

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра управління експлуатаційною роботою

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсової роботи з дисципліни

***«УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ ЗАЛІЗНИЧНОЇ
ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ»***

Харків 2021

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри управління експлуатаційною роботою 9 грудня 2020 р., протокол № 11.

Методичні вказівки рекомендовано для студентів усіх форм здобуття вищої освіти факультету «Управління процесами перевезень» другого (магістерського) рівня спеціальності 275.02 – Транспортні технології (залізничний транспорт) другого (магістерського) рівня освітньо-професійних програм «Організація перевезень і управління на транспорті», «Організація міжнародних перевезень», «Митний контроль на транспорті» та освітньо-наукової програми «Організація перевезень і управління на транспорті».

Укладачі:

доценти О. А. Малахова,
Г. М. Сіконенко,
Т. Ю. Калашнікова,
П. В. Долгополов

Рецензент

проф. О. М. Огар

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Порядок розроблення технічних норм експлуатаційної роботи .	5
2 Розрахунок кількісних показників технічних норм роботи і використання вагонів	7
2.1 Нормування простоїв вагонів на технічних станціях	38
2.2 Нормування простою вагонів на станціях навантаження-вивантаження	40
3 Розрахунок якісних показників використання вагонів	46
4 Визначення потрібного експлуатованого парку локомотивів ...	64
5 Оперативне планування експлуатаційної роботи залізниці	73
5.1 Визначення якості поїзної роботи сортувальних станцій ...	73
5.2 Складання оперативного плану експлуатаційної роботи залізниці	75
5.3 Визначення надходжень та експлуатаційних витрат	77
5.4 Аналіз експлуатаційної роботи	78
Висновки.....	81
Контрольні питання.....	81
Вимоги до оформлення	82
Вимоги до захисту	82
Список літератури	83
Додаток А. Завдання на розроблення курсової роботи	84

ВСТУП

Технічне нормування в сучасних умовах є складовою управління перевізним процесом і регламентується місячним планом перевезень, керуючими документами: планом формування (ПФП), графіком руху поїздів (ГРП), типовим технологічним процесом (ТПП), договорами з вантажовідправниками [1]. Технічне нормування складається з технічних норм експлуатаційної роботи з вагонами, технічних норм роботи і використання локомотивів, технічних норм забезпечення перевізними засобами. На базі нормативних документів і відповідно до фактичної ситуації здійснюється оперативне управління перевезеннями.

При реструктуризації роботи залізничного транспорту України передбачається перерозподіл функцій управління між апаратом працівників залізниць та апаратом працівників її дирекцій. Тому розрахунки технічних норм виконуються для залізниці і дирекцій залізничних перевезень та охоплюють визначення роботи і використання вагонного парку, локомотивного парку, перевізних засобів, на підставі чого визначаються очікувані експлуатаційні розміри грошових надходжень, витрат, прибутків від запланованих перевезень, проводиться аналіз виконання запланованих технічних норм окремо по парках вагонів [2, 4] (АТ «Укрзалізниця», іноземних держав, власних).

При виконанні курсової роботи у студентів формуються такі компетенції:

- здатність аналізувати, прогнозувати параметри і показники функціонування транспортних систем і технологій з урахуванням впливу зовнішнього середовища (СК–1);
- здатність до оперативного управління рухом транспортних потоків (СК–5);
- здатність оцінювати експлуатаційні, техніко-економічні, технологічні, правові, соціальні та екологічні складові організації перевезень (СК–9).

1 ПОРЯДОК РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ НОРМ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Розрахунки здійснюються згідно з «Інструкцією зі складання місячних технічних норм експлуатаційної роботи залізниць України», яка встановлює єдиний порядок розроблення місячних технічних норм експлуатаційної роботи залізниць, дирекцій залізничних перевезень, станцій [1].

Технічне планування встановлює завдання з обсягів і якості експлуатаційної роботи, кількості перевізних засобів, розміщення загального та робочого парку вагонів для забезпечення перевезень у плановому місяці з урахуванням економічної оцінки перевізної роботи. В технічних нормах експлуатаційної роботи для АТ «Укрзалізниця» і залізниць встановлюються такі показники:

- а) добові кількісні показники:
 - план навантаження $U_{\text{нав}}$;
 - норма вивантаження $U_{\text{вив}}$;
 - приймання та здавання поїздів і вагонів по стикових пунктах;
 - норма приймання $U_{\text{пр}}^{\text{пор}}$ і здавання $U_{\text{зд}}^{\text{пор}}$ порожніх вагонів, а також регульовальне завдання з передачі порожніх вагонів з-під вивантаження;
 - розміри руху поїздів по дільницях;
 - робота вагонного парку;
 - вагоно-кілометри пробігу вагонів;
- б) якісні показники:
 - оборот вагона;
 - дільнична та технічна швидкості руху поїздів;
 - норми простою вагонів на технічних і вантажних станціях;
 - рейс вагона;
 - середньодобовий пробіг і продуктивність локомотива і вагона;
 - коефіцієнт порожнього пробігу;
- в) показники забезпечення плану перевезень:
 - робочий парк вагонів в цілому і за категорією;
 - експлуатований парк локомотивів за видами тяги;
 - резерви вагонного та локомотивного парків;
 - ліміти паливно-енергетичних ресурсів;

- г) розрахункові показники:
- кількість відправлених з технічних станцій транзитних вагонів;
 - кількість технічних станцій, що проходить вагон за час обороту;
 - вагонне плече;
 - коефіцієнт місцевої роботи;
 - частка простою вагона в порожньому стані на станціях навантаження-вивантаження.

Схему вагонопотоків по сполученнях наведено на рисунку 1.1.

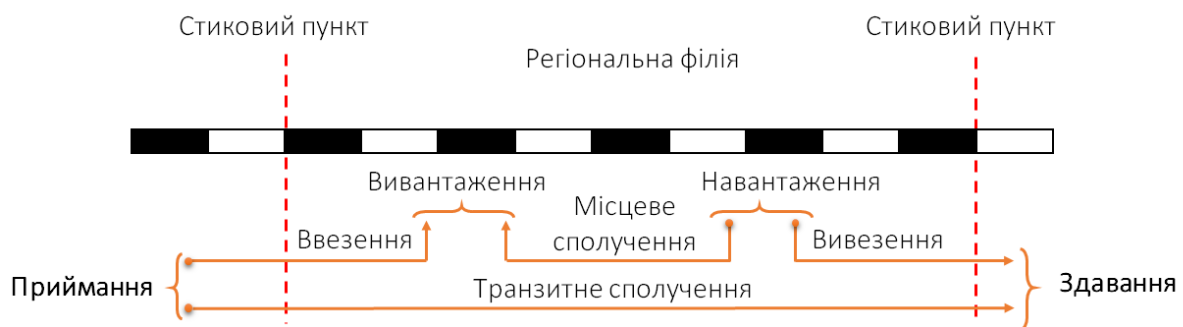


Рисунок 1.1 – Схема вагонопотоків по сполученнях

Навантаження вагонів для кожної дирекції (регіональної філії) визначається з розгорнутих планів перевезень на наступний місяць, складених за попередніми заявками вантажовідправників з урахуванням додаткових планів, які будуть прийняті протягом поточного місяця.

Навантаження – сума вагонопотоків вивезення U_B та місцевого сполучення $U_{м.с}$

$$U_{нав} = U_B + U_{м.с}. \quad (1.1)$$

Загальне навантаження вагонів для дирекції (регіональної філії) в цілому і за родом рухомого складу має відповідати розмірам навантаження, які встановлені АТ «Укрзалізниця».

Норми вивантаження для кожної дирекції (регіональної філії) розраховуються з постанційного плану навантаження у місцевому сполученні, розмірів надходження вантажу під вивантаження з інших регіональних філій, а також наявності на залізниці

місцевого вантажу на адресу даної дирекції (регіональної філії) до початку планового місяця.

Вивантаження – сума ввезення $U_{\text{ВВ}}$ і місцевого сполучення $U_{\text{М.С}}$

$$U_{\text{ВІВ}} = U_{\text{ВВ}} + U_{\text{М.С}}. \quad (1.2)$$

Ввезення, тобто приймання навантажених вагонів під вивантаження, розподіляється для кожної дирекції (регіональної філії) призначенням на основі стійкого процентного співвідношення приймання навантажених вагонів під вивантаження по кожному вхідному пункту залізниці на тривалий період.

Норми здавання порожніх вагонів з-під вивантаження встановлюються виходячи з затверджених АТ «Укрзалізниця» в цілому для залізниці норм здавання порожніх вагонів на суміжні залізниці, розгорнутого плану перевезень (основного і додаткового), планів вивантаження по дирекціях залізниці.

На основі норм здавання порожніх вагонів за регульовальним завданням і напрямками їх прямування складається раціональна план-схема переміщення порожніх вагонів.

Приймання та здавання поїздів і вагонів визначається для усіх стикових пунктів між дирекціями залізниці, крім пунктів, які межують з іншими залізницями. Норми обміну поїздами і вагонами для зовнішніх стикових пунктів залізниць встановлює АТ «Укрзалізниця».

Кількість приймання і здавання поїздів міжзалізничних стикових пунктів визначається діленням загальної кількості приймання (здавання) вагонів на середній состав поїзда (таблиці А.1, А.2).

2 РОЗРАХУНОК КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНІЧНИХ НОРМ РОБОТИ І ВИКОРИСТАННЯ ВАГОНІВ

Розрахунки кількісних показників для стикових пунктів, дільниць, технічних станцій проводяться відповідно до завдання (таблиця А.1).

Таблиця 2.1 являє собою відомість внутрішньозалізничних вагонопотоків, а таблиця 2.2 – узагальнені значення внутрішньозалізничних вагонопотоків.

Таблиця 2.1 – Кількісні значення нормативних вагонопотоків залізниць Ц та показники технічних норм

У вагонах на добу

Із	На		інші залізничі через стілки										ДН-1						ДН-2						ДН-3			Підсумок по ДН		Всього по залізниці
	3	на в. пор.	С	В	Ю	Підсум.	А	А-3	А-Б	А-Ю	Підсум.	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Підсум.	Ж	Ж-Ю	Ж-В	Підсум.	Підсум.	по ДН	Всього по залізниці							
Інші залізничі через стілки	3	нав. пор.	300	2000	600	2900	120	70	40	35	265	40	10	100	5	155	0	0	0	0	420	3320								
		пор.			300	300		45	35	80												80	380							
	С	нав. пор.	300	400	2400	3100	10		20		30	80	120	10	80	290	100	40			140	460	3560							
		пор.			200	200				0													0	200						
	В	нав. пор.	2000	400	400	2800	80	115	60		255	20	10	70	20	120	80	10	45		135	510	3310							
		пор.			300	300				0										45	45		45	345						
	Ю	нав. пор.	900	2300	700	3900	40	10		60	110	40	60	20	70	190	20	80	20		120	420	4320							
		пор.				0					0												0	0						
	Підсум.	нав. пор.	3200	3000	3400	12700	250	195	120	95	660	180	200	200	175	755	200	130	65		395	1810	14510							
		пор.	0	0	800	800	0	45	35	0	80	0	0	0	0	0	0	0	45		45	125	925							
ДН-1	А	нав. пор.	50	40	20	110	0			0	20				20	0				0	20	0	130							
		пор.			150	150	0				0											0	150							
	А-3	нав. пор.	120	60	20	200	0		20	10	30	10				10	0			0	0	40	240							
		пор.				0					0									50	50		50	50						
	А-Б	нав. пор.	110	10	35	155	0			20	20					10	10				0	30	185							
		пор.				0					0											0	0	0						
	А-Ю	нав. пор.			40	40	10				10										0	10	50	75						
		пор.			75	75					0											0	0	75						
	Підсум.	нав. пор.	280	10	135	80	505	10	0	20	30	60	30	0	10	0	40	0	0	0	0	100	605							
		пор.	0	0	0	225	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50		50	275						
ДН-2	Б	нав. пор.	80	40	45	70	235	0		0	0					0					0	10	245							
		пор.				0					0											0	0							
	Б-С	нав. пор.		100	20	140	0		10	10	0	0			10	10	5				5	25	165							
		пор.				0					0	35					35					0	35	35						
	Б-В	нав. пор.	25	140		190	20				20						0					0	20	210						
		пор.				0					0											0	0	0						
	Б-Ж	нав. пор.		60		120	0				0						0					0	120							
		пор.			65	65					0											0	0	65						
	Підсум.	нав. пор.	105	225	150	685	20	0	10	0	30	0	0	0	10	10	10	5	10	0	15	55	740							
		пор.	0	0	0	65	65	0	0	0	0	35	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	35	100						
ДН-3	Ж	нав. пор.	40	30	50	120	0			0						0					0	0	120							
		пор.			95	95					0											0	95							
	Ж-Ю	нав. пор.	20	30	40	90	0				0					0					0	0	90							
		пор.			50	50					0						0					0	0	50						
	Ж-В	нав. пор.		40	60	100	0		50		50					0	10				10	60	160							
		пор.				0					0											0	0	0						
	Підсум.	нав. пор.	0	60	100	310	0	50	0	0	50	0	0	0	0	0	10	10	0	0	10	60	370							
		пор.	0	0	145	145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145							
	Підсумок по ДН	нав. пор.	385	295	440	1500	30	50	30	30	140	30	0	10	10	50	15	10	0	25	215	1715								
		пор.	0	0	0	435	435	0	0	0	0	35	0	0	0	35	0	0	50	50	85	520								
Всього по залізниці	нав. пор.	3585	3295	3540	3780	14200	280	245	150	125	800	210	200	210	185	805	215	140	65	420	2025	16225								
	пор.	0	0	0	1235	1235	0	45	35	0	80	35	0	0	35	0	0	95	95	210	1445									

Таблиці 2.1 та 2.2 складаються з чотирьох основних частин:

1) транзитне сполучення - вагони, що приймаються з інших регіональних філій і здаються на інші регіональні філії без виконання вантажних операцій;

2) ввезення – вагони, прийняті з інших регіональних філій і вивантажені на даній залізниці;

3) вивезення – вагони, що завантажуються на даній регіональній філії призначенням на інші регіональні філії;

4) місцеве сполучення – вагони, що завантажуються на залізниці на адресу своїх дирекцій.

Загальний вигляд відомості внутрішньозалізничних вагонопотоків наведено на рисунку 2.1.

Робота	Об'єкти	Вихідні пункти					Дирекції				Підсумок
		З	С	В	Ю	Всього	ДН-1	ДН-2	ДН-3	Всього	
Приймання	З										
	С										
	В										
	Ю										
	Всього					Транзитне сполучення				Загальне ввезення	Загальне приймання
Вивезення	ДН-1										
	ДН-2										
	ДН-3										
	Всього					Загальне вивезення				Місьцеве сполучення	Навантаження
Підсумок					Загальне здавання				Вивантаження	РОБОТА	

Рисунок 2.1. – Вигляд відомості внутрішньозалізничних вагонопотоків

В таблиці 2.1 (2.2) необхідно розрахувати підсумкові дані за різними видами сполучень.

Із таблиці 2.1 можна отримати такі дані:

– робота $U_p = 16225$ ваг;

– загальне приймання $U_{пр} = 14510 + 925 = 15435$ ваг;

– загальне здавання $U_{зд} = 14200 + 1235 = 15435$ ваг;

– загальне ввезення $U_{вв} = 1810 + 125 = 1935$ ваг;

– загальне вивезення $U_{вив} = 1500 + 435 = 1935$ ваг;

– навантаження $U_{\text{нав}} = 1715$ ваг;

– вивантаження $U_{\text{в}} = 2025$ ваг.

Ці кількісні показники є підставою для заповнення принципової схеми роботи залізниці.

Таблиця 2.2 – Узагальнені кількісні значення показників технічних норм залізниці Ц

у вагонах за добу

Із \ На		Здавання					Ввезення				Разом	
		З	С	В	Ю	Всього	ДН-1	ДН-2	ДН-3	Всього		
Приймання	З	нав.	0	300	2000	600	2900	265	155	0	420	3320
		пор.	0	0	0	300	300	80	0	0	80	380
	С	нав.	300	0	400	2400	3100	30	290	140	460	3560
		пор.	0	0	0	200	200	0	0	0	0	200
	В	нав.	2000	400	0	400	2800	255	120	135	510	3310
		пор.	0	0	0	300	300	0	0	45	45	345
	Ю	нав.	900	2300	700	0	3900	110	190	120	420	4320
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Всього	нав.	3200	3000	3100	3400	12700	660	755	395	1810	14510
		пор.	0	0	0	800	800	80	0	45	125	925
Вивезення	ДН-1	нав.	280	10	135	80	505	60	40	0	100	605
		пор.	0	0	0	225	225	0	0	50	50	275
	ДН-2	нав.	105	225	205	150	685	30	10	15	55	740
		пор.	0	0	0	65	65	0	35	0	35	100
	ДН-3	нав.	0	60	100	150	310	50	0	10	60	370
		пор.	0	0	0	145	145	0	0	0	0	145
	Всього	нав.	385	295	440	380	1500	140	50	25	215	1715
		пор.	0	0	0	435	435	0	35	50	85	520
Разом	нав.	3585	3295	3540	3780	14200	800	805	420	2025	16225	
	пор.	0	0	0	1235	1235	80	35	95	210	1445	

На рисунку 2.2 наведено схему вагонопотоків на стиках залізниці, дирекціях, їх дільницях, технічних станціях у вигляді стрілок з цифрами.

Заповнення рисунка починається з визначення місцевих вагонопотоків у парному та непарному напрямках по дільницях і технічних станціях А, Б, Ж. Дані для заповнення беруться з таблиці 2.1. Приклад заповнення даних по дільницях залізниці Ц подано на рисунку 2.3.

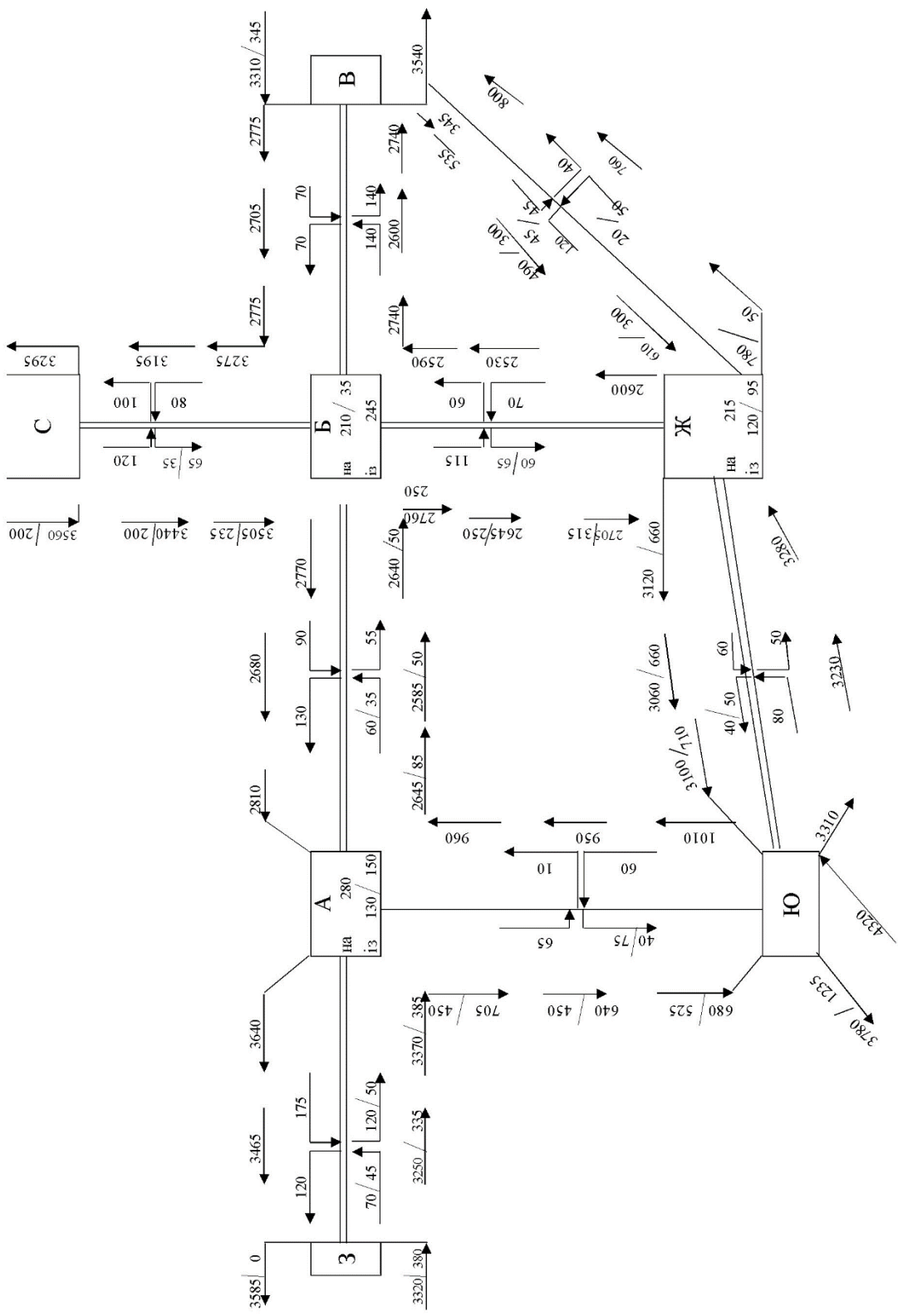


Рисунок 2.2 – Схема вагонопотоків залізниці Ц

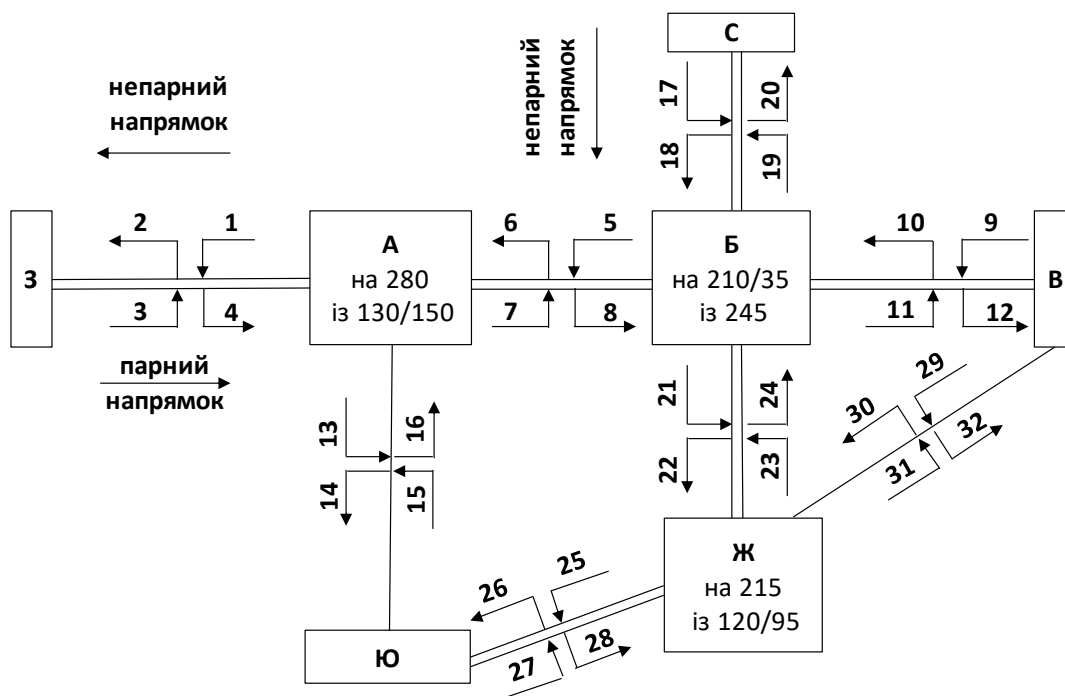


Рисунок 2.3 – Приклад розрахунку вагонопотоків для дільниці А-3

Вагонопотік стрілок 1 і 3 означає прибуття місцевих вагонопотоків дільниці А-3 відповідно з непарного і парного напрямків, а вагонопотік стрілок 2 і 4 відповідає відправленню місцевого вагонопотоку в непарному і парному напрямках. Розрахунок наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Порядок розрахунку руху місцевих вагонопотоків для дільниць

Номер стрілки	Характеристика вагонопотоку	Напрямок прямування		Розрахунок
		Із	На	
1	2	3	4	5
1	прибуття місцевих вагонів з непарного напрямку	С, В, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	А-3	$0+115+10+0+0+50=175$
2	відправлення місцевих вагонів у непарному напрямку	А-3	3	120

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
3	прибуття місцевих вагонів з парного напрямку	З	А-З	70/45
4	відправлення місцевих вагонів у парному напрямку	А-З	С, В, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	$0+60+20+30+10+0/50=120/50$
5	прибуття місцевих вагонів з непарного напрямку	С, В, ДН-2, ДН-3	А-Б	$20+60+10+0=90$
6	відправлення місцевих вагонів у непарному напрямку	А-Б	З, Ю, ДН-1	$110+0+20=130$
7	прибуття місцевих вагонів з парного напрямку	З, Ю, ДН-1	А-Б	$40/35+0+20=60/35$
8	відправлення місцевих вагонів у парному напрямку	А-Б	С, В, ДН-2, ДН-3	$10+35+10+0=55$
9	прибуття місцевих вагонів з непарного напрямку	В	Б-В	70
10	відправлення місцевих вагонів у непарному напрямку	Б-В	З, С, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	$25+25+0+20+0+0=70$
11	прибуття місцевих вагонів з парного напрямку	З, С, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	Б-В	$100+10+20+10+0+0=140$

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
12	відправлення місцевих вагонів у парному напрямку	Б-В	В	140
13	прибуття місцевих вагонів з непарного напрямку	З, С, В, ДН-1, ДН-2, ДН-3	А-Ю	$35+0+0+30+0+0=65$
14	відправлення місцевих вагонів у непарному напрямку	А-Ю	Ю	40/75
15	прибуття місцевих вагонів з парного напрямку	Ю	А-Ю	60
16	відправлення місцевих вагонів у парному напрямку	А-Ю	З, С, В, ДН-1, ДН-2, ДН-3	$0+0+0+10+0+0=10$
17	прибуття місцевих вагонів з непарного напрямку	С	Б-С	120
18	відправлення місцевих вагонів у непарному напрямку	Б-С	З, В, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	$0+20+20+10+10/35+5=65/35$
19	прибуття місцевих вагонів з парного напрямку	З, В, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	С-Б	$10+10+60+0+0+0=80$
20	відправлення місцевих вагонів у парному напрямку	Б-С	С	100

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
21	прибуття місцевих вагонів з непарного напрямку	З, С, В, ДН-1, ДН-2	Б-Ж	$5+80+20+0+10=115$
22	відправлення місцевих вагонів у непарному напрямку	Б-Ж	Ю, ДН-3	$60/65+0=60/65$
23	прибуття місцевих вагонів з парного напрямку	Ю, ДН-3	Б-Ж	$70+0=70$
24	відправлення місцевих вагонів у парному напрямку	Б-Ж	З, С, В, ДН-1, ДН-2	$0+60+0+0+0=60$
25	прибуття місцевих вагонів з непарного напрямку	З, С, В, ДН-1, ДН-2, ДН-3	Ж-Ю	$0+40+10+0+10+0=60$
26	відправлення місцевих вагонів у непарному напрямку	Ж-Ю	Ю	40/50
27	прибуття місцевих вагонів з парного напрямку	Ю	Ж-Ю	80
28	відправлення місцевих вагонів у парному напрямку	Ж-Ю	З, С, В, ДН-1, ДН-2, ДН-3	$0+20+30+0+0+0=50$
29	прибуття місцевих вагонів з непарного напрямку	В	Ж-В	45/45

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
30	відправлення місцевих вагонів у непарному напрямку	Ж-В	З, С, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	$0+0+60+50+0+10=120$
31	прибуття місцевих вагонів з парного напрямку	З, С, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	Ж-В	$0+0+20+0/50+0+0=20/50$
32	відправлення місцевих вагонів у парному напрямку	Ж-В	В	40

Подальше заповнення рисунка доцільно проводити, починаючи зі стикових пунктів З, С, В, Ю (рисунок 2.4). Заповнення проводимо відповідно до даних, наведених у таблиці 2.4.

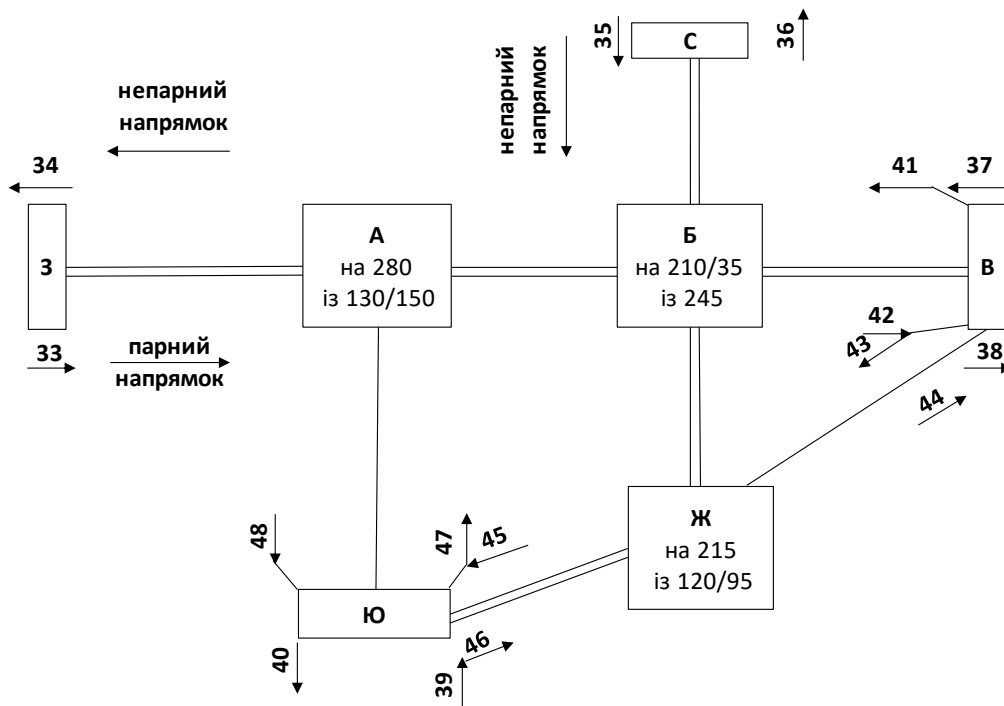


Рисунок 2.4 – Приклад заповнення вагонопотоків зі стикових пунктів

Таблиця 2.4 – Розрахунок вагонопотоків, що прямують з/на стикові пункти

Номер стрілки	Характеристика вагонопотоку	Напрямок прямування		Розрахунок
		Із	На	
1	2	3	4	5
33	Загальне прибуття	З	С, В, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	3320/380
34	Загальне відправлення	С, В, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	З	3585
35	Загальне прибуття	С	З, В, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	3560/200
36	Загальне відправлення	З, В, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	С	3295
37	Загальне прибуття	В	З, С, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	3310/345
38	Загальне відправлення	З, С, Ю, ДН-1, ДН-2, ДН-3	В	3540
39	Загальне прибуття	Ю	З, С, В, ДН-1, ДН-2, ДН-3	4320
40	Загальне відправлення	З, С, В, ДН-1, ДН-2, ДН-3	Ю	3780/1235

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
41	Прибуття з непарного напрямку	В	З, С, ДН-1, ДН-2	$2000+400+255+120=2775$
42	Відправлення у парному напрямку	З, С, ДН-1, ДН-2	В	$2000+400+135+205=2740$
43	Прибуття з непарного напрямку	В	Ю, ДН-3	$400/300+135/45=535/345$
44	Відправлення у парному напрямку	Ю, ДН-3	В	$700+100=800$
45	Прибуття з непарного напрямку	С, В, ДН-2, ДН-3	Ю	$2400/200+400/300+150/65+150/145=3100/710$
46	Відправлення у парному напрямку	Ю	С, В, ДН-2, ДН-3	$2300+700+190+120=3310$
47	Прибуття з парного напрямку	Ю	З, ДН-1	$900+110=1010$
48	Відправлення у непарному напрямку	З, ДН-1	Ю	$600/300+80/225=680/525$

Наступна частина розрахунків – це визначення вагонопотоків, що прямують через стикові пункти дирекцій. Номери відповідних вагонопотоків подані на рисунку 2.5.

Порядок розрахунку вагонопотоків по стикових пунктах дирекцій наведено у таблиці 2.5.

Решта вагонопотоку являє собою транзитний вагонопотік дільниці (без урахування місцевого) або вхідний/вихідний вагонопотік з технічних станцій. Розглянемо приклад визначення таких вагонопотоків дільниці А-З відповідно до рисунка 2.6.

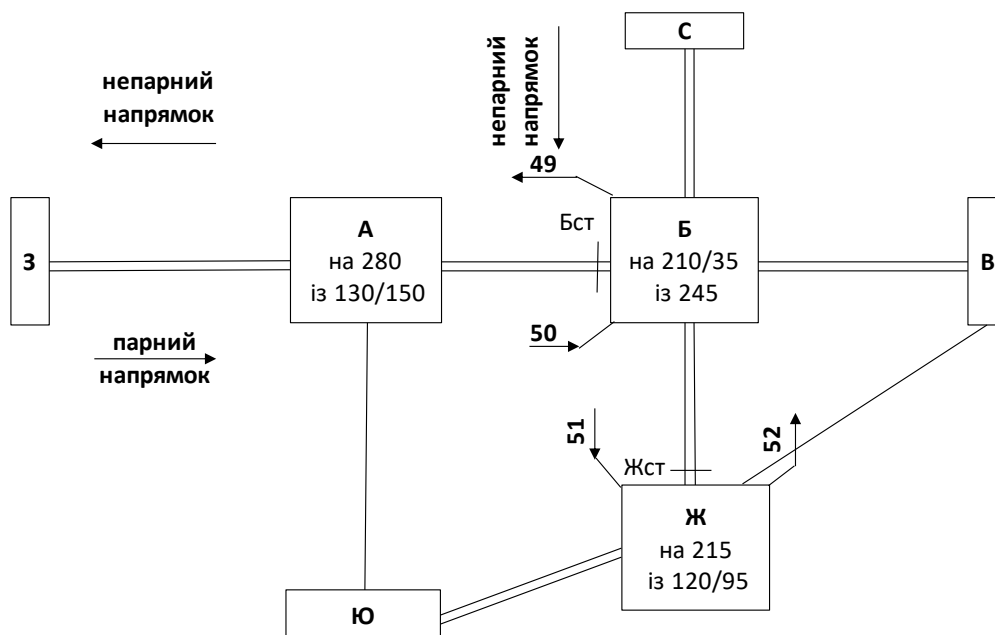


Рисунок 2.5 – Приклад розрахунку вагонопотоків по стикових пунктах дирекцій

Таблиця 2.5 – Розрахунок вагонопотоків по стикових пунктах дирекцій

Номер стрілки	Характеристика вагонопотоку	Напрямок прямування		Розрахунок
		Із	На	
49	Відправлення у непарному напрямку	С, В, ДН-2, ДН-3	З, ДН-1	$300+2000+105+0+30+255+30++50=2770$
50	Прибуття з парного напрямку	З, ДН-1	С, В, ДН-2, ДН-3	$300+2000+155+0+10+135+40++0/50=2640/50$
51	Прибуття з непарного напрямку	З, С, ДН-1, ДН-2	ДН-3	$0+140+0/50+15+2400/200++150/65=2705/315$
		С, ДН-2	Ю	
52	Відправлення у парному напрямку	ДН-3	З, С, ДН-1, ДН-2	$0+60+50+0+2300+190=2600$
		Ю	С, ДН-2	

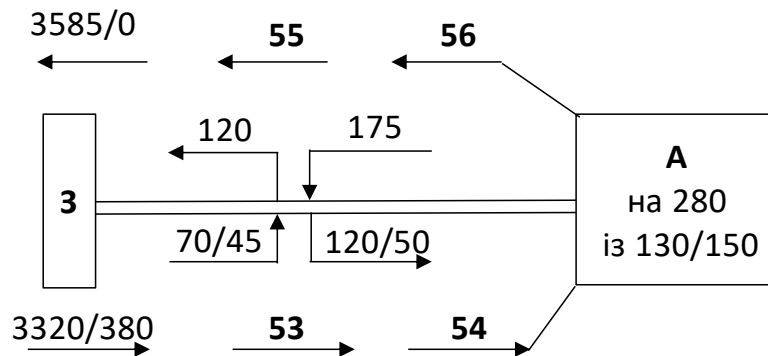


Рисунок 2.6 – Приклад порядку розрахунку вагонопотоків по дільниці А-З

Для розрахунку транзитного вагонопотоку парного напрямку (стрілка 53) необхідно від загального вагонопотоку відняти кількість місцевих вагонів призначенням на дільницю А-З.

$$\text{Стрілка 53} = 3320/380 - 70/45 = 3250/335 \text{ вагонів.}$$

Вхідний вагонопотік станції А має враховувати загальний вагонопотік дільниці у парному напрямку, тобто

$$\text{стрілка 54} = 3250/335 + 120/50 = 3370/385 \text{ вагонів.}$$

Розрахунок вагонопотоків по стрілках 55 і 56 виконується у зворотному напрямку

$$\text{стрілка 55} = 3585/0 - 120/0 = 3465/0 \text{ вагонів;}$$

$$\text{стрілка 56} = 3465/0 + 175/0 = 3640 \text{ вагонів.}$$

Після розрахунку вагонопотоків на рисунку 2.3 необхідно виконати перевірку за кількістю вагонів, транзитних для технічних станцій. Підхід вагонів до технічної станції А наведено на рисунку 2.7. Перевірка полягає у розрахунку кількості транзитних вагонів, що прибувають і відправляються зі станції А. Для цього необхідно з загального вагонопотоку вилучити місцеві вагони станції А.

Тобто:

– по прибуттю

$$\sum U_{\text{тех}} = 2810 + 3370 + 960 + 385 - 280 = 7245 \text{ вагонів;}$$

– по відправленню

$$\sum U'_{\text{тех}} = 3640 + 705 + 2645 + 450 + 85 - 130 - 150 = 7245 \text{ вагонів.}$$

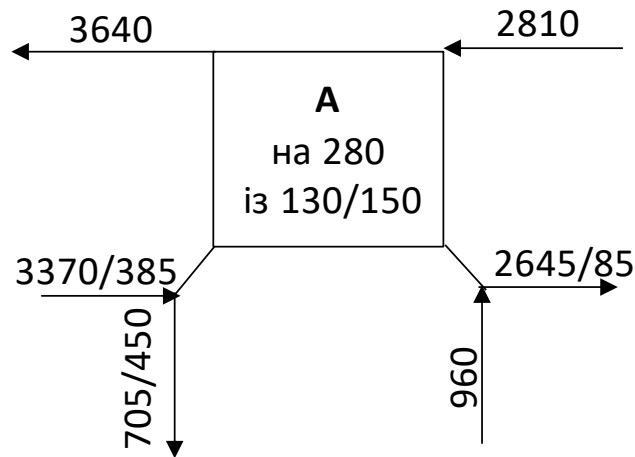


Рисунок 2.7 – Підхід вагонопотоків до технічної станції А

У таблицях 2.6, 2.7 та 2.8 наведено розрахункові дані вагонопотоків відповідно для ДН-1, ДН-2, ДН-3.

В таблиці 2.6 для розрахунку вагонопотоку з 3 на Бст необхідно враховувати весь вагонопотік, що входить до транзитного сполучення дирекції та проходить через Бст. Таким вагонопотоком є з 3 на С, В, ДН-2, ДН-3.

$$3\text{-Бст} = 300 + 2000 + 155 + 0 = 2455 \text{ вагонів.}$$

Аналогічним чином розраховують і інші вагонопотоки, що прямують через стикові пункти дирекції.

В курсовій роботі необхідно розрахувати кількісні показники по всіх стикових пунктах залізниці та дирекціях.

Дирекція залізничних перевезень для магістрів, крім магістрів – дослідників, обирається згідно з передостанньою цифрою залікової книжки.

Номер передостанньої цифри	Дирекція залізничних перевезень
0-3	ДН-3
4-6	ДН-2
7-9	ДН-1

Зі схеми (рисунок 2.3) визначено кількісні показники даної дирекції.

Таблиця 2.6 – Нормативні вагонопотоки на полігоні ДН-1

у вагонах за добу

Із \ На		Транзит та вивезення				Ввезення та місцеве					Разом		
		З	Бст	Ю	Всього	А	А-З	А-Б	А-Ю	Всього			
Транзит та ввезення	З	нав.		2455	600	3055	120	70	40	35	265	3320	
		пор.		0	300	300	0	45	35	0	80	380	
	Бст	нав.	2405			2405	110	165	90	0	365	2770	
		пор.	0			0	0	0	0	0	0	0	
	Ю	нав.	900			900	40	10	0	60	110	1010	
		пор.	0			0	0	0	0	0	0	0	
	Всього	нав.	3305	2455	600	6360	270	245	130	95	740	7100	
		пор.	0	0	300	300	0	45	35	0	80	380	
	Вивезення та місцеве	А	нав.	50	60	20	130	0	0	0	0	0	130
			пор.	0	0	150	150	0	0	0	0	0	150
А-З		нав.	120	70	20	210	0	0	20	10	30	240	
		пор.	0	50	0	50	0	0	0	0	0	50	
А-Б		нав.	110	55	0	165	0	0	0	20	20	185	
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
А-Ю		нав.	0	0	40	40	10	0	0	0	10	50	
		пор.	0	0	75	75	0	0	0	0	0	75	
Всього		нав.	280	185	80	545	10	0	20	30	60	605	
		пор.	0	50	225	275	0	0	0	0	0	275	
Разом		нав.	3585	2640	680	6905	280	245	150	125	800	7705	
		пор.	0	50	525	575	0	45	35	0	80	655	

Наприклад по стику З:

- приймання вагонів $U_{\text{пр}}^3$ (завантажених/порожніх) = 3220/380 ваг;
- здавання вагонів $U_{\text{зд}}^3$ (завантажених /порожніх) = 3585/0 ваг.

У прикладі розглянута дирекція залізничних перевезень ДН-1 (дані з таблиці 2.6, рисунка 2.3):

- приймання вагонів $U_{\text{пр1}}$ (завантажених/порожніх) = 7100/380 ваг;
- вивантаження $U_{\text{в1}} = 280/0$ ваг;
- навантаження $U_{\text{нав1}} = 130/150$ ваг;
- відправлення $U_{\text{тех1}}^{\text{від}}$ (завантажених/порожніх) = 6905/575 ваг;

Дільниця А-З:

- ввезення з непарного напрямку $U_{\text{ВВ}}^{\text{неп}} = 175/0$ ваг, парного $U_{\text{ВВ}}^{\text{пар}} = 70/45$ ваг;
- вивезення у парному напрямку $U_{\text{ВВ}}^{\text{пар}} = 120/50$ ваг, непарному $U_{\text{ВВ}}^{\text{неп}} = 120/0$ ваг.

Дільниця А-Б:

- ввезення з непарного напрямку $U_{ВВ}^{неп} = 90/0$ ваг, парного $U_{ВВ}^{пар} = 60/35$ ваг;

- вивезення у парному напрямку $U_{ВВ}^{пар} = 55/0$ ваг., непарному $U_{ВВ}^{неп} = 130/0$ ваг.

Дільниця А-Ю:

- ввезення з непарного напрямку $U_{ВВ}^{неп} = 65/0$ ваг., парного $U_{ВВ}^{пар} = 60/0$ ваг.;

- вивезення у парному напрямку $U_{ВВ}^{пар} = 10/0$ ваг., непарному $U_{ВВ}^{неп} = 40/75$ ваг.

Таблиця 2.7 – Нормативні вагонопотоки на полігоні ДН-2

у вагонах за добу

На Із		Транзит та вивезення					Ввезення та місцеве					Ра- зом	
		С	В	Жст	Бст	Всього	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Всього		
Транзит та ввезення	С	нав.		400	2540	330	3270	80	120	10	80	290	3560
		пор.		0	200	0	200	0	0	0	0	0	200
	В	нав.	400			2255	2655	20	10	70	20	120	2775
		пор.	0			0	0	0	0	0	0	0	0
	Жст	нав.	2360			50	2410	40	60	20	70	190	2600
		пор.	0			0	0	0	0	0	0	0	0
	Бст	нав.	310	2135	0		2445	70	10	110	5	195	2640
		пор.	0	0	50		50	0	0	0	0	0	50
Всього	нав.	3070	2535	2540	2635	10780	210	200	210	175	795	11575	
	пор.	0	0	250	0	250	0	0	0	0	0	250	
Вивезення та місцеве	Б	нав.	40	45	80	80	245	0	0	0	0	0	245
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Б-С	нав.	100	20	25	10	155	0	0	0	10	10	165
		пор.	0	0	0	0	0	35	0	0	0	35	35
	Б-В	нав.	25	140	0	45	210	0	0	0	0	0	210
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Б-Ж	нав.	60	0	60	0	120	0	0	0	0	0	120
		пор.	0	0	65	0	65	0	0	0	0	0	65
Всього	нав.	225	205	165	135	730	0	0	0	10	10	740	
	пор.	0	0	65	0	65	35	0	0	0	35	100	
Разом	нав.	3295	2740	2705	2770	11510	210	200	210	185	805	12315	
	пор.	0	0	315	0	315	35	0	0	0	35	350	

Таблиця 2.8 – Нормативні вагонопотоки на полігоні ДН-3

у вагонах за добу

Із \ На		Транзит та вивезення				Ввезення та місцеве				Разом		
		Жст	Ю	В	Всього	Ж	Ж-Ю	Ж-В	Всього			
Транзит та ввезення	Жст	нав.		2550		2550	105	50	0	155	2705	
		пор.		265		265	0	0	50	50	315	
	Ю	нав.	2490		700	3190	20	80	20	120	3310	
		пор.	0		0	0	0	0	0	0	0	
	В	нав.		400		400	80	10	45	135	535	
		пор.		300		300	0	0	45	45	345	
	Всього	нав.	2490	2950	700	6140	205	140	65	410	6550	
		пор.	0	565	0	565	0	0	95	95	660	
	Вивезення та	Ж	нав.	40	50	30	120	0	0	0	0	120
			пор.	0	95	0	95	0	0	0	0	95
Ж-Ю		нав.	20	40	30	90	0	0	0	0	90	
		пор.	0	50	0	50	0	0	0	0	50	
Ж-В		нав.	50	60	40	150	10	0	0	10	160	
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Всього		нав.	110	150	100	360	10	0	0	10	370	
		пор.	0	145	0	145	0	0	0	0	145	
Разом	нав.	2600	3100	800	6500	215	140	65	420	6920		
	пор.	0	710	0	710	0	0	95	95	805		

Технічна станція А (згідно з рисунком 2.3):

- приймання

$$U_{\text{тех}}^{\text{пр}} = \frac{3370}{385} + 960 + 2810 = \frac{7140}{385} = 7525 \text{ ваг};$$

- відправлення

$$U_{\text{тех}}^{\text{від}} = 3640 + \frac{705}{450} + \frac{2645}{85} = \frac{6990}{535} = 7525 \text{ ваг.}$$

За результатами складених таблиць вагонопотоків по залізниці та її дирекціях необхідно побудувати принципову схему роботи (рисунок 2.8).

Для розроблення принципових схем експлуатаційної роботи дирекцій та залізниці Ц (рисунок 2.8), у яких визначено кількісні показники, використовуються такі залежності:

- робота транзитних вагонів

$$U_{\text{тр}} = U_{\text{тр.с}} + U_{\text{вив}}, \quad (2.1)$$

де $U_{\text{тр.с}}$ - транзит навантажених вагонів; $U_{\text{вив}}$ - вивезення навантажених вагонів;

$$U_{\text{тр}} = 12700 + 1500 = 14200 \text{ ваг};$$

Сполучення	Облік роботи				Інтенсивність роботи
	Прийом	Вивантаження	Навантаження	Здача	
Транзитне		12700			13500
		800			
Ввезення - вивезення	1810		435		
	125	1375		1500	1935
Місцеве		215			215
Підсумок	14510 925	2025	1715	14200 1235	15650
Транзитне		ДН-1 6360			6660
		300			
Ввезення - вивезення	740		275		
	80	465		545	820
Місцеве		60			60
Підсумок	7100 380	800	605	6905 575	7540
Транзитне		ДН-2 10780			11030
		250			
Ввезення - вивезення	795		65		
	0	730		730	795
Місцеве		10			10
Підсумок	11575 250	805	740	11510 315	11835
Транзитне		ДН-3 6140			6705
		565			
Ввезення - вивезення	410		145		
	95	265		360	505
Місцеве		10			10
Підсумок	6550 660	420	370	6500 710	7220

Рисунок 2.8 – Принципова схема роботи залізниці та її дирекцій

- робота порожніх вагонів

$$U_{\text{пор}} = U_{\text{нав}} + U_{\text{зд}}^{\text{пор}}, \quad (2.2)$$

де $U_{\text{нав}}$ - навантаження (місцеве сполучення плюс вивезення), ваг;
 $U_{\text{зд}}^{\text{пор}}$ - здавання порожніх (транзит порожніх плюс вивезення порожніх), ваг;

$$U_{\text{пор}} = 1715 + 1235 = 2950 \text{ ваг};$$

- робота місцевих вагонів

$$U_{\text{м}} = U_{\text{в}}, \quad (2.3)$$

де $U_{\text{в}}$ - вивантаження (вивантаження місцевих плюс ввезення завантажених), ваг.

$$U_{\text{м}} = 2025 \text{ ваг};$$

- робота загальна

$$U_{\text{р}} = U_{\text{нав}} + U_{\text{пр}}^{\text{нав}} = U_{\text{в}} + U_{\text{зд}}^{\text{нав}}, \quad (2.4)$$

де $U_{\text{пр}}^{\text{нав}}$ - приймання навантажених (транзитне сполучення навантажених плюс ввезення), ваг;

$$U_{\text{р}} = 1715 + 14510 = 16225 \text{ ваг.}$$

Аналогічні дані на схемі є і для вагонів усіх дирекцій.

Відповідно до таблиці А.1, схеми залізниці (рисунок А.1) та таблиці А.2 визначаються відстані S_l між пунктами переміщення (таблиця 2.9) відповідних вагонопотоків n_i (таблиця 2.1) і розраховуються пробіги вагонопотоків (таблиця 2.10) $S_l n_i$ як добуток вказаних величин. При цьому добуток наводиться окремо для завантажених і порожніх вагонів. Складена відстань вагонопотоку дорівнює сумі відстаней прямування на дільницях між початковим і кінцевим пунктами, а відстань потоку на дільницю або з неї (приймання, відправлення) враховується як половина від довжини дільниці. Наприклад, відстань між пунктами З та Б-С, км,

Таблиця 2.9 – Відстані між пунктами переміщення вагонопотоків на полігоні залізниці Ц

у кілометрах

На \ Із	З	С	В	Ю	А	А-3	А-Б	А-Ю	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Ж	Ж-Ю	Ж-В
3	440	440	420	380	200	100	250	290	300	370	360	350	400	440	470
С	440	260	260	360	240	340	190	330	140	70	200	190	240	300	310
В	420	260	260	260	220	320	170	310	120	190	60	170	140	200	70
Ю	380	360	260	180	180	280	230	90	220	290	280	170	120	60	190
А	200	240	220	180	100	100	50	90	100	170	160	150	200	240	270
А-3	100	340	320	280	100	100	150	190	200	270	260	250	300	340	370
А-Б	250	190	170	230	50	150	140	140	50	120	110	100	150	210	220
А-Ю	290	330	310	90	90	190	140	190	190	260	250	240	210	150	280
Б	300	140	120	220	100	200	50	190	70	70	60	50	100	160	170
Б-С	370	70	190	290	170	270	120	260	70	130	130	120	170	230	240
Б-В	360	200	60	280	160	260	110	250	60	130	110	110	160	220	130
Б-Ж	350	190	170	170	150	250	100	240	50	120	110	50	50	110	120
Ж	400	240	140	120	200	300	150	210	100	170	160	50	60	60	70
Ж-Ю	440	300	200	60	240	340	210	150	160	230	220	110	60	130	130
Ж-В	470	310	70	190	270	370	220	280	170	240	130	120	70	130	130

Таблиця 2.10 – Пробіги вагонів на залізниці Ц

у вагоно-кілометрах

Б	На		інші залізничі через стики										ДН-1						ДН-2						ДН-3				Під-сумок по ДН	Всього по залізниці
	З	С	В	Ю	Підсум.	А	А-3	А-Б	А-Ю	Підсум.	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Підсум.	Ж	Ж-Ю	Ж-В	Підсум.	Ж-Ю	Ж-В	Підсум.	Ж	Ж-Ю	Ж-В	Підсум.				
З	нав.	132000	840000	228000	1200000	24000	7000	10000	10150	51150	12000	3700	36000	1750	53450				0	104600			0			0	104600	1304600		
	пор.	0	0	114000	114000	0	4500	8750	8750	13250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13250	0	0	0	0	0	0	13250	127250	
С	нав.	132000	0	104000	864000	2400	0	3800	0	6200	11200	8400	2000	15200	36800	24000	12000		79000			36000				0	1179000			
	пор.	0	0	72000	72000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72000		
В	нав.	840000	104000	104000	1048000	17600	36800	10200	0	64600	2400	1900	4200	3400	11900	11200	2000	3150	92850			16350				0	1140850			
	пор.	0	0	78000	78000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3150				0	81150			
Ю	нав.	342000	828000	182000	1352000	7200	2800	0	5400	15400	8800	17400	5600	11900	43700	2400	4800	3800	11000	70100						0	1422100			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Підсум.	нав.	1314000	1064000	1126000	4700000	51200	46600	24000	15550	137350	34400	31400	47800	32250	145850	37600	18800	6950	63350	346550			63350			16400	5046550			
	пор.	0	0	264000	264000	0	4500	8750	0	13250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3150				2000	280400			
А	нав.	10000	8800	3600	27000	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27000			
	пор.	0	0	27000	27000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
А-3	нав.	12000	19200	5600	36800	0	0	3000	1900	4900	2000	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43700			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18500			
А-Б	нав.	27500	1900	5950	35350	0	0	0	2800	2800	0	0	1100	0	1100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3900			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
А-Ю	нав.	49500	1900	33950	98150	900	0	3000	4700	8600	4000	0	1100	0	5100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6750			
	пор.	0	0	0	33750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13700			
Підсум.	нав.	24000	5600	5400	50400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18500			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1600			
Б	нав.	7000	3800	5800	16600	900	0	1200	0	1200	0	850	1200	0	1200	850	0	0	0	0	0	850	0	0	0	0	3250			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2450	0	0	0	2450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2450			
Б-С	нав.	9000	5000	8400	22400	3200	0	0	0	3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3200			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Б-В	нав.	11400	11400	10200	21600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21600			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Б-Ж	нав.	33000	29000	17600	111000	3200	0	1200	0	4400	0	0	0	1200	1200	850	1600	0	0	0	0	2450	0	0	0	0	8050			
	пор.	0	0	0	11050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119050			
Підсум.	нав.	9600	6000	6000	19800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19800			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ж	нав.	6000	6000	2400	14400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14400			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ж-Ю	нав.	2800	11400	14200	18500	0	18500	0	0	18500	0	0	0	0	0	700	0	0	0	0	0	700	0	0	0	0	19200			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ж-В	нав.	0	15600	13000	48400	0	18500	0	0	18500	0	0	0	0	0	700	0	0	0	0	0	700	0	0	0	0	19200			
	пор.	0	0	0	14400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Підсум.	нав.	82500	46500	64500	257500	4100	18500	4200	4700	31500	4000	0	1100	1200	6300	1550	1600	0	0	0	3150	0	0	0	0	0	40950			
	пор.	0	0	0	59200	0	0	0	0	2450	0	0	0	0	0	2450	0	0	0	0	0	18500	0	0	0	0	20950			
Підсумок по ДН	нав.	1396500	1110500	1190550	4957550	55300	65100	28200	20250	168850	38400	31400	48900	33450	152150	39150	20400	6950	66500	387500			66500			0	387500			
	пор.	0	0	0	323200	0	4500	8750	0	13250	2450	0	0	0	0	2450	0	0	0	0	0	21650	0	0	0	0	37350			
Всього по залізниці	нав.																										360550			
	пор.																										0			

$$S_{З,Б-С} = S_{З,А} + S_{А,Б} + \frac{1}{2}S_{Б,Б-С}, \quad (2.5)$$

де $S_{З,А}$, $S_{А,Б}$, $S_{Б,Б-С}$ - довжина ділянки відповідно З-А, А-Б, Б-Б-С (згідно з завданням). $S_{З,Б-С} = 200 + 100 + \frac{1}{2}140 = 370$ км.

У курсовій роботі складається таблиця, яка визначає пробіги вагонів на одній з дирекцій за варіантом, крім магістрів – дослідників, які складають аналогічні таблиці для всіх дирекцій.

Аналогічним чином визначаються пробіги вагонів по дирекціях. Для визначення даних величин знаходять добуток відповідних вагонопотоків дирекцій (таблиці 2.6–2.8) та відстаней між пунктами переміщення (таблиця 2.9). Для заданих умов пробіги розраховано у вигляді таблиць 2.11–2.13.

Таблиця 2.11 – Пробіги вагонів на дирекції ДН-1

у вагоно-кілометрах

Із \ На		Транзит та вивезення				Ввезення та місцеве					Разом	
		З	Бст	Ю	Всього	А	А-З	А-Б	А-Ю	Всього		
Транзит та ввезення	З	нав.		736500	228000	964500	24000	7000	10000	10150	51150	1015650
		пор.		0	114000	114000	0	4500	8750	0	13250	127250
	Бст	нав.	721500			721500	11000	33000	4500	0	48500	770000
		пор.	0			0	0	0	0	0	0	0
	Ю	нав.	342000			342000	7200	2800	0	5400	15400	357400
		пор.	0			0	0	0	0	0	0	0
Всього	нав.	1063500	736500	228000	2028000	42200	42800	14500	15550	115050	2143050	
	пор.	0	0	114000	114000	0	4500	8750	0	13250	127250	
Вивезення та місцеве	А	нав.	10000	6000	3600	19600	0	0	0	0	0	19600
		пор.	0	0	27000	27000	0	0	0	0	0	27000
	А-З	нав.	12000	14000	5600	31600	0	0	3000	1900	4900	36500
		пор.	0	10000	0	10000	0	0	0	0	0	10000
	А-Б	нав.	27500	2750	0	30250	0	0	0	2800	2800	33050
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	А-Ю	нав.	0	0	3600	3600	900	0	0	0	900	4500
		пор.	0	0	6750	6750	0	0	0	0	0	6750
Всього	нав.	49500	22750	12800	85050	900	0	3000	4700	8600	93650	
	пор.	0	10000	33750	43750	0	0	0	0	0	43750	
Разом	нав.	1113000	759250	240800	2113050	43100	42800	17500	20250	123650	2236700	
	пор.	0	10000	147750	157750	0	4500	8750	0	13250	171000	

Таблиця 2.12 – Пробіги вагонів на дирекції ДН-2

у вагоно-кілометрах

Із	На	Транзит та вивезення						Ввезення та місцеве						Разом
		С	В	Жст	Бст	Всього	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Всього			
Транзит та ввезення	нав.		104000	609600	46200	759800	11200	8400	2000	15200	36800	796600		
	пор.		0	48000	0	48000	0	0	0	0	0	48000		
Транзит та ввезення	нав.	104000			270600	374600	2400	1900	4200	3400	11900	386500		
	пор.	0			0	0	0	0	0	0	0	0		
Транзит та ввезення	нав.	566400			5000	571400	4000	10200	3200	3500	20900	592300		
	пор.	0			0	0	0	0	0	0	0	0		
Транзит та ввезення	нав.	43400	256200	0		299600	0	700	6600	250	7550	307150		
	пор.	0	0	5000		5000	0	0	0	0	0	5000		
Транзит та ввезення	нав.	713800	360200	609600	321800	2005400	17600	21200	16000	22350	77150	2082550		
	пор.	0	0	53000	0	53000	0	0	0	0	0	53000		
Транзит та ввезення	нав.	5600	5400	8000	0	19000	0	0	0	0	0	19000		
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Транзит та ввезення	нав.	7000	3800	4250	700	15750	0	0	0	1200	1200	16950		
	пор.	0	0	0	0	0	2450	0	0	0	2450	2450		
Транзит та ввезення	нав.	5000	8400	0	2700	16100	0	0	0	0	0	16100		
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Транзит та ввезення	нав.	11400	0	3000	0	14400	0	0	0	0	0	14400		
	пор.	0	0	3250	0	3250	0	0	0	0	0	3250		
Транзит та ввезення	нав.	29000	17600	15250	3400	65250	0	0	0	1200	1200	66450		
	пор.	0	0	3250	0	3250	2450	0	0	0	2450	5700		
Транзит та ввезення	нав.	742800	377800	624850	325200	2070650	17600	21200	16000	23550	78350	2149000		
	пор.	0	0	56250	0	56250	2450	0	0	0	2450	58700		

Таблиця 2.13 – Пробіги вагонів на дирекції ДН-3

у вагоно-кілометрах

Із	На		Транзит та вивезення				Ввезення та місце				Разом
			Жст	Ю	В	Всього	Ж	Ж-Ю	Ж-В	Всього	
Транзит та ввезення	Жст	нав.	306000			306000	0	3000	0	3000	309000
		пор.	31800			31800	0	0	3500	3500	35300
Ю		нав.	298800	182000	182000	480800	2400	4800	3800	11000	491800
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
В		нав.	104000	104000	104000	104000	11200	2000	3150	16350	120350
		пор.	78000	78000	78000	78000	0	0	3150	3150	81150
Всього		нав.	298800	410000	182000	890800	13600	9800	6950	30350	921150
		пор.	0	109800	0	109800	0	0	6650	6650	116450
Ж		нав.	0	6000	4200	10200	0	0	0	0	10200
		пор.	0	11400	0	11400	0	0	0	0	11400
Ж-Ю		нав.	1200	2400	6000	9600	0	0	0	0	9600
		пор.	0	3000	0	3000	0	0	0	0	3000
Ж-В		нав.	3500	11400	2800	17700	700	0	0	700	18400
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Вивезення та місце		нав.	4700	19800	13000	37500	700	0	0	700	38200
		пор.	0	14400	0	14400	0	0	0	0	14400
Разом		нав.	303500	429800	195000	928300	14300	9800	6950	31050	959350
		пор.	0	124200	0	124200	0	0	6650	6650	130850

Із таблиць 2.10–2.13 можна визначити загальні вагоно-кілометри пробігу та за видами сполучень. Так, для залізниці пробіги вагонів (таблиця 2.10) складуть

$$\sum nS_{\text{нав}} = 5345050 \text{ ваг.км};$$

$$\sum nS_{\text{пор}} = 360550 \text{ ваг.км.}$$

Загальні пробіги визначаються сумою пробігів у навантаженому та порожньому стані

$$\sum nS = \sum nS_{\text{нав}} + \sum nS_{\text{пор}}, \quad (2.6)$$

$$\sum nS = 5345050 + 360550 = 5705600 \text{ ваг.км.}$$

На підставі даних про довжину дільниць і дільничну швидкість різних категорій поїздів на кожній з них визначається час на переміщення вагонопотоків n_i . Такий час залежить від довжини дільниці L_i та дільничної швидкості V_i і знаходиться за формулою, год,

$$t_j = \frac{L_i}{V_i}. \quad (2.7)$$

Треба мати на увазі, що при переміщенні вагонопотоку між технічними станціями враховується дільнична швидкість дільничних поїздів (таблиця А.1), а при переміщенні вагонопотоку на(з) проміжні станції дільниці – дільнична швидкість місцевих поїздів, при цьому довжина дільниці відповідає довжині до географічного центра.

Наприклад, час на переміщення вагонопотоків між технічною станцією З та проміжною станцією дільниці Б-С складе, год,

$$t_j = t_{\text{А-З}} + t_{\text{А-Б}} + \frac{1}{2} t_{\text{Б-С}} = \frac{L_{\text{А-З}}}{V_{\text{діл}}^{\text{А-З}}} + \frac{L_{\text{А-Б}}}{V_{\text{діл}}^{\text{А-Б}}} + \frac{1}{2} \frac{L_{\text{Б-С}}}{V_{\text{М}}^{\text{Б-С}}},$$

$$t_{\text{З-Б-С}} = \frac{200}{60} + \frac{100}{60} + \frac{1}{2} \cdot \frac{140}{9} = 12,778 \text{ год.}$$

Розраховані години на переміщення вагонопотоків заносять у таблицю (таблиця 2.14).

Розрахунок витрат вагоно-годин на переміщення по дільницях $n_i t_i^{\text{пер}}$ визначено у вигляді таблиць 2.15–2.18 як добуток планових вагонопотоків (таблиці 2.1, 2.6–2.8) і величини часу на переміщення по відповідних дільницях (таблиця 2.14). При цьому добуток наводиться окремо для завантажених і порожніх вагонів.

Таблиця 2.14 – Час переміщення вагонопотоків на полігоні Ц

у годинах

На Із	З	С	В	Ю	А	А-З	А-Б	А-Ю	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Ж	Ж-Ю	Ж-В
З	7,333	7,333	7,4	7,833	3,333	10	8,333	14,58	5	12,78	11,67	10			
С	7,333	4,733	4,733	6,4	4		7,333		2,333	7,778	9	7,333	4	10	
В	7,4	4,733	5,9	5,9	4,067	14,07	7,4		2,4	10,18	6,667	7,4	3,5	9,5	8,75
Ю	7,833	6,4	5,9	4,5	4,5	14,5		11,25	4,067	11,84	10,73	7,4	2,4	6	11,15
А	3,333	4	4,067	4,5	4,5			11,25	1,667		8,333				
А-З	10		14,07	14,5		15	15	21,25	11,67						22,08
А-Б	8,333	7,333	7,4			15	16,25	16,25	5	12,78	11,67				
А-Ю	14,58			11,25	11,25	21,25	16,25	12,92	12,92						
Б	5	2,333	2,4	4,067	1,667	11,67	5	12,92	7,778	7,778	6,667	5	1,667	7,667	
Б-С	12,78	7,778	10,18	11,84			12,78		7,778	7,778		12,78	9,444		
Б-В	11,67	9	6,667	10,73	8,333		11,67				8,333	8,333	5		
Б-Ж	10	7,333	7,4	7,4						12,78		5	5		
Ж		4	3,5	2,4					1,667	9,444	8,333	5	6	6	8,75
Ж-Ю		10	9,5	6					7,667				6	6	
Ж-В			8,75	11,15		22,08							8,75		8,75

Таблиця 2.15 – Вагоно-години переміщення вагонопотоків по залізниці Ц

Із	На	інші залізниці через стики										ДН-1						ДН-2						ДН-3				Всього по залізниці
		З	С	В	Ю	Підсум.	А	А-3	А-Б	А-Ю	Підсум.	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Підсум.	Ж	Ж-Ю	Ж-В	Підсум.	Підсумок по ДН	Всього по залізниці						
З	нав.		2200	14800	4700	21700	400	700	333	510	1944	200	128	1167	50	1544				0	3488	25188						
	пор.		0	2350	2350	4700	450	450	292	742	742					0	742			0	742	3092						
С	нав.	2200	0	1893	15360	19453	40		147	187	187	187	933	90	587	1797	400	400	800	2783	22237							
	пор.	0	0	1280	1280	2560				0	0	0				0	0			0	0	1280						
В	нав.	14800	1893		2360	19053	325	1618	444	2387	48	102	467	148	764	280	95	394	769	3920	22974							
	пор.	0	0	1770	1770	3540	180	145		0	0				0	0	394	394	394	394	394	2164						
Ю	нав.	7050	14720	4130	25900	180			675	1000	163	711	215	518	1606	48	480	223	751	3357	29257							
	пор.	0	0		0	0				0	0				0	0			0	0	0	0						
Підсум.	нав.	24050	18812	20823	22420	86107	945	2463	924	1185	597	1874	1938	1303	5712	728	975	617	2320	13549	99655							
	пор.	0	0	0	5400	5400	0	450	292	742	742	0	0	0	0	0	0	0	394	394	1135	6535						
А	нав.	167		163	90	419				0	33				33	0			0	33	453							
	пор.			675	675	1350				0	0				0	0	0		0	0	0	675						
А-3	нав.	1200		844	290	2334			300	213	117				117	0		0	0	629	2963							
	пор.					0					0				0	0		1104	1104	1104	1104	1104						
А-Б	нав.	917	73	259	1249					325			117		117				0	442	1691							
	пор.				0	0				0	0				0	0			0	0	0	0						
А-Ю	нав.				450	450	113			113					0	0			0	113	563							
	пор.				844	844				0					0	0			0	0	0	844						
Підсум.	нав.	2283	73	1266	830	4452	113	0	300	538	150	0	117	0	267	0	0	0	0	1217	5669							
	пор.	0	0	1519	1519	3038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1104	1104	2623							
Б	нав.	400	93	108	285	886				0					0	0	77	77	77	77	963							
	пор.				0	0				0					0	0			0	0	0	0						
Б-С	нав.		778	204	237	1218			128	128	0			128	128	47			47	303	1521							
	пор.				0	0				0	272				272	272			0	272	272							
Б-В	нав.	292	225	933	1450	167				167					0	0			0	167	1617							
	пор.				0	0				0					0	0			0	0	0							
Б-Ж	нав.		440		444	884				0					0	0			0	0	884							
	пор.				481	481				0					0	0			0	0	481							
Підсум.	нав.	692	1536	1245	966	4438	167	0	128	294	0	0	0	128	128	47	77	0	124	546	4984							
	пор.	0	0	0	481	481	0	0	0	0	272	0	0	0	272	272	0	0	0	272	753							
Ж	нав.		160	105	120	385				0					0	0			0	0	385							
	пор.				228	228				0					0	0			0	0	0	228						
Ж-Ю	нав.		200	285	240	725				0					0	0			0	0	725							
	пор.				300	300				0					0	0			0	0	0	300						
Ж-В	нав.			350	669	1019		1104		1104					0	88			88	1192	2211							
	пор.				0	0				0					0	0			0	0	0							
Підсум.	нав.	0	360	740	1029	2129	0	1104	0	1104	0	0	0	0	0	88	0	0	88	1192	3321							
	пор.	0	0	0	528	528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	528							
Підсумок по ДН	нав.	2975	1969	3251	2825	11020	279	1104	428	538	150	0	117	128	394	135	77	0	211	2954	13974							
	пор.	0	0	0	2528	2528	0	0	0	0	272	0	0	0	272	0	0	1104	1104	1376	3904							
Всього по залізниці	нав.	27025	20783	24074	25245	97126	1225	3567	1352	1723	7866	747	1874	2055	1430	6106	863	1052	617	2531	16503	113629						
	пор.	0	0	0	7928	7928	0	450	292	0	742	272	0	0	0	272	0	0	1498	1498	2512	10440						

Таблиця 2.16 – Вагоно-години переміщення вагонопотоків по ДН-1

у вагоно-годинах

Із	На	Транзит та вивезення					Ввезення та місцеве					Разом
		З	Бст	Ю	Всього	А	А-3	А-Б	А-Ю	Всього		
Транзит та ввезення	3	нав.	12275	4700	16975	400	700	333	510	1944	18919	
		пор.	0	2350	2350	0	450	292	0	742	3092	
	Бст	нав.	12025		12025	183	1925	450	0	2558	14583	
		пор.	0		0	0	0	0	0	0	0	
	Ю	нав.	7050		7050	180	145	0	675	1000	8050	
		пор.	0		0	0	0	0	0	0	0	
	Всього	нав.	19075	4700	36050	763	2770	783	1185	5502	41552	
		пор.	0	2350	2350	0	450	292	0	742	3092	
Ввезення та місцеве	А	нав.	167	90	357	0	0	0	0	0	357	
		пор.	0	675	675	0	0	0	0	0	675	
	А-3	нав.	1200	290	2307	0	0	300	213	513	2819	
		пор.	0	583	583	0	0	0	0	0	583	
	А-Б	нав.	917	0	1192	0	0	0	325	325	1517	
		пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	А-Ю	нав.	0	450	450	113	0	0	0	113	563	
		пор.	0	844	844	0	0	0	0	0	844	
	Всього	нав.	2283	830	4305	113	0	300	538	950	5255	
		пор.	0	1519	2102	0	0	0	0	0	2102	
Разом		нав.	21358	5530	40355	876	2770	1083	1723	6452	46807	
		пор.	0	3869	4452	0	450	292	0	742	5194	

Таблиця 2.17 – Вагоно-години переміщення вагонопотоків по ДН-2

у вагоно-годинах

Із	На		Транзит та вивезення						Везення та місцеве						Разом
			С	В	Жст	Бст	Всього	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Всього			
Транзит та везення	нав.		1893	10160	770	12823	187	933	90	587	1797	14620			
	пор.		0	800	0	800	0	0	0	0	0	800			
Вивезення та місцеве	нав.	1893			5412	7305	48	102	467	148	764	8070			
	пор.	0			0	0	0	0	0	0	0	0			
Транзит та везення	нав.	9440			83	9523	67	567	167	350	1150	10673			
	пор.	0			0	0	0	0	0	0	0	0			
Транзит та везення	нав.	723	5124	0		5847	0	78	733	25	836	6683			
	пор.	0	0	83		83	0	0	0	0	0	83			
Транзит та везення	нав.	12057	7017	10160	6265	35499	301	1680	1457	1110	4547	40047			
	пор.	0	0	883	0	883	0	0	0	0	0	883			
Транзит та везення	нав.	93	108	133	0	335	0	0	0	0	0	335			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Транзит та везення	нав.	778	204	236	78	1295	0	0	0	128	128	1423			
	пор.	0	0	0	0	0	272	0	0	0	272	272			
Транзит та везення	нав.	225	933	0	300	1458	0	0	0	0	0	1458			
	пор.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Транзит та везення	нав.	440	0	300	0	740	0	0	0	0	0	740			
	пор.	0	0	325	0	325	0	0	0	0	0	325			
Транзит та везення	нав.	1536	1245	669	378	3828	0	0	0	128	128	3956			
	пор.	0	0	325	0	325	272	0	0	0	272	597			
Транзит та везення	нав.	13593	8262	10829	6643	39328	301	1680	1457	1237	4675	44003			
	пор.	0	0	1208	0	1208	272	0	0	0	272	1481			

Таблиця 2.18 – Вагоно-години переміщення вагонопотоків по ДН-3

у вагоно-годинах

Із	На		Транзит та вивезення				Ввезення та місцеве				Разом
			Жст	Ю	В	Всього	Ж	Ж-Ю	Ж-В	Всього	
Жст	нав.		6120			6120	0	300	0	300	6420
	пор.		636			636	0	0	438	438	1074
Ю	нав.			4130		10106	48	480	223	751	10857
	пор.			0		0	0	0	0	0	0
В	нав.		2360			2360	280	95	394	769	3129
	пор.		1770			1770	0	0	394	394	2164
Всього	нав.		5976	8480	4130	18586	328	875	617	1820	20406
	пор.		0	2406	0	2406	0	0	831	831	3237
Ж	нав.		0	120	105	225	0	0	0	0	225
	пор.		0	228	0	228	0	0	0	0	228
Ж-Ю	нав.		120	240	285	645	0	0	0	0	645
	пор.		0	300	0	300	0	0	0	0	300
Ж-В	нав.		438	669	350	1457	88	0	0	88	1544
	пор.		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всього	нав.		558	1029	740	2327	88	0	0	88	2414
	пор.		0	528	0	528	0	0	0	0	528
Разом	нав.		6534	9509	4870	20913	416	875	617	1907	22820
	пор.		0	2934	0	2934	0	0	831	831	3765

2.1 Нормування простоїв вагонів на технічних станціях

При заданих простоях транзитних вагонів на окремих технічних станціях (таблиця А.3), середньозважений простій для групи вагонів технічних станцій визначено за формулою, год,

$$t_{\text{тех}}^{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^3 n_{\text{тех } i}^{\text{тр}} t_{\text{тех } i}^{\text{від}}}{\sum_{i=1}^3 n_{\text{тех } i}^{\text{тр}}}, \quad (2.8)$$

де $n_{\text{тех } i}^{\text{тр}}$ – кількість транзитних вагонів, що відправляються з даної технічної станції;

$t_{\text{тех } i}^{\text{від}}$ – простій транзитного вагона на i -й технічній станції згідно з технологічним процесом станції;

$i=1, 2, 3$ – кількість технічних станцій, для яких визначається середньозважена норма простою $t_{\text{тех}}^{\text{сер}}$.

Аналогічно визначено норми простою вагонів на технічних станціях для вагонопотоків: підрозділів і залізниці, навантажених і порожніх, окремих сполучень і визначеного роду вагонів.

При нормуванні вагоно-годин на технічних станціях для сполучень залізниці враховано, що потоки транзиту, ввезення, вивезення та місцевого сполучення залізниці проходять різну кількість технічних станцій з різними нормами простою. Подальші розрахунки виконано у формі таблиці 2.19.

При розрахунках враховують лише той вагонопотік відповідного сполучення, що пропускається через дану технічну станцію транзитом.

Розглянемо приклад розрахунку вагонопотоків за сполученнями по технічній станції А (таблиця 2.20).

Таблиця 2.19 – Вагоно-години на технічних станціях для сполучень залізниці

у вагоно-годинах

Сполу- чення	Стан	Вагонопотік, що проходить транзитом станції			Підсу- мок	Вагоно-години при простой			Загальні	Середнє значення
		А	Б	Ж		t_A	t_B	$t_{Ж}$		
Транзит	наван.	6100	10100	5800	22000	51850	104030	70760	226640	10,3
	порож.	300	200	500	1000	2550	2060	6100	10710	10,71
Всього		6400	10300	6300	23000	54400	106090	76860	237350	10,32
Ввезення	наван.	355	740	260	1355	3017,5	7622	3172	13811,5	10,19
	порож.	35	0	0	35	297,5	0	0	297,5	8,5
Всього		390	740	260	1390	3315	7622	3172	14109	10,15
Вивезення	наван.	295	355	260	910	2507,5	3656,5	3172	9336	10,26
	порож.	0	0	65	65	0	0	793	793	12,2
Всього		295	355	325	975	2507,5	3656,5	3965	10129	10,39
Місцеве	наван.	110	105	60	275	935	1081,5	732	2748,5	9,99
	порож.	50	50	50	150	425	515	610	1550	10,33
Всього		160	155	110	425	1360	1596,5	1342	4298,5	10,11
Підсумок		7245	11550	6995	25790	61582,5	118965	85339	265886,5	10,31

Таблиця 2.20 – Приклад розрахунку вагонопотоків за сполученнями по технічній станції А

Сполу-чення	Стан	Станція А			Сполу-чення	Стан	Станція А		
		із	на	кіль-кість			із	на	кіль-кість
Транзитне	наванажені	З	С	300	Ввезення	наванажені	З	ДН-2	155
		З	В	2000			З	А-Б	40
		З	Ю	600			З	А-Ю	35
		С	З	300			В	А-3	115
		В	З	2000			Ю	А-3	10
		Ю	З	900					
	порожні	З	С			порожні	З	А-Б	35
		З	В						
		З	Ю	300					
		С	З						
		В	З						
		Ю	З	300					
Всього				6100/300	Всього				355/35
Вивезення	наванажені	А-3	В	60	Місьове	наванажені	А-3	А-Б	20
		А-3	Ю	20			А-3	А-Ю	10
		А-Б	З	110			А-3	ДН-2	10
		ДН-2	З	105			А-Б	А-Ю	20
							Ж-В	А-3	50
				порожні		А-3	ДН-3	50	
Всього				295/0	Всього				110/50

2.2 Нормування простою вагонів на станціях навантаження–вивантаження

При технічному нормуванні використано два види простою вагонів на станціях навантаження–вивантаження: простій місцевого вагона на станціях навантаження–вивантаження t_m та простій місцевого вагона, що приходить на одну вантажну операцію $t_{ван}$. Обидва види простою нормуються технологічними процесами роботи станції, а залежність між ними визначає коефіцієнт здвоєних вантажних операцій (визначається на одній з технічних станції згідно з варіантом, крім магістрів-дослідників).

$$K_{зДВ} = \frac{U_{наВ} + U_{виВ}}{U_{місц}}, \quad (2.9)$$

де $U_{наВ}$, $U_{виВ}$ – відповідна кількість вивантажених та навантажених вагонів на даній станції, ваг;

$U_{місц}$ – кількість місцевих вагонів, що беруть участь у вантажних операціях на даній станції.

Для ст. А

$$K_{зДВ} = \frac{130+280}{280} = 1,45,$$

тоді

$$t_{м} = K_{зДВ} \cdot t_{ван}, \quad (2.10)$$

$$t_{ван} = \frac{t_{м}}{K_{зДВ}}. \quad (2.11)$$

Парк місцевих вагонів на станціях навантаження – вивантаження визначається за формулою, ваг. діб

$$R_{м} = \frac{U_{місц} \cdot t_{м}}{24}. \quad (2.12)$$

Для підрозділів або залізниці простій під вантажною операцією визначається як середньозважена величина простою на окремих станціях, що входять до складу дирекції або залізниці, год,

$$t_{ван} = \frac{\sum_{i=1}^3 U_{вані} \cdot t_{вані}}{\sum_{i=1}^3 U_{вані}}, \quad (2.13)$$

де $U_{вані}$ – кількість вантажних операцій, що виконуються з вагонами на i -й станції;

$t_{вані}$ – норма простою вагонів, що приходить на одну вантажну операцію для i -ї станції;

$i=1, 2, 3$ – кількість станцій, для яких визначається середньозважена норма простою, що приходить на одну вантажну операцію.

У свою чергу

$$U_{\text{ван}} = U_{\text{нав}} + U_{\text{вив}}. \quad (2.14)$$

Якщо задано норму простою, що приходить на одну вантажну операцію, для регіону, то для залізниці загальна норма визначається як середньозважена норма для регіонів.

Час простою вагона у порожньому стані $t_{\text{пор}}$ на станціях навантаження – вивантаження, що приходить на одну вантажну операцію, враховується коефіцієнтом $\gamma_{\text{пор}}$.

$$\gamma_{\text{пор}} = \frac{t_{\text{пор}}}{t_{\text{ван}}}. \quad (2.15)$$

Тоді, частка простою вагонів у навантаженому стані

$$\gamma_{\text{ван}} = 1 - \gamma_{\text{пор}}. \quad (2.16)$$

Значення $\gamma_{\text{пор}}$ задано для відповідних дирекцій у додатку А (таблиця А.3).

Вагоно-години навантаженого та порожнього станів для сполучень визначені шляхом множення норми, що приходить на відповідний стан, на кількість станів того чи іншого сполучення.

Для залізниці норма простою, що приходить на одну вантажну операцію, визначена як середньозважена величина для регіонів, причому виділення навантаженої та порожньої частин в нормах для сполучень і в цілому потребує визначення точної кількості станів для кожного з сполучень.

Кількість станів визначається на підставі таблиць 2.1 та 2.2. Так, у прикладі ввезення навантажених для ДН-1 складає 660 вагонів, ввезення порожніх – 80, вивезення навантажених – 505, а вивезення порожніх – 225. На здвоєні операції у прямому сполученні припадає $505 - 80 = 425$ вагонів. Оскільки ці вагони були в порожньому стані після вивантаження та перед навантаженням, то загальна кількість станів буде дорівнювати $2 \cdot 425 = 850$ вагонів. Для місцевого сполучення на ДН-1 навантажуються 100 вагонів, а вивантажуються 140. Загальна кількість вантажних станів дорівнює $100 + 140 = 240$ вагонів.

Кількість порожніх станів по дирекціях для місцевого сполучення залізниці визначається як різниця загальної кількості порожніх станів, що дорівнює кількості вантажних операцій на дирекції, та суми раніше визначених порожніх станів. Загальне вивантаження ДН-1 (таблиця 2.1) складає 800 вагонів, а навантаження – 605. Для ДН-1 кількість порожніх станів, що належить до місцевого сполучення, буде дорівнювати $(605 + 800) - (80 + 850 + 225) = 250$ вагонів.

Після визначення кількості станів розраховуються вагоно-години простою на дирекціях у навантаженому та порожньому станах для кожного сполучення шляхом добутку кількості станів на відповідну їй норму простою. Діленням загальних вагоно-годин на загальну кількість станів за сполученнями отримуємо норму простою, що приходить на один стан.

Підсумки по сполученнях і в цілому по місцевій роботі дають можливість знайти норму простою, що припадає на одну вантажну операцію і в цілому для залізниці з розподілом її на навантажений і порожній стани. Результати розрахунків зведено у таблиці 2.21.

Вагоно-години знаходження вагонопотоків на технічних станціях і станціях навантаження-вивантаження можна визначити без розподілу на види сполучень.

Загальні вагоно-години переміщення вагонопотоків по дільницях залізниці складуть (таблиця 2.15).

$$nt_{\text{діл}} = \sum nt_{\text{діл}}^{\text{нав}} + \sum nt_{\text{діл}}^{\text{пор}}. \quad (2.17)$$

$$nt_{\text{діл}} = 113629 + 10440 = 124069 \text{ ваг.год.}$$

За даними рисунка 2.3 та таблиці А.3 додатка А проведено розрахунки для дирекцій таким чином:

- для технічних станцій

$$nt_{\text{тех}} = \sum n_{\text{тех } i}^{\text{тр}} t_{\text{тех } i}^{\text{від}}; \quad (2.18)$$

- для станцій навантаження-вивантаження

$$nt_{\text{ван}} = \sum U_{\text{ван } i} t_{\text{ван } i} = \sum (U_{\text{нав}} + U_{\text{вив}}) t_{\text{ван } i}. \quad (2.19)$$

Таблиця 2.21 – Нормування вагоно-годин простою на станціях навантаження–розвантаження

Сполучення або вид роботи	Стан, операція	Кількість станів на:			Вагоно-години при простой на:			Норма на стан або операцію
		ДН-1	ДН-2	ДН-3	ДН-1	ДН-2	ДН-3	
Ввезення	навант.	660	755	395	1810	7663,25	5948,7	18693,95
	порожнє	80	0	45	125	0	451,8	1067,8
Вивезення	порожнє	850	1370	530	2750	13905,5	5321,2	25771,7
	навант.	505	685	310	1500	6952,75	4668,6	15509,85
Пряме сполучення	порожнє	225	65	145	435	659,75	1455,8	3848,05
	навант.	1165	1440	705	3310	8970,5	10617,3	34203,8
Місцеве сполучення	порожнє	1155	1435	720	3310	14565,25	7228,8	30687,55
	вант. опер.	1165	1440	705	3310	29181,25	17846,1	64891,35
Місцева робота	порожнє	250	110	70	430	1116,5	702,8	3744,3
	навант.	240	105	85	430	1065,75	1280,1	4193,85
Місцева робота	вант. опер.	240	105	85	430	3773	1982,9	7938,15
	порожнє	1405	1545	790	3740	10818,5	7931,6	34431,85
Місцева робота	навант.	1405	1545	790	3740	10818,5	11897,4	38397,65
	вант. опер.	1405	1545	790	3740	21637	19829	72829,5

Кількість транзитних вагонів для технічних станцій по дирекціях і залізниці в цілому наведено у таблиці 2.19. Так, для вихідних даних курсової роботи вагоно-години складуть

- для технічних станцій

$$nt_{\text{тех}}^{\text{ДН-1}} = 7245 \cdot 8,5 = 61582,5 \text{ ваг.год};$$

$$nt_{\text{тех}}^{\text{ДН-2}} = 11550 \cdot 10,3 = 118965 \text{ ваг.год};$$

$$nt_{\text{тех}}^{\text{ДН-3}} = 6995 \cdot 12,2 = 85339 \text{ ваг.год.}$$

$$\sum nt_{\text{тех}} = 61582,5 + 118965 + 85339 = 265886,5 \text{ ваг.год};$$

- для станцій навантаження-вивантаження

$$nt_{\text{ван}}^{\text{ДН-1}} = (800 + 605) \cdot 15,4 = 21637 \text{ ваг.год};$$

$$nt_{\text{ван}}^{\text{ДН-2}} = (740 + 805) \cdot 20,4 = 31363,5 \text{ ваг.год};$$

$$nt_{\text{ван}}^{\text{ДН-3}} = (370 + 420) \cdot 25,1 = 19829 \text{ ваг.год.}$$

$$\sum nt_{\text{ван}} = 21637 + 31363,5 + 19829 = 72829,5 \text{ ваг.год.}$$

На підставі вагоно-годин знаходження вагонів у русі, на технічних станціях, станціях навантаження-вивантаження визначається середньодобова технічна норма робочого парку вагонів, ваг/доб,

$$R = \frac{\sum nt_{\text{діл}} + \sum nt_{\text{тех}} + \sum nt_{\text{ван}}}{24}. \quad (2.20)$$

Використовуючи дані та розрахунки, що наведені вище, розраховуємо робочий парк для залізниці та дирекцій:

- для залізниці

$$R = \frac{124069 + 265886,5 + 72829,5}{24} = 19282,71 \text{ ваг/доб};$$

- ДН 1 (відповідно до результатів таблиць 2.16, 2.19, 2.21)

$$R = \frac{(46807 + 5194) + 61582,5 + 21637}{24} = 5634,187 \text{ ваг};$$

- ДН 2 (відповідно до результатів таблиць 2.17, 2.19, 2.21)

$$R = \frac{(44003 + 1481) + 118965 + 31363,5}{24} = 8158,854 \text{ ваг};$$

- ДН 3 (відповідно до результатів таблиць 2.18, 2.19, 2.21)

$$R = \frac{(22820+3765)+85339+19829}{24} = 5489,708 \text{ ваг.}$$

Якщо розраховано дані для всіх ДН та залізниці в цілому, то можна здійснити перевірку

$$R = R_1 + R_2 + R_3. \quad (2.21)$$

$R = 5634,187 + 8158,854 + 5489,708 = 19282,7$, що відповідає розрахункам по залізниці.

3 РОЗРАХУНОК ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ ВАГОНІВ

З метою ефективного використання вагонного парку, прискорення обробки вагонів на станціях і пропуску поїздів через дільниці, а також для систематичного контролю та аналізу використання рухомого складу встановлюються норми обороту вагона, дільничної швидкості, часу перебування вагонів під однією вантажною операцією і на одній технічній станції, а також середньодобовий пробіг вагонів, їх продуктивність.

Для більш обґрунтованого планування обороту вагона залізниці і дирекції мають не менше одного разу на рік на основі графіка руху і плану формування поїздів, а також технологічних процесів роботи станцій розрахувати загальний оборот вагона, у тому числі для місцевих, транзитних, порожніх вагонів.

Оборот вагона для залізниці або дирекції – це середній час перебування вагона від моменту приймання його у навантаженому стані або закінчення навантаження до наступного навантаження на даній дирекції чи здавання у навантаженому стані на іншу дирекцію.

Загальний оборот вагона (доба), розраховується за одночленною або тричленною формулами. Одночленна формула така:

$$Q_0 = \frac{R}{U_p}. \quad (3.1)$$

З попередніх розрахунків визначимо оборот вагона для залізниці Ц

$$Q_0 = \frac{19282,7}{16225} = 1,188 \text{ доб.}$$

За тричленною формулою оборот вагона визначається таким чином:

$$Q_0 = \frac{1}{24} \left[\frac{l_{\text{заг}}}{V_{\text{діл}}} + \frac{l_{\text{заг}}}{L_{\text{тех}}} t_{\text{тех}}^{\text{сер}} + K_{\text{м}} t_{\text{ван}} \right], \quad (3.2)$$

де R – робочий парк, ваг;

$U_{\text{р}}$ – робота, ваг;

$l_{\text{заг}}$ – повний рейс вагона, км;

$V_{\text{діл}}$ – дільнична швидкість руху вантажних поїздів, км/год;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт місцевої роботи;

$t_{\text{ван}}$ – середній час перебування вагона під однією вантажною операцією, год;

$L_{\text{тех}}$ – вагонне плече, км;

$t_{\text{тех}}^{\text{сер}}$ – середній час перебування вагона на одній технічній станції, год.

Далі визначаються елементи обороту вагона загального парку.

Повний рейс вагона $l_{\text{заг}}$ складається з навантаженого $l_{\text{нав}}$ і порожнього $l_{\text{пор}}$ рейсів. Для визначення навантаженого рейсу необхідно вагоно-кілометри навантаженого пробігу $nS_{\text{нав}}$ поділити на роботу $U_{\text{р}}$. Аналогічно порожній рейс вагона розраховується діленням порожніх вагоно-кілометрів $nS_{\text{пор}}$ на роботу $U_{\text{р}}$. При цьому

$$l_{\text{заг}} = l_{\text{нав}} + l_{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{нав}} + \sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{р}}}. \quad (3.3)$$

$$l_{\text{нав}} = \frac{5345050}{16225} = 329,433 \text{ км};$$

$$l_{\text{пор}} = \frac{360550}{16225} = 22,222 \text{ км};$$

$$l_{\text{заг}} = 329,433 + 22,222 = 351,655 \text{ км.}$$

Перевірка $l_{\text{заг}} = \frac{5705600}{16225} = 351,655 \text{ км.}$

Визначення рейсу вагона за структурними групами проводимо у вигляді таблиця 3.1. Дані пробігів вагонів $\sum nS$ для різних структурних груп розраховано відповідно до таблиці 2.10.

Таблиця 3.1 – Визначення рейсу вагона за структурними групами

Показник	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
Рейс транзитного вагона	$l_{\text{тр}} = \frac{\sum nS_{\text{вив}} + \sum nS_{\text{тр.с}}}{U_{\text{тр}}}$	$l_{\text{тр}} = \frac{257550 + 4700000}{14200} = 349,12 \text{ км}$
Рейс місцевого вагона	$l_{\text{м}} = \frac{\sum nS_{\text{вв}} + \sum nS_{\text{м.с}}}{U_{\text{м}}}$	$l_{\text{м}} = \frac{346550 + 40950}{2025} = 191,358 \text{ км}$
Рейс порожнього вагона	$l'_{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{пор}}}$	$l'_{\text{пор}} = \frac{360550}{2950} = 122,22 \text{ км}$

У наведеній вище таблиці $\sum nS_{\text{вив}}$, $\sum nS_{\text{тр.с}}$, $\sum nS_{\text{вв}}$, $\sum nS_{\text{м.с}}$, $\sum nS_{\text{пор}}$ – пробіги вагонів відповідно з вивезення, транзитного сполучення, ввезення, місцевого сполучення та порожніх вагонопотоків, ваг.км; $U_{\text{тр}}$, $U_{\text{м}}$, $U_{\text{пор}}$ – значення експлуатаційної роботи, ваг.

Рейс порожнього вагона $l'_{\text{пор}}$ визначається як частка від ділення вагоно-кілометрів порожнього пробігу на кількість порожніх вагонів, які брали участь у пробігу, тобто на роботу порожніх вагонів (відрізняється від порожнього рейсу), а коефіцієнт порожнього пробігу - як частка від ділення порожнього пробігу до загального, тобто

$$l'_{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{пор}}}; \quad (3.4)$$

$$\alpha_{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{\sum nS}; \quad (3.5)$$

$$\alpha_{\text{пор}} = \frac{360550}{5345050+360550} = 0,06.$$

Середня дільнична швидкість $V_{\text{діл}}$, км/год, визначається діючим графіком руху поїздів відношенням вагоно-кілометрів $\sum nS$ на вагоно-години $\sum nt$. В окремих випадках, залежно від заповнення графіка і різкої зміни вантажопотоку, дільнична швидкість може бути відкоригована в більший чи менший бік

$$V_{\text{діл}} = \frac{\sum nS}{\sum nt}. \quad (3.6)$$

Для вагонів загального парку (дані таблиць 2.10 і 2.15) дільнична швидкість складе

$$V_{\text{діл}} = \frac{5345050+360550}{113629+10440} = 45,98 \text{ км/год.}$$

Розрахунок дільничної швидкості для різних структурних груп наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Визначення дільничної швидкості вагона за структурними групами

Показник	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
Дільнична швидкість транзитного вагона	$V_{\text{діл}}^{\text{тр}} = \frac{\sum nS_{\text{вив}} + \sum nS_{\text{тр.с}}}{\sum nt_{\text{вив}} + \sum nt_{\text{тр.с}}}$	$V_{\text{діл}}^{\text{тр}} = \frac{257550 + 4700000}{86107 + 11020} = 51,04 \text{ км/год}$
Дільнична швидкість місцевого вагона	$V_{\text{діл}}^{\text{м}} = \frac{\sum nS_{\text{вв}} + \sum nS_{\text{м.с}}}{\sum nt_{\text{вв}} + \sum nt_{\text{м.с}}}$	$V_{\text{діл}}^{\text{м}} = \frac{346550 + 40950}{13549 + 2954} = 23,48 \text{ км/год}$
Дільнична швидкість порожнього вагона	$V_{\text{діл}}^{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{\sum nt_{\text{пор}}}$	$V_{\text{діл}}^{\text{пор}} = \frac{360550}{10440} = 34,53 \text{ км/год}$

У вищенаведеній таблиці $\sum nt_{\text{вив}}$, $\sum nt_{\text{тр.с}}$, $\sum nt_{\text{вв}}$, $\sum nt_{\text{м.с}}$, $\sum nt_{\text{пор}}$ – вагоно-години переміщення вагонів по дільниці різних структурних груп: з вивезення, транзитного сполучення, ввезення, місцевого сполучення та порожніх вагонопотоків, ваг.км.

Коефіцієнт місцевої роботи характеризується кількістю вантажних операцій, які припадають на одиницю роботи, і розраховуються як частка від ділення суми середньодобового навантаження і вивантаження на роботу дирекції

$$k_M = \frac{U_{\text{нав}} + U_{\text{в}}}{U_p}; \quad (3.7)$$

$$k_M = \frac{1715 + 2025}{16225} = 0,23.$$

Розрахунок коефіцієнта місцевої роботи для різних структурних груп наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок коефіцієнта місцевої роботи для різних структурних груп

Показник	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
Коефіцієнт місцевої роботи транзитного вагона	$k_M^{\text{тр}} = \frac{U_{\text{нав}}^{\text{пр.с}}}{U_{\text{тр}}}$	$k_M = \frac{1500}{14200} = 0,1056$
Коефіцієнт місцевої роботи місцевого вагона	$k_M^{\text{м}} = \frac{U_{\text{нав}}^{\text{м.с}} + U_{\text{в}}}{U_{\text{в}}}$	$k_M^{\text{м}} = \frac{215 + 2025}{2025} = 1,106$
Коефіцієнт місцевої роботи порожнього вагона	$k_M^{\text{пор}} = \frac{U_{\text{нав}} + U_{\text{в}}}{U_{\text{нав}} + U_{\text{зд}}^{\text{пор}}}$	$k_M^{\text{пор}} = \frac{1715 + 2025}{1715 + 1235} = 1,2678$

У наведеній вище таблиці $U_{\text{нав}}^{\text{пр.с}}$, $U_{\text{нав}}^{\text{м.с}}$ – кількість навантажених вагонів відповідно у прямому сполученні (для вивезення з залізниці) та у місцевому сполученні (навантаження «на себе»), ваг. Дані показано на принциповій схемі (рисунок 2.8);

$U_{\text{зд}}^{\text{пор}}$ – кількість вагонів зданих у порожньому стані, ваг.

Час перебування вагона під однією вантажною операцією $t_{\text{ван}}$, год, на залізниці та її дирекціях визначається за формулою (2.13). Розрахунки середнього часу перебування вагона під однією вантажною операцією наведено у таблиці 2.21.

Час перебування вагона на одній технічній станції $t_{\text{тех}}^{\text{сер}}$ складається з часу перебування транзитного вагона без переробки і транзитного вагона з переробкою. На дирекції та залізниці час перебування транзитного вагона без переробки визначається за формулою (2.8). Розрахунки середнього часу перебування вагона на одній технічній станції наведено у таблиці 2.19.

Довжина вагонного плеча $L_{\text{тех}}$, км, визначається як частка від ділення загального пробігу всіх навантажених і порожніх вагонів $\sum nS$ на кількість транзитних вагонів, відправлених з усіх технічних станцій дирекції $U_{\text{тех}}^{\text{тр}}$,

$$L_{\text{тех}} = \frac{\sum nS}{U_{\text{тех}}^{\text{тр}}}. \quad (3.8)$$

Розрахунок довжини вагонного плеча для різних структурних груп наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок довжини вагонного плеча для різних структурних груп

Показник	Розрахункова формула	Приклад розрахунку
Вагонне плече для транзитного вагона	$L_{\text{тех}}^{\text{тр}} = \frac{\sum nS_{\text{тр.с}} + \sum nS_{\text{вив}}}{U_{\text{тех}}^{\text{тран}}}$	$L_{\text{тех}}^{\text{тр}} = \frac{4700000 + 257550}{22000 + 910} = 216,39 \text{ км}$
Вагонне плече для місцевого вагона	$L_{\text{тех}}^{\text{м}} = \frac{\sum nS_{\text{вв}} + \sum nS_{\text{м.с}}}{U_{\text{тех}}^{\text{м}}}$	$L_{\text{тех}}^{\text{м}} = \frac{346550 + 40950}{1355 + 275} = 237,73 \text{ км}$
Вагонне плече для порожнього вагона	$L_{\text{тех}}^{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{тех}}^{\text{пор}}}$	$L_{\text{тех}}^{\text{пор}} = \frac{360550}{1000 + 35 + 65 + 150} = 288,44 \text{ км}$

Тут $U_{\text{тех}}^{\text{тр}}$, $U_{\text{тех}}^{\text{м}}$, $U_{\text{тех}}^{\text{пор}}$ – кількість вагонів транзитних для технічної станції, що є для залізниці відповідно транзитними, місцевими та порожніми. За даними таблиці 2.19 розраховуємо

$$U_{\text{тех}}^{\text{тран}} = U_{\text{тех}}^{\text{тр.с}} + U_{\text{тех}}^{\text{вив}}; \quad (3.9)$$

$$U_{\text{тех}}^{\text{м}} = U_{\text{тех}}^{\text{вв}} + U_{\text{тех}}^{\text{м.с}}, \quad (3.10)$$

де $U_{\text{тех}}^{\text{тр.с}}$, $U_{\text{тех}}^{\text{вв}}$, $U_{\text{тех}}^{\text{вив}}$, $U_{\text{тех}}^{\text{м.с}}$ – кількість транзитних вагонів відповідно за сполученнями: транзитним, ввезення, вивезення, місцевим.

Кількість технічних станцій $k_{\text{тех}}$, які проходить вагон за час обороту, обчислюється діленням відстані повного рейсу на довжину вагонного плеча або діленням кількості вагонів, відправлених з усіх технічних станцій, на роботу вагонів дирекції; $U_{\text{тех}}^{\text{тр}}$ визначається за схемою (рисунок 2.3) або з таблиці 2.19 вагонопотоків технічних станцій А, Б, Ж.

$$U_{\text{тех}}^{\text{тр}} = U_{\text{тех}}^{\text{А}} + U_{\text{тех}}^{\text{Б}} + U_{\text{тех}}^{\text{Ж}}. \quad (3.11)$$

$$U_{\text{тех}}^{\text{тр}} = 7245 + 11550 + 6995 = 25790 \text{ ваг.}$$

$$L_{\text{тех}} = \frac{5345050+360550}{25790} = 221,23 \text{ км.}$$

$$k_{\text{тех}} = \frac{l}{L_{\text{тех}}} = \frac{U_{\text{тех}}^{\text{тр}}}{U_{\text{р}}}. \quad (3.12)$$

Для залізниці $k_{\text{тех}}$ складе

$$k_{\text{тех}} = \frac{351,655}{221,23} = 1,589, \text{ або } k_{\text{тех}} = \frac{25790}{16225} = 1,589.$$

В цілому оборот вагону загального парку на підставі елементів дорівнює

$$Q_0 = \frac{1}{24} \left(\frac{351,655}{45,98} + 10,31 \frac{351,655}{221,23} + 0,23 \cdot 19,47 \right) = 1,188 \text{ доб.}$$

Оборот транзитного вагона – це середній час перебування в межах дирекції (залізниці) з моменту надходження вагонів призначенням на інші залізниці до здавання їх на суміжні дирекції або від закінчення навантаження вагонів на даній дирекції призначенням на інші залізниці до передачі їх на стикових пунктах, що розраховується за формулою

$$Q_{\text{тр}} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_{\text{тр}}}{V_{\text{діл}}^{\text{тр}}} + t_{\text{тех}} \frac{l_{\text{тр}}}{L_{\text{тех}}} + k_{\text{м}}^{\text{тр}} \cdot t_{\text{ван}} \cdot (1 - \gamma_{\text{пор}}^{\text{сер}}) \right), \quad (3.13)$$

де $\gamma_{\text{пор}}^{\text{сер}}$ – середньозважена величина частки простою вагонів у порожньому стані для залізниці.

Визначається $\gamma_{\text{пор}}^{\text{сер}}$ відповідно до значень частки простою по окремих дирекціях та обсягів роботи дирекції

$$\gamma_{\text{пор}}^{\text{сер}} = \frac{\gamma_{\text{пор}}^{\text{ДН-1}} \cdot U_{\text{В}}^{\text{ДН-1}} + \gamma_{\text{пор}}^{\text{ДН-2}} \cdot U_{\text{В}}^{\text{ДН-2}} + \gamma_{\text{пор}}^{\text{ДН-3}} \cdot U_{\text{В}}^{\text{ДН-3}}}{U_{\text{В}}^{\text{ДН-1}} + U_{\text{В}}^{\text{ДН-2}} + U_{\text{В}}^{\text{ДН-3}}}, \quad (3.14)$$

де $\gamma_{\text{пор}}^{\text{ДН-1}}, \gamma_{\text{пор}}^{\text{ДН-2}}, \gamma_{\text{пор}}^{\text{ДН-3}}$ – частка простою у порожньому стані відповідно на станціях ДН-1, ДН-2, ДН-3 (таблиця А.3);

$U_{\text{В}}^{\text{ДН-1}}, U_{\text{В}}^{\text{ДН-2}}, U_{\text{В}}^{\text{ДН-3}}$ – вивантаження відповідно на станціях ДН-1, ДН-2, ДН-3 (таблиця 2.1, або рисунок 2.8), ваг.

$$\gamma_{\text{пор}}^{\text{сер}} = \frac{0,5 \cdot 800 + 0,5 \cdot 805 + 0,4 \cdot 420}{800 + 805 + 420} = 0,479;$$

$$Q_{\text{тр}} = \frac{1}{24} \left(\frac{349,123}{51,04} + 10,31 \frac{349,123}{216,39} + 0,1056 \cdot 19,47 \cdot (1 - 0,479) \right) = 1,023 \text{ доб.}$$

Оборот місцевого вагона – це середній час перебування вагонів у межах дирекції від моменту їх надходження ззовні під вивантаження, а також вагонів місцевого сполучення – від закінчення навантаження до моменту їх вивантаження на станціях даної дирекції або передачі на інші дирекції.

Оборот місцевого вагона за добу розраховується за формулою

$$Q_{\text{м}} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_{\text{м}}}{V_{\text{діл}}^{\text{м}}} + t_{\text{тех}} \frac{l_{\text{м}}}{L_{\text{тех}}^{\text{м}}} + k_{\text{м}}^{\text{м}} \cdot t_{\text{ван}} \cdot (1 - \gamma_{\text{пор}}^{\text{сер}}) \right); \quad (3.15)$$

$$Q_{\text{м}} = \frac{1}{24} \left(\frac{191,358}{23,48} + 10,31 \frac{191,358}{237,73} + 1,106 \cdot 19,47 \cdot (1 - 0,479) \right) = 0,1526 \text{ доб.}$$

Оборот порожнього вагона – це середній час перебування вагонів у порожньому стані в межах дирекції (залізниці) за добу

$$Q_{\text{пор}} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_{\text{пор}}}{V_{\text{діл}}^{\text{пор}}} + t_{\text{тех}} \frac{l_{\text{пор}}}{L_{\text{тех}}^{\text{пор}}} + k_{\text{м}}^{\text{пор}} \cdot t_{\text{ван}} \cdot \gamma_{\text{пор}}^{\text{сер}} \right); \quad (3.16)$$

$$Q_{\text{пор}} = \frac{1}{24} \left(\frac{122,22}{34,54} + 10,31 \frac{122,22}{288,44} + 1,2678 \cdot 19,47 \cdot 0,479 \right) = 0,822 \text{ доб.}$$

Визначення елементів обороту вагона для загального парку проводимо у вигляді таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок елементів обороту вагона загального парку для дирекцій

Показник	Розрахункова формула	Дирекція	Приклад розрахунку
Рейс вагона	$l_{\text{заг}} = \frac{\sum nS_{\text{нав}} + \sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{нав}} + U_{\text{пр}}}$	ДН-1	$l_{\text{заг}} = \frac{2236700 + 171000}{605 + 7100} = 312,49 \text{ км}$
		ДН-2	$l_{\text{заг}} = \frac{2149000 + 58700}{740 + 11575} = 179,27 \text{ км}$
		ДН-3	$l_{\text{заг}} = \frac{959350 + 130850}{370 + 6550} = 157,54 \text{ км}$
Дільнична швидкість	$V_{\text{діл}} = \frac{\sum nS_{\text{нав}} + \sum nS_{\text{пор}}}{\sum nt_{\text{нав}} + \sum nt_{\text{пор}}}$	ДН-1	$V_{\text{діл}} = \frac{2236700 + 171000}{46807 + 5194} = 46,30 \text{ км/год}$
		ДН-2	$V_{\text{діл}} = \frac{2149000 + 58700}{44003 + 1481} = 48,54 \text{ км/год}$
		ДН-3	$V_{\text{діл}} = \frac{959350 + 130850}{22820 + 3765} = 41,01 \text{ км/год}$
Коефіцієнт місцевої роботи	$k_{\text{м}} = \frac{U_{\text{нав}} + U_{\text{пор}}}{U_{\text{нав}} + U_{\text{пр}}}$	ДН-1	$k_{\text{м}} = \frac{605+800}{605+7100} = 0,182$
		ДН-2	$k_{\text{м}} = \frac{740+805}{740+11575} = 0,125$
		ДН-3	$k_{\text{м}} = \frac{370+420}{370+6550} = 0,114$
Вагонне плече	$L_{\text{тех}} = \frac{\sum nS_{\text{нав}} + \sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{тех}}}$	ДН-1	$L_{\text{тех}} = \frac{2236700 + 171000}{7245} = 332,33 \text{ км}$
		ДН-2	$L_{\text{тех}} = \frac{2149000 + 58700}{11550} = 191,14 \text{ км}$
		ДН-3	$L_{\text{тех}} = \frac{959350 + 130850}{6995} = 155,85 \text{ км}$

Для дирекцій визначення елементів обороту вагона для структурних груп зведено до таблиці 3.6. Дані щодо нормативних вагонопотоків дирекцій беруться з таблиць 2.6-2.8, нормативних пробігів – таблиць 2.11-2.13, часу на переміщення по дільницях – таблиць 2.16-2.18, а визначення експлуатаційної роботи за структурними групами проводиться з використанням принципової схеми (рисунок 2.8).

Таблиця 3.6 – Розрахунок елементів обороту вагона за структурними групами для дирекцій

Показник	Розрахункова формула	Дирекція	Приклад розрахунку
1	2	3	4
Рейс транзитного вагона	$l_{\text{тр}} = \frac{\sum nS_{\text{вив}} + \sum nS_{\text{тр.с}}}{U_{\text{тр}}}$	ДН-1	$l_{\text{тр}} = \frac{2028000+85050}{6905} = 306,017 \text{ км}$
		ДН-2	$l_{\text{тр}} = \frac{2005400+65250}{11510} = 179,90 \text{ км}$
		ДН-3	$l_{\text{тр}} = \frac{890800 + 37500}{6500} = 142,815 \text{ км}$
Рейс місцевого вагона	$l_{\text{м}} = \frac{\sum nS_{\text{вв}} + \sum nS_{\text{м.с}}}{U_{\text{м}}}$	ДН-1	$l_{\text{м}} = \frac{115050+8600}{800} = 154,56 \text{ км}$
		ДН-2	$l_{\text{м}} = \frac{77150 + 1200}{805} = 97,33 \text{ км}$
		ДН-3	$l_{\text{м}} = \frac{30350+700}{420} = 73,928 \text{ км}$
Рейс порожнього вагона	$l'_{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{пор}}}$	ДН-1	$l_{\text{пор}} = \frac{171000}{605 + 575} = 144,91 \text{ км}$
		ДН-2	$l_{\text{пор}} = \frac{58700}{740 + 315} = 55,64 \text{ км}$
		ДН-3	$l_{\text{пор}} = \frac{130850}{370 + 710} = 121,157 \text{ км}$

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
Дільнична швидкість транзитного вагона	$V_{діл}^{тр} = \frac{\sum nS_{вив} + \sum nS_{тр.с}}{\sum nt_{вив} + \sum nt_{тр.с}}$	ДН-1	$V_{діл}^{тр} = \frac{2028000+85050}{36050+4305} = 52,36 \text{ км/ГОД}$
		ДН-2	$V_{діл}^{тр} = \frac{2005400+65250}{35499+3828} = 52,65 \text{ км/ГОД}$
		ДН-3	$V_{діл}^{тр} = \frac{890800+37500}{18586+2327} = 44,389 \text{ км/ГОД}$
Дільнична швидкість місцевого вагона	$V_{діл}^м = \frac{\sum nS_{вв} + \sum nS_{м.с}}{\sum nt_{вв} + \sum nt_{м.с}}$	ДН-1	$V_{діл}^м = \frac{115050+8600}{5502+950} = 19,16 \text{ км/ГОД}$
		ДН-2	$V_{діл}^м = \frac{77150+1200}{4547+128} = 16,76 \text{ км/ГОД}$
		ДН-3	$V_{діл}^м = \frac{30350+700}{1820+88} = 16,28 \text{ км/ГОД}$
Дільнична швидкість порожнього вагона	$V_{діл}^{пор} = \frac{\sum nS_{пор}}{\sum nt_{пор}}$	ДН-1	$V_{діл}^{пор} = \frac{171000}{5194} = 32,92 \text{ км/ГОД}$
		ДН-2	$V_{діл}^{пор} = \frac{58700}{1481} = 39,64 \text{ км/ГОД}$
		ДН-3	$V_{діл}^{пор} = \frac{130850}{3765} = 34,75 \text{ км/ГОД}$
Коефіцієнт місцевої роботи транзитного вагона	$k_M^{тр} = \frac{U_{нав}^{пр.с}}{U_{тр}}$	ДН-1	$k_M^{тр} = \frac{535}{36905} = 0,077$
		ДН-2	$k_M^{тр} = \frac{730}{11510} = 0,063$
		ДН-3	$k_M^{тр} = \frac{360}{6500} = 0,055$
Коефіцієнт місцевої роботи місцевого вагона	$k_M^м = \frac{U_{нав}^{м.с} + U_B}{U_B}$	ДН-1	$k_M^м = \frac{60+800}{800} = 1,075$
		ДН-2	$k_M^м = \frac{10+805}{805} = 1,012$
		ДН-3	$k_M^м = \frac{10+420}{420} = 1,024$

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
Коефіцієнт місцевої роботи порожнього вагона	$k_M^{\text{пор}} = \frac{U_{\text{нав}} + U_{\text{в}}}{U_{\text{нав}} + U_{\text{зд}}^{\text{пор}}}$	ДН-1	$k_M^{\text{пор}} = \frac{605+800}{605+575} = 1,19$
		ДН-2	$k_M^{\text{пор}} = \frac{740+805}{740+315} = 1,46$
		ДН-3	$k_M^{\text{пор}} = \frac{370+420}{370+710} = 0,73$
Вагонне плече для транзитного вагона	$L_{\text{тех}}^{\text{тр}} = \frac{\sum nS_{\text{тр.с}} + \sum nS_{\text{вив}}}{U_{\text{тех}}^{\text{тран}}}$	ДН-1	$L_{\text{тех}}^{\text{тр}} = \frac{2028000+85050}{6100+295} = 330,42 \text{ км}$
		ДН-2	$L_{\text{тех}}^{\text{тр}} = \frac{2005400+65250}{10100+355} = 198,05 \text{ км}$
		ДН-3	$L_{\text{тех}}^{\text{тр}} = \frac{890800+37500}{5800+260} = 153,18 \text{ км}$
Вагонне плече для місцевого вагона	$L_{\text{тех}}^{\text{м}} = \frac{\sum nS_{\text{вв}} + \sum nS_{\text{м.с}}}{U_{\text{тех}}^{\text{м}}}$	ДН-1	$L_{\text{тех}}^{\text{м}} = \frac{115050+8600}{355+110} = 265,91 \text{ км}$
		ДН-2	$L_{\text{тех}}^{\text{м}} = \frac{77150+1200}{740+105} = 92,72 \text{ км}$
		ДН-3	$L_{\text{тех}}^{\text{м}} = \frac{30350 + 700}{260 + 60} = 97,03 \text{ км}$
Вагонне плече для порожнього вагона	$L_{\text{тех}}^{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{тех}}^{\text{пор}}}$	ДН-1	$L_{\text{тех}}^{\text{пор}} = \frac{171000}{300+35+0+50} = 444,155 \text{ км}$
		ДН-2	$L_{\text{тех}}^{\text{пор}} = \frac{58700}{200+0+0+50} = 234,8 \text{ км}$
		ДН-3	$L_{\text{тех}}^{\text{пор}} = \frac{130850}{500+0+65+50} = 212,76 \text{ км}$

Простої вагонів на технічних станціях, під однією вантажною операцією та частка простою вагона у порожньому стані відповідають даним завдання для дирекцій (таблиця А.3). Таким чином, загальний оборот вагона та за структурними групами складе:

– для ДН-1

$$Q_0 = \frac{1}{24} \left(\frac{312,49}{46,3} + 8,5 \frac{312,49}{332,33} + 0,187 \cdot 15,4 \right) = 0,73 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{тр}} = \frac{1}{24} \left(\frac{306,017}{52,36} + 8,5 \frac{306,017}{330,422} + 0,079 \cdot 15,4 \cdot (1 - 0,5) \right) = 0,5968 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{м}} = \frac{1}{24} \left(\frac{154,56}{19,164} + 8,5 \frac{154,56}{265,91} + 1,075 \cdot 15,4 \cdot (1 - 0,5) \right) = 0,8868 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{пор}} = \frac{1}{24} \left(\frac{144,91}{32,92} + 8,5 \frac{144,91}{444,156} + 1,19 \cdot 15,4 \cdot (1 - 0,5) \right) = 0,681 \text{ доб};$$

– для ДН-2

$$Q_0 = \frac{1}{24} \left(\frac{179,27}{48,54} + 10,3 \frac{179,27}{191,14} + 0,125 \cdot 20,3 \right) = 0,66 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{тр}} = \frac{1}{24} \left(\frac{179,9}{52,65} + 10,3 \frac{179,9}{198,05} + 0,063 \cdot 20,3 \cdot (1 - 0,5) \right) = 0,559 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{м}} = \frac{1}{24} \left(\frac{97,329}{16,76} + 10,3 \frac{97,329}{92,72} + 1,012 \cdot 20,3 \cdot (1 - 0,5) \right) = 1,12 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{пор}} = \frac{1}{24} \left(\frac{55,64}{39,65} + 10,3 \frac{55,64}{234,8} + 1,464 \cdot 20,3 \cdot 0,5 \right) = 0,78 \text{ доб};$$

– для ДН-3

$$Q_0 = \frac{1}{24} \left(\frac{157,54}{41,01} + 12,2 \frac{157,54}{155,85} + 0,114 \cdot 25,1 \right) = 0,793 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{тр}} = \frac{1}{24} \left(\frac{142,815}{44,39} + 12,2 \frac{142,815}{153,185} + 0,055 \cdot 25,1 \cdot (1 - 0,4) \right) = 0,64 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{м}} = \frac{1}{24} \left(\frac{73,93}{16,28} + 12,2 \frac{73,93}{97,03} + 1,02 \cdot 25,1 \cdot (1 - 0,4) \right) = 1,219 \text{ доб};$$

$$Q_{\text{пор}} = \frac{1}{24} \left(\frac{121,157}{34,75} + 12,2 \frac{121,157}{212,764} + 0,73 \cdot 25,1 \cdot 0,4 \right) = 0,74 \text{ доб}.$$

Потрібний загальний *робочий парк вагонів* для забезпечення перевезень визначається як сума потрібних парків вагонів з місцевим вантажем, транзитних і порожніх вагонів або множенням загального обороту вагона в добах на роботу залізниці та дирекції.

$$R = U_p \cdot Q_0. \quad (3.17)$$

$$R = 16225 \cdot 1,18845 = 19282,6 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{ДН-1}} = 7705 \cdot 0,73124 = 5634,204 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{ДН-2}} = 12315 \cdot 0,66251 = 8158,81 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{ДН-2}} = 6920 \cdot 0,79331 = 5489,7 \text{ ваг}.$$

Правильність розрахунку норми робочого парку вагонів залежить від округлення значень. Тому, якщо в процесі розрахунку елементів обороту вагонів проводилось округлення, це може вплинути на кінцевий результат і розбіжності в розрахунках робочого парку вагонів різними способами.

Норма вагонів з транзитним вантажем обчислюється як добуток норм здавання навантажених вагонів на всіх вихідних пунктах транзитних вагонів на їх оборот

$$R_{\text{тр}} = U_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}}. \quad (3.18)$$

$$R_{\text{тр}} = 14200 \cdot 1,022701 = 14522,354 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{ДН-1}} = 6905 \cdot 0,59684 = 4121,18 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{ДН-2}} = 11510 \cdot 0,55902 = 6434,32 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{ДН-3}} = 6500 \cdot 0,64273 = 4177,745 \text{ ваг}.$$

Норма наявності вагонів з місцевим вантажем визначається як сума норм наявності місцевого вантажу, що надійшов під вивантаження, та місцевого вантажу призначенням на інші дирекції даної залізниці.

Норма місцевого вантажу на дирекції під вивантаження визначається як добуток обороту місцевого вагона на навантаження. Наявність на дирекції вагонів з місцевим вантажем, що потрібно передати на інші дирекції, розраховується як добуток відповідного обороту місцевого вагона на здавання місцевих вагонів під вивантаження на інші дирекції

$$R_m = U_m \cdot Q_m. \quad (3.19)$$

$$R_M = 2025 \cdot 1,152663 = 2334,143 \text{ ваг};$$

$$R_M^{ДН-1} = 800 \cdot 0,8868 = 709,44 \text{ ваг};$$

$$R_M^{ДН-2} = 805 \cdot 1,12064 = 902,1152 \text{ ваг};$$

$$R_M^{ДН-3} = 420 \cdot 1,21895 = 511,959 \text{ ваг}.$$

Норма порожніх вагонів визначається як добуток роботи порожніх вагонів на їх оборот

$$R_{\text{пор}} = U_{\text{пор}} \cdot Q_{\text{пор}}. \quad (3.20)$$

$$R_{\text{пор}} = 2950 \cdot 0,822396 = 2426,0682 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{пор}}^{ДН-1} = 1180 \cdot 0,68096 = 803,5328 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{пор}}^{ДН-2} = 1055 \cdot 0,77951 = 822,30835 \text{ ваг};$$

$$R_{\text{пор}}^{ДН-3} = 1080 \cdot 0,74073 = 799,9884 \text{ ваг}.$$

При правильних підрахунках має виконуватися умова

$$R = R_{\text{тр}} + R_M + R_{\text{пор}}. \quad (3.21)$$

$$R = 14522,354 + 2334,143 + 803,5328 = 19282,56 \text{ ваг}.$$

Це співпадає з розрахунками робочого парку залізниці за формулами (2.20) та (3.18). Аналогічно розраховується загальний робочий парк для дирекцій

$$R_{ДН-1} = 4121,18 + 709,44 + 803,5328 = 5634,15 \text{ ваг};$$

$$R_{ДН-2} = 6434,32 + 902,1152 + 822,30835 = 8158,74355 \text{ ваг};$$

$$R_{ДН-3} = 4177,745 + 511,959 + 799,9884 = 5489,6924 \text{ ваг}.$$

Середньодобовий пробіг вагона S_B , км/доб, визначає швидкість руху вантажних вагонів за добу з урахуванням часу перебування їх у русі та простою на станціях. Середньодобовий пробіг вагона обчислюється діленням відстані повного рейсу вагона на оборот вагона, або діленням загального пробігу вагонів на кількість вагонів робочого парку

$$S_B = \frac{l_{\text{заг}}}{Q_0} = \frac{\sum nS}{R}. \quad (3.22)$$

$$S_B = \frac{351,655}{1,18845} = 296 \text{ км.}$$

Продуктивність вагона W_B визначається добутком середнього динамічного навантаження на середньодобовий пробіг, ткм нетто/ваг. Середнє динамічне навантаження P_d задано у завданні ($P_d = 40$ т).

$$W_B = S_B \cdot P_d. \quad (3.22)$$

$$W_B = 296 \cdot 40 = 11840 \text{ ткм нетто/ваг.}$$

На підставі отриманих даних складається зведена таблиця технічних норм експлуатаційної роботи вагонного парку залізниці (таблиця 3.7) та дирекції (таблиця 3.8). Заповнення таблиць проводиться з урахуванням отриманих раніше показників.

Таблиця 3.7 – Зведена таблиця технічних норм експлуатаційної роботи вагонного парку

Показник		Розрахункова формула	Значення показника
1	2	3	4
Приймання, ваг, таблиці 2.1, 2.2	навантажених	$U_{\text{пр}}^{\text{нав}}$	14510
	порожніх	$U_{\text{пр}}^{\text{пор}}$	925
	разом	$U_{\text{пр}}$	15435
Здавання, ваг, таблиці 2.1, 2.2	навантажених	$U_{\text{зд}}^{\text{нав}}$	14200
	порожніх	$U_{\text{зд}}^{\text{пор}}$	1235
	разом	$U_{\text{зд}}$	15435
Вивантаження, ваг		U_B	2025
Навантаження, ваг		$U_{\text{нав}}$	1715
Регульовальний розрив, ваг		$\pm(U_{\text{нав}} - U_B)$	310

Продовження таблиці 3.7

1		2	3	4	
Робочий парк, ваг.діб $R = U \cdot Q$		транзитних	$R_{\text{тр}}$	14522,36	
		місцевих	$R_{\text{м}}$	2334,143	
		навантажених	$R_{\text{нав}}$	16856,5	
		порожніх	$R_{\text{пор}}$	2426,069	
		загальний	R	19282,57	
Робота, ваг		транзитних	$U_{\text{тр}}$	14200	
		місцевих	$U_{\text{м}}$	2025	
		порожніх	$U_{\text{пор}}$	2950	
		загальний	$U_{\text{р}}$	16225	
Оборот вагонів, діб		транзитних	$Q_{\text{тр}}$	1,02	
		місцевих	$Q_{\text{м}}$	1,15	
		порожніх	$Q_{\text{пор}}$	0,82	
		загальний	Q_0	1,19	
Елементи загального обороту	Рейс, км		повний	l	351,65
			навантажений	$l_{\text{нав}}$	329,43
			порожній	$l_{\text{пор}}$	22,22
			Коефіцієнт порожнього пробігу	$\alpha_{\text{пор}}$	0,06
			Дільнична швидкість, км/год	$V_{\text{діл}}$	45,98733
			Кількість технічних станцій	$K_{\text{тех}}$	1,589522
			Простій на технічній станції, год	$t_{\text{тех}}$	10,31
			Коефіцієнт місцевої роботи	$K_{\text{м}}$	0,23
			Простій під однією вантажною операцією	$t_{\text{ван}}$	19,47
	Середньодобовий пробіг вагона, км/ваг			$S_{\text{в}}$	295,997
Статичне навантаження, т/ваг			$P_{\text{ст}}$	45	
Динамічне навантаження, т/ваг			$P_{\text{д}}$	40	
Продуктивність вагона, ткм/ваг			$W_{\text{в}}$	11839,88	

Таблиця 3.8 – Технічні норми експлуатаційної роботи дирекцій

Показник	Дирекція		
	ДН-1	ДН-2	ДН-3
1	2	3	4
Навантаження вагонів,	605	740	370
в тому числі навантаження в місцевому сполученні	60	10	10
навантаження «на вихід» (вивезення)	545	730	360
Вивантаження вагонів,	800	805	420
в тому числі вивантаження за рахунок приймання	740	795	410
Приймання вагонів,	7480	11825	7210
в тому числі навантажених	7100	11575	6550
порожніх	380	250	660
Здавання вагонів,	7480	11825	6500
в тому числі навантажених	6905	11510	6500
порожніх	575	315	710
Робота загальна, ваг	7705	12315	6920
Робота порожніх вагонів, ваг	1180	1055	1080
Робота транзитних вагонів, ваг	6905	11510	6500
Робота місцевих вагонів, ваг	800	805	420
Оборот вагона загального парку, діб	0,73124	0,66251	0,793
Оборот порожнього вагона, діб	0,68096	0,77951	0,74073
Оборот транзитного вагона, діб	0,59684	0,55902	0,64273
Оборот місцевого вагона, діб	0,8868	1,12064	1,21895
Робочий парк вагонів, ваг/доб	5634,204	8158,81	5489,71
в тому числі порожніх	803,5328	822,383	799,988
транзитних	4121,18	6434,32	4177,75
місцевих	709,44	902,1152	511,959

4 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОГО ЕКСПЛУАТОВАНОГО ПАРКУ ЛОКОМОТИВІВ

Потрібний експлуатований парк локомотивів, можна визначити кількома методами:

а) за продуктивністю локомотива – діленням планової тонно-кілометрової роботи брутто на продуктивність локомотива

$$M_e = \frac{\sum Q_{бр} L_{л}}{W_{л}} = \frac{R S_{в} \gamma_{л}}{m W_{л}}, \quad (4.1)$$

де R – норма робочого парку вагонів;

$S_{в}$ – норма середньодобового пробігу вагона, км;

m – середній состав поїзда у вагонах;

$Q_{бр}$ – середня маса поїзда брутто, т;

$W_{л}$ – продуктивність локомотива, тис. ткм брутто (за звітними даними);

$\gamma_{л}$ – частка роботи, яка виконується окремими видами тяги;

б) за середньодобовим пробігом – діленням планового лінійного пробігу локомотивів на середній состав поїзда та середньодобовий пробіг локомотива

$$M_e = \frac{R S_{в} (1 + \beta_{доп}) \gamma_{л}}{m S_{л}} = \frac{U_{р} l_{заг} (1 + \beta_{доп}) \gamma_{л}}{m S_{л}}, \quad (4.2)$$

де $\beta_{доп}$ – коефіцієнт допоміжного пробігу локомотива;

$U_{р}$ – робота вагонного парку;

$l_{заг}$ – повний рейс вагона, км;

$S_{л}$ – середньодобовий пробіг локомотива окремих видів тяги, км (за звітними даними);

в) статистичним способом – шляхом статистичного порівняння роботи локомотивів поточного періоду з минулим

$$M_e = \frac{M_e^{\phi}}{U_{нав}^{\phi} + U_{в}^{\phi} + U_{пр}^{\phi} + U_{зд}^{\phi}} (U_{нав} + U_{в} + U_{пр} + U_{зд}), \quad (4.3)$$

де $U_{нав}^{\phi}$, $U_{в}^{\phi}$, $U_{пр}^{\phi}$, $U_{зд}^{\phi}$ – фактично виконані показники відповідно навантаження, вивантаження, приймання і здавання вагонів (за звітними даними);

$U_{\text{нав}}, U_{\text{в}}, U_{\text{пр}}, U_{\text{зд}}$ – планові показники відповідно навантаження, вивантаження, приймання та здавання вагонів;

г) за витратами загальної добової кількості локомотиво-годин $\sum MT$ на обслуговування заданих розмірів роботи на дільниці обертання

$$M_e = \frac{\sum MT}{24}; \quad (4.4)$$

д) за коефіцієнтом потреби локомотивів на пару поїздів, що розраховується залежно від норми обороту локомотивів для дільниці роботи бригад

$$M_e = \sum NK_{\text{л}} \left(1 + \frac{n_{\text{проф}} t_{\text{проф}}}{T_{\text{міс}}} \right), \quad (4.5)$$

де N – кількість пар поїздів на дільниці роботи бригад; при непарному графіку застосовують максимальну кількість поїздів з урахуванням кратної тяги;

$n_{\text{проф}}, t_{\text{проф}}$ – відповідно кількість у місяці і тривалість у годинах профілактичних оглядів;

$T_{\text{міс}}$ – кількість годин у місяці, $T_{\text{міс}} = 720$ год.

У курсовій роботі значення $\left(1 + \frac{n_{\text{проф}} t_{\text{проф}}}{T_{\text{міс}}} \right) = \alpha_{\text{н}}$ можна прийняти рівним $\alpha_{\text{н}} = 1,20 \div 1,25$.

У курсовій роботі розрахунки експлуатованого парку локомотивів, проводять за формулою (4.5). Для визначення елементів формули складають таблицю 4.1. Середня маса поїзда та состав поїзда за довжиною відповідає даним завдання (таблиця А.1). Состав поїзда за масою розраховують за формулою

$$m_q = \frac{Q_{\text{бр}}}{q_{\text{бр}}}, \quad (4.6)$$

де $Q_{\text{бр}}$ – середня маса поїзда брутто на дільниці, т;

$q_{\text{бр}}$ – середня маса вагона брутто на дільниці, т,

$$q_{\text{бр}} = q_{\text{нетто}} + q_{\text{т}}, \quad (4.7)$$

де $q_{\text{нетто}}$, $q_{\text{т}}$ – маса вантажу у вагоні (нетто) і маса тари вагона (за даними завдання), т.

$q_{\text{нетто}}$ можна прийняти рівним статичному навантаженню вагона (дані завдання).

$$q_{\text{бр}} = 45 + 22 = 67 \text{ т.}$$

Вагонопотік дільниці визначається з рисунка 2.3, причому для місцевого вагонопотоку з двох значень одного напрямку обирається більше. Наприклад, для дільниці А-3 місцевий вагонопотік дільниці в непарному напрямку складає 120 і 175 вагонів. Таким чином, для подальших розрахунків приймаємо значення 175 вагонів. У парному відповідно 70/45 і 120/50, тоді у подальших розрахунках використовуємо 120/50 вагонів. Середній вагонопотік визначається з урахуванням навантажених і порожніх вагонопотоків окремо для наскрізних і місцевих поїздів. Так, для дільниці А-3 середній вагонопотік складе

$$m_{\text{А-3}}^{\text{наск}} = \frac{3465+0+3250+335}{2} = 3525 \text{ ваг};$$

$$m_{\text{А-3}}^{\text{місц}} = \frac{175+0+120+50}{2} = 172,5 = 173 \text{ ваг.}$$

Розрахункові розміри руху поїздів (за видами тяги) як за масою q , так і за довжиною l визначаються окремо для наскрізних і місцевих поїздів за формулою

$$N_{\text{діл}} = \frac{\sum U_{\text{діл}}}{m_{l(q)}}, \quad (4.8)$$

де $\sum U_{\text{діл}}$ – середній вагонопотік дільниці, ваг/доб;

$m_{l(q)}$ – середній состав поїзда за довжиною або за масою, ваг.

Вибір состава поїзда за довжиною або масою залежить від структури вагонопотоку дільниці. Якщо по дільниці прямує лише навантажений вагонопотік, то состав обирається за масою (дільниця Б-В), а якщо змішаний (навантажений і порожній), то вибір состава поїзда проводиться за довжиною.

У таблиці 4.2 визначено показники роботи локомотивів на дільницях обслуговування (одночасно для депо).

Таблиця 4.1 – Розрахунок розмірів руху по дільницях залізниці Ц

Дільниця	Середня маса	Состав поїзда		Вагонопотік на дільниці, ваг/доб						Розміри руху поїздів						
		за довжиною	за масою	непарний			парний			середній						
				місцевий		наскрізний		місцевий		наскрізний		наскрізних	місцевих	загальні		
				навант.	порожн.	навант.	порожн.	навант.	порожн.	навант.	порожн.					
А-3	3700	62	55	3465	0	175	0	3250	335	120	50	3525	173	57	3	60
А-Б	3700	62	55	2680	0	130	0	2585	50	60	35	2658	113	43	2	45
А-Ю	3600	60	54	640	450	40	75	950	0	60	0	1020	88	17	2	19
Б-С	3700	62	55	3440	200	120	0	3195	0	100	0	3418	110	55	2	57
Б-В	3700	62	55	2705	0	70	0	2600	0	140	0	2653	105	43	2	45
Б-Ж	3700	62	55	2645	250	60	65	2530	0	70	0	2713	98	44	2	46
Ж-Ю	3600	60	54	3060	660	40	50	3230	0	80	0	3475	85	58	2	60
Ж-В	3600	60	54	490	300	120	0	760	0	20	50	775	95	13	2	15

Таблиця 4.2 – Показники роботи локомотивів на дільницях обслуговування

Показник	Дільниця обслуговування											
	Тепловозами						Електровозами					
	Ж-Ю	Ж-В	А-Ю	А-3	А-Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Б-С	Б-В	Б-Ж	Б-Ж
Довжина дільниці, км	120	140	180	200	100	140	120	100	140	120	100	100
Розміри руху поїздів, пар поїздів	60	15	19	60	45	57	45	46	57	45	46	46
Дільнична швидкість, км/год	50	40	40	60	60	60	50	60	60	50	60	60
Технологічний час на дільничних станціях, год	Ж 0,33	Ж 0,33	А 1	А 0,33	А 0,33	Б 0,8	Б 0,8	Б 0,8	Б 0,8	Б 0,8	Б 0,8	Б 0,8
Середній час очікування на дільничних станціях, год	Ю 1	В 1	Ю 1	3 0,8	Б 0,8	С 0,8	В 0,8	Ж 0,8	С 0,8	В 0,8	Ж 0,8	Ж 0,8
Простий локомотивів на станціях, год	0,2	0,8	0,63	0,2	0,27	0,21	0,27	0,26	0,21	0,27	0,26	0,26
Коефіцієнт потреби	Ж 0,53	Ж 1,13	А 1,63	А 0,53	А 0,6	Б 1,01	Б 1,07	Б 1,06	Б 1,01	Б 1,07	Б 1,06	Б 1,06
Кількість локомотивів	Ю 1,2	В 1,8	Ю 1,63	3 1	Б 1,07	С 1,01	В 1,07	Ж 1,06	С 1,01	В 1,07	Ж 1,06	Ж 1,06
Всього	0,27	0,41	0,51	0,34	0,21	0,28	0,29	0,23	0,28	0,29	0,23	0,23
	20	8	12	26	12	20	16	13	20	16	13	13
	40											87

Довжина дільниці та дільнична швидкість відповідають даним завдання (таблиця А.1), а розміри руху – даним таблиці 4.1.

Технологічний час $t_{\text{техн}}$, год, знаходження локомотива на дільничних станціях, що обмежують дільницю, прийнято:

- для електровозів $t_{\text{техн}} = 0,8$ год;
- тепловозів $t_{\text{техн}} = 1,0$ год;
- у транзитних поїздах $t_{\text{техн}} = 0,33$ год.

Середній час очікування $t_{\text{оч}}$ на дільничних станціях розраховано для обох видів тяги за формулою

$$t_{\text{оч}} = \frac{12}{N_{\text{діл}}} \quad (4.9)$$

Тоді простій локомотива на станціях складе

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{техн}} + t_{\text{оч}}. \quad (4.10)$$

Так, для дільниці А-З час стоянки локомотива дорівнює:

- по станції А $t_{\text{ст}} = 0,33 + 0,2 = 0,53$ год;
- по станції З $t_{\text{ст}} = 0,8 + 0,2 = 1,0$ год.

Коефіцієнт потреби на пару поїздів розраховують з умови

$$K_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{лок}}}{24}, \quad (4.11)$$

де $Q_{\text{лок}}$ – витрати локомотиво-годин на обслуговування однієї пари поїздів.

Тоді оборот локомотива $Q_{\text{лок}}$ з урахуванням усіх величин буде

$$Q_{\text{лок}} = \frac{2L_{\text{діл}}}{V_{\text{діл}}} + \sum t_{\text{зм.бр}} + t_{\text{об}} + t_{\text{пр}}, \quad (4.12)$$

де $L_{\text{діл}}$ – довжина дільниці, км;

$V_{\text{діл}}$ – дільнична швидкість, км/год;

$\sum t_{\text{зм.бр}}$ – час простою на станціях зміни бригад, год;

$t_{\text{об}}$ – час простою на станціях обороту локомотива, год;

$t_{\text{пр}}$ – час простою локомотива на станціях приписки, год.

Коефіцієнт потреби для дільниці А-3 складе

$$K_{л}^{A-3} = \frac{1}{24} \left(\frac{2 \cdot 200}{60} + 0,53 + 1 \right) = 0,34,$$

а кількість локомотивів

$$M_e^{A-3} = 0,34 \cdot 60 \cdot 1,25 = 25,5 = 26 \text{ електровозів.}$$

У курсовій роботі в таблицях 4.3 і 4.4 визначаються розрахункові норми експлуатаційного парку локомотивів і показники їх використання (для дирекції за варіантом).

У таблиці 4.3 у графі «Розміри руху» підсумовуються дані по дирекціях відповідно до розрахованих даних по дільницях (таблиця 4.1). Так, для ДН-1 розміри руху становитимуть

$$N_{ДН-1} = N_{A-3} + N_{A-B} + N_{A-Ю} = 60 + 45 + 19 = 124 \text{ пари поїздів.}$$

Коефіцієнт потреби на пару поїздів для дирекції розраховують як середньозважену величину відповідно до обсягів робіт.

$$K_{л}^{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{лі} N_{ділі}}{\sum_{i=1}^n N_{ділі}}, \quad (4.13)$$

де $i=1, 2, \dots, n$ – кількість дільниць, що входять до складу дирекції;

$K_{лі}$ – коефіцієнт потреби на пару поїздів для i -ої дільниці;

$N_{ділі}$ – розміри руху поїздів для i -ої дільниці.

Для ДН-1 $K_{л}^{сер}$ складе

$$K_{л}^{сер} = \frac{K_{л}^{A-3} \cdot N_{A-3} + K_{л}^{A-B} \cdot N_{A-B} + K_{л}^{A-Ю} \cdot N_{A-Ю}}{N_{A-3} + N_{A-B} + N_{A-Ю}};$$

$$K_{л}^{сер} = \frac{0,34 \cdot 60 + 0,21 \cdot 45 + 0,51 \cdot 19}{60 + 45 + 19} = 0,3188 \approx 0,32.$$

Для ДН-2

$$K_{л}^{сер} = \frac{K_{л}^{B-C} \cdot N_{B-C} + K_{л}^{B-B} \cdot N_{B-B} + K_{л}^{B-Ж} \cdot N_{B-Ж}}{N_{B-C} + N_{B-B} + N_{B-Ж}};$$

$$K_{л}^{сер} = \frac{0,28 \cdot 57 + 0,29 \cdot 45 + 0,23 \cdot 46}{57 + 45 + 46} = 0,27.$$

Для ДН-3

$$K_{\text{л}}^{\text{сер}} = \frac{K_{\text{л}}^{\text{Ж-В}} \cdot N_{\text{Ж-В}} + K_{\text{л}}^{\text{Ж-Ю}} \cdot N_{\text{Ж-Ю}}}{N_{\text{Ж-В}} + N_{\text{Ж-Ю}}},$$

$$K_{\text{л}}^{\text{сер}} = \frac{0,41 \cdot 15 + 0,27 \cdot 60}{15 + 60} = 0,298 \approx 0,3.$$

Норму локомотивного парку для дирекцій розраховують підсумовуванням експлуатованого парку локомотивів для відповідних дільниць дирекції (з таблиці 4.1). Потрібний парк локомотивів можна розрахувати за формулою

$$M_{\text{е}}^{\text{потр}} = \frac{M_{\text{е}}}{\alpha_{\text{н}}}. \quad (4.14)$$

Для ДН-1 $M_{\text{е}}^{\text{потр}}$ дорівнює

$$M_{\text{е}}^{\text{потр}} = \frac{50}{1,25} = 40 \text{ локомотивів.}$$

У таблиці 4.4 Загальна кількість вагоно-кілометрової роботи розраховується з використанням даних таблиць 4.1 і 4.2.

$$\sum nS_{\text{дн}} = \sum_{i=1}^n (2 \cdot L_{\text{ділі}} \cdot U_{\text{діл}}^{\text{накр}} + L_{\text{ділі}} \cdot U_{\text{діл}}^{\text{міс}}), \quad (4.15)$$

де $U_{\text{діл}}^{\text{накр}}$, $U_{\text{діл}}^{\text{міс}}$ – середнє значення відповідно наскрізного і місцевого вагонопотоку на дільниці (таблиця 4.1).

Для дільниць ДН-1 з електричною тягою (дільниці А-З і А-Б)

$$\begin{aligned} \sum nS_{\text{дн-1}} &= (2 \cdot 200 \cdot 3525 + 200 \cdot 173) + (2 \cdot 100 \cdot 2658 + 100 \cdot 113) = \\ &= 1987500 \text{ км.} \end{aligned}$$

Для дільниці ДН-1 з тепловозною тягою

$$\sum nS_{\text{дн-1}} = (2 \cdot 180 \cdot 1020 + 180 \cdot 88) = 383040 \text{ км.}$$

Состав і середня маса поїзда відповідають даним завдання (таблиця А.1). Значення середнього состава і маси для дирекції розраховують як середньозважену величину відповідно до розмірів руху по дільницях дирекції.

Таблиця 4.3 – Нормування експлуатованого парку локомотивів

Підрозділ	Розміри руху	Коефіцієнт потреби на пару поїздів	Потрібний парк локомотивів	Норма експлуатованого парку локомотивів	У тому числі	
					електровозів	тепловозів
ДН-1	124	0,32	40	50	38	12
ДН-2	148	0,27	39	49	49	
ДН-3	75	0,3	22	28		28
Залізниця	347	0,29	102	127	87	40

Таблиця 4.4 – Нормування показників використання локомотивів

Підрозділ	Вид тяги	$\sum nS$, ваг.км	m_c , ваг	$Q_{бр}$, т	M_e , лок	ϕ_l	S_l , км/доб	W_l , ткм брутто за доб/лок
ДН-1	електрична	1987500	62	3700	38	0,85	843,59	2653090,55
	тепловозна	383040	60	3600	12	0,9	532	1723680
	в цілому	2370540	62	3684	50	0,86	764,69	2422721,446
ДН-2	електрична	2174160	62	3700	49	0,85	715,66	2250750,7
	тепловозна							
ДН-3	в цілому	2174160	62	3700	49	0,85	715,66	2250750,7
	електрична							
	тепловозна	1074500	60	3600	28	0,9	639,58	2072239,2
Залізниця	в цілому	1074500	60	3600	28	0,9	639,58	2072239,2
	електрична	4161660	62	3700	87	0,85	771,54	2426493,3
	тепловозна	1457540	60	3600	40	0,9	607,31	1967684,4
	в цілому	5619200	61	3674	127	0,86	725,34	2291813,278

Середньодобовий пробіг $S_{л}$, км/доб, обчислюють за формулою

$$S_{л} = \frac{\sum MS}{M_e} = \frac{\sum nS}{m_c M_e}, \quad (4.16)$$

де $\sum MS$ – загальні локомотиво-кілометри пробігу.

Продуктивність локомотива $W_{л}$, бруто ткм за доб/лок,

$$W_{л} = \frac{S_{л} Q_{бр}}{(1 + \beta_{доп})} = S_{л} Q_{бр} \varphi_{л}, \quad (4.17)$$

де $\beta_{доп}$ – коефіцієнт допоміжного пробігу;

$Q_{бр}$ – середня маса состава вантажного поїзда бруто, т;

$\varphi_{л}$ – коефіцієнт використання продуктивності локомотива.

Для локомотивного парку в цілому $\varphi_{л}$ можна визначити як середньозважену величину

$$\varphi_{л} = \frac{M_{ел} \varphi_{ел} + M_{т} \varphi_{т}}{M_e}, \quad (4.18)$$

де $M_{ел}$, $M_{т}$ – відповідно експлуатований парк електровозів і тепловозів;

$\varphi_{ел}$, $\varphi_{т}$ – коефіцієнт продуктивності електровозів ($\varphi_{ел} = 0,85 \div 0,9$) і тепловозів ($\varphi_{т} = 0,9 \div 0,95$).

5 ОПЕРАТИВНЕ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЦІ

5.1 Визначення якості поїзної роботи сортувальних станцій

Для кожної технічної станції встановлюються показники, що характеризують якість поїзної роботи (одночасна кількість поїздів на станції).

Одночасна кількість транзитних поїздів визначається множенням планової кількості відправлених за добу транзитних поїздів на коефіцієнт одночасної наявності на станції поїздів, який дорівнює $1/24$ норми простою транзитних вагонів на станції без переробки [1].

Кількість одночасно наявних на технічній станції поїздів свого формування (з транзитного та місцевого вагонопотоків) визначається як добуток планового робочого парку вагонів $R_{п}$, який підлягає включенню до составів поїздів (це різниця між загальним парком і парком вагонів у транзитних поїздах), на коефіцієнт поїздоутворення $K_{пут}$, поділений на середній состав поїзда m_c (для магістрів – дослідників розрахунки проводяться для всіх дирекцій, а для решти магістрів дирекція (таблиця 5.1) обирається згідно з варіантом. У курсовій роботі $R_{п}$ можна прийняти рівним 40 % від $U_{тех}$.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для визначення коефіцієнта поїздоутворення

Дирекція залізничних перевезень	Технічна станція	Робочий парк вагонів, що необхідно сформуванати у поїзди $R_{п.ф}$	Коефіцієнт наявності локомотивів $K_{л}$
ДН-1	станція А	3100	0,9
ДН-2	станція Б	8300	1,0
ДН-3	станція Ж	6200	0,95

$$N_c = \frac{R_{п.п} K_{пут}}{m_c}, \quad (5.1)$$

де m_c – середній состав поїзда для дирекції (відповідно до розрахунків у таблиця 4.4).

При цьому коефіцієнт поїздоутворення визначається за формулою

$$K_{пут} = \frac{R_{с.п.}}{R_{п.ф}}, \quad (5.2)$$

де $R_{с.п.}$ – робочий парк вагонів, який сформовано у поїзди;

$R_{п.ф.}$ – робочий парк вагонів, який необхідно сформувати. Приймається згідно з таблиці 5.1.

$$R_{с.п.} = \frac{U_{тех} t_{тех}^{(А,Б,Ж)}}{24}, \quad (5.3)$$

де $t_{тех}^{(А,Б,Ж)}$ – вагоно-години простою на технічних станціях відповідної дирекції ДН-1 (станція А), ДН-2 (станція Б), ДН-3 (станція Ж). Значення $U_{тех}$ і $t_{тех}^{(А,Б,Ж)}$ розраховані у таблиці 2.19.

Робочий парк вагонів, який сформовано у поїзди, складе

$$\text{для ДН-1 } R_{с.п.}^A = \frac{7245 \cdot 8,5}{24} = 2565,9 \text{ ваг};$$

$$\text{ДН-2 } R_{с.п.}^B = \frac{11550 \cdot 10,3}{24} = 4956,8 \text{ ваг};$$

$$\text{ДН-3 } R_{с.п.}^Ж = \frac{6995 \cdot 12,2}{24} = 3555,79 \text{ ваг.}$$

Коефіцієнт поїздоутворення

$$\text{для ДН-1 } K_{пут} = \frac{2566}{3100} = 0,83;$$

$$\text{ДН-2 } K_{пут} = \frac{4957}{8300} = 0,6;$$

$$\text{ДН-3 } K_{пут} = \frac{3556}{6200} = 0,57,$$

а кількість одночасно наявних поїздів на технічній станції поїздів свого формування дорівнює

$$\text{для ДН-1 } N_c = \frac{0,4 \cdot 7245 \cdot 0,83}{62} = 38,79 \text{ поїзд};$$

$$\text{ДН-2 } N_c = \frac{0,4 \cdot 11550 \cdot 0,6}{62} = 44,7 \text{ поїзд};$$

$$\text{ДН-3 } N_c = \frac{0,4 \cdot 6995 \cdot 0,57}{60} = 26,58 \text{ поїзд.}$$

Кількість поїздів, забезпечених локомотивами в будь-який момент часу, визначається за формулою

$$N_{3,л} = NK_{л}, \quad (5.4)$$

де N – загальна кількість поїздів (розміри руху дирекції), які необхідно відправити за планом протягом доби (відповідно до таблиці 4.3);

$K_{л}$ – коефіцієнт наявності локомотивів для поїздів, що визначається діленням технологічної норми перебування локомотива у поїзній роботі на 24 год (відповідно до таблиці 4.3).

Так, кількість поїздів, забезпечених локомотивами, складе

$$\text{для ДН-1 } N_{3,л}^{\text{ДН-1}} = 124 \cdot 0,32 = 39,68 \text{ поїзд};$$

$$\text{ДН-2 } N_{3,л}^{\text{ДН-2}} = 148 \cdot 0,27 = 39,96 \text{ поїзд};$$

$$\text{ДН-3 } N_{3,л}^{\text{ДН-3}} = 75 \cdot 0,3 = 22,5 \text{ поїзд.}$$

5.2 Складання оперативного плану експлуатаційної роботи залізниці

Фактичні розміри вагонопотоків, навантаження, вивантаження в кожену добу можуть істотно відхилитися від середньодобових значень, покладених в основу технічного нормування. Такі відхилення виникають як внаслідок об'єктивного існування на залізничному транспорті нерівномірності перевізного процесу, так і через надпланові завдання і регульовальні заходи (згущення навантаження, відхилення вагонопотоків на паралельні напрямки та ін.). Тому для кожної доби і внутрішньодобових періодів необхідно прогнозувати обсяг майбутньої роботи і встановлювати завдання на її виконання відповідно до графіка руху і плану формування поїздів таким чином, щоб були виконані якісні показники технічного нормування.

З цією метою на залізничному транспорті здійснюється оперативне планування експлуатаційної роботи. Отже, головним завданням оперативного планування експлуатаційної роботи є освоєння обсягу роботи майбутньої доби (зміни) з урахуванням виконання технічних норм, графіка руху і плану формування поїздів, а також раціонального використання рухомого складу, пропускної спроможності залізничних ліній і станцій в конкретних умовах даної доби. Оперативні плани мають забезпечувати рівномірність і ритмічність поїзної і вантажної роботи залізниць, дирекцій і станцій. Вони мають бути ефективним засобом попередження можливих труднощів в експлуатаційній роботі і передбачати в необхідних випадках відповідні регулювальні заходи. З їх допомогою повніше використовуються резерви вагонного та локомотивного парків, пропускної спроможності ліній і переробної спроможності станцій.

Оперативний план роботи залізниці передбачає завдання на добу та першу половину доби за певними розділами (конкретні пункти приймаються за варіантом дирекції). У прикладі розглянуто оперативний план роботи ДН-1:

- 1) приймання вагонів / поїздів, у т. ч. по стикових пунктах:
 - всього за добу 7100/380, за першу половину 3550/190;
 - по стику **З** 3320/380, за першу половину 1610/190;
 - по стику **Ю** 1010/0, за першу половину 505/0;
 - по стику **Бс** 2770, за першу половину 1387/0;
- 2) здавання вагонів / поїздів, у т. ч. по стикових пунктах:
 - всього за добу 6905/575, за першу половину 3403/290;
 - по стику **З** 3585/0, за першу половину 1793/0;
 - по стику **Ю** 680/525, за першу половину 340/263;
 - по стику **Бс** 2640/50, за першу половину 1270/0;
- 3) робота технічної станції **А**:
 - навантажує 130 вагонів, вивантажує 280 вагонів;
 - приймає (відправляє) 7480 вагонів, 142 поїзди;
- 4) вантажна робота дирекції **ДН-1**:
 - навантаження 605 вагонів, у т. ч. за першу половину 350 вагонів;
 - вивантаження 800 вагонів у т. ч. за першу половину 400 вагонів;
- 5) робота вагонного парку дирекції **ДН-1**:

- робочий парк складає 5634 вагонів, робота 7705 вагонів;
- б) робота локомотивів дирекції ДН-1:
 - парк локомотивів, що експлуатується 50, у т. ч. електровозів 38, тепловозів 12.

По кожному розділу передбачається місце для фактичних значень за даними обліку.

5.3 Визначення надходжень та експлуатаційних витрат

Для забезпечення розв'язання задач використання вагонів за економічними показниками для деякої сукупності вагонів враховується експлуатаційна складова надходжень і витрат.

У даній роботі використовується методика [3], яка передбачає обчислення для місцевого вагонопотоку:

- а) надходження від перевезень $D_{\text{поч}}$, грн/доб,

$$D_{\text{поч}} = U_{\text{м}}(C_{\text{дпк}} + C_{\text{дтв}}), \quad (5.5)$$

де $U_{\text{м}}$ – робота місцевих вагонів на залізниці (розрахунок за формулою (2.3)), $U_{\text{м}} = 2025$ ваг.;

$C_{\text{дпк}}$ – середня дохідна ставка плати за користування вагоном на під'їзних коліях вантажовласника (із завдання), $C_{\text{дпк}} = 42$ грн/ваг;

$C_{\text{дтв}}$ – середня ставка надходження від тарифу по прибуттю за перевезення вагона (із завдання), $C_{\text{дтв}} = 180$ грн/ваг.

$$D_{\text{поч}} = 2025(42 + 180) = 449550 \text{ грн};$$

- б) витрат на перевезення, пропорційних величині обороту місцевого вагона,

$$E_{\text{перев}} = 24 \cdot U_{\text{м}} \cdot Q_{\text{м}} \cdot e_{\text{ваг.год}}, \quad (5.6)$$

де $Q_{\text{м}}$ – значення обороту місцевого вагона, $Q_{\text{м}} = 1,152$ доб (таблиця 3.8);

$e_{\text{ваг.год}}$ – одинична витратна ставка вагоно-годин (із завдання), $e_{\text{ваг.год}} = 5,2$ грн/ваг,

$$E_{\text{перев}} = 24 \cdot 2025 \cdot 1,152 \cdot 5,2 = 291133,44 \text{ грн};$$

в) розрахункового значення прибутку, грн

$$A_{\text{ВПК}} = D_{\text{поч}} - E_{\text{перев}}; \quad (5.7)$$

$$A_{\text{ВПК}} = 449550 - 291133,4 = 158416,56 \text{ грн.}$$

Аналогічно можуть бути розраховані експлуатаційні складові по всіх вагонопотоках, але це не входить до мети даної курсової роботи.

Аналіз експлуатаційної роботи здійснюється стосовно порівняння фактичних і планових показників, зведених у таблиці 5.3.

5.4 Аналіз експлуатаційної роботи

Метою аналізу експлуатаційної роботи є визначення якості роботи залізниці та її дирекцій з виконання планових обсягів перевезень і технічних норм. У ході аналізу виявляються відхилення від завдань і норм, встановлюються їх причини і намічаються заходи щодо усунення відхилень і ліквідації ускладнень. Також дається оцінка ефективності заходів, прийнятих для виконання встановлених завдань. При цьому виконані показники зіставляються з плановими нормами та нормами, скоригованими на фактичний обсяг роботи, а також з даними щодо виконання таких показників за попередній період або відповідний період минулих років.

При заповненні таблиці 5.3 для отримання фактичних значень показників експлуатаційної роботи необхідно враховувати певні зміни, наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Зміни при розрахунках показників експлуатаційної роботи

Показник	Зміна, %	Показник	Зміна, %
1	2	3	4
Інтенсивність руху, ваг	+ 5	Робочий парк вагонів загальний та за структурними групами, ваг/год	- 5

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4
Елементи загального обороту			
Рейс, у т. ч. – навантажений; – порожній	+ 10 - 7	Статичне навантаження, т/ваг.	+ 4
Дільнична швидкість, км/год	+ 15	Динамічне навантаження, т/ваг	- 6
Кількість технічних станцій	- 3	Середньодобовий пробіг локомотива, км	+ 10
Простій на технічній станції (згідно з варіантом), год	- 15	Середня вага поїзда бруто, т	- 5
Простій під однією вантажною операцією, год	+ 10	Коефіцієнт використання продуктивності локомотива	- 10

Таблиця 5.3 – Аналіз виконання технічних норм експлуатаційної роботи вагонного і локомотивного парків

Показник	Значення		Зміна		
	план	факт	абсолютне значення	%	
1	2	3	4	5	
Вагонний парк					
Приймання, ваг	навантажених	14510	15236	+726	+5,00
	порожніх	925	971	+46	+4,97
	разом	15435	16207	+772	+5,00
Здавання, ваг	навантажених	14200	14910	+710	+5,00
	порожніх	1235	1297	+62	+5,02
	разом	15435	16207	+772	+5,00
Вивантаження, ваг		2025	2126	+101	+4,99

Продовження таблиці 5.3

1		2	3	4	5	
Навантаження, ваг		1715	1801	+86	+5,01	
Робочий парк, ваг.діб	транзитних	14522,3	13798	-726,4	-5,00	
	місцевих	2334,143	2217	-117,	-5,02	
	навантажених	16856,5	16014	-842,5	-5,00	
	порожніх	2426,069	2305	-121,1	-4,99	
	загальний	19282,57	18319	-963,6	-5,00	
Робота, ваг	транзитних	14200	14910	+710	+5,00	
	місцевих	2025	2126	+101	+4,99	
	порожніх	2950	3098	+148	+5,02	
	загальний	16225	17037	+812	+5,00	
Оборот вагонів, діб	транзитних	1,02	0,93	-0,09	-8,82	
	місцевих	1,15	1,04	-0,11	-9,57	
	порожніх	0,82	0,74	-0,08	-9,76	
	загальний	1,19	1,08	-0,11	-9,24	
Елементи загального обороту	Рейс, км	повний	351,65	383,0376	+31,388	+8,93
		навантажений	329,43	362,373	+32,943	+10,00
		порожній	22,22	20,6646	-1,555	-7,00
	Коефіцієнт порожнього пробігу		0,06	0,05	-0,01	-16,67
	Дільнична швидкість, км/год		45,98733	52,9	+6,9127	+15,03
	Кількість технічних станцій		1,589522	1,54	-0,05	-3,12
	Простій на технічній станції, год		10,31	8,7635	-1,546	-15,00
	Коефіцієнт місцевої роботи		0,23	0,23	0	0
	Простій під однією вантажною операцією		19,47	21,42	+1,95	+10,02
	Середньодобовий пробіг вагона, км/ваг		295,99	354,66	+58,66	+19,82
Статичне навантаження, т/ваг		45	46,8	+1,8	+4,00	
Динамічне навантаження, т/ваг		40	42,4	+2,4	+6,00	
Продуктивність вагона, ткм/ваг		11839,88	15037,58	+3197,6	+27,01	
Локомотивний парк						
Середньодобовий пробіг локомотива, км/доб		725,34	797,874	+72,534	+10,00	
Середня маса поїзда, т		3674	3490,3	-183,7	-5,00	
Коефіцієнт використання продуктивності локомотива		0,86	0,774	-0,086	-10,00	
Продуктивність локомотива, ткм бруто		2291813,3	2155450,388	-136362,89	-5,95	

Висновки

У висновках необхідно проаналізувати основні показники технічних норм експлуатаційної роботи:

- а) роботу і використання вагонного парку;
- б) розміри руху поїздів, парк локомотивів і їхнього використання.

На підставі аналізу планових норм та фактичного їх виконання встановити:

- а) які з показників виконуються;
- б) не виконуються;
- в) з яких причин.

Контрольні питання

1 Які сполучення можна виділити при розгляді внутрішньозалізничних вагонопотоків?

2 Яким чином розраховуються пробіги вагонів для загального парку та за видами сполучень?

3 Порядок визначення вагонного плеча.

4 Порядок розрахунку коефіцієнта місцевої роботи для загального парку та за видами сполучень.

5 Яким чином нормується простій вагона на технічних станціях?

6 Розрахунок норми простою вагонів під однією вантажною операцією.

7 З яких елементів складається повний рейс вагона? Порядок їх розрахунку для вагонів різних категорій.

8 Оборот вагона для різних категорій робочого парку.

9 Які існують методи визначення робочого парку вагонів?

10 Методи визначення потрібного парку локомотивів, що експлуатується.

11 Основні показники використання локомотивного парку.

12 Нормування середньодобового пробігу та продуктивності локомотива.

13 Оперативне планування експлуатаційної роботи залізниць.

14 Які існують показники оперативного плану залізниці?

15 Які завдання встановлюються у добовому плані поїзної і вантажної роботи дирекції?

Вимоги до оформлення

Звітні матеріали мають бути оформлені відповідно до вимог, викладених у роботі [5], а список літератури – у ДСТУ [6]. У разі виконання роботи з використанням комп'ютерної техніки необхідно додавати надрукований варіант, а також повний зміст роботи на змінному носії. Робота не потребує виконання графічної частини.

Вимоги до захисту

При захисті роботи потрібно вміти відповідати на контрольні питання, а також володіти технікою визначення окремих показників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Інструкція зі складання місячних технічних норм експлуатаційної роботи залізниць України. Затв. наказом Укрзалізниці від 28.12.2002 № 975-Ц (ЦД-0049). Київ: Транспорт України, 2003. 27 с.

2 Рекомендації з техніко-економічних розрахунків експлуатаційної роботи залізниць України. Затв. наказом Укрзалізниці від 18.06.2001 № 329-Ц. Київ: Транспорт України, 2002. 63 с.

3 Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України. Затв. наказом Укрзалізниці від 15.12.2004 № 969-ЦЗ. Київ: Транспорт України, 2004. 29 с.

4 Кривошей Б. О., Кулешов В. М. Управління експлуатаційною роботою підрозділу залізниці: навч. посіб. Харків: УкрДАЗТ, 2001 (К821). С. 88 – 99.

5 Козар Л. М., Коновалов Є. В., Лапко А. О., Наумова О. Е., Шаповал Г. В., Шумик Д. В., Петухов В. М. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення : метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 35 с.

6 ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Чинний від 01.07.2016; Книжкова палата України імені Івана Федорова. Київ, 2016. 37 с.

ДОДАТОК А

Завдання на розроблення курсової роботи «Розрахунки технічних норм експлуатаційної роботи залізниці Ц та її дирекцій»

ст. _____ шифр _____

Вихідні дані

- 1 Схема залізниці Ц.
- 2 Технічна характеристика дільниць (таблиця А.1).
- 3 Планові вагонопотоки для залізниці (таблиця А.2) та додаткові дані.
- 4 Технологічні нормативи (таблиця А.3).

Потрібно:

- 1 Розробити технічні норми експлуатаційної роботи залізниці та її дирекції з вагонами.
- 2 Розрахувати інтенсивність руху поїздів на дільницях та експлуатований парк локомотивів (загальний і по депо) з визначенням показників їх використання.
- 3 Розробити добовий оперативний план залізниці.
- 4 Визначити добові експлуатаційні надходження, витрати; здійснити аналіз експлуатаційної роботи.

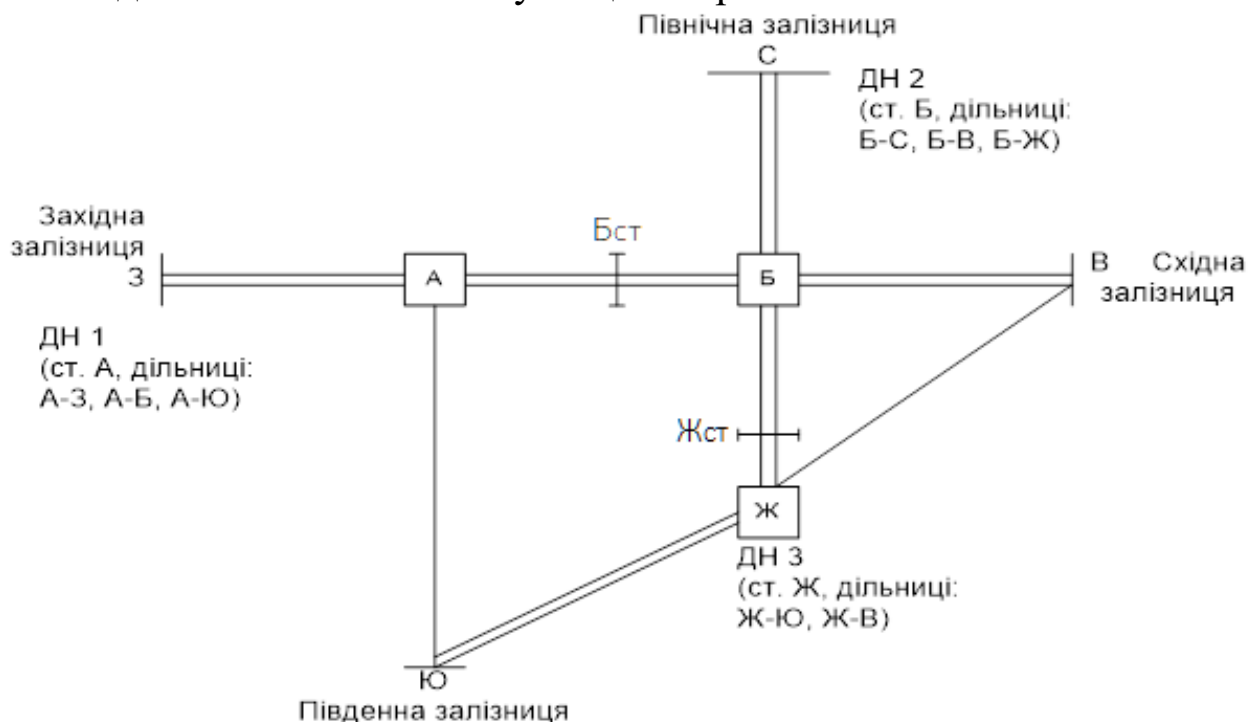


Рисунок А.1 – Схема залізниці Ц

Таблиця А.1 – Технічна характеристика дільниць

Дільниця	Відстань, км	Кількість головних колій	Засоби сигналізації та зв'язку	Рід тяги	Середні норми для поїздів		Дільнична швидкість, км/год	
					маса, т	довжина, умов. ваг	дільничних	місцевих
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А-З	200	2	АБ	елект.	3700	62	60	10
А-Б	100	2	АБ	елект.	3700	62	60	10
А-Ю	180	1	ПАБ	тепл.	3600	60	40	8
Б-С	140	2	АБ	елект.	3700	62	60	9
Б-В	120	2	АБ	елект.	3700	62	50	9
Б-Ж	100	2	АБ	елект.	3700	62	60	10
Ж-Ю	120	2	АБ	тепл.	3600	60	50	10
Ж-В	140	1	ПАБ	тепл.	3600	60	40	8

Основні депо знаходяться:

електровозів – на ст. Б: тепловозів – на ст. Ю.

Оборотні депо знаходяться:

електровозів – на ст. З, С, В, Ж: тепловозів – на ст. А, В.

Маса тари вантажного вагона – 22 т.

Середнє статичне навантаження вагона – 45 т.

Середнє динамічне навантаження вагона – 40 т.

Середня дохідна ставка плати за користування вагоном на під'їзних коліях вантажовласника $C_{днк}$ – 42 грн/ваг.

Середня ставка надходження від тарифу по прибуттю за перевезення вагона $C_{дмс}$ - 180 грн/ваг.

Одинична витратна ставка вагоно-годин $e_{вг}$ – 2,2 грн/ваг.

Таблиця А.2 – Планові навантажені і порожні вагонопотоки на залізниці

3	На		інші залізничні через стики						ДН-1						ДН-2						ДН-3	
	З	С	В	Ю	А	А-3	А-Б	А-Ю	Б	Б-С	Б-В	Б-Ж	Ж	Ж-Ю	Ж-В							
інших залізниць через стики	нав.		300	2000	600	120	70	40	35	40	10	100	5									
	пор.				300		45	35														
С	нав.	300		400	2400	10		20	80	120	10	80	100	40								
	пор.				200																	
В	нав.	2000	400		400	80	115	60	20	10	70	20	80	10	45							
	пор.				300										45							
Ю	нав.	900	2300	700		40	10		60	40	60	20	70	20	80							
	пор.																					
А	нав.	50		40	20				20													
	пор.				150	0																
А-3	нав.	120		60	20		20	10	10					0								
	пор.													50								
А-Б	нав.	110	10	35				20			10											
	пор.																					
А-Ю	нав.				40	10																
	пор.				75									10								
Б	нав.	80	40	45	70																	
	пор.																					
Б-С	нав.		100	20	20		10	0	0		10	5										
	пор.							35														
Б-В	нав.	25	25	140		20																
	пор.																					
Б-Ж	нав.		60		60																	
	пор.				65																	
Ж	нав.		40	30	50																	
	пор.				95																	
Ж-Ю	нав.		20	30	40																	
	пор.				50																	
Ж-В	нав.			40	60		50						10									
	пор.																					

Таблиця А.3 – Технологічні нормативи (середні)

Дирекція	Простій на технічній станції, год	Простій на вантажну операцію, год	Частка простою в порожньому стані
ДН 1	8,5	15,4	0,5
ДН 2	10,3	20,3	0,5
ДН 3	12,2	25,1	0,4

Загальний зміст курсової роботи

1 Розроблення технічних норм експлуатаційної роботи з вагонами.

- 1.1 Розроблення вагонопотоків для залізниці.
- 1.2 Розроблення вагонопотоків для ДН.
- 1.3 Нормування кількісних показників.
- 1.4 Нормування якісних показників.
- 1.5 Нормативні показники роботи та використання вагонів.

2 Розроблення технічних норм роботи локомотивів.

- 2.1 Визначення розмірів руху поїздів на дільницях.
- 2.2 Визначення парку локомотивів та його розподілення.
- 2.3 Показники використання локомотивів.

3 Розроблення добового оперативного плану, визначення добових експлуатаційних надходжень та витрат, аналіз експлуатаційної роботи.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до курсової роботи з дисципліни
*«УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ ЗАЛІЗНИЧНОЇ
ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ»*

Відповідальний за випуск Малахова О. А.

Редактор Третьякова К. А.

Підписано до друку 30.03.21 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 5,5. Тираж 5. 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.