного (непарного) напрямку зможе відправитись локомотив, що прибув з поїздом непарного (парного) напрямку. Наприклад, локомотив, що прибув з поїздом 2009 об 11-11 на станцію Б, відправляється о 16-56 з поїздом 2048. І далі послідовно намічають відправлення всіх наступних локомотивів, поки не вичерпають усі нитки розкладу руху поїздів.

При цьому треба стежити, щоб час простою локомотива в депо обігу (графа 14) був найменшим, але не менше часу, який потрібен для виконання технічних операцій. Норма простою локомотивів повинна враховувати виконання ТО-2 та екіпірування, час для проходження станційними коліями під час прибуття і перед відправленням (як правило, 2,5...3 год залежно від кількості секцій локомотива та обсягу робіт). Екіпірування рекомендується поєднувати з ТО-2. Якщо при черговій прив'язці простій локомотива виявиться значно менше норми, то треба всі лінії зв'язку, починаючи з першої, опустити на рядок нижче (що не бажано, тому що це збільшить простої всіх локомотивів) або відправити цей поїзд з локомотивом із резерву нерівномірності руху.

Намітивши всі лінії зв'язку, віднімають від часу відправлення час прибуття поїздів, з'єднаних лінією зв'язку, одержуючи час простою локомотива в депо обігу (графа 14).

Графи 3, 5, 14, 16 обох розрахункових відомостей підсумовують.

Для зменшення часу побудови відомостей обігу локомотивів депо А на ділянках А-Б та А-В рекомендується застосовувати шаблон, складений у програмі «Microsoft Excel». Технологія використання шаблону та виконання «прив'язки» локомотивів наведена в додатку Б.

Таблиця 1.4 – Відомість обігу локомотивів депо А на ділянці А-Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Номер поїзда	Час прибуття поїзда на станцію основного депо А, год, хв	Час простоя поїзда (локомотива) на станції основного депо А, год, хв (гр. 4-гр. 2)	Час відправлення поїзда зі станції основного депо А, год, хв	Час у дорозі від станції А до станції обігу Б, год, хв	Час прибуття поїзда на станцію обігу Б, год, хв	Час роботи бригади від станції А до станції Б, год, хв	Локомотива з поїздом зі станції Б, год, хв	Додатковий час роботи бригади «студії» до відправлення з поїздом: на приймання 20 хв на станційних колях. Після прибуття з поїздом: на експлуатації та здачу – 15 хв, на станційних колях – 15 хв. Разом 0 год 50 хв	Норма простоя локомотива в депо обігу. На станційних колях після прибуття – 10 хв, на приймання 25 хв, на виконання ТО-2 та експлуатації 1 год 45 хв, на станційних колях з відправлення 15 хв. Разом 2 год 35 хв	Додатковий час роботи бригади «назад» до відправлення з поїздом на приймання 20 хв, на станційних колях 15 хв. Після прибуття з поїздом на експлуатації та здачу – 25 хв на станційних колях. Разом 1 год 00 хв	Номер поїзда	Час відправлення поїзда з пункту обігу Б, год, хв	Час простоя поїзда (локомотива) на станції обігу Б, год, хв (гр. 13-гр. 6)	Загальний час знаходження бригади на станції їхнього обігу, год, хв	Час у дорозі від станції обігу Б до станції основного депо А, год, хв	Час прибуття поїзда на станцію основного депо А, год, хв	Час роботи бригади від станції Б до станції А, год, хв (гр. 16-гр. 11)	Час роботи бригади за оберт локомотива, год, хв (гр. 7-гр. 18)
2009	4-59	0-30	5-29	5-42	11-11	7-02	13-11				2010	0-12	4-00		5-24	5-36	6-24	13-26
2007	8-25	0-30	8-55	5-42	14-37	7-02	16-37				2008	2-59	3-52		5-24	8-23	6-24	13-26
2015	10-04	0-30	10-34	5-42	16-16	7-02	18-16				2016	4-20	4-13		5-24	9-44	6-24	13-26
2021	10-55	0-30	11-25	5-42	17-07	7-02	19-07				2022	7-56	5-39		5-24	13-20	6-24	13-26
2027	14-00	0-30	14-30	5-42	20-12	7-02	22-12				2028	10-10	5-28		5-24	15-34	6-24	13-26
2031	16-55	0-30	17-25	5-42	23-07	7-02	1-07				2032	11-30	4-09		5-24	16-54	6-24	13-26
2035	17-55	0-30	18-25	5-42	0-07	7-02	2-07				2036	12-10	2-04		5-24	17-34	6-24	13-26
2041	20-05	0-30	20-35	5-42	2-17	7-02	4-17				2042	14-58	4-21		5-24	20-22	6-24	13-26
2047	22-30	0-30	23-00	5-42	4-42	7-02	6-42				2048	16-56	5-45		5-24	22-20	6-24	13-26
2053	1-09	0-30	1-39	5-42	7-21	7-02	9-21				2054	20-44	6-07		5-24	2-08	6-24	13-26
2143	3-54	0-30	4-24	5-42	10-06	7-02	12-06				2144	21-50	5-34		5-24	3-14	6-24	13-26
2059	4-25	0-30	4-55	5-42	10-37	7-02	12-37				2060	23-06	5-59		5-24	4-30	6-24	13-26
		6-00		68-24									57-11		64-48			
		Σt ₁		Σt ₂									Σt ₃		Σt ₄			

Таблиця 1.5 – Відомість обігу локомотивів депо А на ділянці А-В

Номер поїзда	Час прибуття поїзда на станцію основного депо А, год, хв	Час простоя поїзда (локомотива) на станції основного депо А, (гр. 4-гр. 2) год, хв	Час управління поїзда зі станції основного депо А, год, хв	Час у дорозі від станції А до станції обігу В, год, хв	Час прибуття поїзда на станцію обігу В, год, хв	Час роботи бригади від станції А до станції В, год, хв	Можливий час управління локомотива з поїздом зі станції В, год, хв	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Номер поїзда	Час прибуття поїзда на станцію основного депо А, год, хв	Час простоя поїзда (локомотива) на станції основного депо А, (гр. 4-гр. 2) год, хв	Час управління поїзда зі станції основного депо А, год, хв	Час у дорозі від станції А до станції обігу В, год, хв	Час прибуття поїзда на станцію обігу В, год, хв	Час роботи бригади від станції А до станції В, год, хв	Можливий час управління локомотива з поїздом зі станції В, год, хв	Додатковий час роботи бригади «студі» до управління з поїздом: на прибуття 20 хв, на станційних 0 год 50 хв	Норма простоя локомотива в депо обігу. На станційних поїздах – прибуття 10 хв, на станційних 25 хв, на виконання ТО-2 та експлуатації 1 год 45 хв, на станційних поїздах з експлуатації 15 хв.	Додатковий час роботи бригади «назад» до управління з поїздом на прибуття 20 хв, на станційних 15 хв.	Після прибуття з поїздом на експлуатації та здечу – 25 хв на станційних коїлах. Разом 1 год 00 хв	Час управління поїзда з пункту обігу В, год, хв	Час простоя поїзда (локомотива) на станції обігу В, год, хв (гр. 13-гр. 6)	Загальний час знаходження бригади на станції їхнього обігу, год, хв	Час у дорозі від станції обігу В до станції основного депо А, год, хв	Час прибуття поїзда на станцію основного депо А, год, хв	Час роботи бригади від станції В до станції А, год, хв (гр. 16-гр. 11)	Час роботи бригади за оберт локомотива, год, хв, (гр. 7-гр. 18)	
2010	5-36	0-30	6-06	4-42	10-48	6-02	12-18				2009	0-05	1-59		4-54	4-59	5-54	11-56	
2008	8-23	0-30	8-53	4-42	13-35	6-02	15-05				2007	3-31	4-45		4-54	8-25	5-54	11-56	
2016	9-44	0-30	10-14	4-42	14-56	6-02	15-26				2015	5-10	3-36		4-54	10-04	5-54	11-56	
2022	13-20	0-30	13-50	4-42	18-32	6-02	20-02				2021	6-01	2-29		4-54	10-55	5-54	11-56	
2028	15-34	0-30	16-04	4-42	20-46	6-02	22-16				2027	9-06	1-46		4-54	14-00	5-54	11-56	
2032	16-54	0-30	17-24	4-42	22-06	6-02	23-36				2031	12-01	3-35		4-54	16-55	5-54	11-56	
2036	17-34	0-30	18-04	4-42	22-46	6-02	0-16				2035	13-01	3-19		4-54	17-55	5-54	11-56	
2042	20-22	0-30	20-52	4-42	1-34	6-02	3-04				2041	15-11	4-23		4-54	20-05	5-54	11-56	
2048	22-20	0-30	22-50	4-42	3-32	6-02	5-02				2047	17-36	4-01		4-54	22-30	5-54	11-56	
2054	2-08	0-30	2-38	4-42	7-20	6-02	8-50				2053	20-15	5-19		4-54	1-09	5-54	11-56	
2144	3-14	0-30	3-44	4-42	8-26	6-02	9-56				2143	23-00	4-28		4-54	3-54	5-54	11-56	
2060	4-30	0-30	5-00	4-42	9-42	6-02	11-12				2059	23-31	2-45		4-54	4-25	5-54	11-56	
				55-54									42-25		58-48				
				Σt ₆									Σt ₇		Σt ₈				

1.5 Розроблення графіка обігу локомотивів і визначення необхідного експлуатаційного парку графічним і аналітичним методами

Після складання відомостей обігу приступають до побудови графіка обігу, який показує план роботи всіх локомотивів експлуатованого парку на добу, а також план роботи кожного локомотива, нанесеного на графік обігу. Він також є розрахунковою моделлю і планом роботи локомотивних бригад і локомотивного господарства на весь час дії прийнятого розкладу руху поїздів [2, 4, 5, 6, 10].

Для цього попередньо заготовлюється сітка графіка, яка складається з вертикальних граф, що відповідають добовій кількості годин, і горизонтальних рядків, кожний з яких відповідає одній добі роботи локомотива (таблиці 1.4, 1.5).

На сітці графіка прямою лінією позначається час проходження локомотива з поїздом від станції основного депо А до станцій депо обігу Б, В та у зворотному напрямку. Над кожною лінією вказується номер поїзда. На початку та в кінці кожної лінії позначаються хвилини відправлення й прибуття поїзда на станцію та код цих станцій (А, Б, В).

Типовий графік обігу повинен бути обов'язково замкненим, це буде означати, що умовний локомотив після обслуговування всіх поїздів згідно з розкладом руху (поїздів постійного руху – «ядра») повинен бути знову поданий під перший поїзд, з якого починалось будівництво графіка. Такий графік має назву єдиний типовий. Графік, який замкнеться раніше, ніж локомотив обслужить всі поїзди, має назву груповий [2, 4, 6].

Кількість локомотивів експлуатованого парку, визначена числом горизонтальних рядків графіка обігу, повинна збігатися з кількістю локомотивів, підрахованих аналітичним способом, N_e , лок,

$$N_e = \frac{\Sigma T}{24}, \quad (1.12)$$

де $\Sigma T = \Sigma t_1 + \Sigma t_2 + \Sigma t_3 + \Sigma t_4 + \Sigma t_5 + \Sigma t_6 + \Sigma t_7 + \Sigma t_8$,

де Σt_1 – сумарний простій локомотивів на станції основного депо А (при прямуванні поїздів до станції Б);

Σt_2 – сумарний час у дорозі від станції основного депо А до станції обігу Б;

Σt_3 – сумарний простій локомотивів на станції обігу Б;

Σt_4 – сумарний час знаходження локомотивів у дорозі від станції обігу Б до станції основного депо А;

Σt_5 – сумарний простій локомотивів на станції основного депо А (при прямуванні поїздів до станції Б);

Σt_6 – сумарний час у дорозі від станції основного депо А до станції обігу В;

Σt_7 – сумарний простій локомотивів на станції обігу В;

Σt_8 – час знаходження локомотивів у дорозі від станції обігу В до станції основного депо А.

При точному підрахунку ΣT повинна ділитися без залишку на кількість годин у добі (24).

Потрібна кількість локомотивів експлуатаційного парку, визначена за графіком обігу, повинна бути менше від кількості локомотивів, підрахованої аналітичним способом (розділ 1.2). Приклад графіка обігу наведено на рисунку 1.2.

1.6 Визначення основних показників використання локомотивів

Для оцінювання роботи лінійних підприємств локомотивного господарства введені кількісні (об'ємні) і якісні показники [2, 4, 5].

Визначення кількісних показників використання локомотивів

Річний пробіг локомотивів, які обслуговують задану ділянку обігу, L_P , 10^6 км,

$$L_P = 365 \cdot 2(L_{AB} + L_{BA}) \cdot n(1 + \beta_d), \quad (1.13)$$

де L_{AB} , L_{BA} – довжини ділянок А-Б та А-В, км;

β_0 – коефіцієнт, який ураховує допоміжний пробіг локомотивів (приймається $\beta_0 = 0,05 \dots 0,1$).

Локом.	Година доби																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01	12		2010			36	06	2010	48					В		11	2041			05	35	2041		
02		2041	17				Б	56		2022				20	50		2022	32				В		00
03			2143	54	24			2143	06		Б	10				2036	34	04		2036	46			
04		В		31			2007	25	55		2007			37				Б		44		2054		
05			08	38			2054	20		В		2027	00	30			2027			12		Б		
06		Б		53			2008		23	59		2008	35			В		36		2047		30	00	
07			2047	42				Б			10		2028		34	04		2028	46		В	31		
08			2059	25	55		2059	37			Б		58				2042		22	52	2042			
09		34		В		10		2015		04	34		2015			16			Б		50			
10		2144	14	44			2144	26		В		01		2031	55	23		2031					07	
11	2035	07		Б		20		2016	44	14		2016	58				В			15	2053			
12	09	39		2053			21		Б		30			2032	54	24		2032		06	В			
13	05		2009	58	29		2009		11				Б			58			2048		20	50		
14		2048	42	В		01		2021	55	25			2021		15				Б				00	
15			2060	30	00		2060	42		В		01		2035	55	25					2035			

Рисунок 1.2 – Графік обігу локомотивів на ділянці Б-А-В

Річна робота локомотивів T_p , лок. год,

$$T_p = 365 \cdot 24 \cdot N_e (1 + \beta_0). \quad (1.14)$$

Перевізна робота локомотивів на ділянці обігу характеризує роботу депо за обсягом вантажів, перевезених за рік, A_T , 10^9 ткм брутто,

$$A_T = Q_{op} \cdot L_p (1 - \beta_0). \quad (1.15)$$

Визначення якісних показників використання локомотивів, крім тих, що наведені у вихідних даних (таблиця 1)

Середньодобовий пробіг локомотива на даній ділянці обігу $S_{доб}$, км/доб,

$$S_{\text{дооб}} = \frac{2(L_{AB} + L_{AB})n}{N_e}. \quad (1.16)$$

Фактичний повний оберт локомотива на ділянці обігу T , год,

$$T = \frac{48(L_{AB} + L_{AB})}{S_{\text{дооб}}}, \quad \text{або} \quad T = \frac{\Sigma T}{n}. \quad (1.17)$$

Добова продуктивність локомотива виражає перевізну роботу його в тонно-кілометрах бруто і є комплексним вимірником використання локомотива. Середньодобова продуктивність поїзного локомотива вантажного руху W , ткм бруто/доба,

$$W = \frac{S_{\text{дооб}} \cdot Q_{\text{бр}}}{1 + \beta_{\delta}}. \quad (1.18)$$

Час корисної роботи локомотива протягом доби $t_{\text{кор}}$, год,

$$t_{\text{кор}} = \frac{S_{\text{дооб}}}{V_{\delta}}. \quad (1.19)$$

Час роботи локомотива в чистому русі (за добу) $t_{\text{ч.р}}$, год,

$$t_{\text{ч.р}} = \frac{S_{\text{дооб}}}{V_T}. \quad (1.20)$$

де V_T – технічна швидкість; можна прийняти $V_T = (1,05 \dots 1,08)V_{\delta}$.

Використання потужності локомотивів характеризується кількістю тонно-кілометрів бруто, що припадають на одиницю потужності. Сумарна потужність локомотивів ΣN_{δ} , кВт,

$$\Sigma N_{\delta} = N_{\delta} \cdot N_e, \quad (1.21)$$

де N_{δ} – дотична потужність локомотива, що працює на заданій ділянці обігу [6, 8],

$$N_{\delta} = \frac{F_{кр} \cdot V_p}{3,67}, \quad (1.22)$$

де $F_{кр}$ – розрахункове значення дотичної сили тяги заданого локомотива, кН;

V_p – розрахункова швидкість локомотива, км/год.

Тоді кількість тонно-кілометрів бруто на одиницю потужності $q_{сер}$, ткм бруто/кВт·год,

$$q_{сер} = \frac{L_p \cdot Q_{бр}}{\Sigma N_{\delta}}. \quad (1.23)$$

1.7 Розрахунок потреби в локомотивних бригадах

До явочного контингенту належать локомотивні бригади, які зайняті на роботі, беруть участь у процесі приймання-здачі, технічного обслуговування локомотивів і знаходяться на відпочинку після роботи [2, 4, 5, 6, 10].

Потрібна кількість локомотивних бригад для заданих розмірів руху на ділянці обігу при змінному обслуговуванні локомотивів $B_{бр}^{яв}$, бригада,

$$B_{бр}^{яв} = \frac{30,4 \cdot \Sigma T_{бр}}{169,4}, \quad (1.24)$$

де $\Sigma T_{бр}$ – добова сумарна кількість бригадо-годин;

30,4 – середньорічна кількість діб у місяці;

169,4 – середній місячний фонд робочого часу однієї бригади, год.

$$\Sigma T_{бр} = \Sigma t_2 + \Sigma t_4 + \Sigma t_6 + \Sigma t_8 + \Sigma t_{доод}, \quad (1.25)$$

де $\Sigma t_{\text{доп}}$ – додатковий час роботи бригад на приймання та здачу локомотивів на станціях А, Б, В та ін.

На приймання та здачу локомотивів установлюється середній час не більше 30 хв на станції основного депо та в пунктах обігу локомотивів, а в проміжних пунктах заміни локомотивних бригад – не більше 20 хв (при цьому потрібно врахувати, що працюють одночасно дві бригади - та, що приймає локомотив, і та, що здає). Для кожної серії локомотива норми на приймання та здачу локомотивів наведені в таблиці 1.6 [6, 9]. Для схеми обслуговування ділянок локомотивними бригадами, наведеної на рисунку 1.1,

$$\Sigma t_{\text{доп}} = (0,5 \cdot 2 \cdot 4 + 0,33 \cdot 2 \cdot 4)n, \quad (1.26)$$

де n – розміри руху пар поїздів на добу (таблиця 2).

З урахуванням заміни бригад, які знаходяться у відпустці, відрядженні, хворих та ін., визначається облікова кількість бригад $B_{\text{бр}}^{\text{об}}$, бригада:

$$B_{\text{бр}}^{\text{об}} = (1,10 \dots 1,14) B_{\text{бр}}^{\text{яв}}. \quad (1.27)$$

Таблиця 1.6 – Норми часу на приймання-здачу вантажних локомотивів змінними локомотивними бригадами, хв

Локомотив	На деповських коліях основного та депо обігу	На станційних коліях пункту заміни бригад	Локомотив	На деповських коліях основного та депо обігу	На станційних коліях пункту заміни бригад
ВЛ8, ВЛ82, ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80 в/і	16	14	2ТЕ10 в/і 2ТЕ116,	20	15
ВЛ60 в/і	13	12	2М62	18	14
2М62 в/і	18	14	ТЕ2М, М62, ЧМЕЗ в/і	12	11

Розроблення графіка обігу, декадного плану роботи, відомостей витрат часу локомотивними бригадами, складання схеми іменного розкладу (місячного графіка) бригади студентами виконуються за вказівкою викладача з використанням інших методичних матеріалів. При цьому обсяг розрахунків в інших розділах курсового проекту зменшується.

1.8 Визначення тривалості відпочинку локомотивної бригади за місцем проживання

Робочий час бригади складається від моменту явки до місця роботи за розкладом, нарядом або викликом і до здачі локомотива. Він включає до себе основний час (ведення поїзда по ділянці з урахуванням простоїв), допоміжний час, час регламентованих технологічних перерв, підготовчо-заклучний час [6, 9].

Тривалість відпочинку $T_{від}$, год,

$$T_{від} = (t_1 + t_2) \cdot \alpha - t_{no} \pm t_n^H \geq 12, \quad (1.28)$$

де t_1 – тривалість неперервної роботи бригади в напрямку від пункту постійного проживання до пункту обігу бригади («туди»), год;

t_2 – те саме у зворотному напрямку («назад»), год;

α – коефіцієнт відпочинку локомотивної бригади при сорокагодинному робочому тижні (при шестиденному робочому тижні – $\alpha_6 = 2,60$, при п'ятиденному – $\alpha_5 = 2,0$);

t_{no} – час відпочинку бригади в пункті обігу, год;

t_n^H – час недовідпочинку або перевідпочинку бригади в пункті її місця проживання після попередньої поїздки.

Для бригад основного депо А (рисунок 1.1) відповідно до формул (1.10) і (1.11)

$$t_1 = \sum t_2' + t_{доо} = \frac{l_{АД}}{V_{дн}} + (t_{np}^{oc} + t_{3д}^{3M}), \quad (1.29)$$

$$t_2 = \Sigma t'_4 + t_{\text{доод}} = \frac{l_{\text{ДА}}}{V_{\text{дн}}} + (t_{\text{нр}}^{\text{зм}} + t_{\text{зд}}^{\text{очн.}}), \quad (1.30)$$

де $\Sigma t'_2$ – час у дорозі від пункту проживання до пункту обігу бригади;

$\Sigma t'_4$ – те саме у зворотному напрямку.

Час відпочинку бригади в пункті обігу $t_{\text{но}}$ приймається рівним не менше $0,5t_1$ і не більше t_1 :

$$t_{\text{но}} = (0,5 \dots 1,0)t_1. \quad (1.31)$$

Крім щоденного відпочинку після поїздки, бригадам надаються щотижневі дні відпочинку (вихідні дні) тривалістю не менше 42 год з урахуванням належного відпочинку після попередньої поїздки

$$T_{\text{вих}} = (T_{\text{від}} + 24) \geq 42. \quad (1.32)$$

1.9 Основні показники роботи локомотивних бригад

Такими є середня годинна продуктивність і місячний виробіток. Середня годинна продуктивність локомотивної бригади $T_{\text{бр}}$, ткм брутто/год,

$$T_{\text{бр}} = \frac{2(L_{\text{БА}} + L_{\text{АВ}}) \cdot n \cdot Q_{\text{бр}}}{\Sigma T_{\text{бр}}}. \quad (1.33)$$

Місячний виробіток локомотивної бригади, виражений у кілометрах $L_{\text{бр}}^M$, км/міс.,

$$L_{\text{бр}}^M = \frac{30,4 \cdot 2(L_{\text{БА}} + L_{\text{АВ}}) n}{B_{\text{бр}}^{\text{сн}}}. \quad (1.34)$$

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ

2.1 Види технічних обслуговувань і ремонтів, їхня періодичність

Для утримання локомотивів у справному стані, забезпечення стійкої роботи і підвищення їхньої надійності в експлуатації наказом ПАТ «Укрзалізниця» встановлюються види планово-запобіжного технічного обслуговування та ремонту тепловозів, електровозів, моторвагонного рухомого складу (у подальшому ТРС) [7]. Обсяг робіт при технічному обслуговуванні, поточному та капітальному ремонті визначається Правилами, Інструкціями та іншою нормативно-технічною документацією, що затверджується ПАТ «Укрзалізниця».

Наказом ПАТ «Укрзалізниця» № 429-ЦОД від 15.10.2015 р. «Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового та моторвагонного рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро- та дизель-поїздів)», у тому числі міжрегіональних, встановлено такі види ремонту й технічного обслуговування ТРС:

- технічне обслуговування ТО-1, ТО-2, ТО-3, поточний ремонт ПР-1 – для попередження появи несправностей ТРС в експлуатації, підтримання його в працездатному і належному санітарно-гігієнічному стані, забезпечення безпечної експлуатації, пожежної безпеки та безаварійної роботи, а також заданого рівня комфортності пасажирських перевезень, що здійснюються дизель- та електропоїздами;

- технічне обслуговування ТО-4 - для обточування бандажів колісних пар (без викочування їх з-під локомотива або моторвагонного рухомого складу) з метою підтримання оптимальної величини прокату й товщини гребенів. Дозволяється об'єднувати обточування бандажів, плазмове загартування гребенів колісних пар і діагностування ТРС з виконанням технічного обслуговування ТО-2, ТО-3 та поточних ремонтів ПР-1, ПР-2;

- технічне обслуговування ТО-5:

ТО-5а – підготовка (консервація) ТРС і МВРС для постановки в запас ПАТ «Укрзалізниця» та резерв залізниці (далі – РУЗ);

ТО-5б – підготовка (консервація) ТРС і МВРС до відправлення в недіючому стані на капітальні ремонти на заводи або до інших депо, у поточний ремонт до інших депо своєї чи інших залізниць, передача на баланс інших депо або передислокація;

ТО-5в – підготовка (розконсервація) до експлуатації після побудування, ремонту на заводах або в інших депо після пересилання;

ТО-5г – підготовка (розконсервація) до експлуатації перед видачою локомотивів із запасу ПАТ «Укрзалізниця» або РУЗ;

- технічне обслуговування ТО-6 – виконання регламентних робіт з продовження терміну служби несучих конструкцій. Дозволяється об'єднувати ТО-6 з виконанням технічного обслуговування ТО-3 та поточних ремонтів ПР-1, ПР-2, ПР-3;

- поточний ремонт ПР-2 та ПР-3 – для забезпечення справності ТРС, відновлення основних експлуатаційних характеристик і забезпечення їхньої стабільності в міжремонтний період виконанням ревізії, ремонту, заміни груп деталей, вузлів та агрегатів, регулювання та випробувань, а також часткової модернізації;

- капітальний ремонт КР-1 (далі – КР) – для відновлення паспортних характеристик, часткового відновлення ресурсу заміною та ремонтом зношених несправних агрегатів ТРС, вузлів, деталей і їхньою модернізацією;

- капітальний ремонт КР-2 – для відновлення справності та повного ресурсу ТРС, його паспортних характеристик, модернізації агрегатів, вузлів і деталей, повної заміни кабельно-провідникової продукції та обладнання, що відпрацювало свій ресурс, на нове;

- капітальний ремонт з продовженням терміну служби (КРП) для відновлення експлуатаційних характеристик, справності та повного ресурсу на період продовження терміну служби понад встановлений, а також модернізації всіх агрегатів, вузлів і деталей, включаючи базові, повної заміни кабельно-

провідникової продукції та обладнання з виробленим моторесурсом відповідно до технічних умов.

Встановлено порядок планування ремонту й технічного обслуговування ТРС:

- КРП, КР-2, КР-1 – ПАТ «Укрзалізниця» за пропозиціями залізниць України та підприємств, підпорядкованих ПАТ «Укрзалізниця»;

- ПР-2, ПР-3, ТО-6 – службами локомотивного господарства, приміських пасажирських перевезень, підприємствами, підпорядкованими ПАТ «Укрзалізниця»;

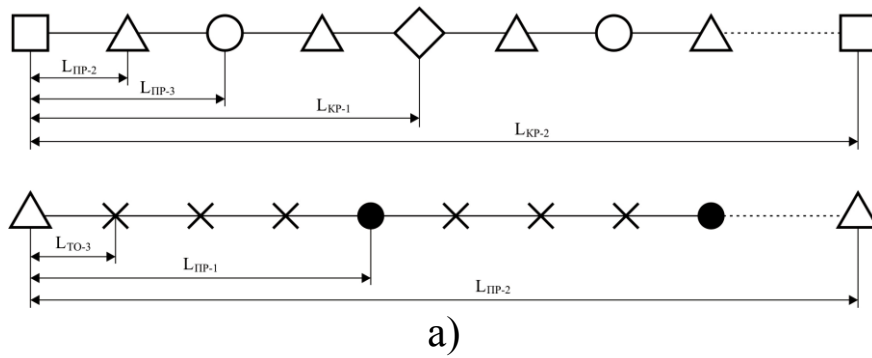
- ТО-3, ТО-4, ТО-5 та ПР-1 – начальниками локомотивних і моторвагонних депо, керівниками підприємств, підпорядкованими ПАТ «Укрзалізниця».

Відповідні норми міжремонтних періодів, тривалості ремонту і технічного обслуговування, деповського відсотка несправних за серіями ТРС та МВРС і нормативи тривалості ремонту залежно від їхнього технічного стану, умов експлуатації і оснащення ремонтних ділянок, виходячи з раціонального використання ресурсу вузлів і деталей, затверджуються начальниками залізниць України відповідно для кожного локомотивного та моторвагонного депо. Середні нормативи деповського відсотка несправних, міжремонтних періодів ТРС у межах нормативного терміну служби або після КРП наведені в таблиці 2.1.

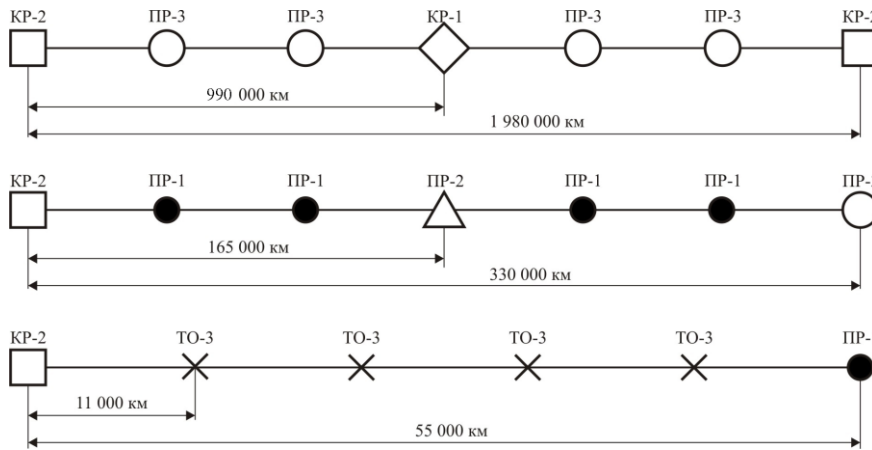
За даними таблиці 2.1 складається схема періодичності виконання ремонтів поїзних локомотивів і маневрових тепловозів (рисунок 2.1).

Періодичність технічного обслуговування ТО-2 для ТРС устанавлюється начальником залізниці в межах 48-72 год (для серій ДСЗ, 2ЕС5К, 2ЕЛ5К - 96 год) незалежно від пробігу.

Тривалість технічного обслуговування ТО-2 встановлена для вантажних магістральних тепловозів – 1,5 год, для всіх інших локомотивів (електровозів і маневрових тепловозів) також 1,5 год.



а)



б)

□ - КР-2; ◇ - КР-1; ○ - ПР-3; △ - ПР-2; ● - ПР-1; × - ТО-3.

а – приклад схеми періодичності ремонтів локомотивів;
б – циклограма ремонтів і технічних обслуговувань тепловозів
2ТЕ116

Рисунок 2.1 – Схема періодичності ремонтів

Тривалість технічного обслуговування ТО-4 та збільшення тривалості ТО-2, ТО-3, ПР-1, ПР-2 у результаті поєднання обточування колісних пар з цими видами технічного обслуговування та поточного ремонту встановлюється начальником залізниці виходячи з типу обточувального верстата та його виробничої потужності. Під час обточування колісних пар з плазмовим загартуванням їхніх гребенів тривалість технічного обслуговування з розрахунку на одну колісну пару збільшується на 2,2 год.

Термін перебування на ТО-6 – одна доба на секцію ТРС чи МВРС за умови суміщення з ПР-2, ПР-3 і три доби на секцію локомотива, одна доба на склад дизель- або електропоїзда за умови суміщення з ТО-3, ПР-1.

Середні за мережою залізниць норми тривалості капітального ремонту ТРС і МВРС і ремонту їхнього лінійного обладнання в умовах ремонтних заводів встановлюються Департаментами локомотивного господарства та приміських пасажирських перевезень.

2.2 Розрахунок програми та фронту ремонту для поїзних локомотивів і маневрових тепловозів

Вихідними даними для розрахунку програми ремонту локомотивів є річні пробіги локомотивів, циклічність ремонтів і міжремонтні періоди (таблиця 2.1 і рисунок 2.1).

Розрахунок річної програми ремонту поїзних локомотивів здійснюється за такими формулами:

$$\text{- технічних обслуговувань ТО-3 } N_{\text{ТО-3}} = \frac{L_P}{L_{\text{ТО-3}}} \beta_{\text{ТО-3}}; \quad (2.1)$$

$$\text{- поточних ремонтів ПР-1 } N_{\text{ПР-1}} = \frac{L_P}{L_{\text{ПР-1}}} \beta_{\text{ПР-1}}; \quad (2.2)$$

$$\text{- поточних ремонтів ПР-2 } N_{\text{ПР-2}} = \frac{L_P}{L_{\text{ПР-2}}} \beta_{\text{ПР-2}}; \quad (2.3)$$

$$\text{- поточних ремонтів ПР-3 } N_{\text{ПР-3}} = \frac{L_P}{L_{\text{ПР-3}}} \beta_{\text{ПР-3}}; \quad (2.4)$$

$$\text{- капітальних ремонтів КР-1 } N_{\text{КР-1}} = \frac{L_P}{L_{\text{КР-1}}} \beta_{\text{КР-1}}; \quad (2.5)$$

$$\text{- капітальних ремонтів КР-2 } N_{\text{КР-2}} = \frac{L_P}{L_{\text{КР-2}}} \beta_{\text{КР-2}}, \quad (2.6)$$

де L_P – річний пробіг локомотивів на ділянках обігу, км; (формула (1.13));

$L_{\text{ТО-3}}, L_{\text{ПР-1}}, L_{\text{ПР-2}}, L_{\text{ПР-3}}, L_{\text{КР-1}}, L_{\text{КР-2}}$ – пробіг між відповідними технічними обслуговуваннями, поточними та заводськими (капітальними) ремонтами, км (таблиця 2.1);

$\beta_{\text{ТО-3}}, \beta_{\text{ПР-1}}, \beta_{\text{ПР-2}}, \beta_{\text{ПР-3}}, \beta_{\text{КР-1}}, \beta_{\text{КР-2}}$ – коефіцієнти чергування ремонтів.

Коефіцієнти чергування ремонтів визначаються за формулами

$$\beta_{TO-3} = \left(1 - \frac{L_{TO-3}}{L_{ПР-1}}\right); \quad \beta_{ПР-1} = \left(1 - \frac{L_{ПР-1}}{L_{ПР-2}}\right) \text{ і т. д., } \beta_{КР-2} = 1. \quad (2.7)$$

У зв'язку з тим, що Правилами ремонту на КР-2, КР-1, ПР-3 передбачається обточування бандажів, технічне обслуговування ТО-4 проводиться через 80-100 тис. км пробігу поїзних локомотивів та один раз між ПР-3 для маневрових тепловозів (через 12-15 місяців).

Кількість технічних обслуговувань ТО-4 N_{TO-4} , лок,

$$N_{TO-4} = \frac{L_P}{L_{TO-4}} - (N_{КР-2} + N_{КР-1} + N_{ПР-3}). \quad (2.8)$$

Ураховуючи, що для маневрових локомотивів міжремонтні інтервали виражаються календарним часом, річну програму їхніх ремонтів можна визначити за формулами:

$$\text{- капітальний ремонт КР-2 } N_{КР-2} = \frac{N_M}{T_{КР-2}}; \quad (2.9)$$

$$\text{- капітальний ремонт КР-1 } N_{КР-1} = \frac{N_M}{T_{КР-1}} \left(1 - \frac{T_{КР-1}}{T_{КР-2}}\right); \quad (2.10)$$

$$\text{- поточний ремонт ПР-3 } N_{ПР-3} = \frac{12N_M}{T_{ПР-3}} \left(1 - \frac{T_{ПР-3}}{12T_{КР-1}}\right); \quad (2.11)$$

$$\text{- поточний ремонт ПР-2 } N_{ПР-2} = \frac{12N_M}{T_{ПР-2}} \left(1 - \frac{T_{ПР-2}}{T_{ПР-3}}\right); \quad (2.12)$$

$$\text{- поточний ремонт ПР-1 } N_{ПР-1} = \frac{12N_M}{T_{ПР-1}} \left(1 - \frac{T_{ПР-1}}{T_{ПР-2}}\right); \quad (2.13)$$

$$\text{- технічне обслуговування ТО-3 } N_{TO-3} = \frac{365N_M}{T_{TO-3}} - \frac{12N_M}{T_{ПР-1}}, \quad (2.14)$$

де N_M – парк маневрових локомотивів, що експлуатується;

$T_{\text{ПР-2}}$, $T_{\text{ПР-3}}$, $T_{\text{КР-1}}$, $T_{\text{КР-2}}$ – періоди між капітальними (КР-1, КР-2) і поточними (ПР-3 і ПР-2) ремонтами, роки;

$T_{\text{ПР-1}}$ – період між поточними ремонтами ПР-1, міс.;

$T_{\text{ТО-3}}$ – період між технічними обслуговуваннями ТО-3, доба (таблиця 2.1).

Кількість технічних обслуговувань ТО-4 $N_{\text{ТО-4}}$, лок,

$$N_{\text{ТО-4}} = \frac{12N_M}{T_{\text{ТО-4}}} - (N_{\text{КР-2}} + N_{\text{КР-1}} + N_{\text{ПР-3}}), \quad (2.15)$$

де $T_{\text{ТО-4}}$ – період між обточуваннями бандажів, міс.

Кількість позапланових ремонтів приймається $N_{\text{ПР}}=0,2 \cdot N_e$.

Фронтом ремонту називається кількість локомотивів, які одночасно знаходяться в даному (i -му) виді ремонту,

$$f_i = \frac{N_i t_i}{D}, \quad (2.16)$$

де N_i – річна програма даного виду ремонту;

t_i – простій локомотива на ремонті даного виду (таблиця 2.1); простій на позаплановому ремонті приймається середній за мережею ПАТ «Укрзалізниця», $t_{\text{ПЗ}}=6$ год;

D – розрахункова кількість робочих днів у році (260,4 дня – при тривалості зміни 8 год та 254 дні – при тривалості зміни 8 год 12 хв для ПР2 і ПР-3).

Фронт ремонту потрібно визначити також для ТО-4 $f_{\text{ТО-4}}$ і позапланових ремонтів $f_{\text{ПР}}$. Фронт ремонту розраховується для поїзного і маневрового руху окремо. При визначенні $f_{\text{КР-2}}$, $f_{\text{КР-1}}$, $f_{\text{ТО-3}}$, $f_{\text{ПР}}$ у знаменник формули (2.16) слід підставляти $D=365$ діб. Фронт ремонту (за кожним видом) необхідно вираховувати з точністю до другого знака після коми.

Таблиця 2.1 – Середні норми міжремонтних періодів і тривалості технічних обслуговувань та поточних ремонтів локомотивів

Вид і серія локомотива	Нормативні міжремонтні пробіги і періоди, тис. км, і тривалість простою на ТО, ПР															
	ТО-3			ПР-1			ПР-2			ПР-3			КР-1		КР-2	
	Пробіг, тис. км/доба	Простій, год	Пробіг, тис. км/міс.	Пробіг, тис. км/міс.	Простій, год	Пробіг, тис. км/міс.	Простій, доба	Пробіг, тис. км/міс.	Простій, доба	Пробіг, тис. км/р.	Простій, доба	Пробіг, тис. км/р.	Простій, доба	Пробіг, тис. км/р.	Простій, доба	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Вантажні тепловози: 2ТЕ10 в/і	11,0/-	16,0	50,0/-	48,0	150,0/-	8,0	300,0/-	10,0	990/7,5	14,0	1980,0/14,0	16,0				
М62, 2М62	10,0/-	16,0	50,0/-	48,0	95,0/-	8,0	195,0/-	10,0	780,0/5	12,0	1560,0/10,0	14,0				
2М62У	9,0/-	16,0	45,0/-	48,0	90,0/-	8,0	180,0/-	10,0	780,0/6,5	12,0	1560,0/13,0	14,0				
2ТЕ116	11,0/-	16,0	55,0/-	48,0	165,0/-	8,0	330,0/-	10,0	990,0/9,0	14,0	1980,0/15,5	16,0				
Маневрові тепловози: ЧМЕЗ в/і	-/45,0	12,0	-/8,5	24,0	-/-	-	-/30,0	5,0	-/8,5	12,0	-/17,0	14,0				
ТЕМ103	-/15,0	12,0	-/15,0	24,0	-/-	-	-/45,0	5,0	-/15,0	12,0	-/-	-				
ТЕМ2, ТЕМ18	-/30,0	12,0	-/12,0	24,0	-/24,0	4,0	-/48	5,0	-/6,0	12,0	-/12,0	14,0				
ТГМ 23, 23А	-/10	-	-/2,0	24,0	-/8,0	4,0	-/16,0	5,0	-/5,0	12,0	-/10,0	14,0				
Середній деповський відсоток несправних – 8,0 %																

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вантажні електровози: ВЛ8,	11,0	12,0	22,0	24,0	165,0	2,0	330,0	5,0	660,0	10,0	1980,0	15,0
ВЛ10, ВЛ11 ВЛ11 М	15,0	12,0	30,0	24,0	175,0	2,0	330,0	5,0	700,0	10,0	2100,0	15,0
ВЛ60	-	12,0	17,0	24,0	100,0	2,0	300,0	5,0	600,0	10,0	1800,0	15,0
ВЛ80	-	12,0	20,0	24,0	240,0	2,0	480,0	5,0	960,0	10,0	2600,0	15,0
ВЛ82, ВЛ82М	-	12,0	18,0	24,0	200,0	2,0	400,0	5,0	800,0	10,0	2400,0	15,0
ДЕ1	15,0	12,0	30,0	24,0	200,0	2,0	400,0	5,0	800,0	10,0	2400,0	15,0
2ЕС5К, 2ЕЛ5	-	12,0	50,0	24,0	250,0	2,0	600,0	5,0	-	-	3000,0	-

Середній деповський відсоток несправних – 6,5 %.

Примітки:

- 1 Для маневрових тепловозів одиниця напрацювання: доба – для ТО-3, місяць – для ГР, рік – для КР.
- 2 Необхідність виконання тепловозами ГР-2 проводиться за рішенням комісії депо за станом ІППГ дизеля.
- 3 Відміна ТО-3 електровозів проводиться наказом начальника залізниці.
- 4 Капітальний ремонт КР-2 електровозів виконувати не раніше, ніж через 12 років і не пізніше 16,5 років залежно від класу ізоляції кабельно-дротової продукції.
- 5 Норми простою на ГР та ТО вказано в перерахунку на секцію локомотива

2.3 Визначення інвентарного парку та розрахунок відсотка несправних локомотивів (деповського, заводського та загального)

Інвентарний парк локомотивів $N_{\text{інв}}$ складається з локомотивів: N_e – які експлуатуються; $N_{\text{рем}}$ – які знаходяться у ремонті; $N_{\text{рез}}$ – які знаходяться у резерві управління залізниці; $N_{\text{зап}}$ – у запасі Укрзалізниці; $N_{\text{ор}}$ – в оренді; $N_{\text{відр}}$ – у відрядженні та визначається за формулою,

$$N_{\text{інв}} = N_e + N_{\text{рем}} + N_{\text{рез}} + N_{\text{зап}} + N_{\text{ор}} + N_{\text{відр}}, \quad (2.17)$$

де $N_{\text{рем}} = \sum f_i$,

де f_i – фронти КР, ПР, ТО та позапланових ремонтів усіх типів локомотивів (формула (2.16)).

Кількість локомотивів, які знаходяться в резерві управління залізниці, можна прийняти до 10 %, а в запасі ПАТ «Укрзаліниця» – 5 % парку локомотивів, які експлуатуються [2, 6]. Розрахунок виконується як для вантажних, так і маневрових локомотивів.

Кількість локомотивів, які знаходяться в розпорядженні депо, $N_{\text{р.д.}},$ лок,

$$N_{\text{р.д.}} = N_e + N_{\text{рем}} + N_{\text{рез}}. \quad (2.18)$$

Деповський відсоток несправних локомотивів $X_{\text{деп}},$ %,

$$X_{\text{ДЕП}} = \left(\frac{f_{\text{ПР-3}} + f_{\text{ПР-2}} + f_{\text{ПР-1}} + f_{\text{ТО-3}} + f_{\text{ТО-4}} + f_{\text{ПР}}}{N_e + N_{\text{рем}} + N_{\text{рез}}} \right) \times 100. \quad (2.19)$$

Заводський відсоток несправних локомотивів $X_{\text{зав}},$ %,

$$X_{\text{ЗАВ}} = \left(\frac{f_{\text{КР2}} + f_{\text{КР1}}}{N_e + N_{\text{рем}} + N_{\text{рез}}} \right) \times 100. \quad (2.20)$$

Загальний відсоток несправних локомотивів $X_{ЗАГ}$, %,

$$X_{ЗАГ} = \left(\frac{N_{рем}}{N_e + N_{рем} + N_{рез}} \right) \times 100 \quad (2.21)$$

або

$$X_{ЗАГ} = X_{ДЕП} + X_{ЗАВ} \cdot \quad (2.22)$$

Якщо норми деповського відсотка несправних локомотивів не витримуються (таблиця 2.1), студент повинен розробити та запропонувати заходи щодо зниження відсотка несправних локомотивів.

2.4 Визначення потрібної кількості стійл і позицій

Для розроблення плану основного депо необхідно знати потрібну кількість стійл, на яких виконується поточний ремонт і технічне обслуговування поїзних і маневрових локомотивів.

Кількість ремонтних позицій при стаціонарному методі ремонту визначають залежно від річної програми ремонту і тривалості зайняття:

- ремонтних позицій ПР-3 і ПР-2:

$$A_{ПР-3} = N_{ПР-3} t'_{ПР-3} / D; \quad A_{ПР-2} = N_{ПР-2} t'_{ПР-2} / D, \quad (2.23)$$

де $N_{ПР-3}, N_{ПР-2}$ – річна програма ПР-3 (в секціях) і ПР-2 (в локомотивах);

$t'_{ПР-3}, t'_{ПР-2}$ – зайнятість позиції при проведенні ПР-3 і ПР-2;

D – кількість робочих днів у році;

- ремонтних позицій ПР-1: $A_{ПР-1} = N_{ПР-1} t'_{ПР-1} \Psi_{ПР-1} / Dh_{ЗМ} t_{ЗМ}$;

- ремонтних позицій ТО-3: $A_{ТО-3} = N_{ТО-3} t'_{ТО-3} \Psi_{ТО-3} / Dh_{ЗМ} t_{ЗМ}$;

де $N_{ПР-1}, N_{ТО-3}$ – річна програма ремонту відповідно ПР-1 і ТО-3;

$t'_{ПР-1}, t'_{ТО-3}$ – зайнятість позицій при проведенні ПР-1 і ТО-3;

$t_{ЗМ}$ – тривалість робочої зміни, год;

h_{3M} – кількість робочих змін;

$\Psi_{\text{ПР-1}}, \Psi_{\text{ТО-3}}$ – коефіцієнт, який ураховує нерівномірність надходження тепловозів у ПР-1 і ТО-3.

Значення часу зайнятості позиції ($t'_{\text{ПР-3}}, t'_{\text{ПР-2}}, t'_{\text{ПР-1}}, t'_{\text{ТО-3}}$) визначається як відсоток часу простою по кожному виду поточного ремонту і ТО-3 [3, 6]. Потрібна кількість стійл і позицій розраховується як для поїзних, так і маневрових тепловозів та окремо підсумовується.

Кількість позицій для поодинокого викочування колісно-моторних блоків приймається залежно від річного пробігу – при річному пробігу до 20 млн лок.км досить мати одну позицію [3, 6].

Кількість позицій для обточування колісних пар без викочування з-під локомотива (ТО-4) потрібно прийняти за умов обточування всіх колісних пар одного шестивісного локомотива за зміну на верстаті КЖ-20М $A_{\text{ТО-4}}$, стійла,

$$A_{\text{ТО-4}} = N_{\text{ТО-4}} m_{\text{Л}} t_{\text{ТО-4}} \Psi_{\text{ТО-4}} / 24 \text{Д}, \quad (2.24)$$

де $m_{\text{Л}}$ – кількість секцій локомотива;

$t_{\text{ТО-4}}$ – час простою локомотива на ТО-4, год. При обточуванні шості колісних пар $t_{\text{ТО-4}}=8$ год без плазмового загартування гребенів бандажів і $t_{\text{ТО-4}}=13$ год при загартуванні [6, 8].

Для скорочення часу простою локомотивів в очікуванні обточування колісних пар рекомендується застосовувати $\Psi_{\text{ТО-4}} = 1,35 \dots 1,4$.

Як показали розрахунки і практика, при річному пробігу до 25 млн лок.км достатньо мати одну позицію ТО-4. Для проведення позапланових ремонтів рекомендується приймати одну позицію при 7,5 млн км річного пробігу локомотивів, приписаних до даного депо [3, 6].

Необхідна кількість позицій для реостатних випробувань (кожна на одну секцію) визначається за умов, що реостатні

випробування проводяться після ПР-3, ПР-2 і ПР-1, а також після повернення тепловозів із заводського ремонту в неробочому стані. Після заводського ремонту реостатні випробування проводяться в обсязі, як для ПР-1.

$$A_{PB} = \left[N_{\text{ПР-3}} t_{\text{ПР-3}}^P + N_{\text{ПР-2}} t_{\text{ПР-2}}^P + (N_{\text{ПР-1}} + N_{\text{КР-1}} + N_{\text{КР-2}}) t^P m_{\text{Л}} \Psi_P \right] / 24D, \quad (2.25)$$

де $t_{\text{ПР-3}}^P$ – тривалість реостатних випробувань після проведення ПР-3, $t_{\text{ПР-3}}^P = 9$ год;

$t_{\text{ПР-2}}^P$ – те саме після ПР-2, $t_{\text{ПР-2}}^P = 7$ год;

t^P – те саме після ПР-1, КР-1 і КР-2, $t^P = 4$ год;

Ψ_P – коефіцієнт, який враховує нерівномірність постановки тепловозів на реостатні випробування; $\Psi_P = 1, 2, \dots, 1, 5$.

Кількість стійл для реостатних випробувань приймається не менше двох. На цих стійлах потрібно передбачити розміщення пунктів екологічного контролю (ПЕК) шкідливих викидів тепловозних дизелів.

Кількість позицій для миття та очищення тепловозів визначають з урахуванням тривалості миття (15-20 хв) і кількості локомотивів, що обмивають за добу.

Для фарбування локомотивів після ПР-3 потрібна одна позиція, яка відповідає довжині локомотива. Якщо фарбування виконується в електростатичному полі, тоді ця позиція може бути розташована на одній з ділянок поточного ремонту. В іншому разі передбачається спеціальна будівля.

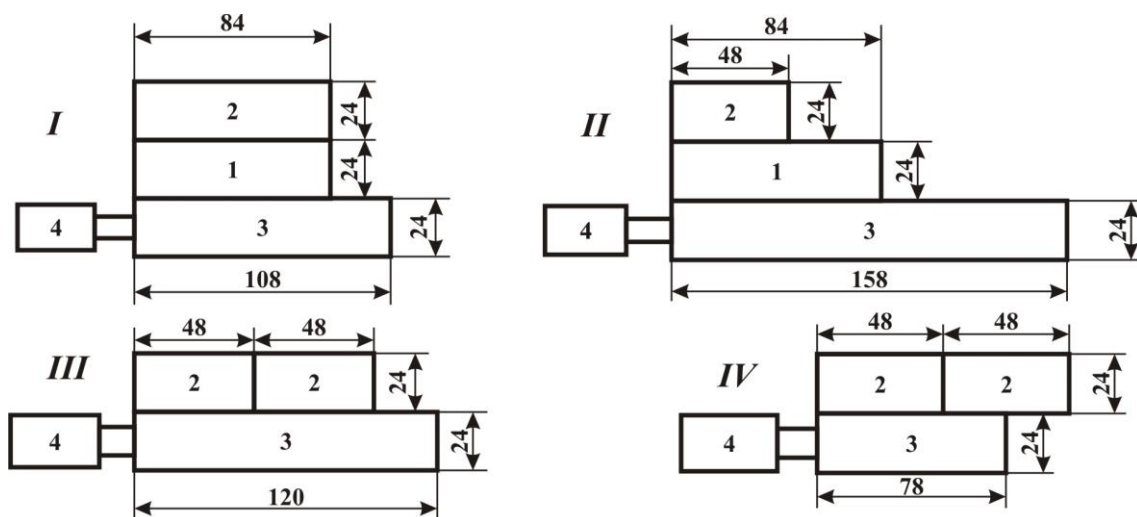
Для підготовки до сезонної експлуатації, у запас, а також до експлуатації після запасу, відправлення до капітального ремонту і підготовки до експлуатації після капітального ремонту в разі прибуття локомотива в «холодному» стані (ТО-5) рекомендується передбачити 1 стійло з підвищеними оглядовими майданчиками при річному пробігу до 10 млн км. Треба також передбачити позицію для діагностування тепловозів до постановки на ремонт.

Фронти поточних (деповських) ремонтів були визначені виходячи з невеликих розмірів руху поїздів. У сучасних депо величини фронтів (а отже, і кількість ремонтних стійл) значно більші. Тому при визначенні потрібної кількості ремонтних стійл значення фронтів різних видів ремонту можна збільшити в 3-5 разів (зробивши відповідну помітку в пояснювальній записці), а потім округлити ці значення до найближчих більших чисел таким чином, щоб план депо відповідав одному з типових проектів [6, 8, 10, 13]. Треба мати на увазі, що в депо з відносно невеликим обсягом роботи доцільно поєднувати виконання різноманітних видів ремонту на одних і тих самих стійлах (наприклад ПР-3 і ПР-2; ПР-1 і ТО-3).

2.5 Складання плану основного депо

Локомотивні депо будуються за типовими проектами, які розроблені з урахуванням уніфікації основних будівель для всіх типів локомотивів. Для виконання ПР-3 розроблено типовий проект ремонтного депо з програмою ремонту 300 і 600 локомотивних секцій за рік [4, 6, 9].

На ремонтно-експлуатаційні та експлуатаційні тепловозні депо розроблено типові проекти чотирьох типів (рисунок 2.2) [6, 10].



1 – дільниця ПР-2; 2 – дільниця ПР-1 і ТО-3; 3 – ремонтні майстерні;
4 – службово-побутові приміщення

Рисунок 2.2 – Схематичні плани локомотивних депо I – IV типів

Уніфіковані розміри будівель ремонтних дільниць наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розміри будівель ремонтних дільниць локомотивних депо

Ремонтна дільниця	Кількість колій	Довжина, м		Ширина, м	Висота, м	Розміри від стіни до осі крайньої колії і між коліями, м	Прийнята вантажопідйомність крана, т
		Односекційні локомотиви ВЛ60, ЧС2, М62, ЧМЕЗ, ТЕМ2	Двосекційні локомотиви ВЛ80, ВЛ10, 2М62, 2ТЕ10В, 2ТЕ116				
ПР-3	2	108/108	108/108	30	12,6	6+7,5+7,5+9	30/5
ПР-2	3	48/72	72/84	24	10,8	5+7+7+5	10
ПР-1 і ТО-3	3	30/48	48/84	24	10,8	5+7+7+5	5
Одиночного викочування й обточування колісних пар без викочування	3	48/72	72/84	24	10,8	5+7+7+5	10
ТО-2 і екіпірування	3	30/48	48/84	24	7,2	6+6+6+6	-
Примітки: 1 У чисельнику – при установленні одного локомотива, у знаменнику – двох 2 Ремонт дизелів і візків виконується на дільниці ПР-3							

Найбільша висота будівель потрібна для тепловозів з несучим кузовом, у яких зняття і постановка дизелів здійснюється через покрівельний люк. Для електродепо враховується можливість виймання силового трансформатора електровоза. При розробленні плану основного локомотивного депо слід керуватися списком літератури, який рекомендується [3, 6, 10, 13]. Цей план додається до ПЗ разом зі специфікацією.

На рисунку 2.3 наведено приклад плану основного депо.

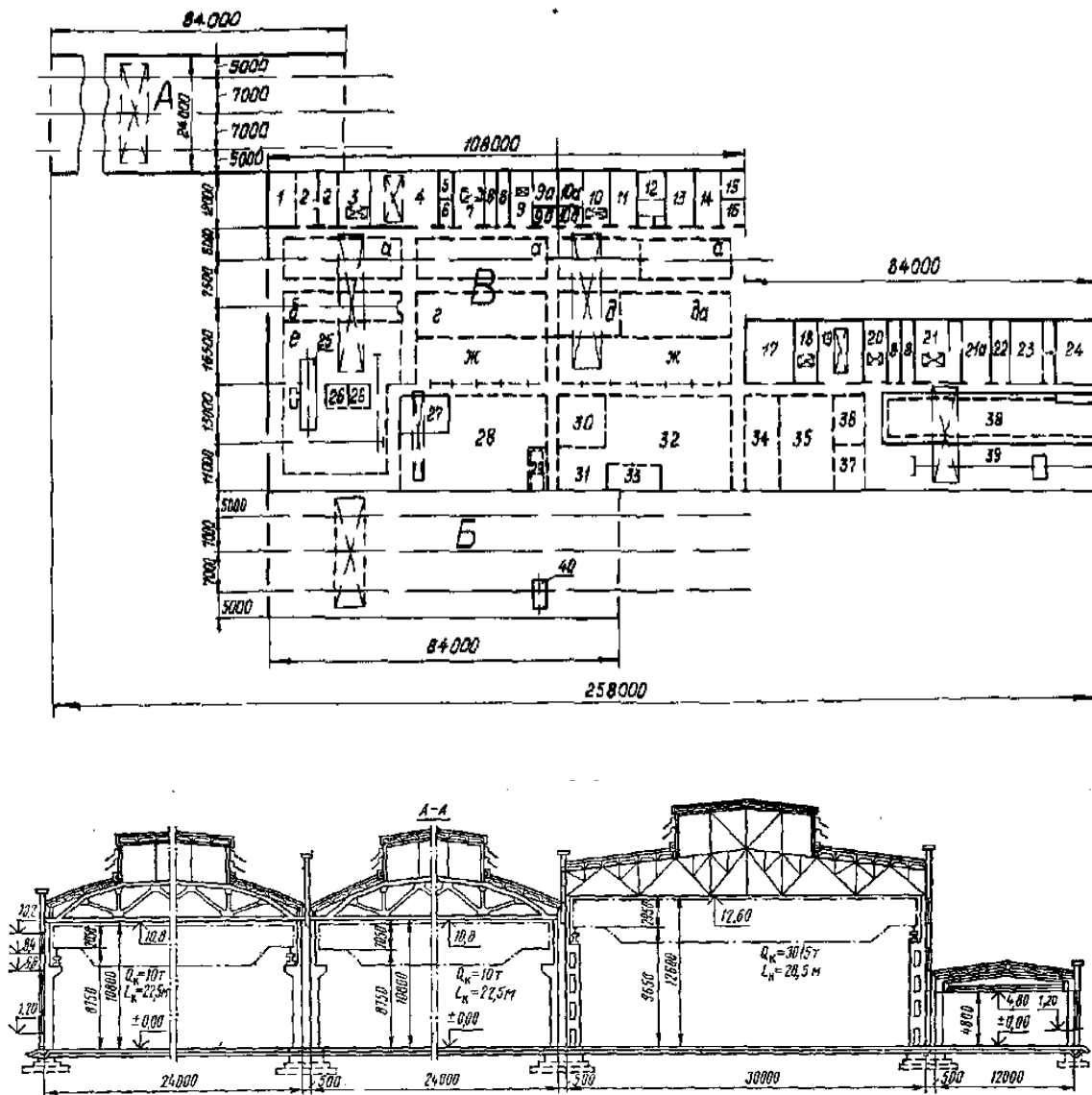


Рисунок 2.3 – План основного локомотивного депо

На цьому плані показані такі відділення та дільниці:

А – дільниця технічного обслуговування ТО-3 і поточного ремонту ПР-1; Б – дільниця поточного ремонту ПР-2; В – дільниця поточного ремонту ПР-3; а – поточна лінія ремонту тепловозів; б – позиція тепловозів з підвищеним обсягом ремонту; г – місця збереження відремонтованих візків, колісних пар з буксами, тягових двигунів, колісно-моторних блоків; д – місце зберігання дизелів тепловозів; да – позиція ремонту дизелів; е – позиція розбирання візків і моторно-колісних блоків; ж – поточна лінія ремонту рам візків; 1 – мийне відділення; 2 – відділення паливної

апаратури; 3 – відділення ремонту фільтрів; 4 – відділення ремонту секцій холодильників; 5 – газогенераторна; 6 – генераторна зварювального відділення; 7 – зварювальне відділення; 8 – санвузол; 9 – відділення ремонту кислотних акумуляторів із зарядкою 9а та генераторною 9б; 10 – відділення ремонту лужних акумуляторів із зарядкою 10а та електролітною 10б; 11 – контора майстрів; 12 – комора; 13 – водопідготовка; 14 – відділення ремонту контрольно-вимірювальних приладів; 15 – відділення ремонту автостопів і поїзного радіозв'язку; 16 – агрегат для введення і виведення тепловозів; 17 – інструментальна; 18 – термічне відділення; 19 – ковальське відділення; 20 – заливне відділення; 21 – відділення гальванічних покриттів; 21а – комора лаків, фарб та хімікатів; 22 – вентиляційна; 23 – полімерне відділення; 24 – столярне відділення; 25 – мийна машина; 26 – відділення ремонту роликів підшипників, букс колісних пар; 27 – просочувально-сушильне відділення; 28 – електромашинне відділення; 29 – випробувальна станція; 30 – відділення ремонту допоміжних електричних машин; 31 – електроапаратне відділення; 32 – відділення дизель-агрегатне; 33 – дільниця очищення і випробування поршнів; 34 – автогальмівне відділення; 35 – механічне відділення; 36 – ремонтно-господарське відділення; 37 – відділення електросилового обладнання та електромереж; 38 – комора депо; 39 – стійло для непланових ремонтів зі скатоопускною канавою; 40 – верстат для обточування бандажів колісних пар без викочування з-під тепловоза.

У депо для ремонту електровозів змінного струму необхідно передбачити приміщення:

- для ревізії та ремонту виймальної частини головних трансформаторів;
- регенерації трансформаторного мастила;
- ремонту і налаштування випрямних установок;
- ремонту струмоприймачів;
- ревізії головного вимикача;
- перевірки і налаштування електронної апаратури.

Останні три відділення повинні бути і в депо, де ремонтують електровози постійного струму.

Площі виробничих приміщень депо розраховують виходячи з умов раціонального розміщення устаткування та виробничих місць, майданчиків для зберігання деталей, а також необхідних проходів і проїздів. Необхідні площі визначають за нормами на одиницю устаткування чи ремонтні позиції або за нормами на одиницю відповідного виду ремонту. Нормативи виробничих площ за даними «Транселектропроекту» наведені в джерелах [6, 8, 10, 11, 13]. Необхідні площі дільниць і відділів депо, яке проектується, зводяться в таблицю (приклад визначення площ відділень і дільниць локомотивних депо подано в таблиці 2.3).

Таблиця 2.3 – Площі виробничих приміщень, м²

Приміщення	Депо із ПР-3 на 300 секцій за рік	Депо без ПР-3, що виконує	
		ПР-2 і ПР-1 на річний пробіг 40...50 млн секцій км	ПР-1 і ТО-3 на річний пробіг до 30 млн секцій км
1	2	3	4
Дільниця ремонту дизеля й допоміжних агрегатів	630	250	200
Дільниця ремонту електричних машин	500	-	-
Просочувально-сушильне відділення	110	-	-
Випробувальна станція електричних машин	70	-	-
Візкове відділення	500	-	-
Колісно-токарьське відділення	280		-
Дільниця ремонту букс і роликів підшипників	140		-
Відділення ремонту паливної апаратури	145	110	80
Відділення очищення й ремонту фільтрів	70	60	40
Відділення ремонту електроапаратів	85	70	70

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Відділення ремонту КВП і швидкостемірів	70	35	35
Відділення ремонту кислотних акумуляторних батарей	180	180	140
Відділення ремонту лужних акумуляторних батарей	100	80	80
Відділення ремонту АЛС, автостопа й поїзного радіозв'язку	35	35	35
Відділення ремонту секцій холодильника	140	80	80
Відділення ремонту автогальм	100	65	40
Механічне відділення	250	150	130
Ковальське відділення	110	90	90
Термічне відділення	70	-	-
Зварювальне відділення	70	60	60
Газогенераторне відділення	12	12	12
Мідницько-жерстянкове відділення	70	50	50
Гальванічне відділення	140	80	-
Полімерне відділення	146-230	146	-
Столярне відділення	50	30	30
Малярське відділення	20		
Виварне відділення	35	35	-
Приміщення для миття колісних пар, візків і деталей локомотива	140	48	-
Інструментальне відділення	140	80	70
Ремонтно-господарське відділення	80	50	50
Компресорна	70	50	50
Комора запчастин і матеріалів	720	550	400
Слюсарно-заготівельне відділення	100	90	60
Апаратна внутрішнього деповського диспетчерського зв'язку	48	36	24

Довжина будівлі визначається за методикою з урахуванням розміщення на ремонтних позиціях найбільших по довжині локомотивів.

За узгодженням з викладачем можуть розроблятися плани дільниць ПР-3 сумісно з ПР-2, ПР-1 сумісно з ТО-3 та окремих відділень.

2.6 Графік постановки локомотивів на технічне обслуговування та ремонти

Графік, за яким локомотиви відставляються на ремонт, складається з урахуванням місячної програми ремонту й технічного обслуговування, рівномірного завантаження працівників і деповського устаткування протягом місяця та кожної доби.

Середня тривалість простою локомотивів на КР, ПР та ТО на залізницях України наведена в таблиці 2.1. При складанні графіка пропонується використовувати досвід передових депо щодо скорочення тривалості ремонту. Графік будується на підставі пробігів тепловозів від останнього поточного ремонту або технічного обслуговування за станом на перше число наступного місяця, середньодобового пробігу та періодів між поточними ремонтами і технічними обслуговуваннями, встановлених Наказом ПАТ «Укрзалізниця» № 429-ЦОД від 15.10.2015 р.

У курсовому проекті пробіги тепловозів від того або іншого виду ремонту чи технічного обслуговування ТО-3, здійснених на початок місяця, приймаються залежно від рівномірного завантаження ремонтних стійл протягом періоду, що планується, а норми міжремонтних пробігів - з таблиці 2.1.

Приклад графіка постановки на ремонти й технічне обслуговування ТО-3 наведено на рисунку 2.4.

Для рівномірного завантаження дільниць локомотивних депо та залежно від фактичного стану ТРС дозволяється при складанні графіка постановки локомотивів на ТО-3, ПР-1 змінювати пробіги або періоди в розмірах, що відрізняються від нормативних на (+10 %, -10 %); на ПР-2, ПР-3 з відхиленням від установлених міжремонтних пробігів у межах (+20 %, -10 %); відправляти в капітальний ремонт на заводи у межах (+25 %, -10 %) установлених міжремонтних періодів (наказ ПАТ «Укрзалізниця» № 429-ЦОД від 15.10.2015 р.).

Серія і номер тепловоза	Вид останнього ТО або ПР	Пробіг від останнього ТО або ПР, км/год або доб	Ч и с л а м і с я ц я																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2ТЕ116 - 01	ТО - 3	7 330										○	○	○				○	○	○	○			○	○								
2ТЕ116 - 02	ТО - 3	9 160								×																●	●						
2ТЕ116 - 03	ПР - 1	6 960											×																				
2ТЕ116 - 04	ТО - 3	8 045										●	●																				×
2ТЕ116 - 05	ПР - 1	10 633							×													×											
2ТЕ116 - 06	ТО - 3	10 266		●	●																				×								
2ТЕ116 - 07	ПР - 1	9 532							×																×								
2ТЕ116 - 08	ТО - 3	10 760		△	△	△	△	△				△	△	△																×			
2ТЕ116 - 09	ТО - 3	7 243									×																						×
2ТЕ116 - 10	ТО - 3	11 050		×																	●	●											
ЧМЕЗ - 01	ПР - 1	44		×																													
ЧМЕЗ - 02	ТО - 3	30																△	△	△	△												
ЧМЕЗ - 03	ТО - 3	23																							●								
ЧМЕЗ - 04	ПР - 1	33											×																				
ЧМЕЗ - 05	ТО - 3	34										●																					
ЧМЕЗ - 06	ТО - 3	29																	×														
ЧМЕЗ - 07	ТО - 3	21																								○	○	○				○	○
ЧМЕЗ - 08	ТО - 3	30															×																

Умовні позначення: ○ - ПР-3; △ - ПР-2; ● - ПР-1; × - ТО-3; ■ - вихідні дні тижня

Рисунок 2.4 – Графік постановки локомотивів на поточні ремонти та ТО-3 на ... місяць 20... року

3 ЕКІПРУВАННЯ ЛОКОМОТИВІВ І ТЯГОВА ТЕРИТОРІЯ

Екіпуванням називається забезпечення локомотивів піском, паливом, мастилами, водою, обтиральними матеріалами, яке, як правило, поєднують з ТО-1 або ТО-2.

Розрахунки виконуються для проектування екіпування основного депо А, де екіпуються поїзні тепловози після ТО-3 та ПР_i (частково) і маневрові.

3.1 Визначення добових витрат і експлуатаційного запасу дизельного палива та ємкостей для його зберігання

Розміри та потужності екіпірувального господарства визначаються сумарними добовими витратами дизельного палива, $E_{д.пал}$, кг,

$$E_{д.пал} = a_{п}^{BT} E_{д.пал}^{BT} + a_{п}^M E_{д.пал}^M + E_{д.пал}^{PB}, \quad (3.1)$$

де $E_{д.пал}^{BT}$ – добові витрати дизельного палива локомотивами для вантажного руху поїздів, кг;

$E_{д.пал}^M$ – добові витрати палива локомотивами, які зайняті маневровою роботою, кг;

$E_{д.пал}^{PB}$ – добові витрати палива на реостатні випробування локомотивів після ремонту, кг;

$a_{п}^{BT}$, $a_{п}^M$ – коефіцієнти, які враховують частку палива, що видається на локомотиви відповідного виду руху з цього складу. Значення $a_{п}^{BT}$ приймається залежно від кількості пунктів екіпірування. Для маневрових локомотивів приймається $a_n^M = 1$, для вантажних рекомендується $a_n^{BT} = 0,2...0,3$.

Складові частини цього виразу розраховуються за нижченаведеними формулами.

Добові витрати дизельного палива локомотивами вантажного руху $E_{д.пал}^{BT}$, кг,

$$E_{д.пал}^{BT} = \sum 2L_i n_i Q_i e_{д.пал} 10^{-4}. \quad (3.2)$$

Добові витрати палива маневровими локомотивами $E_{д.пал}^M$, кг,

$$E_{д.пал}^M = \sum N_M t_M e_{д.пал}^M, \quad (3.3)$$

де N_M – парк маневрових локомотивів, що експлуатується (таблиця 1);

t_m – середньодобовий час роботи локомотивів;
 $e_{д.пал}^M$ – норми витрати дизельного палива за 1 год роботи на маневрах, кг (таблиця 1). Норми необхідно перевести в натурне паливо за формулою (1.2).

Добові витрати палива, кг, на реостатні випробування локомотивів після виконання їм ПР-1, ПР-2, ПР-3, КР-1 та КР-2
 $E_{д.пал}^{PB}$, кг,

$$E_{д.пал}^{PB} = \sum N_{PB}^i e_{PB}^i, \quad (3.4)$$

де N_{PB}^i – кількість локомотивів, що проходять реостатні випробування після i -го виду ремонту за добу;

e_{PB}^i – норми витрат палива на реостатні випробування після i -го виду ремонту, кг (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Витрати палива на реостатні випробування (на одну секцію)

Серія локомотива	Витрати палива на ремонт, кг	
	ПР-1, КР-1, КР-2	ПР-2, ПР-3
2ТЕ10(в/і), 2ТЕ116, М62(в/і)	300	1000
ЧМЕЗ(в/і), ТЕМ2(в/і), ТЕМ103	140	500

Загальна місткість складу дизельного палива $E_{д.пал}^{СК}$, кг,

$$E_{д.пал}^{СК} = K_{П} E_{д.пал} T_{д.пал}^3 + E_{д.пал}^P, \quad (3.5)$$

де $K_{П}$ – поправковий коефіцієнт, який ураховує збільшення витрати палива при зниженні температури повітря. Його величина приймається відповідно до таблиці 1.1;

$E_{д.пал}$ – добові витрати палива, кг;

$T_{д.пал}^3$ – кількість діб, на які створюється запас палива.

Приймати $T_{д.пал}^3 = 15 \dots 30$ діб;

$E_{д.пал}^P$ – запас дизельного палива, який є резервом залізниці, кг.

Запас дизельного палива, який є резервом залізниці, $E_{д.пал}^P$, кг,

$$E_{д.пал}^P = (0,05 \dots 0,15) K_{II} E_{д.пал} T_{д.пал}^3 \quad (3.6)$$

Загальний об'єм запасу дизельного палива V_{II}^{3AG} , м³,

$$V_{II}^{3AG} = \frac{0,001 E_{д.пал}^{CK}}{\gamma_{д.пал}}, \quad (3.7)$$

де $\gamma_{д.пал}$ – густина палива; $\gamma_{д.пал} = 0,83 \dots 0,86$ т/м³ [4, 6, 12].

За визначеними даними студент повинен зробити вибір необхідних резервуарів для зберігання палива за таблицею 3.2 у кількості не менше двох і бажано одного типу.

Таблиця 3.2 – Основні розміри паливних резервуарів

Тип резервуара та ємність, м ³	Основні розміри, м		Діаметр опори під днище, м
	діаметр	висота	
РВС-5000	23	12	25
РВС-3000	18,1	11,7	20
РВС-2000	15,3	11,7	16,7
РВС-1000	12	9,6	13,5
РВС-700	10,7	8,2	12,1
РВС-400	8	8,2	9,5

3.2 Визначення потреби мастил

Сумарні добові витрати мастил на експлуатацію локомотивів E_M , кг,

$$E_M = \Sigma (\alpha_M E_o^{диз} + \alpha_M E_M^{EP}), \quad (3.8)$$

де $E_o^{диз}$ – добові витрати дизельної оливи, кг;

E_m^{EP} – добові витрати мастила електрорухомим складом, кг;

a_m – коефіцієнт, що враховує частку оливи, що видається на відповідну серію локомотива з цього складу. Приймається залежно від кількості пунктів екіпірування, як для дизельного палива.

Добові витрати дизельної оливи нормуються у відсотках витрат дизельного палива $E_o^{диз}$, кг,

$$E_o^{диз} = \sum E_{д.п} \cdot 0,01 \cdot e_{диз.о.}, \quad (3.9)$$

де $\sum E_{д.пал}$ – добові витрати дизельного палива всіма дизельними локомотивами, кг;

$e_{диз.о.}$ – норми витрат дизельної оливи для експлуатаційних потреб у відсотках витрат дизельного палива (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Норми витрат оливи на експлуатацію локомотивів

Серія локомотива	Норми витрат оливи	
	Дизельна олива (у % від $E_{д.пал.}$)	Компресорна олива (кг/1000 км)
Тепловози		
2ТЕ10 (в/і)	1,9	0,3
М62 (в/і)	1,9	0,15
2ТЕ116	1,7	0,13
ЧМЕЗ (в/і)	1,5	0,15
ТЕМ2 (в/і)	1,5	0,15
ТЕМ103	1,5	0,1
ТГМ23	3,5	0,15
Електровози		
ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11	-	0,2
ВЛ60, ВЛ80, ВЛ82	-	0,18
ДЕ1, 2ЕЛ5, 2ЕС5К	-	0,15

Добові витрати компресорної оливи для електрорухомого складу, E_m^{EP} , кг,

$$E_M^{EP} = \frac{L_p \alpha_m 10^{-3}}{365}, \quad (3.10)$$

де L_p – величина річного пробігу локомотивів, лок. км;

α_m – норми витрат оливи на 1000 лок. км (таблиця 3.3).

Загальна місткість складу для зберігання оливи $V_{ск}$, м³,

$$V_{скл} = \frac{0,001 \cdot E_o^{диз} t_o}{\gamma_m}, \quad (3.11)$$

де $E_o^{диз}$ – сумарні добові витрати оливи, кг;

t_o – кількість діб запасу i -го сорту оливи. Встановлюється від 20 до 30 діб залежно від дальності його транспортування [6, 8, 12];

γ_o – густина оливи; $\gamma_o = 0,89 \dots 0,91$ т/м³.

Резервуари для зберігання дизельної, компресорної, осьової та трансформаторної оливи розташовують, як правило, з паливними складами на території єдиного резервуарного парку.

Дизельна олива зберігається, як правило, у заземлених резервуарах (залізничних цистернах). Консистентні мастила зберігають в окремих коморах у бочкотарі разом з обтиральними та фільтрувальними матеріалами.

3.3 Визначення добових витрат охолоджуючої води

Добові витрати охолоджуючої води тепловозних дизелів $V_{заг}$, дм³,

$$V_{заг} = V_e + V_p, \quad (3.12)$$

де V_e – витрати охолоджуючої води на потреби експлуатації, дм³;

V_p – витрати охолоджуючої води на потреби ремонту тепловозів, дм³.

Витрати охолоджуючої води на потреби експлуатації, V_e , дм^3 ,

$$V_e = \sum 2L_i n_i e_B^B a_B 10^{-3} + N_M e_B^M, \quad (3.13)$$

де $\sum 2L_i n_i$ – величина добового пробігу поїзних локомотивів, км;

e_B^B – норми витрат води, дм^3 , одним поїзним локомотивом на 1000 лок. км (таблиця 3.4);

a_B – коефіцієнт, який ураховує кількість води, яка отримується локомотивом у даному депо (або пункті обігу). Приймається залежно від кількості пунктів екіпірування;

e_B^M – норми витрат води одним маневровим тепловозом, які складають $10 \text{ дм}^3/\text{доба}$.

Витрати охолоджуючої води на потреби ремонту локомотивів V_p , дм^3 ,

$$V_p = \frac{(N_{\text{ПР-3}} + N_{\text{ПР-2}} + N_{\text{ПР-1}}) \cdot V_B}{D} \cdot \mu_B, \quad (3.14)$$

де $N_{\text{ПР-3}}$, $N_{\text{ПР-2}}$, $N_{\text{ПР-1}}$ – відповідно річна програма поточних ремонтів ПР-3, ПР-2 та ПР-1;

D – кількість днів у році;

μ_B – коефіцієнт, який ураховує непланову заміну води в системі охолодження локомотива; приймається $\mu_B = 1,1 \dots 1,2$;

V_B – місткість води в системі локомотива (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Норми витрат охолоджуючої води та місткість її в системах охолодження локомотивів

Серія тепловозів	Місткість системи для води, дм^3 , для 1 секції	Витрати води, дм^3 , на 1000 лок. км
2ТЕ10 (в/і)	2x1450	150
М62 (в/і)	950	60
2ТЕ116	2x1250	100
ТЕМ2, ЧМЕ3 (в/і), ТЕМ103	800	30

3.4 Визначення добових витрат і експлуатаційного запасу піску та місткості складів для його зберігання

Загальні добові витрати піску для постачання локомотивів W_{Π} , м³,

$$W_{\Pi} = W'_{\Pi} + W''_{\Pi}, \quad (3.15)$$

де W'_{Π} – добові витрати піску вантажними локомотивами, м³;

W''_{Π} – добові витрати піску маневровими тепловозами, м³.

Добові витрати піску вантажними локомотивами W'_{Π} , м³,

$$W'_{\Pi} = \frac{2 \sum L_i n_i Q_i e_{\Pi}}{10^6}, \quad (3.16)$$

де e_{Π} – середні норми витрат піску на 10⁶ ткм брутто вантажними локомотивами, м³ (таблиця 3.5) [6, 12].

Таблиця 3.5 – Середні норми витрат піску вантажними локомотивами, м³ на 10⁶ ткм брутто

Серія тепловоза	Тип профілю колії	Маса поїзда, т					
		2500	3000	3500	4000	4500	5000
2TE10Л в/і	I	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,20
	II	0,12	0,14	0,15	0,18	0,19	0,22
2TE116	I	0,11	0,14	0,19	0,19	0,20	0,22
	II	0,11	0,15	0,19	0,19	0,22	0,23
M62, TE103, ЧМЕЗ в/і	I	0,07	0,09	0,09	-	-	-
	II	0,08	0,07	0,07	-	-	-
ВЛ8, ВЛ80, ДЕ1	II	0,3	0,3	0,3	0,32	0,32	0,33
В10, В11, ВЛ82	II	0,50	0,50	0,55	0,60	0,63	0,65
ВЛ60 в/і	II	0,50	0,55	0,60	0,65	0,75	0,80

Добові витрати піску маневровими тепловозами W_{Π}'' , м³,

$$W_{\Pi}'' = M_{\Pi}^{\text{ман}} e_{\Pi}^{\text{ман}}, \quad (3.17)$$

де $M_{\Pi}^{\text{ман}}$ – кількість маневрових локомотивів, що екіпіруються піском;

$e_{\Pi}^{\text{ман}}$ – норми витрат піску за добу роботи маневрового локомотива. Приймаються в межах 0,8...1,0 м³.

Запас вогкого піску на складі визначається залежно від тривалості роботи піскодобувних кар'єрів і середньомісячної температури найбільш холодного місяця за рік. Місткість складу вогкого піску $n_{\text{ск}}$, м³,

$$n_{\text{ск}} = 30,4 \left(W_{\Pi}' \alpha_{\text{ск}}^{\text{вт}} + W_{\Pi}'' \alpha_{\text{ск}}^{\text{м}} \right) m \alpha K_{\Pi}, \quad (3.18)$$

де m – кількість місяців, на які розраховується запас піску. Приймається 3...5 міс.;

α – коефіцієнт, який урахує витрати вогкого піску при його переробці та на господарські потреби (приймається $\alpha = 1,1 \dots 1,15$);

K_{Π} – коефіцієнт збільшення витрат піску в зимовий період, приймається $K_{\Pi} = 1,1 \dots 1,2$;

$\alpha_{\text{ск}}^{\text{м}}$, $\alpha_{\text{ск}}^{\text{вт}}$ – коефіцієнти, які ураховують частку піску, що видається на локомотиви з цього складу (приймається $\alpha_{\text{ск}}^{\text{м}} = 1$, $\alpha_{\text{ск}}^{\text{вт}} = 0,2 \dots 0,3$).

Склади вогкого піску розташовуються у критих приміщеннях або на відкритій площині поблизу будов з піскосушильним устаткуванням. Висота штабеля піску, як правило, не перевищує 3...4 м. Ширина складу піску приймається 6 м. Відносний об'єм одного погонного метра штабеля вогкого піску складає 13,8 м³ при ширині основи штабеля 6 м.

Площа складу вогкого піску $F_{\text{ск}}$, м²,

$$F_{\text{ск}} = \frac{n_{\text{ск}}}{h_{\text{ск}}}, \quad (3.19)$$

де $h_{\text{ск}}$ – висота штабеля піску, м.

Довжина штабеля вогкого піску $L_{\text{ск}}$, м,

$$L_{\text{ск}} = \frac{n_{\text{ск}}}{P} + 12, \quad (3.20)$$

де P – відносний об'єм 1 пог. м складу, м³;
12 – безрозмірна величина.

Потрібний об'єм сухого піску $n_{\text{ск}}^{\text{сух}}$, м³,

$$n_{\text{ск}}^{\text{сух}} = 30,4 \left(W_{\text{П}}' \alpha_{\text{ск}}^{\text{ВТ}} + W_{\text{П}}'' \alpha_{\text{ск}}^{\text{М}} \right) R_{\text{сух}} \alpha_{\text{сух}}, \quad (3.21)$$

де $R_{\text{сух}}$ – кількість місяців, протягом яких повинен зберігатися об'єм сухого піску. Приймається від 3 до 5 міс;

$\alpha_{\text{сух}}$ – коефіцієнт, який ураховує непередбачені витрати сухого піску. Приймаються в межах 1,2...1,3.

Добова продуктивність піскосушильного устаткування $P_{\text{П}}^{\text{суш}}$, м³/доба,

$$P_{\text{П}}^{\text{суш}} = \frac{365 \left(W_{\text{П}}' \alpha_{\text{ск}}^{\text{ВТ}} + W_{\text{П}}'' \alpha_{\text{ск}}^{\text{М}} \right)}{D_{\text{П}} K_{\text{П}}}, \quad (3.22)$$

де $D_{\text{П}}$ – кількість діб роботи піскосушарки за рік;

$K_{\text{П}}$ – коефіцієнт використання піскосушарки (приймають 0,85).

Кількість діб роботи піскосушарки за рік приймають виходячи з залежності

$$D_{\text{П}} = 365 - (30,4 \cdot R_{\text{сух}}). \quad (3.23)$$

Згідно з розрахованою продуктивністю вибирають з таблиці 3.6 тип барабанної сушарки, а для зберігання сухого піску згідно з таблицею 3.7 – відповідні склади баштового типу.

Кількість пікосушильних печей, потрібних для забезпечення об'єму піску, що подається на локомотиви, $m_{пiч}$, од,

$$m_{пiч} = \frac{P_{п}^{суш} \gamma_{пiс}}{t_{п} A_{п} K_{п}}, \quad (3.24)$$

де $\gamma_{пiс}$ – питома вага сухого піску, яка складає $(1,2 \dots 1,6) \cdot 10^3$ кг/м³;

$t_{п}$ – кількість годин роботи пікосушильної печі за добу, год;
 $A_{п}$ – продуктивність печі, кг/год (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – Характеристики барабанних сушарок

Показник	Тип сушарки	
	СОБУ-1	СОБУ-2М
Діаметр барабана, м	800	1 200
Довжина барабана, м	6 000	6 024
Швидкість обертання барабана, хв ⁻¹	10	6
Продуктивність сушарки, кг/год	2 200	3 000

Приймається не менше однієї сушарки.

Таблиця 3.7 – Характеристика баштових складів піску

Показник	Місткість складу, м ³		
	3000	800	120
Кількість башт	2	2	1
Діаметр башти, м	12	6	6
Висота башти, м	19,33	17,4	8,08
Площа за діаметром, м ²	20	14	14

Склади вогкого й сухого піску та пікосушарка розташовуються на тяговій території депо поруч з пунктом ПТОЛ.

3.5 Розрахунок енергетичних ресурсів для потреб депо

Необхідність енергетичних ресурсів визначається відповідно до встановлених норм.

Розрахунок потреб стисненого повітря, м³/хв, пари, кг/год, і води, м³/доб:

$$V_{\text{пов (п, вд)}} = \frac{L_{\text{річ}}}{10^6} Z + N_{\text{ПР-3}} Z_{\text{ПР-3}}, \quad (3.25)$$

де $V_{\text{пов (п, вд)}}$ – витрати стисненого повітря (пари, води) на виробничі та побутові потреби депо;

Z – норми витрат відповідних енергетичних ресурсів (повітря, пари, води, електроенергії) на 10⁶ лок.км;

$Z_{\text{ПР-3}}$ – те саме на ремонт однієї секції в обсязі ПР-3.

Норми витрат енергетичних ресурсів наведені в таблиці 3.8 та на рисунку 3.1.

Таблиця 3.8 – Норми витрат енергетичних ресурсів для потреб локомотивного господарства

Показник	Норма Z на 1 млн лок. км для депо з пробігом, млн км за рік					На 1 секцію річної програми ПР-3 $Z_{\text{ПР-3}}$
	5	10	20	30	40	
Стиснене повітря $V_{\text{пов}}, \text{ м}^3/\text{хв}$	1,5	1,13	0,64	0,48	0,38	0,041
Пара $V_{\text{п}}, \text{ кг/год}$	800	472	256	185	149	4,2
Вода $V_{\text{вд}}, \text{ м}^3/\text{доба}$	10,2	6,7	4,7	4,0	3,7	0,24
Питома норма встановленої потужності $P_{\text{нит}}, \text{ кВт}$	125	84	63	47	40	5,7
Коефіцієнт завантаження обладнання $K_{\text{обл}}^{\text{завант}}$	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,49
Коефіцієнт використання освітлення $K_{\text{осв}}^{\text{використ}}$	0,4	0,5	0,6	0,65	0,70	0,55

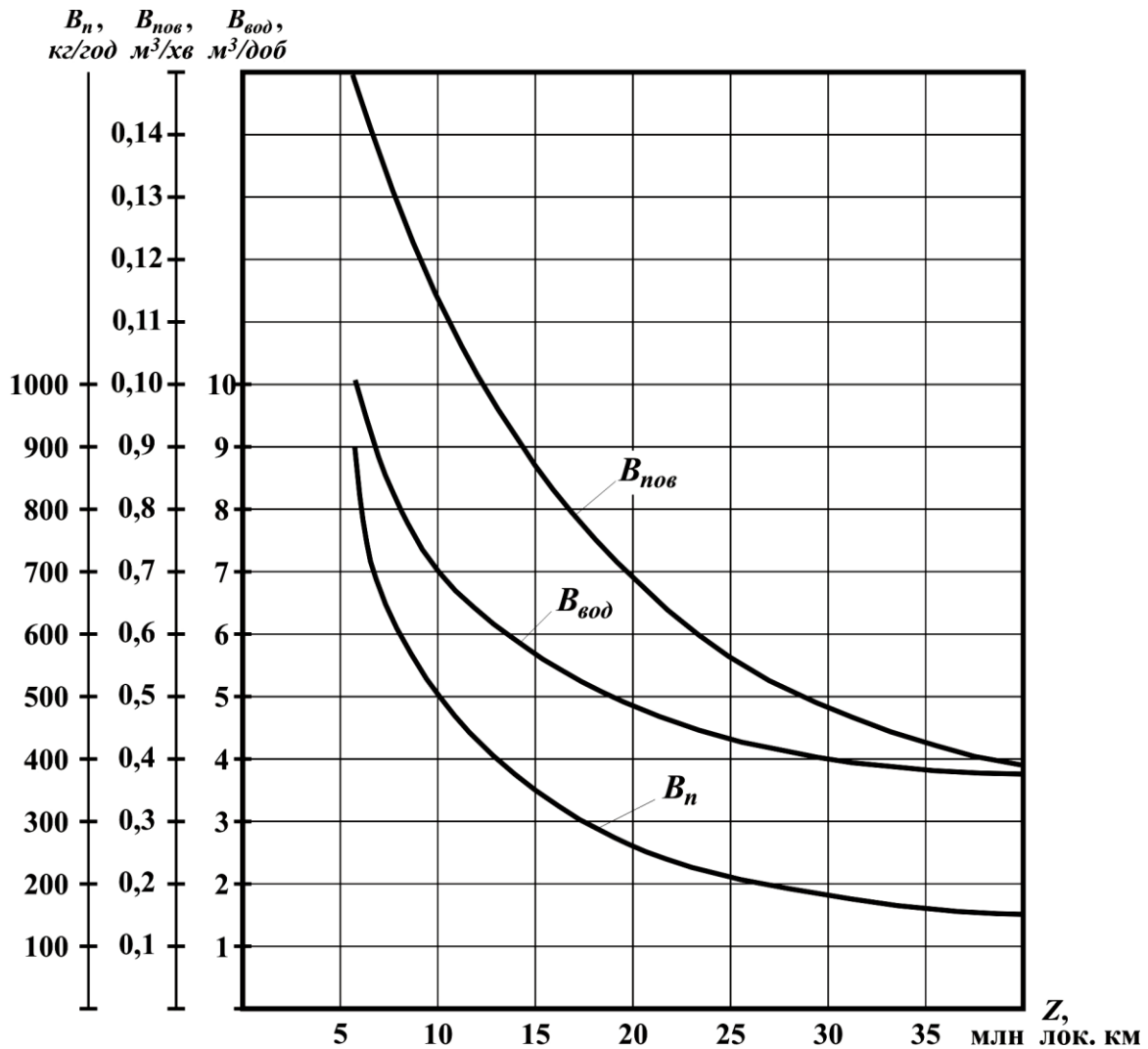


Рисунок 3.1 – Норми витрат енергетичних ресурсів для потреб депо

Окремо потрібно розрахувати встановлену потужність для освітлення приміщень депо та зовнішньої території $P_{ос}$, кВт,

$$P_{ос} = \sum S_{ос_i} \cdot P_{пит_i} \cdot 10^{-3}, \quad (3.26)$$

де $S_{ос_i}$ – відповідна площа, яку необхідно освітлювати, м².

Норми питомої потужності для освітлення $P_{пит_i}$ становлять:

- для механічних і ремонтних ділянок – 20...22 Вт/м²;
- для побутових, складських приміщень – 10...15 Вт/м²;
- для зовнішнього освітлення – 0,2 Вт/м².

Загальна потужність деповського обладнання включаючи електричне освітлення P , кВт,

$$P = \sum L_{\text{річ}} \cdot 10^{-6} \cdot Z + N_{\text{ПР-3}} Z_{\text{ПР-3}}, \quad (3.27)$$

де Z – питома норма встановленої потужності, кВт, на 1 млн лок.км пробігу за рік;

$Z_{\text{ПР-3}}$ – те саме на ремонт однієї секції локомотива в обсязі ПР-3 (таблиця 3.8).

Необхідна встановлена електрична потужність для обладнання депо $P_{\text{об}}$, кВт,

$$P_{\text{об}} = P - P_{\text{ос}}. \quad (3.28)$$

Річна потреба електроенергії для обладнання депо, $A_{\text{об}}$, кВтгод,

$$A_{\text{об}} = P_{\text{об}} t_{\text{доб}} D_{\text{р.д}} K_{\text{обл}}^{\text{завант}}, \quad (3.29)$$

де $t_{\text{доб}}$ – час роботи обладнання депо (цеху) протягом доби, год ($t_{\text{доб}}$ можна приймати в межах 8...16 год);

$D_{\text{р.д}}$ – кількість робочих днів у році ($D_{\text{р.д}}$ можна прийняти 260 або 254 доби);

$K_{\text{обл}}^{\text{завант}}$ – коефіцієнт завантаження обладнання, який приймається залежно від річного пробігу локомотива за таблицею 3.8.

Річна потреба електроенергії для освітлення $A_{\text{ос}}$, кВтгод,

$$A_{\text{ос}} = P_{\text{ос}} t_{\text{ос}} D_{\text{річ}} K_{\text{осв}}^{\text{викрист}}, \quad (3.30)$$

де $t_{\text{ос}}$ – час роботи освітлювальних ламп, який залежить від сезону і в середньому може бути прийнятим 6...10 год;

$D_{\text{річ}}$ – кількість днів у році;

$K_{\text{осв}}^{\text{викрист}}$ – коефіцієнт використання освітлення, який ураховує середню частку роботи освітлювальних приладів (таблиця 3.8).

3.6 Графік екіпірування локомотивів, поєднаний з ТО-2. Складання плану ПТОЛ з екіпіруванням

Після проведення розрахунків, пов'язаних з організацією екіпірування локомотивів паливом, оливою, мастилами, водою та піском студент повинен вибрати схему і відповідно до неї скласти графік екіпірування, поєднаний з виконанням ТО-2 [6, 10, 12].

Перед складанням графіка екіпірування локомотивів необхідно вирішити й описати такі питання:

- вибрати місце для екіпірування локомотивів на тяговій території депо;

- вибрати маршрут прямування локомотивів на екіпірування і вихід з нього, додержуючись при цьому принципу потоковості;

- вибрати кількість стійл ТО-2 і екіпірування відповідно до прийнятого часу простою на цих операціях;

- сформулювати основні вимоги щодо екології та охорони праці при виконанні ТО-2 і екіпіруванні локомотивів.

Добова програма технічного обслуговування локомотивів
 $N_{\text{ТО-2}}$

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{N_e}{t_{\text{ТО-2}}} - N_{\text{рем}}, \quad (3.31)$$

де N_e – експлуатаційний парк (для маневрових див. таблицю 1);

$t_{\text{ТО-2}}$ – періодичність виконання ТО-2, доба, [2, 6, 10];

$N_{\text{рем}}$ – кількість ремонтів та обслуговувань більш вищого порядку за добу (згідно з розрахунками програми ремонту й технічних обслуговувань – у розділі 2.2).

Потрібна кількість позицій (стійл) для екіпірування $A_{\text{ТО-2}}$

$$A_{\text{ТО-2}} = \frac{N_{\text{ТО-2}}(t_e + t_{\text{уст}})\Psi_e}{D}, \quad (3.32)$$

де t_e – час екіпірування одного локомотива, хв (таблиця 3.9);

$t_{уст}$ – час установлення локомотива на екіпірувальне стійло (2...4 хв);

Ψ_e – коефіцієнт, який ураховує нерівномірність надходження тепловозів на ТО-2 (рекомендується $\Psi_e = 1,2...1,5$);

D – тривалість використання екіпірувальної позиції (фонд часу). Якщо екіпірування виконується цілодобово, $D=1440$ хв, за одну зміну - 420 або 480 хв.

Таблиця 3.9 – Середня тривалість екіпірування

Найменування екіпірувальних операцій	Тривалість, хв.
Постачання піском при ємності бункерів локомотива: до 0,5 м ³ до 1,0 м ³ до 1,5 м ³ і більше	4-5 7-8 9-12
Постачання мастильними і обтиральними матеріалами	10-15
Постачання паливом	13-18
Постачання охолоджувальною водою	8-10
Очищення, миття локомотива	10-20
Розворот локомотива	3-8

Найбільша кількість локомотивів, які можна екіпірувати за добу на одній позиції $N_{ек}$, при $N_{ТО-2}=1$

$$N_{ек} = \frac{D}{(t_e + t_{уст})\Psi_e} \quad (3.33)$$

Графік повного екіпірування тепловоза з ТО-2 на території депо наведено на рисунку 3.2.

На основі даних розрахунків приймається кількість стійл пункту ТО-2 з повним екіпіруванням з урахуванням того, що на цьому пункті будуть екіпіруватися локомотиви після поточних ремонтів (ПР-1, ПР-2, ПР-3), після прибуття з заводського ремонту у «холодному» стані, після розконсервації та ін.

Кількість стійл ПТОЛ була визначена виходячи з невеликих розмірів руху поїздів. Тому кількість стійл можна збільшити у 3...5 разів (округлити це значення до найближчого більшого числа), наблизивши до типового проекту (як правило, на три колії).



Рисунок 3.2 – Графік повного екіпірування, поєднаного з Т0-2

План пункту технічного обслуговування локомотивів і екіпірування наведено на рисунку 3.3. Креслення плану ПТОЛ виконується за узгодженням з викладачем.

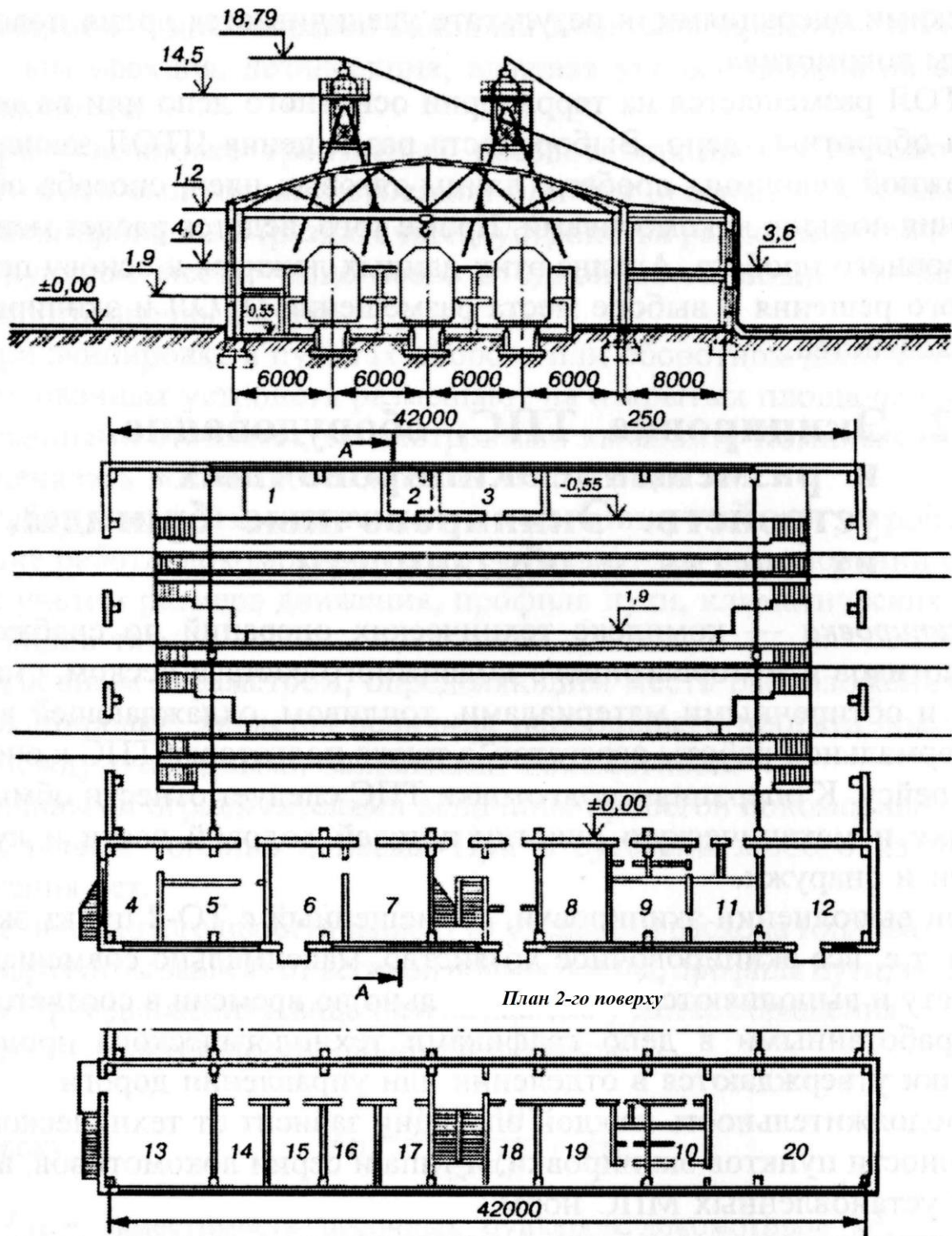


Рисунок 3.3 – Пункт технічного обслуговування (ПТОЛ) і екіпування двосекційних локомотивів (позначення відділень указані в роботах [3, 6])

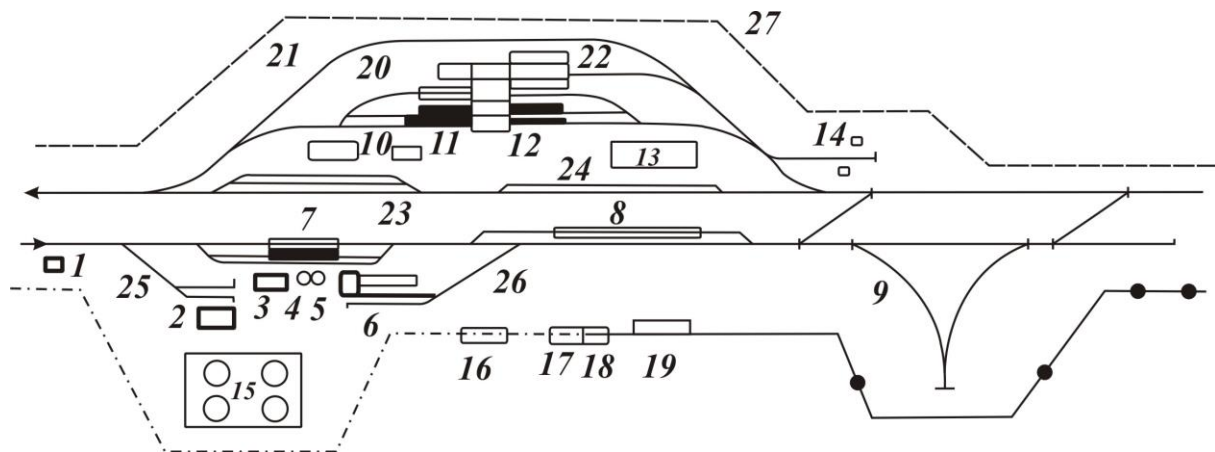
3.7 План тягової території основного локомотивного депо

Остаточним етапом курсового проекту є розроблення і планування тягової території локомотивного депо. Плануючи тягову територію, студент повинен пам'ятати, що на її площі розміщуються всі споруди з відповідним колійним залізничним розвитком, необхідним для організації ремонту, експлуатації й екіпірування локомотивів, а також допоміжні споруди, необхідні для локомотивного господарства.

До початку проектування слід вибрати принципову схему поточності прямування локомотивів на тяговій території.

При розробленні плану тягової території необхідно керуватися матеріалами [6, 10, 13]. Дозволяється виконувати план тягової території депо, у якому працює студент.

План тягової території зі специфікацією споруд наводиться в пояснювальній записці (як приклад див. рисунок 3.4).



- 1 – контрольний пост; 2 – склад мастил; 3 – службово-технічна будівля;
4 – склад сухого піску баштового типу; 5 – пісокосушарка; 6 – склад вогкого піску; 7 – екіпірувальні позиції; 8 – стаціонарна мийна установка;
9 – поворотний трикутник; 10 – котельня; 11 – приміщення чергового по депо; 12 – будівлі депо та майстерень із побутовим корпусом; 13 – місце для спортивної площадки та басейну; 14 – реостатна установка;
15 – резервуарний парк; 16 – їдальня; 17 – контора; 18 – прохідна; 19 – навіс для велосипедів та автомашин; 20 – колії заїзду в депо; 21 – обвідна колія;
22 – тупик для відстою колісних пар; 23 – колії для відстою тепловозів;
24 – колії для відстою відновлюючого та пожежного поїзда; 25 – колія для зливу палива та оливи; 26 – колії для розвантаження піску; 27 – границя тягової території

Рисунок 3.4 – План тягової території локомотивного депо

На тяговій території повинні бути розміщені споруди ремонтних приміщень, екіпірувальні споруди, поєднані з ТО-2, склади палива, піску і змащувальних матеріалів, насосні, естакади для зливання технічних рідин, споруди для розвороту локомотивів, устаткування для очищення та миття локомотивів, допоміжні споруди локомотивного господарства, а також колійний розвиток, що забезпечує нормальну роботу всіх підрозділів локомотивного депо та відстій локомотивів, об'єкти з охорони навколишнього середовища, споруди соціально-побутових потреб.

Тягова територія повинна розміщуватися поблизу горловин приймально-відправних парків станції з боку, протилежного пасажирській споруді та селищу. Зв'язок тягової території зі станцією підтримується не менш як двома коліями з контрольними пунктами. В електровозному депо всі колії тягової території мають контактний дріт, секціонований по дільницях так, щоб електровози постачались піском при знятій напрузі. Тепловозні депо мають спеціалізовані колії для реостатних випробувань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Коновалов, Є. В. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення [Текст] : метод. посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності / Є. В. Коновалов, Л. М. Козар. – Харків : УкрДАЗТ, 2014. – 58 с.

2 Бабанін, О. Б. Організація та технологія експлуатації локомотивів [Текст] : конспект лекцій / О. Б. Бабанін, С. Г. Жалкін. – Харків : УкрДУЗТ, 2017. – 54 с.

3 Бабанін, О. Б. Організація технічних обслуговувань локомотивів [Текст] : конспект лекцій / О. Б. Бабанін, С. Г. Жалкін. – Харків : УкрДУЗТ, 2017. – Ч. 2. – 38 с.

4 Некрашевич, В. И. Управление эксплуатацией локомотивов [Текст] : учебное пособие / В. И. Некрашевич, В. И. Апатцев. – М. : РГОТУПС, 2004. – 257 с.

5 Просви́ров, Ю. Е. Организация и основы технологии работы локомотивного хозяйства [Текст]: учеб. пособие / Ю. Е. Просви́ров, Т. В. Щербицкая. – Самара : СамГУПС, 2007. – 99 с.

6 Айзинбуд, С. Я. Локомотивное хозяйство [Текст]: учеб. для вузов / С. Я. Айзинбуд, В. А. Гутковский, П. И. Кельперис. – М. : Транспорт, 1986. – 263 с.

7 Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового та моторвагонного рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро та дизель-поїздів) [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці № 429-ЦОД від 15.10.2015 р. – К. : Укрзалізниця, 2015. – 37 с.

8 Папченков, С. И. Локомотивное хозяйство [Текст]: пособие по дипломному проектированию / С. И. Папченков. – М. : Транспорт, 1988. – 192 с.

9 Методичні вказівки щодо проектування норм виробітку, нормованих завдань та нормативи часу на підготовчо-заклучні дії, допоміжні операції для локомотивних бригад. ЦТ-129 [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці № 005-ЦЗ від 03.01.2006 р. – К. : Укрзалізниця, 2006. – 39 с.

10 Хасин, Л. Ф. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством [Текст]: учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / Л. Ф. Хасин, В. Н. Матвеев. – М. : Желдориздат, 2002. – 452 с.

11 Технические указания по проектированию тепловозных, электровозных депо и экипировочных устройств [Текст]. – М. : Трансэлектропроект, 1969. – 99 с.

12 Гагин, Л. Ф. Экипировка и экипировочные материалы [Текст]: учебник / Л. Ф. Гагин, А. А. Вовин. – К. : Вищ. шк., 1989. – 160 с.

13 Бабанін, О. Б. Розташування деповських споруд та екіпірувальних пристроїв на тяговій території локомотивного депо [Текст]: метод. вказівки з курсового та дипломного проектування для студентів всіх форм навчання спеціальності «Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту («Локомотиви»)» / О. Б. Бабанін. – Харків : УкрДАЗТ, 2007. – 28 с.

ДОДАТОК А
(довідковий)

Приклад оформлення обкладинки курсового проекту

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Експлуатація та ремонт рухомого складу»

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЛОКОМОТИВІВ І
ЛОКОМОТИВНЕ ГОСПОДАРСТВО**

курсний проект з дисципліни

«Експлуатація локомотивів і локомотивне господарство»

Пояснювальна записка та розрахунки

КПМЕ.500.14.06.ПЗ

Розробив: студент групи 1-5-Л
спеціальність 273

_____ І. І. Іванов
шифр 506

Керівник: доцент, канд. техн. наук

_____ І. І. Петров

Національна шкала _____

Кількість балів: ____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

_____ Петров І. І.

_____ Коваленко І. І.

ДОДАТОК Б (довідковий)

Шаблони для розрахунків розкладу руху поїздів, відомостей обігу та програми ремонту локомотива

При виконанні розрахунків при побудові розкладу руху поїздів, відомостей обігу локомотивів необхідно виконувати значну кількість однакових розрахунків, пов'язаних з арифметичними операціями з часом. Для зменшення часу розрахунків доцільно використовувати програму «Microsoft Excel», яка дає можливість виконувати операції сумування, віднімання, округлення та ін. над одиницями часу. Для виконання розрахунків на кафедрі ЕРРС розроблено шаблони для побудови розкладу руху поїздів, відомості обігу та програми ремонту вантажних і маневрових локомотивів. Ці шаблони можна одержати у викладача, що керує виконанням курсового проекту. Завантаживши шаблон (наприклад «Графік руху_1_16.xls») на аркуші 1 книги Excel, вводимо вихідні дані, обрані з таблиць 1 та 2 в комірці, що мають «жирний» шрифт (рисунок Б.1).

График руху_1_16 [Режим совместимос...]													
Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Что													
D33	Парний напрямок												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1				Вихідні дані				Розрахунки					
2				L _{AB} , км	L _{AB} , км	V _д , км/год	V _д , км/год	t _{зм} , год	t _{БА} , год	t _{АВ} , год	t _{ВА} , год	t _{АВ} , год	
3					пар	непарн	0,33		6,12	7,96	8,62	6,62	
4				220	290	38	35	t _д , хв			ΣT, год	ΣT, хв	
5				Парк лок. Nm		14		30			648:31	38911	
6				Розрахунки		β _д	0,1				Парк лок. Ne		
7				L _p , км					t _А , год	t _А , хв	t _{зм} , хв	27,0	
8				6552480					0,5	0:30	0:19		
9									t _{БА} , Г:ХВ	t _{АВ} , Г:ХВ	t _{ВА} , Г:ХВ	t _{АВ} , Г:ХВ	
10									6:07	7:57	8:37	6:37	
11				Вихідні дані									
12				n	№ пар	Відп. Б		№ непар.	Відп. В				
13				16	2102	0:10		2101	0:20	1			
14					2108	1:50		2107	2:10	2			
15					2114	4:00		2113	4:10	3			
16					2120	6:10		2119	6:00	4			
17					2124	7:10		2123	7:00	5			
18					2128	8:10		2127	8:00	6			
19					3402	9:10		3401	9:00	7			
20					2132	10:50		2131	10:40	8			
21					2138	11:50		2137	12:00	9			
22					2144	13:20		2143	13:30	10			
23					2150	14:40		2149	14:50	11			
24					2156	16:00		2155	16:10	12			
25					2162	17:30		2161	17:20	13			
26					2168	18:50		2167	19:20	14			
27					3412	21:10		3411	21:30	15			
28					2174	23:10		2173	23:20	16			
29										17			
30										18			

Рисунок Б.1 – Введення вихідних даних для розрахунків

Після введення даних на аркуші 2 одержуємо розклад руху поїздів (рисунок Б.2), який можна вставити в пояснювальну записку.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2												
3		Таблиця Б.1 - Розклад руху поїздів на ділянці обігу Б - А - В										
4		№ з/п	Парний напрямок				Непарний напрямок					
5			№ поїзда	Час відправлення від ст. Б	Час прибуття на ст. А	Час відправлення від ст. А	Час прибуття на ст. В	№ поїзда	Час відправлення від ст. Б	Час прибуття на ст. А	Час відправлення від ст. А	Час прибуття на ст. Б
6		1	2102	0:10	6:17	6:47	14:44	2101	0:20	8:57	9:27	16:04
7		2	2108	1:50	7:57	8:27	16:24	2107	2:10	10:47	11:17	17:54
8		3	2114	4:00	10:07	10:37	18:34	2113	4:10	12:47	13:17	19:54
9		4	2120	6:10	12:17	12:47	20:44	2119	6:00	14:37	15:07	21:44
10		5	2124	7:10	13:17	13:47	21:44	2123	7:00	15:37	16:07	22:44
11		6	2128	8:10	14:17	14:47	22:44	2127	8:00	16:37	17:07	23:44
12		7	3402	9:10	15:17	15:47	23:44	3401	9:00	17:37	18:07	0:44
13		8	2132	10:50	16:57	17:27	1:24	2131	10:40	19:17	19:47	2:24
14		9	2138	11:50	17:57	18:27	2:24	2137	12:00	20:37	21:07	3:44
15		10	2144	13:20	19:27	19:57	3:54	2143	13:30	22:07	22:37	5:14
16		11	2150	14:40	20:47	21:17	5:14	2149	14:50	23:27	23:57	6:34
17		12	2156	16:00	22:07	22:37	6:34	2155	16:10	0:47	1:17	7:54
18		13	2162	17:30	23:37	0:07	8:04	2161	17:20	1:57	2:27	9:04
19		14	2168	18:50	0:57	1:27	9:24	2167	19:20	3:57	4:27	11:04
20		15	3412	21:10	3:17	3:47	11:44	3411	21:30	6:07	6:37	13:14
21		16	2174	23:10	5:17	5:47	13:44	2173	23:20	7:57	8:27	15:04
22		17										
23		18										

Рисунок Б.2 - Побудований розклад руху поїздів

На аркуші 3 та 4 одночасно будуються відомості обігу локомотива на ділянках А-Б та А-В. Графу 14 заповнюють після встановлення зв'язку локомотивів за поїздами в даному пункті обігу за таким алгоритмом:

- локомотив від першого за прибуттям від нуля годин поїзда перечіпляється до найближчого за відправленням поїзда за умови, що відповідає лінійній оптимізації,

$$Ч_{гр.13} - Ч_{гр.6} \geq Ч_{НП}, \quad (Б.1)$$

відповідну комірку, позначену як «ключ ТО або ПР», вводиться нуль. За результатами розрахунків одержуємо значення програми ремонту та відсотку несправних локомотивів. Змінюючи час простою на ТО та ПР, можна знайти такі їхні значення, що забезпечують нормативні значення відсотка несправних локомотивів.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Парк. лок.		№				Серія локомотива						
2			27			поїздний	2TE116						
3	Парк ман.		№м			маневровий	ЧМЕЗ						
4			14										
5	Річний пробіг Lp, км					% резерв	10	0,1					
6	6552480					% запас	5	0,05					
7													
8	Мікрремонт. період								Простой на ремонті				
9	поїздний					маневровий			поїзд.			маневр.	
10	Tкр-2, км	1800000	Bкр-2	1		Tкр-2, рік	17		tкр-2, д/б	16		tкр-2, д/б	14
11	Tкр-1, км	900000	Bкр-1	0,5		Tкр-1, рік	8,5		tкр-1, д/б	14		tкр-1, д/б	12
12	Tпр-3, км	300000	Bпр-3	0,6667		Tпр-3, міс	30		tпр-3, д/б	10		tпр-3, д/б	5
13	Tпр-2, км	150000	Bпр-2	0,5		Tпр-2, міс	0	ключ ПР-2	tпр-2, д/б	8		tпр-2, д/б	4
14	Tпр-1, км	50000	Bпр-1	0,6667		Tпр-1, міс	8,5		tпр-1, год	48		tпр-1, год	24
15	Tто-3, км	10000	Bто-3	0,8	ключ ТО-3	Tто-3, д/б	36		tто-3, год	16		tто-3, год	12
16	Tто-4, км	100000				Tто-4, міс	12		tто-4, год	24		tто-4, год	12
17									tтп, год	6		tтп, год	6
18													
19	Програма ремонту поїзд.					маневров.			Бюджет часу				
20	Nкр-2, лок.	4				Nкр-2, лок.	1		Dкр-2, д/б	365			
21	Nкр-1, лок.	4				Nкр-1, лок.	1		Dкр-1, д/б	365			
22	Nпр-3, лок.	15				Nпр-3, лок.	4		Dпр-3, д/б	254			
23	Nпр-2, лок.	22				Nпр-2, лок.	0		Dпр-2, д/б	254			
24	Nпр-1, лок.	87				Nпр-1, лок.	14		Dпр-1, д/б	365			
25	Nто-3, лок.	524				Nто-3, лок.	122		Dто-3, д/б	365			
26	Nто-4, лок.	43				Nто-4, лок.	8		Dто-4, д/б	365			
27	Nтп, лок.	5				Nтп, лок.	3		Dтп, лок.	365			
28													
29	Фронт ремонту								Парк депо				
30	fкр-2, лок.	0,18				fкр-2, лок.	0,04		Nрем, лок.	3,17		Nрем, лок.	0,37
31	fкр-1, лок.	0,15				fкр-1, лок.	0,03		Nрез, лок.	2,70		Nрез, лок.	1,40
32	fпр-3, лок.	0,59				fпр-3, лок.	0,08		Nзап, лок.	1,35		Nзап, лок.	0,70
33	fпр-2, лок.	0,69				fпр-2, лок.	0,00		Nрд, лок.	34,24		Nрд, лок.	16,47
34	fпр-1, лок.	0,48				fпр-1, лок.	0,04						
35	fто-3, лок.	0,96				fто-3, лок.	0,17		Відсот. несправних				
36	fто-4, лок.	0,12				fто-4, лок.	0,01		хдеп, %	8,28		хдеп, %	1,79
37	fтп, лок.	0,004				fтп, лок.	0,002		хзап, %	0,96		хзап, %	0,43
38									хзаг, %	9,24		хзаг, %	2,22

Рисунок Б.4 – Вихідні дані для розрахунку програми ремонтів і відсотка несправних локомотивів