

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проведення практичних занять з дисципліни
«Організація та управління залізничними перевезеннями»
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)»
спеціалізації 275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»

Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Організація та управління залізничними перевезеннями» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» спеціалізації 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)» / Укл. Острогляд О.О., Турпак С.М. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 49 с.

Укладач: Острогляд О. О., к.т.н., доцент
Турпак С.М., д.т.н., професор

Рецензент: Васильєва Л.О., к.т.н., доцент

Відповідальний
за випуск: Кальченко Т.В., зав. навч. лаб.

Затверджено на засіданні
кафедри «Транспортні технології»
протокол № 7
від 27 травня 2024 р.

Рекомендовано до видання
НМК транспортного факультету
протокол № 1
від 17 червня 2024 р.

ЗМІСТ

Практичне заняття № 1 Визначення кількісних показників роботи залізничного транспорту.....	4
Практичне заняття № 2 Планування якісних показників роботи рухомого складу	11
Практичне заняття № 3 Нормування тривалості маневрової роботи при обробці збірних поїздів на проміжних станціях.....	16
Практичне заняття № 4 Вибір рухомого складу та визначення особливостей перевезення наливних вантажів.....	26
Практичне заняття № 5 Визначення провізної плати при перевезенні різних видів вантажів	28
Практичне заняття № 6 Розрахунок показників пасажирських перевезень у дальньому та місцевому сполученнях	32
Практичне заняття №7 Визначення кількості зон на приміській дільниці та розрахунок пропускної спроможності.....	40
Перелік використаних джерел	48

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Визначення кількісних показників роботи залізничного транспорту

Мета заняття – набуття навичок складання та читання шахової відомості вагонопотоків, засвоєння методики розрахунку кількісних показників роботи залізниці.

Теоретична довідка

До кількісних показників відносяться: план навантаження, норма вивантаження, приймання та здача поїздів і вагонів по стикових пунктах, норма здачі порожніх вагонів, робота вагонного парку і вагоно-кілометри пробігу вагонів. Кількісні показники визначаються на основі шахової відомості завантажених вагонопотоків.

Завантажені вагонопотоки за видами сполучення поділяються на місцеве сполучення, ввезення, вивезення та транзит.

Ввезення – вагони, прийняті з інших доріг і вивантажуються на даній дорозі, $U_{\text{ВВ}}$.

Вивезення – вагони, що завантажуються на даній дорозі з призначенням на інші дороги, $U_{\text{ВІВ}}$.

Місьцеве сполучення – вагони, що завантажуються на дорозі до своїх відділень, $U_{\text{М.С.}}$.

Транзит – вагони, що приймаються з інших доріг і здаються на інші дороги без виконання вантажних операцій, $U_{\text{ТР}}$.

Кількісні показники вагонопотоків визначаються за формулами:

Навантаження для залізниці визначається як кількість вивезення та місцевого сполучення:

$$U_{\text{Н}} = U_{\text{ВІВ}} + U_{\text{М.С.}}, \text{ ваг.} \quad (1.1)$$

Вивантаження визначається як сума ввезення та місцевого сполучення:

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

Приймання навантажених вагонів – сума транзиту та ввезення:

$$U_{\text{пр}}^{\text{вант}} = U_{\text{тр}} + U_{\text{вв}}, \text{ ваг.} \quad (1.3)$$

Здача навантажених вагонів – сума транзиту та вивезення:

$$U_{\text{зд}}^{\text{вант}} = U_{\text{тр}} + U_{\text{вив}}, \text{ ваг.} \quad (1.4)$$

Робота залізниці визначається як сума всіх вагонопотоків за сполученнями: транзиту, ввезення, вивезення та місцевого сполучення:

$$U = U_{\text{тр}} + U_{\text{вв}} + U_{\text{вив}} + U_{\text{м.с.}}, \text{ ваг.} \quad (1.5)$$

Завдання

- На основі вихідних даних скласти шахову відомість вагонопотоків (табл.1.1).
- Використовуючи шахову відомість та схему дороги (рис. 1.1) визначити основні кількісні норми (показники) роботи для дороги та відділень:
 - норми навантаження та вивантаження U_n, U_v ;
 - норми транзиту, прийому та здачі завантажених вагонів $U_{\text{тр}}, U_{\text{пр}}^{\text{вант}}, U_{\text{зд}}^{\text{вант}}$;
 - роботу дороги та відділень U .

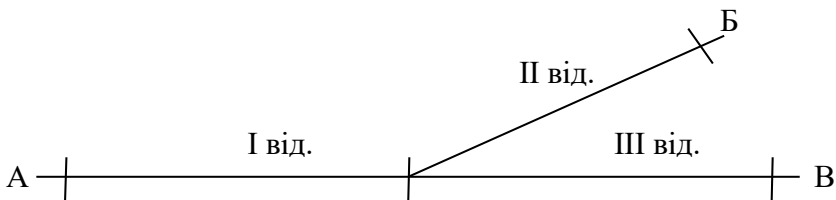


Рисунок 1.1 – Схема ділянки дороги з відділеннями

Таблиця 1.1 – Загальний вид шахової відомості навантажених вагонопотоків

Від	На							Разом	
	Відділення			Усього	Дороги				Усього
	I	II	III		A	B	B		
I	Місцеве сполучення				Вивезення				
II									
III									
Усього									
A	Ввезення				Транзит				
B									
B									
Усього									
Разом	Вивантаження дороги			Здача навант. вагонів			Робота		

Приклад. За вихідними даними та схемою ділянки дороги (рис.1.1) скласти шахову відомість вагонопотоків та визначити основні кількісні норми (показники) роботи для дороги та відділень.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для прикладу

Надходження вагонів	На відділення дороги			Через вихідні пункти			
	I	II	III	A	B	B	
З відділень	I	100	130	66	65	109	136
	II	75	150	52	78	175	198
	III	65	89	98	98	65	223
З інших доріг на вихідні пункти	A	99	136	750	-	350	701
	B	41	108	89	567	-	988
	B	200	112	199	1900	1270	-

В першу чергу, на основі вагонопотоків, наведених у вихідних даних, необхідно скласти шахову відомість, форма якої наведена у табл. 1.1. та визначити для дороги і відділень норми навантаження і вивантаження з відділенням місцевого вантажу, ввезення та вивезення (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Шахова відомість вагонопотоків

Від	На								Разом
	Відділення			Усього	Дороги			Усього	
	I	II	III		A	B	B		
	Місцеве призначення				Вивезення				
I	100	130	66	296	65	109	136	310	606
II	75	150	52	277	78	175	198	451	728
III	65	89	98	252	98	65	223	386	638
Усього	240	369	216	825	241	349	557	1147	1972
	Ввезення				Транзит				
A	99	136	750	985	-	350	701	1051	2036
B	41	108	89	238	567	-	988	1555	1793
B	200	112	199	511	1900	1270	-	3170	3681
Усього	340	356	1038	1734	2467	1620	1689	5776	7510
Разом	580	725	1254	2559	2708	1969	2246	6923	9482

Далі визначаємо кількість навантаження та вивантаження (вагонів на добу). *Навантаження* складається з вагонопотоків місцевого призначення та вивезення. Для I відділення кількість вагонів *місцевого призначення* складає 100 вагонів (значення з таблиці 1.3 на перетині рядка «від I» та стовпця «на I»). *Вивезення* в даному випадку визначається як сума всіх останніх значень у рядку «від I», тобто враховуються всі вагони окрім місцевого призначення.

Вивантаження складається з вагонопотоків місцевого призначення та ввезення. *Ввезення* визначається як сума всіх значень у стовпцю «на I», тобто окрім вагонів місцевого призначення.

Для визначення норм приймання та здачі навантажених вагонів необхідно встановити величину транзиту для дороги та відділень.

Норма транзиту для дороги визначається як сума вагонопотоків з сусідньої дороги A на сусідні дороги B та B, з B на A та B, з B на A та B.

Норми транзиту для відділень складаються з вагонопотоків:

- для I відділення: з A на B і B, з B на A, з B на A;
- для II відділення: з B на A і B, з A на B, з B на B;
- для III відділення: з B на A і B, з A на B, з B на B.

Норми приймання та здачі навантажених вагонів розраховуємо за формулами (1.3-1.4). Всі розрахунки, для зручності, зводяться у таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Розрахунок норм навантаження та вивантаження

Показник	I	II	III	Дорога
Навантаження, U_n	606	728	638	1972
Місьцеве сполучення, $U_{м.с.}$	100	150	98	825
Вивезення, $U_{вив}$	506	578	540	1147
Вивантаження, U_v	580	725	1254	2559
Місьцеве сполучення, $U_{м.с.}$	100	150	98	825
Ввезення, $U_{вв}$	480	575	1156	1734
Транзит, $U_{тр}$	3518	3175	4859	5776
Приймання навантажених вагонів, $U_{пр}^{вант}$	3998	3750	6015	7510
Здача навантажених вагонів, $U_{зд}^{вант}$	4024	3753	5399	6923

При визначенні технічних норм слід розрізняти поняття місцевого вантажу, ввезення, вивезення та транзиту для відділень і для дороги. Тому сума кількісних значень кожного цього показника трьох відділень не дорівнює кількісному значенню цього показника по дорозі.

Загальна робота дороги розраховується за формулою (1.5):

$$U = 1147 + 1734 + 825 + 5776 = 9482 \text{ вагони.}$$

Аналогічно визначаємо роботу кожного відділення:

$$U_I = 4604 \text{ вагони; } U_{II} = 4478 \text{ вагонів; } U_{III} = 6653 \text{ вагони.}$$

Вихідні дані до практичної роботи №1

Варіант 1

Надходження вагонів		На відділення дороги			Через вихідні пункти		
		I	II	III	A	Б	В
З відділень	I	220	68	101	98	74	180
	II	74	97	88	85	90	167
	III	120	140	64	70	107	132
З інших доріг на вихідні пункти	A	45	95	430	-	408	740
	Б	98	101	198	802	-	820
	В	123	145	270	970	1230	-

Варіант 2

Надходження вагонів		На відділення дороги			Через вихідні пункти		
		I	II	III	A	Б	В
З відділень	I	108	107	65	140	145	109
	II	145	92	94	98	98	49
	III	66	98	100	65	195	198
З інших доріг на вихідні пункти	A	98	69	654	-	458	450
	Б	50	180	78	780	-	950
	В	170	160	280	650	1420	-

Варіант 3

Надходження вагонів		На відділення дороги			Через вихідні пункти		
		I	II	III	A	Б	В
З відділень	I	178	45	91	77	98	161
	II	65	88	76	96	100	145
	III	102	135	52	45	128	188
З інших доріг на вихідні пункти	A	45	95	546	-	308	680
	Б	98	101	185	802	-	945
	В	123	145	201	647	1520	-

Варіант 4

Надходження вагонів		На відділення дороги			Через вихідні пункти		
		I	II	III	A	Б	В
З відділень	I	180	65	180	77	80	157
	II	54	104	89	97	104	145
	III	280	158	70	70	107	107
З інших доріг на вихідні пункти	A	78	95	370	-	501	604
	Б	95	161	145	704	-	901
	В	170	120	210	1004	1607	-

Варіант 5

Надходження вагонів		На відділення дороги			Через вихідні пункти		
		I	II	III	A	Б	В
З відділень	I	150	76	196	84	74	198
	II	74	98	88	97	117	154
	III	189	140	74	70	99	945
З інших доріг на вихідні пункти	A	54	108	403	-	604	711
	Б	97	161	155	704	-	870
	В	180	115	201	1004	1132	-

Варіант 6

Надходження вагонів		На відділення дороги			Через вихідні пункти		
		I	II	III	A	Б	В
З відділень	I	225	135	78	99	102	104
	II	78	145	95	75	112	180
	III	99	56	45	45	66	250
З інших доріг на вихідні пункти	A	78	47	785	-	279	578
	Б	45	112	54	650	-	1040
	В	185	125	170	782	1650	-

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Планування якісних показників роботи рухомого складу

Мета заняття – придбання навичок розрахунку та аналізу показників використання вантажних вагонів, встановлення взаємозалежності між окремими показниками.

Завдання. На основі вихідних даних, що наведені у табл. 2.2, необхідно розрахувати основні якісні показники використання вагонів:

- повний, порожній та вантажний рейси вагона;
- коефіцієнти відношення порожнього пробігу до вантажного та загального пробігів;
- час обороту вантажного вагона;
- середньодобовий пробіг вагона;
- статистичне та динамічне навантаження вагона;
- продуктивність вагона.

Теоретична довідка

Відстань, що вагон проходить за час обороту від одного завантаження до іншого, називається повним рейсом:

$$l = \frac{\sum nS}{U}, \quad (2.1)$$

де $\sum nS$ - загальний пробіг вагонів, км;

U – робота відділення, ваг.

Робота відділення визначається як сума навантажених та сума прийнятих навантажених вагонів:

$$U = U_n + U_{\text{вант пр}}, \quad (2.2)$$

U_n – кількість навантажених вагонів, ваг.;

$U_{вант\ пр}$ – кількість прийнятих навантажених вагонів, ваг.

Повний рейс вагона складається із вантажного та порожнього рейсів:

$$l = l_{вант} + l_{пор} = \frac{\sum nS_{вант}}{U} + \frac{\sum nS_{пор}}{U}, \quad (2.3)$$

де $\sum nS_{пор}$ - порожній пробіг вагонів, км.

Отже, знаючи порожній пробіг можемо визначити порожній рейс вагону:

$$l_{пор} = \frac{\sum nS_{пор}}{U}. \quad (2.4)$$

Тоді вантажний рейс вагону складе:

$$l_{вант} = l - l_{пор}. \quad (2.5)$$

Також необхідно визначити коефіцієнти відношення порожнього пробігу до вантажного та загального. Порожній пробіг вагонів у відсотках до вантажного пробігу:

$$\alpha_{вант}^{пор} = \frac{\sum nS_{пор}}{\sum nS_{вант}}. \quad (2.6)$$

Порожній пробіг вагонів у відсотках до загального пробігу:

$$\alpha_{вант}^{пор} = \frac{\sum nS_{пор}}{\sum nS}. \quad (2.7)$$

Час обороту навантаженого вагона є одним з найважливіших узагальнюючих якісних показників використання вагонного парку.

Його визначають як відношення середньодобового робочого парку на добову роботу відділення дороги:

$$Q_s = \frac{n}{U}, \quad (2.8)$$

де n – робочий парк вагонів, ваг.

Середньодобовий пробіг вагона:

$$S_s = \frac{\sum nS}{n}. \quad (2.9)$$

Характеристика використання вантажопідйомності визначається статистичним та динамічним навантаженням. Статистичне навантаження вагона:

$$P_{cm} = \frac{\sum P}{U}, \quad (2.10)$$

де $\sum P$ - кількість відвантаженого вантажу, т

Динамічне навантаження вантажного вагона – середнє завантаження вагона на шляху його прямування:

$$P_{дин} = \frac{\sum Pl}{\sum nS_{вант}}, \quad (2.11)$$

де $\sum Pl$ - вантажооборот, ткм

Продуктивність вагона визначається за формулою:

$$W = \frac{\sum Pl}{n}. \quad (2.12)$$

Усі розраховані показники звести у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Якісні показники використання вагонів

Назва показника	Одиниця виміру	Величина показника
Робота відділення	вагони	
Повний рейс вагона	км	
Порожній рейс вагона	км	
вантажний рейс вагона	км	
Вантажний пробіг вагонів	км	
Порожній пробіг вагонів у відсотках до вантажного пробігу	%	
Порожній пробіг вагонів у відсотках до загального пробігу	%	
Час обороту навантаженого вагона	доба	
Середньодобовий пробіг вагона	км	
Статистичне навантаження вагона	вагони	
Динамічне навантаження вагона	вагони	
Продуктивність вагона	ткм нетто на добу	

Таблиця 2.2 – Вихідні дані

Показник	Номер варіанту							
	1	2	3	4	5	6	7	8
U_n , кількість навантажених вагонів, ваг.	700	970	590	550	520	480	850	750
$U_{вант пр.}$, кількість прийнятих навантажених вагонів, ваг.	2525	1462	2415	1600	2253	2260	1848	2510
n , робочий парк вагонів,	4075	4950	5010	3200	4130	5100	4485	3910
$\sum P$, кількість відвантаженого вантажу, тис. т	250	228	212	122	150	240	180	230

Продовження таблиці 2.2

Показник	Номер варіанту							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\sum nS$, загальний пробіг вагонів, км	852400	741300	657420	800500	552700	658720	547890	684560
$\sum nS_{пор}$, порожній пробіг вагонів, км	253450	357400	145200	289504	168475	204520	204710	241230
$\sum Pl$, вантажооборот, тис. ткм	32800	28900	40000	32100	28500	30400	42900	28300

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

Нормування тривалості маневрової роботи при обробці збірних поїздів на проміжних станціях

Мета заняття - набуття практичних навичок зі складання плану маневрових робіт зі збірним поїздом та нормування тривалості маневрових операцій.

Теоретична довідка

Маневрова робота складається з окремих операцій, які в залежності від свого призначення поділяються на:

- розформування-формування складів;
- закінчення формування складів;

відчеплення вагонів з технічними і комерційними несправностями;

зміна маси і довжини транзитного складу, зміна груп вагонів;

причеплення (відчеплення) вагонів до складів пасажирських поштово-багажних поїздів;

перестановка вагонів і складів зі шляху на шлях, з парку в парк;

подача-прибирання вагонів до фронтів виробництва вантажних операцій,

на пункти проведення ремонтних і технічних операцій;

робота зі збірними і вивізним поїздами на проміжних станціях.

Вибір найбільш досконалих способів маневрової роботи і правильне її нормування засновані на розчленуванні маневрових операцій на окремі частини та елементи. Елементами маневрової роботи є маневровий рейс і напіврейс.

Маневровим напіврейсом називається переміщення вагонів по станційних шляхах без зміни напрямку руху.

Маневровим рейсом називається переміщення рухомого складу з одного шляху на інший зі зміною напрямку руху.

При пересуванні локомотива з вагонами напіврейси і рейси називаються *робочими*. При пересуванні локомотива без вагонів – *холостими* (резервом).

Вагони, з якими відбувається маневровий напіврейс або рейс, називаються *маневровим складом*.

Один або кілька вагонів, що стоять поруч, які направляються в процесі сортування маневрового складу на один шлях, називають *відцепом*.

Для правильного нормування тривалості маневрових операцій потрібне детальне урахування тривалості всіх початкових та заключних операцій.

У цілому розробка технічно обґрунтованих норм часу на виконання маневрової роботи виконується в такому порядку:

- маневрова робота розподіляється на операції. Складається перелік послідовного виконання технологічних операцій відповідно до технологічного процесу роботи та схеми колійного розвитку станції;
- розраховується технологічний час на виконання окремих маневрових операцій за встановленими нормативами часу;
- технологічний час на виконання нормованого виду маневрової роботи визначається як сума тривалості окремих операцій, з яких складається ця робота.

Тривалість одного маневрового напіврейсу виражається лінійною залежністю:

$$t_{\text{нр}} = a + bm_c, \quad (3.1)$$

де a та b нормативи часу, хв (a – час на рух локомотива, b – час на рух одного вагона);

m_c – кількість вагонів в маневровому складі.

Значення параметрів a та b визначаються за таблицею (додаток А) в залежності від довжини напіврейсу.

Однією з найбільш масових операцій, що виконується під час маневрової роботи є закріплення груп вагонів, які залишаються без локомотивів, на станційних коліях для запобігання їх самовільному виходу. Норми закріплення рухомого складу встановлюються «Інструкцією з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України».

Кількість гальмових башмаків, що використовуються для закріплення составів з різнорідних вагонів при укладанні башмаків під ва-

гони з навантаженням на вісь менше 15 т або невідомим, визначається за формулою (отримане значення округлюється до цілих у більшу сторону).

$$k_{\bar{c}} = \frac{n(4i + 1)}{200}, \quad (3.2)$$

де n – кількість осей у составі, що закріплюється;
 i – ухил колії, ‰.

На підйомах ухилом менше 1‰ додатково укладається один башмак зі сторони підйому.

Тривалість закріплення або зняття закріплення состава визначається як:

$$t_{\bar{c}} = 0,12 k_{\bar{c}} + 0,01 l_{\text{прох}}, \quad (3.3)$$

де $l_{\text{прох}}$ – відстань, яку проходить складач при закріпленні состава, м.

Тривалість інших підготовчих та заключних операцій визначається за додатком Б.

Завдання

На колію 5 проміжної станції прибув збірний поїзд з $m_{\text{зб}}$ різно-рідних за масою вагонів. У процесі виконання маневрових операцій на станції необхідно відчепити $m_{\text{від}}$ завантажених вагонів з голови состава, подати їх на вантажно-розвантажувальну колію 7, забрати з неї $m_{\text{пр}}$ порожніх вагонів та причепити вагони в голову состава. Маневри виконуються локомотивом збірного поїзда. Гальмові башмаки для закріплення вагонів на колії 5 знаходяться на локомотиві. Довжина вагона – $l_{\text{в}} = 14$ м, локомотива – $l_{\text{л}} = 30$ м. Ухил колії становить 0,9‰. Складач знаходиться біля локомотива. Схема станції зображена на рис. 3.1. Усі вагони чотиривісні.

Необхідно скласти план маневрової роботи та визначити норму часу на виконання маневрів з вагонами збірного поїзда.

Вихідні дані для виконання завдання наведені у таблиці 3.1.

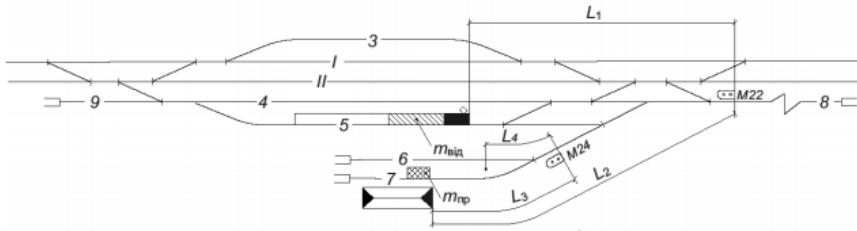


Рисунок 3.1 - Схема проміжної станції

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до практичної роботи

Варіант	Кількість вагонів			Довжина елементів, м			
	$m_{зб}$	$m_{від}$	$m_{пр}$	L_1	L_2	L_3	L_4
1	29	6	4	290	320	60	40
2	32	5	4	270	310	70	50
3	28	7	2	260	300	80	60
4	30	8	5	250	280	60	50
5	26	5	3	300	320	90	70
6	27	6	2	280	310	50	30
7	28	4	5	240	290	80	60
8	24	5	3	320	270	60	40

Приклад виконання завдання

Вихідні дані:

Кількість вагонів: $m_{зб} = 30$ вагонів;

$m_{від} = 5$ вагонів;

$m_{пр} = 2$ вагони;

Довжина елементів: $L_1 = 280$ м; $L_2 = 300$ м; $L_3 = 80$ м; $L_4 = 60$ м.

Для визначення загального часу на маневри визначимо час на виконання окремих напіврейсів.

1-й маневровий напіврейс – витягування групи вагонів з колії 5 на витяжну колію 8. Згідно з рис. 3.1 довжина маневрового напіврейсу може бути визначена за виразом:

$$l_{пр1} = L_1 + m_{від}l_v + l_{л.}$$

$$l_{\text{нр1}} = 280 + 5 \cdot 14 + 30 = 380 \text{ м.}$$

У маневровому напіврейсі беруть участь $m_{\text{с1}} = m_{\text{від}} = 5$ вагонів. Відповідно розрахованої відстані, згідно додатку А приймаємо значення $a = 1,21$ та $b = 0,042$ (автогальма після розчеплення состава не випробовувались).

Тривалість 1-го напіврейсу визначається за формулою (3.1):

$$t_{\text{нр1}} = 1,21 + 0,042 \cdot 5 = 1,42 \text{ хв.}$$

2-й маневровий напіврейс – осаджування групи вагонів з витяжної колії 8 на навантажувально-розвантажувальну колію 7. Довжина даного маневрового напіврейсу, згідно рис. 3.1, може бути визначена як:

$$l_{\text{нр2}} = L_2 = 300 \text{ м.}$$

У маневровому напіврейсі беруть участь $m_{\text{с1}} = m_{\text{від}} = 5$ вагонів. Відповідно до додатку А: параметри $a = 1,10$ та $b = 0,038$. Згідно з формулою (3.1) тривалість 2-го напіврейсу визначається як:

$$t_{\text{нр2}} = 1,10 + 0,038 \cdot 5 = 1,29 \text{ хв.}$$

Аналогічно визначаються тривалості наступних напіврейсів. Для зручності розрахунки доцільно зведено у таблицю 3.2, в якій наведено план роботи зі збірним поїздом та розрахунок часу на маневри.

Під час виконання маневрів состав поїзда залишається без локомотива і повинен бути закріплений гальмовими башмаками. Кількість вагонів, що залишаються на колії, визначається як:

$$m_3 = m_{3б} - m_{\text{від}}. \quad (3.4)$$

Таким чином, кількість вагонів, що закріплюється, складає $m_3 = 30 - 5 = 25$ вагонів, а кількість осей $25 \cdot 4 = 100$ осей.

Таблиця 3.2 – План роботи та розрахунок часу на маневри

Найменування напіврейсу	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	a	b	Тривалість напіврейсу, хв
1	2	3	4	5	6
1-й. Маневровий напіврейс витягування групи вагонів з колії 5 на витяжну колію 8	$l_{np1} = L_1 + m_{від}l_{в} + l_{л} = 380$	5	1,21	0,042	1,42
2-й. Маневровий напіврейс осаджування групи вагонів з витяжної колії 8 на навантажувально-розвантажувальну колію 7	$l_{np2} = L_2 = 300$	5	1,1	0,038	1,29
3-й. Маневровий напіврейс витягування групи вагонів з витяжної колії 7 за сигнал M24	$l_{np3} = L_3 + m_{np}l_{в} = 108$	$5 + 2 = 7$	0,81	0,026	0,992
4-й. Маневровий напіврейс осаджування групи вагонів на виставочну колію 6	$l_{np4} = L_4 + m_{np}l_{в} = 88$	$5 + 2 = 7$	0,72	0,022	0,874
5-й. Маневровий напіврейс витягування групи вагонів з колії 6 за сигнал M24	$l_{np5} = L_4 = 60$	5	0,64	0,018	0,73
6-й. Маневровий напіврейс осаджування групи вагонів на колію 7	$l_{np6} = L_3 + m_{від}l_{в} = 150$	5	0,9	0,03	1,05
7-й. Маневровий напіврейс слідування локомотива з колії 7 за сигнал M24	$l_{np7} = L_3 = 80$	0	0,72	0,002 2	0,72
8-й. Маневровий напіврейс слідування локомотива на колію 6	$l_{np8} = L_4 = 60$	0	0,64	0,018	0,64

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
9-й. Маневровий напіврейс витягування групи вагонів з колії 6 на колію 8 за сигнал М22	$l_{пр9} = L_4 + L_2 - L_3 + m_{пр}l_B = 308$	2	1,1	0,038	1,176
10-й. Маневровий напіврейс осаджування групи вагонів з колії 8 на колію 5	$l_{пр10} = L_1 + m_{від}l_B + l_L = 380$	2	1,21	0,042	1,294

Кількість гальмових башмаків для закріплення состава з різно-рідними за масою вагонами розраховується за формулою (3.2).

$$k_6 = \frac{100(4 \cdot 0,9 + 1)}{200} = 2,3 \text{ башмака.}$$

Приймаємо 3 гальмових башмаки. Додатково, у зв'язку з тим, що ухил колії є меншим за 1 ‰, необхідно укласти один гальмовий башмак зі сторони підйому. Таким чином, остаточно приймаємо кількість башмаків $k_6 = 4$.

Схема пересувань складача при закріпленні состава зображена на рис. 3.2. Під час розробки схеми необхідно враховувати, що одночасно складач може переносити не більше двох гальмових башмаків.

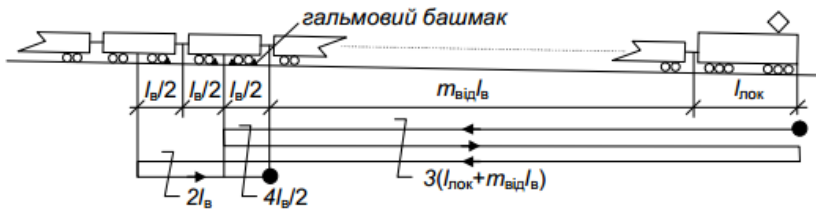


Рисунок 3.2 – Схема пересувань складача при закріпленні состава на колії 5

Згідно схеми можемо визначити $l_{прох}$:

$$l_{прох} = 3(l_L + m_{від} \cdot l_B) + 4 \cdot l_B / 2 + 2 \cdot l_B. \quad (3.5)$$

$$l_{прох} = 3(30 + 14 \cdot 5) + 4 \cdot 14 / 2 + 2 \cdot 14 = 356 \text{ м.}$$

Тривалість закріплення состава на колії визначається за формулою (3.3) і становить

$$t_6 = 0,12 \cdot 4 + 0,01 \cdot 356 = 4,04 \text{ хв.}$$

Окрім час на рух необхідно також враховувати тривалість інших підготовчих та заключних операцій, що визначається за додатком Б.

Для зручності визначення норм часу на маневрову роботу перелік операцій та розрахунки витрат часу на їх виконання складається технологічна карта.

Таблиця 3.3 – Технологічна карта для визначення норм часу на маневрову роботу з місцевими вагонами на проміжній станції

Операція	Норма часу
1	2
1. Одержання розпорядження на виконання маневрової роботи	0,37 хв
2. Закріплення состава на колії	4,04 хв
3. Перекриття кінцевих кранів автогальмової магістралі	0,14 хв
4. Роз'єднання гальмових рукавів	0,12 хв
5. Відчеплення вагонів	0,08 хв
6. Доповідь про виконану роботу	0,3хв
7. Одержання розпорядження на виконання маневрової роботи	0,37хв
8. 1-й Маневровий напіврейс витягування групи вагонів з колії 5 на витяжку колію 8	1,42 хв
9. Зміна напрямку руху	0,15 хв
10. 2-й Маневровий напіврейс осаджування групи вагонів з витяжної колії 8 на навантажувально-розвантажувальну колію 7	1,29 хв
11. Вилучення і повернення гальмового башмака	0,12 хв
12. Огляд і перевірка відсутності перешкод для пересування вагонів	0,32 хв

Продовження таблиці 3.3

1	2
13. Вилучення і повернення гальмового башмака	0,12 хв
14. Доповідь про виконану роботу	0,3 хв
15. Одержання розпорядження на виконання маневрової роботи	0,37 хв
16. 3-й Маневровий напіврейс витягування групи вагонів з витяжної колії 7 за сигнал М24	0,992 хв
17. Зміна напрямку руху	0,15 хв
18. 4-й Маневровий напіврейс осаджування групи вагонів на виставочну колію 6	0,874 хв
19. Відчеплення вагонів	0,08 хв
20. Доповідь про виконану роботу	0,3 хв
21. Одержання розпорядження на виконання маневрової роботи	0,37 хв
22. 5-й Маневровий напіврейс витягування групи вагонів з колії 6 за сигнал М24	0,73 хв
23. Зміна напрямку руху	0,15 хв
24. 6-й Маневровий напіврейс осаджування групи вагонів на колію 7	1,05 хв
25. Роз'єднання гальмових рукавів	0,12 хв
26. Відчеплення вагонів	0,08 хв
27. Доповідь про виконану роботу	0,3 хв
28. Одержання розпорядження на виконання маневрової роботи	0,37 х
29. 7-й Маневровий напіврейс слідування локомотива з колії 7 за сигнал М24	0,72 хв
30. Зміна напрямку руху	0,15 хв
31. 8-й Маневровий напіврейс слідування локомотива на колію 6	0,64 хв
32. З'єднання гальмових рукавів	0,13 хв
33. Доповідь про виконану роботу	0,3 хв
34. Одержання розпорядження на виконання маневрової роботи	0,37 хв
35. 9-й Маневровий напіврейс витягування групи вагонів з колії 6 на колію 8 за сигнал М22	1,176 хв

Продовження таблиці 3.3

1	2
36. Зміна напрямку руху	0,15 хв
37. 10-й Маневровий напіврейс осаджування групи вагонів з колії 8 на колію 5	1,294 хв
38. З'єднання гальмових рукавів	0,13 хв
39. Відкриття кінцевих кранів автогальмової магістралі	0,14 хв
40. Вилучення гальмових башмаків на колії 5	4,04 хв
41. Доповідь про виконану роботу	0,3 хв
Всього	24,616 хв

Тривалість операцій виконання маневрових напіврейсів приймається з таблиці 3.2. Тривалість операції 40 «Вилучення гальмових башмаків на колії 5» приймається рівною операції 2 «Тривалість закріплення состава на колії». Тривалість усіх останніх операцій приймається за додатком Б.

Таким чином, тривалість маневрової роботи з місцевими вагонами на проміжній станції складає 24,616 хв.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Вибір рухомого складу та визначення особливостей перевезення наливних вантажів

Мета заняття – засвоїти практичні навички щодо визначення умов перевезення в залежності від властивостей наливного вантажу та обирати тип рухомого складу, що відповідає вимогам Правил перевезення наливних вантажів

Теоретична довідка

Вантажі, що перевозяться наливом, поділяються на безпечні, які транспортуються з дотриманням загальних умов, і небезпечні, для яких, крім загальних, повинні виконуватися також спеціальні умови, що передбачаються Правилами перевезення наливних вантажів. До перевезення залізницями наливом приймаються вантажі, зазначені в Алфавітному покажчику (додаток 1 до Правил перевезення наливних вантажів).

Перевезення рідких вантажів наливом у межах України здійснюється у цистернах і бункерних напіввагонах парку залізниць України і власних та у контейнерах-цистернах. Допускається здійснювати перевезення вантажів в орендованих цистернах належності залізниць згідно з їх спеціалізацією.

Конструкція і параметри цистерн і бункерних напіввагонів, які призначені для перевезення рідких вантажів наливом, мають відповідати вимогам стандартів (ДСТУ 3431-96 "Вагони вантажні. Терміни та визначення", ДСТУ 3445-96 "Вагони-цистерни магістральних залізниць колії 1520 мм. Загальні технічні умови"), і забезпечувати схоронність вантажу та безпеку перевезення.

Для перевезення безпечних та небезпечних рідин і газів можуть використовуватись власні спеціалізовані контейнери-цистерни, передбачені стандартами і технічними умовами на дані вантажі.

Власні спеціальні (спеціалізовані) цистерни, контейнери-цистерни або орендовані відправником (одержувачем) мають бути приписані до станцій постійного навантаження (вивантаження).

Нові цистерни, контейнери-цистерни, що використовуються для перевезення небезпечних вантажів та відходів, повинні мати сертифікати відповідності, які надаються заводом-виробником на відповідність конструкції і технічного стану вимогам безпечного перевезення конкретного вантажу.

Порядок виконання роботи

Згідно варіанту завдання (табл. 4.1) визначити всі умови для організації перевезення для кожного виду наливного вантажу за таким порядком:

- навести транспортну характеристику вантажу;
- визначити особливості транспортування та зберігання;
- обрати тип рухомого складу, навести його зображення та технічні характеристики;
- вказати спеціальні трафарети та знаки, що мають наноситися на рухомий склад при перевезенні.

Таблиця 4.1 – Варіанти завдань

Варіант	1й вантаж	2й вантаж	3й вантаж
1	Залишки нафтові, важкі	Жири морських ссавців і риб	Спирт нашатирний
2	Мазут мастильний	Олія кокосова	Фосфор жовтий
3	Бензин моторний, етилований	Виноматеріали	Кислота сірчана
4	Масла мінеральні, світлі	Соку концентрат	Фенолоспирти
5	Лігроїн	Олія соняшникова	Добрива рідкі азотні
6	Нафта сира	Вода мінеральна	Метанол
7	Масла мінеральні, темні	Жири тваринні, харчові	Ацетон
8	Паливо моторне	Патока	Кислота соляна
9	Гас	Етиловий спирт	Лаки
10	Газойль	Смалець	Смоли сланцеві

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

Визначення провізної плати при перевезенні різних видів вантажів

Мета заняття - набуття практичних навичок щодо визначення транспортних витрат під час перевезення вантажів залізничним транспортом з урахуванням виду вантажу та типу рухомого складу.

Теоретична довідка

Для визначення плати за перевезення вантажів слід керуватись такими документами:

- збірником тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги;
- тарифним керівництвом № 4 залізниць України;
- єдиною тарифно-статистичною номенклатурою вантажів;
- коефіцієнтами, що застосовуються до тарифів Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги.

Тарифи використовуються для розрахунку плати за перевезення вантажів із різною швидкістю, а також пасажирськими поїздами на відстань між станцією відправлення та станцією призначення в межах України, що відкриті для комерційних операцій відповідно до Тарифного керівництва № 4 залізниць України.

На формування тарифу на залізничні перевезення мають вплив такі фактори як тип вантажу, спосіб відправлення, обсяг вантажу, відстань перевезення, швидкість доставки та приналежність вагону (власний або орендований).

Завдання

Використовуючи тарифні схеми з Тарифного керівництва № 1 та надані вихідні дані, розрахувати транспортні витрати на перевезення вантажу залізничним транспортом від станції відправлення до станції прибуття. Вибрати оптимальний варіант перевезення для кожного виду вантажу, враховуючи витрати та час доставки.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані

Вариант	Обсяг перевезення вантажу, т				Відстань, км
	Рудні матеріали	Зріджений газ	Швидкопсувні продукти	Цемент на палетах	
1	45	20	38	5	1210
2	35	18	43	4	620
3	48	25	49	5	1980
4	43	23	41	6	1450
5	34	31	60	7	710
6	50	32	42	3	560
7	37	27	54	2	1240
8	28	25	40	5	450
9	41	26	38	9	320
10	33	19	52	7	840
11	44	25	40	5	1860

Загальні для всіх варіантів:

Види відправлення – Ізотермічний вагон
 Універсальний контейнер
 Універсальний вагон
 Цистерна

Швидкість перевезення – Вантажна
 Велика

Приналежність вагону – Власний або орендований
 Вагон парку залізниць

Порядок виконання роботи

Спочатку слід визначити відповідність виду вантажу типу вагону. Після цього розрахувати витрати на перевезення вантажів, використовуючи відповідні тарифні схеми Тарифного керівництва №1 згідно розрахункової маси вантажу:

- для вантажних відправок у універсальних вагонах плата визначається за розрахункову масу вантажу за тарифною схемою №1;

- перевезення швидкопсувних вантажів визначається за розрахункову масу вантажу за тарифною схемою №3, незалежно від швидкості перевезення;
- Для наливних вантажів у цистернах плата визначається за розрахункову масу: для нафти та нафтопродуктів – за схемою №4; для зріджених газів і вуглеводнів – за схемою №5; для спиртів і фенолів – за схемою №6;
- плата за контейнерні перевезення визначається за кожен контейнер за тарифною схемою №9 залежно від типу контейнера, його маси, довжини, та стану (завантажений або порожній). Враховуються також витрати на повернення порожнього контейнера до станції відправлення.

Для вагонів залізничного парку базова ставка плати включає інфраструктурну (І) та вагонну (В) складові. Для власних або орендованих вагонів ставка включає лише інфраструктурну складову.

За тарифною схемою № 9 плата визначається за один контейнер. При цьому слід враховувати витрати на повернення порожнього контейнера до станції відправлення за цією ж тарифною схемою.

Окрім провізної плати слід розрахувати час перевезення кожного виду вантажу, використовуючи Правила обчислення термінів доставки вантажів:

- при перевезенні вантажною швидкістю;
- при перевезенні великою швидкістю.

Термін доставки розраховується з 24 годин дня приймання вантажу, вказаного в перевізних документах. Якщо вантаж прийнято раніше призначеного дня завантаження, термін доставки починається з 24 годин цього дня, про що робиться відмітка в накладній.

Результати розрахунків оформити у вигляді таблиць 5.2 – 5.3.

Таблиця 5.2 – Результати розрахунків часу на перевезення вантажів залізничним транспортом

Вид вантажу	Тип вагону	Обсяг вантажу	Тарифна схема	Час на перевезення, діб	
				вантажна швидкість	велика швидкість
Рудні матеріали					
Зріджений газ					
Швидкопсувні продукти					
Цемент на палетах					

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на перевезення вантажів залізничним транспортом

Вид вантажу	Плата за перевезення вантажу, грн	
	Вагони парку залізниць	Власні або орендовані вагони
Рудні матеріали		
Зріджений газ		
Швидкопсувні продукти		
Цемент на палетах		

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

Розрахунок показників пасажирських перевезень у дальньому та місцевому сполученнях

Мета заняття - засвоїти практичні навички щодо визначення основних якісних та кількісних показників пасажирських перевезень у дальньому та місцевому сполученні

Завдання

Здійснити оцінку виконаної роботи в дальньому та місцевому сполученні на заданому напрямку АБВГД (рис.6.1). Скласти діаграму пасажиропотоків, визначити основні якісні та кількісні показники пасажирських перевезень.

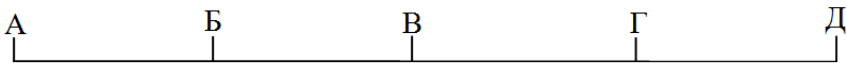


Рисунок 6.1 - Схема дільниць напрямку

Таблиця 6.1 - Пасажиропотоки дальнього та місцевого сполучення

Дільниця	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А-Б	1100	920	1200	850	1000	880	960	970	810	950
А-В	850	710	560	780	450	900	680	790	570	700
А-Г	100	250	300	210	150	190	170	260	250	270
А-Д	750	650	740	720	680	590	650	710	730	590
Б-В	1350	960	990	810	1100	950	960	870	890	990
Б-Г	570	600	650	540	590	610	650	530	680	700
Б-Д	230	300	350	270	280	310	260	200	150	290
В-Г	190	150	180	230	240	160	210	260	190	170
В-Д	340	450	390	440	400	310	380	450	370	360
Г-Д	670	650	500	580	710	720	690	620	610	650

Таблиця 6.2 – Вихідні дані

Показник	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Довжина ділянок напрямку										
l_{A-B}	630	720	545	612	310	480	690	810	590	440
l_{B-B}	460	540	350	610	420	480	510	710	550	600
$l_{B-Г}$	350	420	290	300	390	410	420	360	380	400
$l_{Г-д}$	680	700	590	660	710	680	540	620	550	580
Кількість пасажирських поїздів за маршрутами прямування:										
АД: пасажирських швидких	2 1	1 2	1 1	- 2	2 1	2 1	1 2	2 1	2 2	2 1
АГ: пасажирських швидких	- 1	2 1	2 -	2 1	- 1	- 1	1 1	- 1	- 2	- 1
АВ: пасажирських швидких	2 -	- 1	- 1	- 1	2 -	1 1	- 1	2 -	- 1	2 -
БВ: пасажирських швидких	1 -	- 1	1 -	1 1	- 1	1 1	- 1	- 1	- 1	1 -
кількість ва- гонів в соста- вах:										
$m_{пас.}$, ваг.	17	14	18	15	17	14	15	16	14	17
$m_{шв.}$, ваг.	15	16	16	14	18	18	18	12	16	14
розрахункова населенність поїздів:										
$a_{пас.}$, пас.	650	580	630	595	650	535	580	650	460	650
$a_{шв.}$, пас.	465	510	485	570	480	465	580	420	510	445

Порядок виконання роботи:

- скласти вихідну таблицю планових пасажиропотоків дальнього і місцевого сполучень та діаграму пасажиропотоків;
- визначити густоту пасажиропотоків для кожної ділянки;
- розрахувати кількісні показники:

- кількість перевезених пасажирів на дільниці А-Д;
- пасажирооборот;
- пробіги пасажирських поїздів;
- пробіги вагонів;
- пасажиро-місце-кілометри;
- середня густина пасажиропотоків;
- середній состав пасажирського поїзда;
- визначити основні якісні показники:
 - середню населеність состава;
 - середньодобовий пробіг составів пасажирських поїздів;
 - коефіцієнт використання кількості составів.

Теоретична довідка

Розрахунок кількісних показників виконується за наступними формулами.

Кількість перевезених пасажирів на дільниці А-Д:

$$\sum A_{nep} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n, \quad (6.1)$$

де $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ - кількість пасажирів перевезених на n -й дільниці, чол.

Пасажирооборот:

$$\sum Al = 2(A_1l_1 + A_2l_2 + A_3l_3 + \dots + A_n l_n), \quad (6.2)$$

де $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ - відстань перевезення пасажирів на n -го дільниці, км.

Пробіги поїздів швидких і пасажирських поїздів:

$$\sum Nl = 2(N_1l_1 + N_2l_2 + N_3l_3 + \dots + N_n l_n), \quad (6.3)$$

де $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ - кількість пар поїздів 1-го, 2-го, 3-го, ..., n -го призначень з відстанню проходження відповідно $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$.

Пробіги вагонів:

$$\sum mNl = 2(m_1N_1l_1 + m_2N_2l_2 + m_3N_3l_3 + \dots + m_nN_nl_n), \quad (6.4)$$

де $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ – середня кількість вагонів у складі поїзда кожного призначення.

Пасажиро-місце-кілометри:

$$\sum Al_{занп} = 2(a_1N_1l_1 + a_2N_2l_2 + a_3N_3l_3 + \dots + a_nN_nl_n), \quad (6.5)$$

де $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ – розрахункова місткість складу поїзда даної категорії відповідно по 1-му, 2-му, 3-му, ..., n-му призначенню.

Середня густина пасажиропотоків:

$$A_2 = \frac{\sum Al}{L_n}, \quad (6.6)$$

де L_n - експлуатаційна протяжність напрямку, км.

Середній склад пасажирського поїзда:

$$m_{сер} = \frac{\sum mNl}{\sum Nl}. \quad (6.7)$$

Якісні показники визначаються таким чином.

Середньодобовий пробіг складів:

$$S_c = \frac{\sum Nl}{\sum n_i}, \quad (6.8)$$

де $\sum NI$ - пробіги поїздів швидких і пасажирських поїздів, поїздо-км,
 $\sum n_i$ експлуатаційний парк составів.

Середня населеність состава:

$$a_c = \frac{\sum AI}{\sum NI}. \quad (6.9)$$

де $\sum AI$ - пасажирооборот на напрямку, пас.-км.

Коефіцієнт використання місткості составів:

$$\alpha_{вик} = \frac{\sum AI}{\sum AI_{запр}}, \quad (6.10)$$

де $\sum AI_{запр}$ - пасажиро-місце-кілометри, пас.-км.

Приклад виконання роботи

Розглянемо приклад побудови діаграми пасажиропотоків та визначення окремих показників для таких вихідних даних:

Довжина дільниць на напрямку:	$l_{A-B} = 720$ км, $l_{B-B} = 565$ км, $l_{BГ} = 417$ км, $l_{Г-Д} = 815$ км.
Кількість вагонів в складах поїздів:	$m_{пас} = 14$ ваг., $m_{шв} = 16$ ваг.
Розрахункова населеність поїздів:	$a_{пас} = 650$ пас., $a_{шв} = 435$ пас.

Кількість пасажирських поїздів за маршрутами прямування:

- на АД-2 пасажирських і 2 швидких поїздів;
- на АГ-1 швидких; на АВ-2 пасажирських;
- на БВ- 1 пасажирський поїзд.

- для ділянки В-Г: $A_c''' = A_{AG} + A_{AD} + A_{BG} + A_{BD} + A_{VG} + A_{VD}$;
- для ділянки Г-Д: $A_c'''' = A_{AD} + A_{BD} + A_{VD} + A_{GD}$.

Виконаємо розрахунки:

- для ділянки А-Б: $A_c^1 = 1320 + 1040 + 90 + 750 = 3200$ пас;
- для ділянки Б-В: $A_c^2 = 1040 + 90 + 750 + 1180 + 480 + 150 = 1810$ пас;
- для ділянки В-Г: $A_c^3 = 90 + 750 + 480 + 150 + 165 + 250 = 4150$ пас;
- для ділянки Г-Д: $A_c^4 = 750 + 150 + 250 + 500 = 1650$ пас.

Пасажиороборот:

$$\begin{aligned} \sum AI &= 2(3200 \cdot 720 + 1810 \cdot 565 + 4150 \cdot 417 + 1650 \cdot 815) = \\ &= 13039290 \text{ пас.} \cdot \text{км.} \end{aligned}$$

Для розрахунку пробігів поїздів швидких і пасажирських поїздів визначимо довжини маршрутів прямування поїздів на кожному напрямку:

$$\begin{aligned} l_{AD} &= 720 + 565 + 417 + 815 = 2517 \text{ км,} \\ l_{AG} &= 720 + 565 + 417 = 1702 \text{ км,} \\ l_{AB} &= 720 + 565 = 1285 \text{ км,} \\ l_{BB} &= 565 \text{ км.} \end{aligned}$$

Пробіги поїздів швидких і пасажирських поїздів:

$$\begin{aligned} \sum NI &= 2(2 \cdot 2517 + 2 \cdot 2517 + 1 \cdot 1702 + 2 \cdot 1285 + 1 \cdot 565) = \\ &= 29810 \text{ поїздо} \cdot \text{км.} \end{aligned}$$

Пробіги вагонів:

$$\begin{aligned} \sum mNI &= 2(14 \cdot 2 \cdot 2517 + 16 \cdot 2 \cdot 2517 + 16 \cdot 1 \cdot 1702 + 14 \cdot 2 \cdot 1285 + 14 \cdot 1 \cdot 565) = \\ &= 444284 \text{ ваг} \cdot \text{км.} \end{aligned}$$

Середня густина пасажиропотоків:

$$A_z = \frac{13039290}{2 \cdot 2517} = 2590,24 \text{ пас.}$$

Середній состав поїзда:

$$m_{cep} = \frac{444284}{29810} = 14,9 \text{ вагонів.}$$

Приймаємо 15 вагонів.

Середньодобовий пробіг составів:

$$S_c = \frac{29810}{2(2+2+1+2+1)} = 1863,12 \text{ км.}$$

Кількість составів приймаємо як загальну кількість поїздів, що задіяні на розглядуваній ділянці (враховуємо обидва напрями руху).

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

Визначення кількості зон на приміській дільниці та розрахунок пропускної спроможності

Мета заняття - засвоїти практичні навички щодо визначення необхідної кількості зон на приміській дільниці та розрахунку годинної та наявної пропускної спроможності.

Завдання

Побудувати діаграму пасажиропотоків, визначити кількість зон на приміській дільниці та годинну та наявну пропускну спроможність двоколіїної приміської дільниці для заданих пасажиропотоків:

Таблиця 7.1 – Пасажиропотоки

	Кількість пасажирів						
	А	1	2	3	4	5	6
А		15200	12800	6500	4125	1780	1230
1			1470	2785	1230	765	1327
2				1870	1020	654	735
3					450	840	1940
4						1420	1570
5							1980
6							

	Кількість пасажирів						
	А	1	2	3	4	5	6
А		15200	12800	6500	4125	1780	1230
1			1470	2785	1230	765	1327
2				1870	1020	654	735
3					450	840	1940
4						1420	1570
5							1980
6							

Вихідні дані приймаються згідно варіанта з таблиці 7.2.

Пасажиropoтiк за максимальну годину доби $A_{\text{год}}$ прийняти 10% від загального пасажиропотоку.

Довжину першої зони l_3^1 прийняти як відстань від станції А до станції 2.

Таблиця 7.2 - Вихідні дані

Показник	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відстані між станціями на дільниці										
l_{A1}	15,6	11,5	12,0	13,2	16,1	12,0	13,0	12,5	14,2	13,2
l_{12}	12,5	12,0	10,5	13,4	12,0	13,4	12,0	10,7	13,0	12,0
l_{23}	14,7	13,2	14,0	15,0	17,2	12,5	16,2	15,0	17,2	15,8
l_{34}	11,2	10,0	9,5	12,7	13,0	11,0	10,4	9,5	10,8	12,0
l_{45}	16,2	14,1	17,5	18,0	16,2	15,4	13,2	14,8	16,2	15,7
l_{56}	9,7	10,5	14	8,5	9,7	10,2	9,5	8,8	8,6	10,4
Розрахункова місткість приміського поїзда $a_{\text{пр}}$	1120	1020	1100	1140	950	980	1210	940	1100	1090
Кількість приміських поїздів в періоді графіка K	4	3	5	4	3	3	4	3	5	3
Інтервал прибуття між поїздами з неоднаковою швидкістю $I_{\text{пр}}, \text{хв}$	5	4	6	7	5	6	7	4	5	6
Інтервал між поїздами в пакеті $I, \text{хв}$	9	8	7	9	10	7	8	9	8	6
Дільнична швидкість v_m км/год	58,45	60,2	57,4	59,2	57,4	60,3	56,5	58,7	56,7	54,2
Ходова швидкість v_c км/год	99,5	95,2	97,4	96,5	95,8	97,5	98,2	94,5	88,5	90,8

Порядок виконання роботи

- Побудувати діаграму приміських пасажиропотків на приміській дільниці.
- Розрахувати пасажирооборот.
- Визначити кількість зон на приміській дільниці.
- Визначити годинну та наявну пропускну спроможність.

Теоретична довідка

Приміський пасажирооборот (пасажиро-км) визначається за формулою:

$$\sum A_n l_n = 2(A_1 l_1 + A_2 l_2 + A_3 l_3 + \dots + A_n l_n), \quad (7.1)$$

де $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ – кількість пасажирів, які прямують відповідно на відстань $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$.

Оптимальна кількість зон на приміській дільниці визначається за формулою:

$$Z = \sqrt{\frac{K_{зуп} t_{зуп} A_{зод}}{a_{np}}}, \quad (7.2)$$

де $K_{зуп}$ – загальна кількість зупиночних пунктів на дільниці;
 a_{np} – розрахункова місткість приміського поїзда;
 $A_{зод}$ – загальний пасажиропотік за максимальну годину доби.

Загальна кількість зупиночних пунктів на дільниці:

$$K_{зуп} = \frac{l_{дл}}{l_3}, \quad (7.3)$$

де $l_{дл}$ – довжина приміської дільниці, км;
 l_3 – середня відстань між зупиночними пунктами в км, визначається за формулою:

$$l_3 = \sqrt{2v_{ниу} l_{сер} t_{зуп}}, \quad (7.4)$$

де $v_{ниу}$ – середня швидкість пішохода (4,5-5 км/год);
 $t_{зуп}$ – середній час, що витрачається на зупинку, з урахуванням розгону і уповільнення поїзда (0,01-0,02) год.;
 $l_{сер}$ – середня дальність поїздки пасажирів

$$l_{сер} = \frac{\sum A_n l_n}{\sum A_n}, \quad (7.5)$$

де $\sum A_n$ – сума всіх пасажирів, які відправилися (прибули) з усіх станцій приміської дільниці за добу.

Годинна наявна пропускна спроможність двоколісної дільниці визначається за формулою:

$$N_z = \frac{60K}{I(K-1) + \Delta_3 + I_{np}}, \quad (7.6)$$

де K – кількість поїздів в періоді графіка;
 I_{np} – інтервал прибуття між поїздами з неоднаковою швидкістю;
 I – інтервал між поїздами в пакеті;
 Δ_3 – зонний інтервал, що є різницею часу ходу «тихоходу» і «сороходу» і визначається за формулою:

$$\Delta_3 = \left(\frac{l_3^1}{v_m} - \frac{l_3^1}{v_c} \right) 60, \quad (7.7)$$

де l_3^1 - довжина першої зони;

v_m, v_c - швидкості поїздів відповідно "тихоходу" (дільнична швидкість), "скороходу" (ходова швидкість).

Приклад виконання роботи

Відстані між станціями на дільниці: $l_{A1} = 11$ км, $l_{12} = 11$ км, $l_{23} = 9,9$ км, $l_{34} = 17,6$ км, $l_{45} = 9,9$ км, $l_{56} = 8,8$ км;

Розрахункова місткість приміського поїзда $a_{np} = 1050$ пас.

Кількість приміських поїздів в періоді графіка $K = 3$ поїзда.

Інтервал прибуття між поїздами з неоднаковою швидкістю $I_{np} = 6$ хв.

Інтервал між поїздами в пакеті $I = 8$ хв.

Швидкість поїздів відповідно «тихоходу» (дільнична швидкість)

$v_m = 59,33$ км/год. і «скороходу» (ходова швидкість)

$v_c = 97,5$ км/год.

Пасажиropотоки:

	Кількість пасажирів						
	А	1	2	3	4	5	6
А		13200	11000	8800	3245	1540	1375
1			2310	2068	1650	660	1650
2				1925	902	495	616
3					550	770	2090
4						1375	1320
5							1331
6							

Розв'язок. Будуємо діаграму приміських пасажиропотоків на приміській дільниці (рис 7.1).

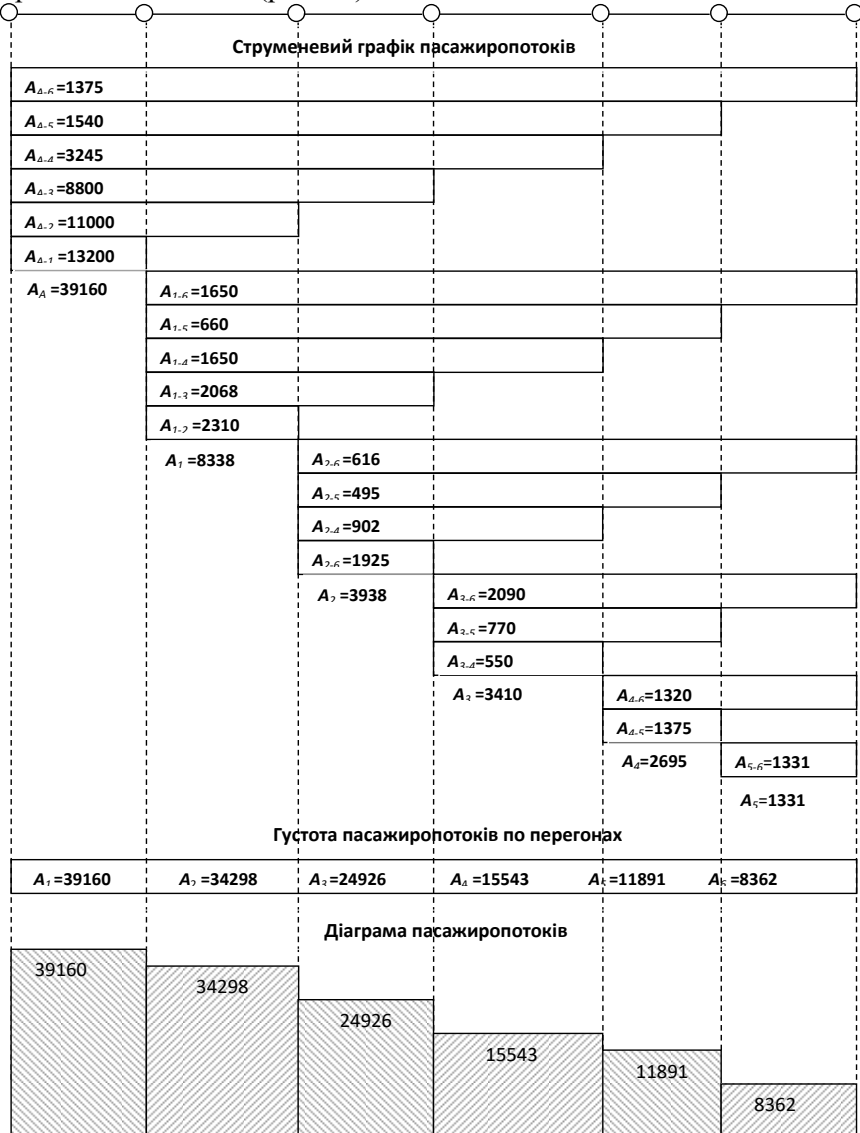


Рисунок 7.1 - Діаграма приміських пасажиропотоків на приміській дільниці

Визначаємо приміський пасажирооборот (пасажиро-км):

$$\sum Al = 2 \cdot (39160 \cdot 11 + 34298 \cdot 11 + 24926 \cdot 9,9 + 15543 \cdot 17,6 + 11891 \cdot 9,9 + 8362 \cdot 8,8) = 3039337,4 \text{ пас-км.}$$

Довжина приміської дільниці складе:

$$l_{\text{дл}} = 11 + 11 + 9,9 + 17,6 + 9,9 + 8,8 = 68,2 \text{ км.}$$

Для розрахунку середньої дальності поїздки пасажира визначимо суми всіх пасажирів, які відправилися (прибули) з усіх станцій приміської дільниці за добу: $\sum A_n = 117744 \text{ пас.}$

Тоді середня дальність поїздки пасажира складе

$$l_{\text{сер}} = \frac{3039337,4}{117744} = 25,8 \text{ км.}$$

Середня відстань між зупиночними пунктами:

$$l_s = \sqrt{2 \cdot 4,5 \cdot 25,8 \cdot 0,01} = 1,52 \text{ км.}$$

Загальна кількість зупиночних пунктів на дільниці

$$K_{\text{зуп}} = \frac{68,2}{1,52} = 44,87.$$

Приймаємо 45 зупиночних пунктів.

Кількість зон на приміській дільниці становитиме:

$$Z = \sqrt{\frac{45 \cdot 0,01 \cdot 11774,4}{1050}} = 3 \text{ зони.}$$

Визначаємо зонний інтервал, що є різницею часу ходу «тихоходу» і «сороходу»:

$$\Delta_3 = \left(\frac{22}{59,33} - \frac{22}{97,5} \right) \cdot 60 = 8,7 \text{ хв.}$$

Приймаємо 9 хвилин.

Годинна наявна пропускна спроможність двоколіїної дільниці складе

$$N_{\text{з}} = \frac{60 \cdot 3}{8(3-1) + 9 + 6} = 5,8 \text{ поїздів.}$$

Приймаємо 5 поїздів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Експлуатаційна робота залізничних станцій: приклади та задачі : навчальний посібник / Д.М. Козаченко, Р.Г. Коробйова та інші. Дніпропетровськ, 2014.
2. Вантажні перевезення на залізничному транспорті: підручник / О.В. Лаврухін та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Ч. 1. – 260 с.
3. Вантажні перевезення. Управління вантажною і комерційною роботою: підручник / С.В. Панченко, А.О. Каграманян, В.С. Блиндюк та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Ч. 2. – 462 с.
4. Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень на залізничному транспорті: Навчальний посібник / М.І. Данько, Т.В. Бутько, О.В. Березань, В.М. Кулешов, В.В. Кулешов, Т.Ю. Калашникова, О.А. Малахова, О.В. Лаврухін, Г.М. Сіконенко; За ред. М.І. Данька. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. - 174 с.
5. Яновський П.О. Пасажирські перевезення: Навчальний посібник. – Київ.: НАУ, 2008.- с.469
6. Пасажирські перевезення (залізничний транспорт): навчальний посібник Т. В. Бутько, О. А. Малахова, А. В. Прохорченко, Д. В. Константінов; За ред. Т. В. Бутько / УкрДАЗТ. — Харків: Райдер, 2014. — 260 с.
7. Технологія та управління роботою залізничних станцій: навчальний посібник / Уклад.: Н.Б.Чернецька-Білецька, Є.В.Михайлов, С.О.Семенов. – Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 292 с.
8. Збірник тарифів на перевезення вантажів у межах України та пов'язані з ними послуги. Офіційний сайт Укрзалізниці. URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/collection_rates.
9. Правила обчислення термінів доставки вантажів: офіційний веб-сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0865-00#Text>.
10. Статут акціонерного товариства «Українська залізниця». Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 2 вересня 2015 р. № 735 (зі змінами). Офіційний сайт Верховної Ради

- України. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/735-2015п#Text>.
11. Офіційний сайт АТ «Українські залізниці». Вантажні перевезення. – URL: <http://uz.gov.ua>.
 12. Закон України «Про залізничний транспорт» від 4 липня 1996 року № 273/96-ВР (зі змінами). Офіційний сайт Верховної Ради України. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96п#Text>.
 13. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України. Наказ Міністерства транспорту і зв'язку України від 31.08.2005 № 507. Офіційний сайт Верховної Ради України. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0507650-05#Text>.
 14. Наказ Міністерства транспорту України 21.11.2000 № 644 «Про затвердження окремих розділів Правил перевезення вантажів» (зі змінами). Офіційний сайт Верховної Ради України. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0861-00#Text>.
 15. Правила перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 27.12.2006 № 1196. Офіційний сайт Верховної Ради України. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0310-07#Text>.