

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Факультет «Управління залізничним транспортом»
Кафедра «Управління комерційною діяльністю залізниць»

О.Г. Стрелко, А.В. Сохацький, Т.М. Грушевська

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

з дисципліни
«ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ»

для студентів
галузі знань 27 «Транспорт»,
спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами транспорту)»
денної та заочної форм навчання



Київ 2020

УДК 656.056

Стрелко О.Г., Сохацький А.В., Грушевська Т.М.

Пасажирські перевезення: Методичні вказівки для практичних занять. – К.: ДУІТ, 2020. – 55 с.

Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни «Пасажирські перевезення» підготовлені відповідно до освітньо-професійної програми та навчального плану спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами транспорту)».

Призначені для студентів галузі знань 27 «Транспорт», спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами транспорту)» денної та заочної форм навчання.

Методичні вказівки для практичних занять розглянуто та затверджено на засіданні кафедри «Управління комерційною діяльністю залізниць» (протокол №10 від 28 квітня 2020 року) та на засіданні науково-методичної комісії факультету «Управління залізничним транспортом» (протокол №10 від 30 квітня 2020 року).

Укладачі: **Стрелко О.Г.** – д.і.н., професор, професор кафедри «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»
Сохацький А.В. – д.т.н., професор, професор кафедри «Транспортних систем та технологій»
Грушевська Т.М. – к.т.н., доцент кафедри «Управління комерційною діяльністю залізниць»

Рецензенти: **Костюшко В.П.** – Перший заступник директора регіональної філії «Південно-Західна залізниця»
Мироненко В.К. – д.т.н., завідувач кафедри «Управління комерційною діяльністю залізниць»

Зміст

Вступ.....	4
Практична робота 1. Визначення густоти руху пасажирів по ділянках заданого полігону.....	6
Практична робота 2. Організація пасажирських перевезень в далекому та місцевому сполученнях.....	10
Практична робота 3. План формування і розміри руху пасажирських поїздів.....	14
Практична робота 4. Організація пасажирських перевезень в приміському сполученні.....	25
Практична робота 5. Визначення потужності технічних засобів для обслуговування пасажирів.....	37
Практична робота 6. Розрахунок показників пасажирських перевезень в приміському сполученні.....	44
Практична робота 7. Розрахунок пропускної спроможності	51
Практична робота 8. Оцінка пасажирської роботи на приміській ділянці..	54

Вступ

Ефективне функціонування різних видів транспорту України в нинішніх умовах неможливе без вирішення завдань своєчасного і повного забезпечення перевезень пасажирів на високому професійному рівні з максимальною віддачею та відповідальністю.

В ринкових умовах особливо загострюється конкуренція між різними видами транспорту, що спонукає спеціалістів до постійного пошуку нових форм і сучасних методів організації пасажирських перевезень для поліпшення умов перевезень (зручності, комфорту), зменшення вартості проїзду, часу на доставку пасажирів до місць призначення, постійного вдосконалення транспортних засобів і безумовного гарантування безпеки пасажирів і їхнього багажу під час перевезень. Тому в сучасного фахівця з організації функціонування транспортних систем, перевезень і управління на будь-якому виді транспорту має бути висока кваліфікація. З цією метою йому слід засвоїти необхідний інструментарій для обґрунтування сервісу транспортного обслуговування пасажирів, визначення його ефективності, забезпечення якісного обслуговування пасажирів.

Залізничний транспорт є основним видом транспорту, що забезпечує потреби населення в перевезеннях. Постійно зростаюча конкуренція між видами транспорту вимагає регулярного підвищення якості обслуговування пасажирів, зниження собівартості перевезень. З цією метою необхідно забезпечити оптимізацію основних процесів, пов'язаних з організацією пасажирського руху.

Попит пасажирів задовольняють не тільки перевезеннями, а й наданням додаткових послуг, що підвищують якість поїздки та роблять поїздку зручною. Тому підвищення якості пасажирських перевезень повинно стати одним з пріоритетних завдань усіх залізниць України.

Мета практичних занять полягає у формуванні професійних знань і навиків в сфері організації пасажирських перевезень у прямому, місцевому та

приміському сполученнях на основі використання сучасних технологій і останніх досліджень в науці щодо удосконалення організації цих перевезень.

Практичні роботи виконуються студентами в процесі теоретичного навчання після вивчення відповідних тем програми з метою практичного закріплення теоретичних знань і отримання навичок розрахунку. В процесі виконання практичних робіт студент повинен приймати інженерні рішення, обґрунтовані розрахунками.

Студенти повинні вміти запропонувати заходи, спрямовані на підвищення конкурентоздатності й ефективності обслуговування пасажирів, для чого необхідно застосовувати комплексний підхід, що дозволяє розширити коло споживачів транспортних послуг і підвищити якість обслуговування. З цією метою розроблені методичні вказівки для практичних занять, де студентам пропонується розглянути організацію пасажирських перевезень у прямому, місцевому та приміському сполученнях.

Виконання практичних робіт сприятиме формуванню наступних компетенцій: визначення розмірів руху поїздів на дільницях, готовність до розробки технології оптимального плану формування поїздів, його оперативного коригування, визначення техніко-економічних показників пасажирських перевезень, розроблення нормативного графіка руху поїздів і його сезонного коригування, з урахуванням узгоджених розмірів руху пасажирських поїздів, а також до управління рухом поїздів на залізничних ділянках і напрямках, оперативного планування перевезень.

В результаті виконання практичних робіт студент повинен:

- знати основні принципи організації пасажирських перевезень, правила перевезення пасажирів;
- вміти виконувати розрахунки технічних пристроїв залізничного комплексу;
- володіти методами розробки технологічних процесів роботи пасажирських станцій і вокзалів.

Практична робота 1

Визначення густоти руху пасажирів по дільницях заданого полігону

Завдання

Визначити:

1) На підставі вихідних кореспонденцій пасажиропотоків побудувати діаграму пасажиропотоків на полігоні А–Д;

2) На основі діаграми пасажиропотоків на полігоні А – Д визначити густоту пасажиропотоків у парному напрямку та побудувати дільничну діаграму.

Методичні рекомендації до вирішення задачі

Процес переміщення пасажирів у транспортній системі залізничних пасажирських перевезень, є пасажиропотік.

Пасажиропотік – це кількість пасажирів, що перевозяться у визначеному напрямку маршруту або дільниці за одиницю часу (година, доба, місяць, рік). Пасажиропотік обчислюється в прямому та зворотному напрямках [1, 3].

Розрахунок пасажиропотоків проводять для уточнення соціальних елементів перевезень для розробки пропозицій щодо встановлення пільг і зміни тарифів.

При плануванні пасажирських перевезень використовуються дані про кореспонденцію пасажирів і обсяг перевезень, а при регулюванні – густоту руху пасажирів і населеність поїздів.

Кореспонденція пасажиропотоків між окремими пунктами дозволяє визначити дільниці обороту пасажирських поїздів, а величина пасажиропотоків – розміри руху.

Кореспонденція пасажиропотоків (кореспонденція поїздок пасажирів) – це дані про кількість прийнятих і відправлених пасажирів із станцій чи

зупиночних пунктів. Вона дозволяє встановити пункт формування пасажиропотоку.

Середня густина (щільність) перевезень пасажирів Γ_i – це показник інтенсивності пасажирообігу на ділянках експлуатованої мережі залізниць за визначений період (рік), виражається кількістю пасажирів, що проїхали по кожному кілометру залізниці. Середня густина перевезень пасажирів на перегоні, ділянці, дирекції залізничних перевезень, залізниці, Укрзалізниці обчислюється діленням виконаного даним підрозділом пасажирообігу на відповідну експлуатаційну їхню довжину L_e , пас.км/км:

$$\Gamma_i = \frac{\sum A_{pl}}{L_e}, \quad (1.1)$$

де $\sum A_{pl}$ – пасажирообіг, що характеризує обсяг виконаної роботи з перевезень пасажирів дирекціями залізничних перевезень, залізницею та мережею в пасажиро-кілометрах (пас. км), визначається множенням кількості перевезених пасажирів на відстань їхнього перевезення;

L_e – експлуатаційна довжина, км.

Густина руху пасажирів по ділянках розраховується на основі окремих струменів пасажиропотоків, заданих у вихідних даних в табличній формі.

Густина руху пасажирів визначається простим додаванням величин струменів пасажиропотоків по кожній ділянці. На підставі вихідних кореспонденцій пасажиропотоків будується діаграма, що відображає густоту перевезень пасажирів на кожній ділянці даного напрямку. Так, наприклад, для пасажиропотоку, наведеного в таблиці 1.1, результуюча густина руху по кожній ділянці становитиме величини, записані в таблиці 1.2 та 1.3.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані (розрахунковий пасажиропотік)

На \ Из	Пасажиропотік, осіб				
	А	Б	В	Г	Д
А	X	2691	4165	5148	7488
Б	2100	X	2574	4446	6552
В	3700	2200	X	1931	5733
Г	4500	4100	1700	X	3861
Д	6500	5900	4700	3400	X

Діаграма пасажиропотоків на полігоні А – Д для парного напрямку зображена на рисунку 1.1.

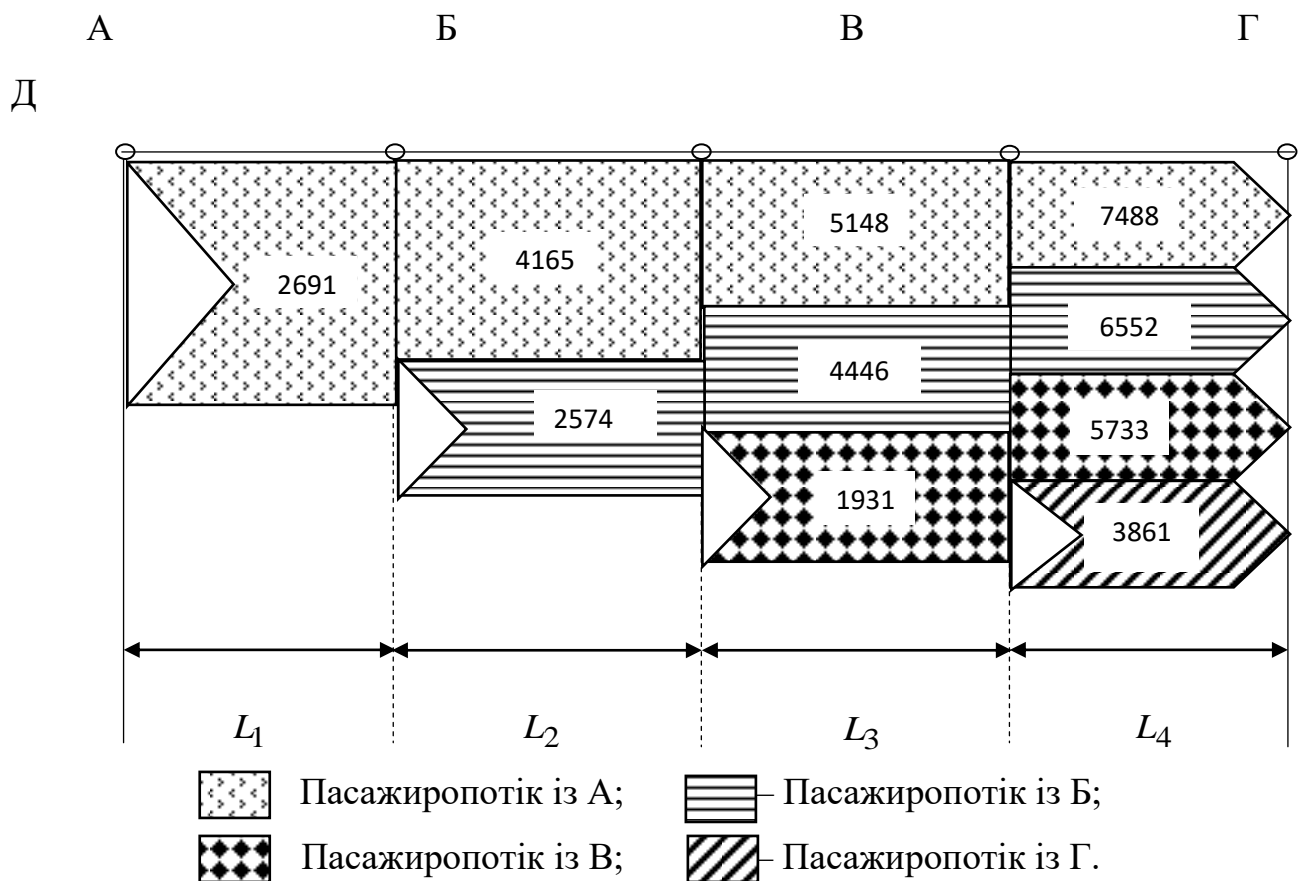


Рисунок 1.1 – Діаграма пасажиропотоків на полігоні А – Д

Таблиця 1.2 – Густина пасажиропотоків по дільницях у парному напрямку (А – Д), осіб

А – Б	Б – В	В – Г	Г – Д
19492	30373	31298	23634

Таблиця 1.3 – Густина пасажиропотоків по дільницях у непарному напрямку (Д – А), осіб

А – Б	Б – В	В – Г	Г – Д
16800	26900	27400	20500

На струменевій діаграмі показується середньодобова кількість пасажирів, що перевозяться від кожної станції відправлення до кожної станції призначення у вигляді окремих стрічок для кожного струменю пасажирів.

Дільнична діаграма пасажиропотоків будується з використанням даних вихідної таблиці планових пасажиропотоків далекого і місцевого сполучень або на підставі поструменевої діаграми пасажиропотоків (рисунок 1.2).

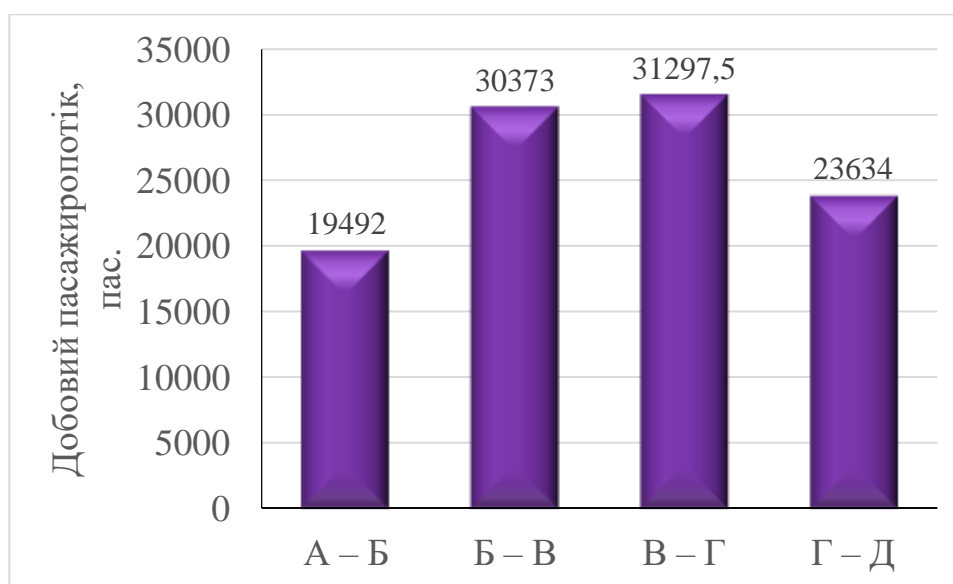


Рисунок 1.2 – Дільнична діаграма пасажиропотоків на полігоні А – Д

Практична робота 2

Організація пасажирських перевезень в далекому та місцевому сполученнях

Завдання

За схемою пасажиропотоків, визначити для напрямку АК:

- кількість пасажирів, що відправляються за добу;
- пасажирообіг;
- щільність пасажирського руху (густоту);
- середню дальність поїздки.

Методичні рекомендації до вирішення задачі

Головною задачею залізниць, для підвищення ефективності функціонування системи пасажирських перевезень, є конкурентна боротьба за найбільше залучення пасажирів до запропонованих послуг залізниць.

Сучасний рівень розвитку вітчизняних залізниць дозволяє виділити такі види пасажирських сполучень [1, 2]:

– міжнародне залізничне сполучення – перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти між Україною та іноземними державами;

– сполучення пасажирське внутрішнє – перевезення пасажирів, багажу та вантажобагажу в пасажирських, швидких, швидкісних, високошвидкісних поїздах, регіональних поїздах та інших категоріях пасажирських поїздів (вагонів) у межах України між пунктами, розташованими:

а) на мережі однієї залізниці – місцеве;

б) на мережі двох та більше залізниць – пряме.

– сполучення приміське – перевезення пасажирів у межах приміської зони приміськими і місцевими електро- та дизель-поїздами, рейковими автобусами, поїздами, сформованими з класних вагонів з локомотивною тягою без нумерації місць у вагонах за приміськими тарифами;

– сполучення міське – перевезення пасажирів міськими поїздами в транспортних системах великих міст та їх агломерацій і до першої або другої станції за їх межами.

Міжнародне та пряме сполучення також називають *далеким*, а внутрішньодержавне сполучення (міське) називають *регіональним*.

Пасажирообіг – загальний обсяг пасажирської роботи, який дорівнює сумі добутків кількості пасажирів (групи пасажирів) на відстань їх перевезення, вимірюється в пасажиро-кілометрах (на морському транспорті – у пасажиро-милях).

На рисунку 2.1 наведена схема пасажиропотоків для напрямку АК.

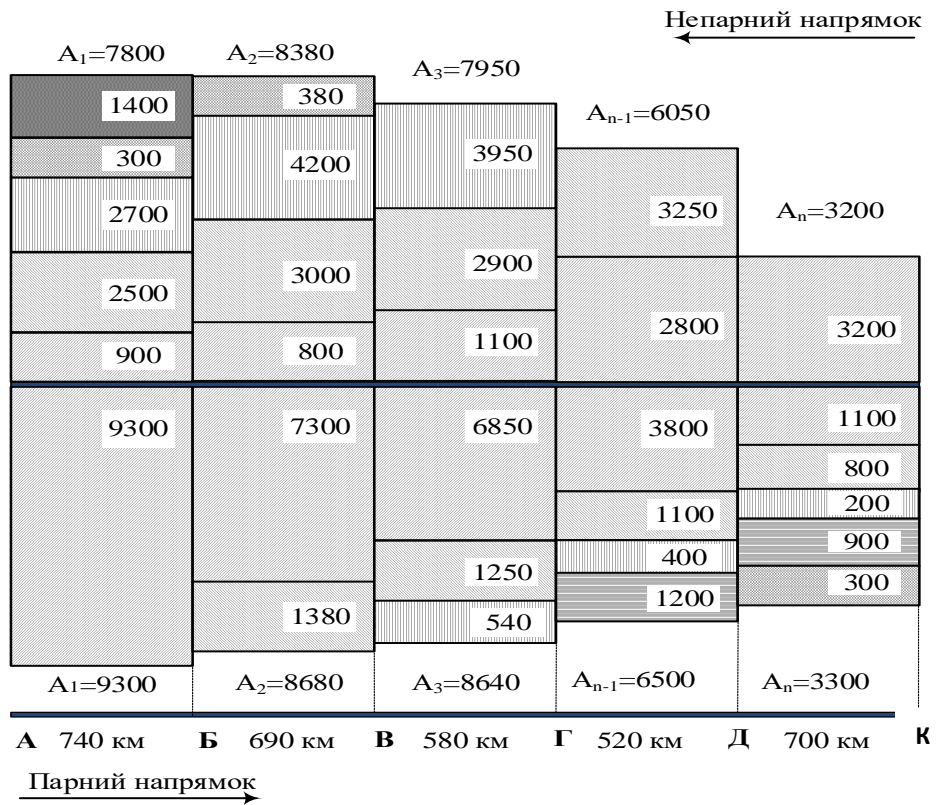


Рис. 2.1 – Схема пасажиропотоків для напрямку АК

За схемою пасажиропотоків для напрямку А-К кількість пасажирів, що відправляються за добу, пасажирообіг наведено в таблиці 2.1, 2.2 відповідно.

Таблиця 2.1 – Кількість відправлених пасажирів

Станція відправлення	Відправлено пасажирів		
	в парному напрямку	в непарному напрямку	Всього
А	9300	–	9300
Б	1380	1400	2780
В	540	380	920
Г	1200	3950	5150
Д	300	3250	3550
К	–	3200	3200
Всього	12720	12180	24900

Таблиця 2.2. – Пасажирообіг

Діль- ниця	Довжина, км	Пасажиропотік		Пасажирообіг		
		В парному напрямку	В непарному напрямку	В парному напрямку	В непарному напрямку	Всього
А – Б	740	9300	7800	6882000	5772000	12654000
Б – В	690	8680	8380	5989200	5782200	11771400
В – Г	580	8640	7950	5011200	4611000	9622200
Г – Д	520	6500	6050	3380000	3146000	6526000
Д – К	700	3300	3200	2310000	2240000	4550000
<i>Всього</i>	3230	–	–	23572400	21551200	45123600

Щільність пасажирського руху розраховується за формулою:

$$A = \frac{\sum a \cdot l}{L}, \quad (2.1)$$

де $\sum al$ – пасажирообіг на напрямку;

L – довжина напрямку.

Щільність пасажирського руху:

в парному напрямку:

$$A_{\text{парн}} = \frac{23572400}{3230} = 7298 \text{ пасажирів}$$

в непарному напрямку:

$$A_{\text{непарн}} = \frac{21551200}{3230} = 6672 \text{ пасажирів}$$

в обох напрямках:

$$7298 + 6672 = 13970 \text{ пасажирів}$$

Середня дальність поїздки пасажирів на напрямку визначається діленням пасажирообігу на кількість відправлених пасажирів.

$$S_{nc} = \frac{\sum a \cdot l}{n_{nac}} \quad (2.2)$$

$$S_{nc} = \frac{45123600}{24900} \approx 1812 \text{ км}$$

Практична робота 3

План формування і розміри руху пасажирських поїздів

Завдання

Визначити кількість і призначення пасажирських поїздів, їх розподіл по категоріях та розміри руху на дільницях, за результатами вирішення практичної роботи 1 та композиції складів для поїздів типових призначень. Скласти схему поїздопотоків на напрямку А–Д.

Методичні рекомендації до вирішення задачі

План формування пасажирських поїздів (ПФПП) на заданому напрямку визначає пункти формування і призначення поїздів різних категорій. План формування повинен забезпечити максимальне задоволення платоспроможного попиту пасажирів на перевезення в безпересадочному сполученні при найбільш ефективному використанні рухомого складу (локомотивів і вагонів). Розрахунок ведеться в одному напрямку, оскільки у зворотному напрямку така ж сама кількість поїздів.

Для розрахунку, крім даних про густоту руху пасажирів, потрібна інформація про населеність поїздів різних призначень, а також відомості про питомі витрати, що припадають на один поїзд кожного призначення. Останні необхідні для економічної оцінки варіантів плану формування поїздів.

Населеність поїзда розраховується за формулою:

$$H_{nc} = \sum_{i=1}^m n_{ei} a_{ei} \quad (3.1)$$

де m – кількість категорій вагонів;

n_{ei} – кількість вагонів i -ї категорії в складі пасажирського поїзда;

a_{ei} – кількість місць у вагоні i -ї категорії.

Наприклад, при наявності в складі пасажирського поїзда 2 вагонів люкс, 7 купейних, 8 плацкартних і 2 загальних вагонів населеність поїзда складає:

$$H_{nc} = 2 \cdot 18 + 7 \cdot 36 + 8 \cdot 54 + 2 \cdot 81 = 882 \text{ осіб}$$

Кількість вагонів різних категорій у складі пасажирських поїздів наведено в таблиці завдання 3.

Розглянемо приклад розрахунку плану формування пасажирських поїздів для вихідних даних, наведених в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до розрахунку плану формування пасажирських поїздів

Сполучення	Пасажиропотік, тис. осіб	Розрахункова місткість, тис. осіб	Оцінка поїзда	Умовне позначення
А – Д	7,488	0,82	5,9	x_1
А – Г	5,148	0,67	4,6	x_2
А – В	4,165	0,94	3,4	x_3
А – Б	2,691	1,16	2,2	x_4
Б – Д	6,552	0,85	4,5	x_5
Б – Г	4,446	0,84	2,6	x_6
Б – В	2,574	1,16	1,4	x_7
В – Д	5,733	1,08	3,4	x_8
В – Г	1,931	0,92	1,1	x_9
Г – Д	3,861	1,04	2,1	x_{10}

Для освоєння розрахованої густоти пасажиропотоку в парному напрямку (таблиця 1.2) необхідно виконання наступних обмежень:

$$\begin{cases} 0,82x_1 + 0,67x_2 + 0,94x_3 + 1,16x_4 \geq 19,49 \\ 0,82x_1 + 0,67x_2 + 0,94x_3 + 0,85x_5 + 0,84x_6 + 1,16x_7 \geq 30,37 \\ 0,82x_1 + 0,67x_2 + 0,85x_5 + 0,84x_6 + 1,08x_8 + 0,92x_9 \geq 31,29 \\ 0,82x_1 + 0,85x_5 + 1,08x_8 + 1,04x_{10} \geq 23,63 \end{cases} \quad (3.2)$$

Найбільш універсальним критерієм для вибору оптимального варіанту плану формування пасажирських поїздів є сумарний рівень витрат на перевезення. У цьому випадку цільова функція F буде мати вигляд:

$$F = 5,9x_1 + 4,6x_2 + 3,4x_3 + 2,2x_4 + 4,5x_5 + \\ + 2,6x_6 + 1,4x_7 + 3,4x_8 + 1,1x_9 + 2,1x_{10} \rightarrow \min \quad (3.3)$$

Сформульована задача може бути вирішена будь-яким з відомих методів лінійного програмування.

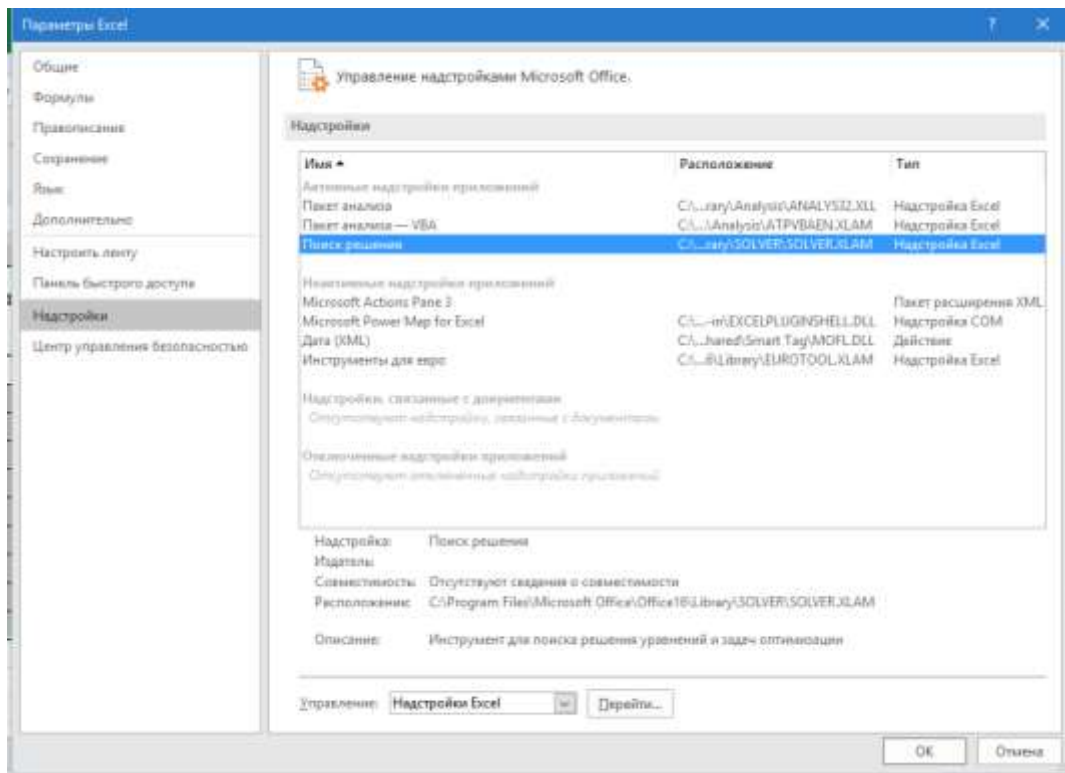
Подальший розв'язок задачі по розрахунку плану формування пасажирських поїздів наведено за допомогою стандартного пакету Microsoft Excel 2016.

Студенту слід ввести вихідні дані для розрахунку плану формування в таблицю 3.2 самостійно. Порядок розрахунку плану формування пасажирських поїздів на напрямку з використанням пакету «Поиска решений» в Microsoft Excel наведено нижче.

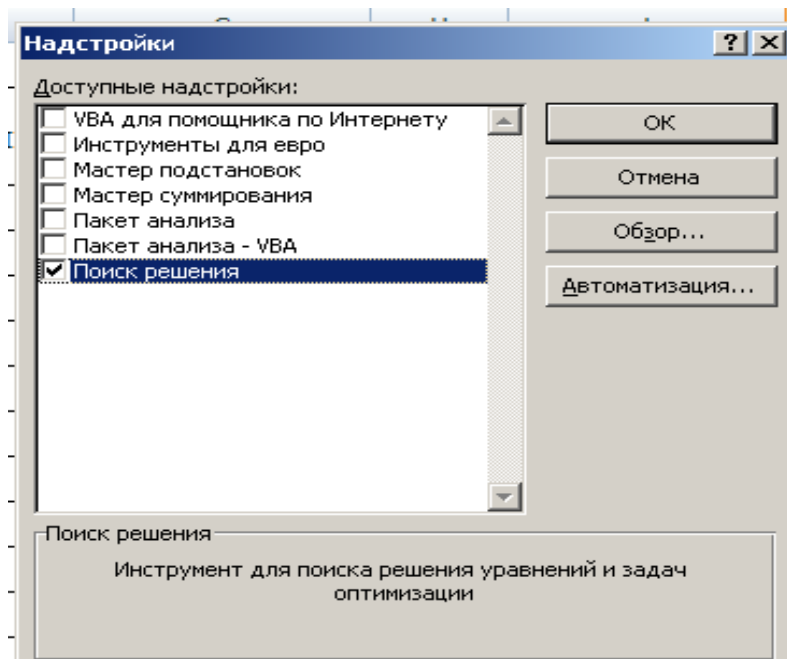
**Порядок розрахунку плану формування пасажирських поїздів
на напрямку з використанням пакету «Поиска решений»
в Microsoft Excel наведено нижче**

Для розрахунку плану формування пасажирських поїздів на напрямку будемо використовувати надстройку «Поиск решения». Щоб завантажити

надстройку нажимаємо кнопку **Файл => Параметры => Надстройки => Надстройки Excel =>Перейти...**



Відмічаємо пункт **Поиск решения =>ОК.**



На вкладці **Данные** повинна з'явитись панель **Поиск решения**

Введемо дані в таблицю Excel, яка наведена нижче.

Таблиця 3.2 – Форма таблиці для розрахунку плану формування пасажирських поїздів

Дільниці	Пасажиropoтiс, тис. осiб	Композицiя поїзда				Розрахункова мiсткiсть, тис. осiб	Оцiнка поїзда	Густота пасажиропотоку по дiльницях	Кiлькiсть поїздiв	Приведенi витрати, у.г.од.	Обмеження
		СВ	купе	плацкарт	загальнi						
А – Д	7,488	3	6	10	0	0,8	5,9	1,000	5,9		
А – Г	5,148	2	7	11	1	1,0	4,6	1,000	4,6		
А – В	4,165	0	6	11	2	1,0	3,4	1,000	3,4		
А – Б	2,691	0	4	10	7	1,3	2,2	19,492	1,000	3,996	
Б – Д	6,552	1	5	8	3	0,9	4,5	1,000	4,5		
Б – Г	4,446	1	6	8	1	0,7	2,6	1,000	2,6		
Б – В	2,574	0	3	9	9	1,3	1,4	30,373	1,000	5,688	
В – Д	5,733	2	3	9	6	1,1	3,4	1,000	3,4		
В – Г	1,931	0	2	9	9	1,3	1,1	31,298	1,000	5,796	
Г – Д	3,861	0	0	11	8	1,2	2,1	23,634	1,000	4,041	
								Значення цiльової функцiї	31,2		

У стовпчику «А» вказуються назви всіх можливих призначень пасажирських поїздів, які можуть бути сформовані на розглянутому полігоні залізниць. Перелік можливих призначень визначається "шахматкою" кореспонденції пасажиропотоків.

У стовпчику «В» вказується пасажиропотік відповідних призначень. У стовпцях «С», «D», «E», «F» вказується кількість вагонів кожного типу СВ, купе, плацкартних, загальних в композиції даного поїзда (ці дані приймаються на основі завдання).

У стовпчику «G» вказується розрахункова місткість поїзда в тис. осіб, яка визначається за формулою $\ll = (C_3 * 18 + D_3 * 36 + E_3 * 54 + F_3 * 81) / 1000 \gg$, де 18 – кількість місць у вагоні СВ, 36 – у купейному вагоні, 54 – в плацкартному вагоні, 81 – в загальному вагоні відповідно. Дана формула копіюється у всі ячейки даного стовпчика з використанням стандартних функцій пакета MS Excel (потрібно зсунути курсор миші в нижній правий кут клітини «G3» – з'явиться хрестик, притиснувши лівою кнопкою «миші», необхідно протягнути його до ячейки «G12» включно).

У стовпчику «Н» вказується оцінка поїзда відповідно до завдання в умовних грошових одиницях.

Стовпчик «J» містить кількість поїздів кожного призначення, які формуються і відправляються за добу. Попередньо до «поиска решений» тут повинні бути занесені значення «1». Після виконання операції «поиск решений» в клітинках даного стовпчика будуть значення кількості поїздів кожного призначення.

У стовпчиках «I», «L» вказуються обмеження за густотою пасажиропотоку для розрахунку плану формування для даного залізничного полігону.

В ячейку «I6» вносимо формулу «=СУММ(B3:V6)» – сумарна густина пасажиропотоків, які проходять по дільниці А–Б (струї А–Д, А–Г, А–В, А–Б). В ячейку «I9» вносимо формулу «=СУММ(B3:V5;V7:V9)» – сумарна густина пасажиропотоків, які проходять по дільниці Б–В (струї А–Д, А–Г, А–В, Б–Д, Б–Г, Б–В). В ячейку «I11» вносимо формулу «=СУММ(B3:V4;V7:V8;V10:V11)» – сумарна густина пасажиропотоків, які проходять по дільниці В–Г (струї А–Д, А–Г, Б–Д, Б–Г, В–Д, В–Г). В ячейку «I12» вносимо формулу «=СУММ(B3;V7;V10;V12)» – сумарна густина пасажиропотоків, які проходять по дільниці Г–Д (струї А–Д, Б–Д, В–Д, Г–Д).

Інші ячейки даного стовпчику залишаємо незаповненими.

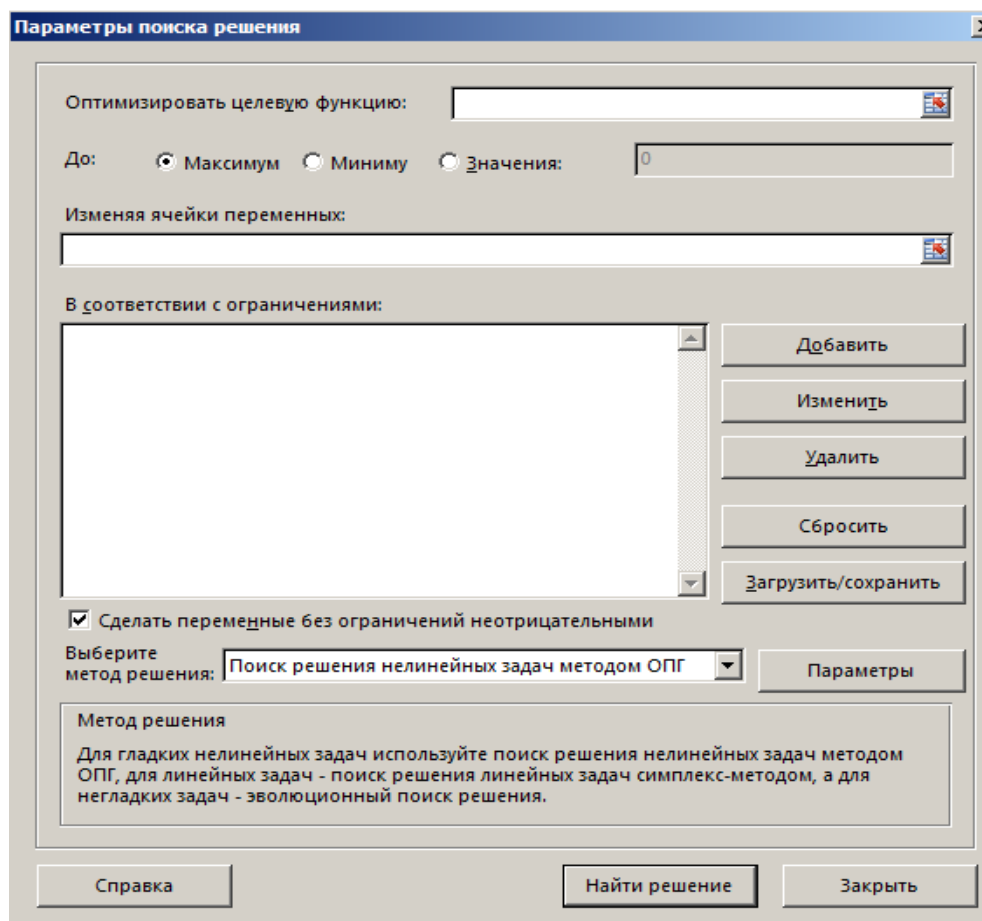
В ячейку «L6» вносимо формулу «=(J₃*G₃+J₄*G₄+J₅*G₅+J₆*G₆)» – сума добутків кількості поїздів даного призначення на їх кількість, що проходять по дільниці А–Б (враховуючи можливі призначення А–Д, А–Г, А–В, А–Б). В ячейку «L9» вносимо формулу «=(J₃*G₃+J₄*G₄+J₅*G₅+J₇*G₇+J₈*G₈+J₉*G₉)» – максимальна кількість поїздів по дільниці Б–В (в розрахунок приймаються призначення поїздів А–Д, А–Г, А–В, Б–Д, Б–Г, Б–В). В ячейку «L11» вносимо формулу «=(J₃*G₃+J₄*G₄+J₇*G₇+J₈*G₈+J₁₀*G₁₀+J₁₁*G₁₁)» – максимальна кількість поїздів по дільниці В–Г (призначення поїздів А–Д, А–Г, Б–Д, Б–Г, В–Д, В–Г).

В ячейку «L12» вносимо формулу « $= (J_3 * G_3 + J_7 * G_7 + J_{10} * G_{10} + J_{12} * G_{12})$ » – максимальна кількість поїздів по дільниці Г–Д (можливі призначення поїздів А–Д, Б–Д, В–Д, Г–Д).

Ячейка «K3» містить формулу « $J_3 * H_3$ » – добуток кількості поїздів на їх вартісну оцінку. Далі формула копіюється стандартними засобами MS Excel у всі ячейки даної таблиці.

В ячейку «K13» вносимо сумарне значення по даному стовпчику « $= СУММ(K13 : K12)$ » – це і буде значенням цільової функції при оптимізації плану формування пасажирських поїздів.

Далі вибираємо **Данные =>Поиск решения**. З'явиться діалогове вікно **Параметры поиска решения**.



У ньому є три основні параметри:

- Оптимизировать целевую функцию;

- Изменяя ячейки переменных (ті клітинки, значення в яких будуть змінюватися для того, щоб оптимізувати результат цільової клітинки.);
- В соответствии с ограничениями.

Спочатку заповнюємо поле «Оптимизировать целевую функцию» – K13 (клітинка з формулою для обчислення функції мети). Потім встановимо перемикач на «минимум». Визначимо дані поля «Изменяя ячейки переменных», виділивши діапазон J3:J12 (діапазон змінних). Тепер встановимо обмеження =>Добавить. З'явиться діалогове вікно «В соответствии с ограничениями». Введемо обмеження на невід'ємність змінних $J3:J12 \geq 0$ і =>Добавить.

Подібним чином, введемо також умови системи обмежень:

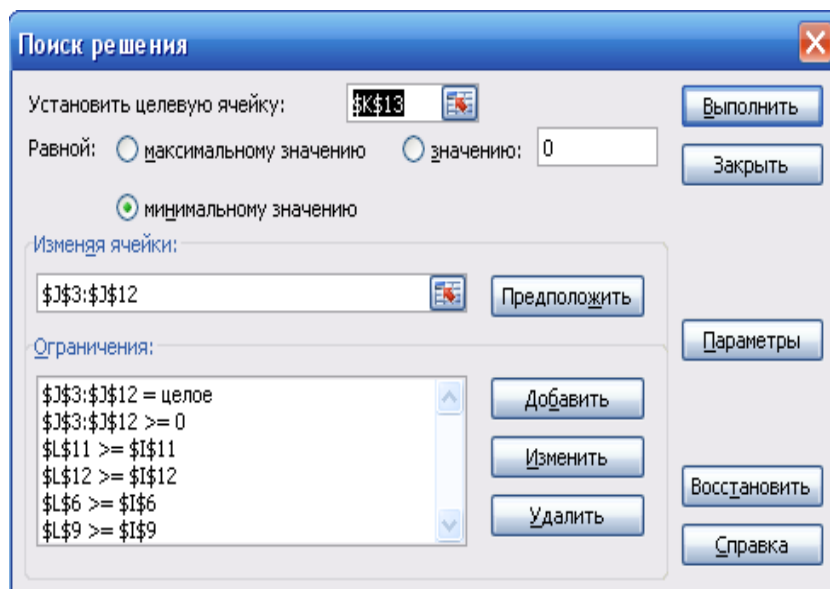
$J3:J12 = \text{целое}$

$L6 \geq I6,$

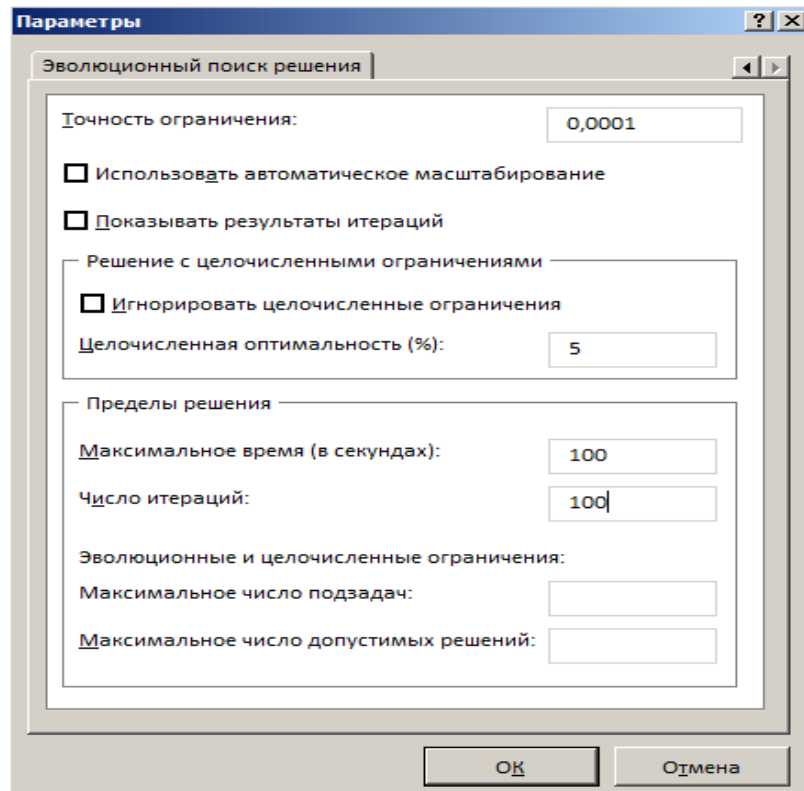
$L9 \geq I9,$

$L11 \geq I11,$

$L12 \geq I12,$



Кнопка «Параметры» дозволяє налаштувати параметри моделі:



Тепер для розв’язання задачі готові всі вихідні дані => **Выполнить**. На екрані з’явиться діалогове вікно «Результаты поиска решения», у якому можемо вибрати одну з наступних можливостей:

зберегти знайдене рішення;

відновити вихідні значення;

Встановимо перемикач на «Сохранить найденное решение» => **ОК**.

Таблица 3.3 – Розрахунок оптимального плану пасажирських поїздів

Дальность	Пассажиропоток, тыс. осіб	Композиция поезда				Розрахункова місткість, тыс. осіб	Оцінка поїзда	Густота пасажиротоку по дальностям	Кількість поїздів	Приведені витрати, у.г.од.	Обмеження
		СВ	купе	плацкарт	загальні						
А – Д	7,488	3	6	10	0	0,8	5,9	0,000	0		
А – Г	5,148	2	7	11	1	1,0	4,6	0,000	0		
А – В	4,165	0	6	11	2	1,0	3,4	0,000	0		
А – Б	2,691	0	4	10	7	1,3	2,2	19,492	16,000	35,2	20,016
Б – Д	6,552	1	5	8	3	0,9	4,5	0,000	0		
Б – Г	4,446	1	6	8	1	0,7	2,6	0,000	0		
Б – В	2,574	0	3	9	9	1,3	1,4	30,373	23,000	32,2	30,429
В – Д	5,733	2	3	9	6	1,1	3,4	0,000	0		
В – Г	1,931	0	2	9	9	1,3	1,1	31,298	25,000	27,5	32,175
Г – Д	3,861	0	0	11	8	1,2	2,1	23,634	20,000	42	24,84
Значения целевой функции									136,9		

При розв'язанні задачі оптимальний план формування пасажирських поїздів був отриманий на основі розрахунків, виконаних в програмі Microsoft Excel 2016. Із стовпчика «Кількість поїздів» таблиці 3.3 приймаємо наступні призначення з округленням в більшу сторону до цілого числа.

- А–Б(x_4) – 16 поїздів;
- Б–В(x_7) – 23 поїзди;
- В–Г(x_9) – 25 поїздів;
- Г–Д(x_{10}) – 20 поїздів.

Отримали оптимальне значення функції мети $F=136,9$ в клітинці K13.

Розміри руху пасажирських поїздів

При заданому середньодобовому пасажиропотоці A_{\max} у розглянутому періоді, місткості состава поїзда a та частки пасажиропотоку, що обслуговується швидкими поїздами $\beta_{шв}$, розміри руху складуть:

- швидких поїздів

$$N_{шв} = \frac{\beta_{шв} A_{\max}}{a_{ср}^{шв}} \quad (3.4)$$

- пасажирських поїздів

$$N_{пас} = \frac{(1 - \beta_{шв}) A_{\max}}{a_{ср}^{пс}} \quad (3.5)$$

де A_{\max} – середньодобовий плановий пасажиропотік на місяць максимальних перевезень, осіб;

$a_{ср}^{шв}$, $a_{ср}^{пс}$ – середня місткість составу відповідно швидкого і пасажирського поїздів; визначається по схемах составів поїздів відповідних категорій, осіб, в контрольній роботі приймаємо від 0,9 до 0,95;

$\beta_{шв}$ – доля пасажиропотоку, який обслуговується швидкими поїздами.

Загальна кількість поїздів по досліджуваним призначенням плану формування поїздів розраховуються по формулі:

$$N_n = \frac{\beta_{шв} A_{\max}}{a_{ср}^{шв}} + \frac{(1 - \beta_{шв}) A_{\max}}{a_{ср}^{nc}} \quad (3.6)$$

Загальні розміри руху визначаються сумою далеких і місцевих поїздів всіх категорій.

Практична робота 4

Організація пасажирських перевезень у приміському сполученні

Завдання

Визначити за схемою ділянки А–Б:

Кількість зупиночних платформ на запропонованій ділянці;

Побудувати діаграму приміських пасажиропотоків;

Розрахувати кількість та розташування зонних станцій на приміській ділянці;

Визначити розміри приміського руху по зонам.

Методичні рекомендації до вирішення задачі

Порівняно з іншими видами для приміських перевезень характерні **такі особливості:**

- концентрація приміських перевезень у великих містах;
- перевезення великої кількості пасажирів на короткі відстані – зазвичай від 10 до 50 км від головної станції ділянки;
- часті зупинки поїздів для посадки і висадки пасажирів (через 2-3км);
- масовість перевезень з великою кількістю поїздок на одного пасажирів в рік;
- нерівномірність руху по годинах доби, днях тижня (робочий, неробочий, передвихідний і післявихідний дні), місяцях і сезонах(зима, літо). Нерівномірність у першу чергу обумовлюється проходженням великої кількості пасажирів вранці переважно в місто, на роботу, а ввечері після роботи – назад. У вихідні та святкові дні потік пасажирів має зворотній напрямок. Для окремих ділянок з яскраво вираженим характером сезонних поїздок коефіцієнт місячної нерівномірності коливається в межах 1,3-1,8.

– різке падіння пасажиропотоку на дільниці по мірі віддалення від головної станції. На багатьох приміських ділянках відбувається різке падіння пасажиропотоку в окремих місцях по довжині дільниці. Місця перепаду, як правило, збігаються з великими населеними пунктами є кордонами зон приміського руху.

– велика частота руху для зменшення часу очікування поїздів. Частота зупинок залежить від щільності населення приміських дільниць, добової та годинної нерівномірності пасажиропотоку. Для більшості великих адміністративно господарських і промислових центрів великим пасажиропотоком та інтенсивними розмірами руху доцільно є відстань між суміжними зупинками приміських поїздів в головній зоні дільниці 2-3 км, а для окремих приміських дільниць особливо великих вузлів – 1-2 км. Організація приміського руху вимагає необхідної частоти руху для максимального скорочення часу очікування пасажирами поїздів.

У свою чергу ці особливості пред'являють наступні вимоги до організації приміського руху:

– наявність достатньої кількості поїздів як в цілому за добу, так і по періодам доби;

– зручний розподіл приміських поїздів для пасажирів в часі;

– забезпечення достатньої частоти (що визначає час очікування поїздки);

– необхідність пристрою зонних станцій і обороту приміських составів;

– організація посадки-висадки пасажирів як на станціях, так і на зупиночних пасажирських платформах.

На приміських лініях при великих розмірах руху в місцях різкого спаду пасажиропотоків влаштовуються зонні станції, що ділять лінію на зони. На таких станціях відбувається обертання приміських поїздів. На лініях, де обсяги перевезень невеликі, обладнання зонних станцій недоцільне.

Зонна станція – це кінцевий пункт руху і обороту приміських поїздів даної зони. Зонна станція має пристрої для посадки і висадки пасажирів, колії для стоянки приміських потягів в очікуванні відправлення за графіком (гл. обр. вночі), пристрої для повороту і постачання локомотивів (при паровій тязі). Іноді на зонних станціях передбачаються і ремонтні пристрої, як то: вагонне депо, приміщення для ремонту електро. моторвагонних секцій та ін.

Зонний графік – це графік руху приміських поїздів, при якому приміські ділянки діляться на окремі частини – зони, а поїзди – на категорії по дальності проходження. Особливість зонного графіка полягає в тому, що окремі категорії поїздів обслуговують тільки певні зони. Зони, які не обслуговуються, поїзди проходять по них без зупинок. Цим досягаються прискорення обороту поїзних складів і прискорення перевезення пасажирів, особливо віддалених зон приміських ділянок.

У населених пунктах, що знаходяться в районі приміських ділянок залізниць, посадка і висадка пасажирів в окремих випадках проводяться на спеціально споруджених на перегонах платформах, обладнаних навісами або павільйонами і приміщенням для каси. У цих місцях зводяться також переїзди через залізничні колії.

У пунктах обороту приміських поїздів споруджують зонні станції, призначені для стоянки составів і локомотивів в очікуванні їх відправлення.

Пасажирські платформи на станціях повинні забезпечувати зручну, швидку і безпечну посадку і висадку пасажирів. Відносно вокзалу платформи можуть бути боковими і проміжними (острівними). І ті й інші поділяються на низькі – заввишки 0,2 м від рівня верху головки рейки і високі – 1,1 м. Довжина пасажирських платформ повинна відповідати найбільшій довжині пасажирського поїзда. На знову споруджуваних станціях слід передбачати можливість подовження платформ до 650...850 м, а платформ, які обслуговують тільки приміський рух, - до 500 м.

Рекомендована ширина основної бокової пасажирської платформи становить не менше 6 м в межах розташування будівлі вокзалу і не менше 4 м – у її іншій частині, ширина проміжної платформи – не менше 4 м.

На лініях, де пасажирські поїзди рухаються зі швидкістю понад 140 км/год, ширина проміжної платформи, розташованої між головними коліями, повинна становити не менше 8 м, а в особливо важких умовах - не менше 6 м.

Приміські поїзди обертаються по двоколійній дільниці А-Б, загальною довжиною 105 км, яка обладнана автоблокуванням (рис. 4.1). Станція «А» є головною. На дільниці розташовано 6 проміжних станцій.

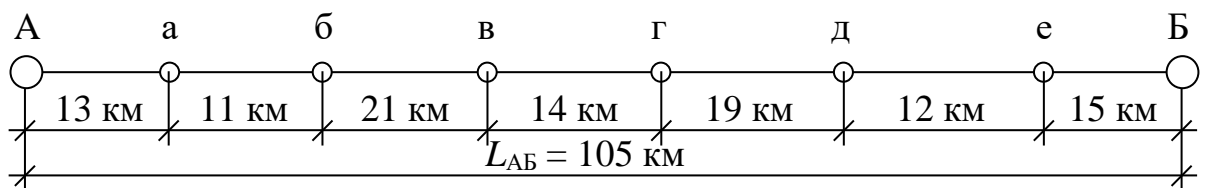


Рис. 4.1. – Схема дільниці А-Б

Крім проміжних станцій на дільниці через 3 км розташовані зупиночні пункти (платформи). Кількість зупиночних платформ можна розрахувати за формулою:

$$n_{зп} = \left\lfloor \frac{l_i}{l_{зп}} \right\rfloor - 1 \quad (4.1)$$

де $l_i, l_{зп}$ – відстань, відповідно між проміжними станціями та між зупиночними платформами, згідно завдання;

$\lfloor X \rfloor$ – операція здобуття цілої частини числа X .

$$n_{зп}^{A-a} = \left\lfloor \frac{13}{3} \right\rfloor - 1 = 4 - 1 = 3 \text{ зупиночних платформи.}$$

Якщо, в результаті розрахунків по формулі (4.1) отримано, що $n_{зп} = 0$, потрібно прийняти хоча б одну зупиночну платформу між цими проміжними станціями. Розрахунки записуємо у вигляді таблиці (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Визначення кількості зупиночних платформ та часу руху

Дільниця	Відстань, км	Кількість зупиночних платформ
А-а	13	3
а-б	11	2
б-в	21	6
в-г	14	3
г-д	19	5
д-е	12	3
е-Б	15	4
Всього	105	26

Загальна кількість пунктів зупинки на приміській дільниці складає $n_{\text{заг}} = 26 + 6 = 32$.

Середньодобовий пасажиропотік складає 28000 пасажирів. Розміри приміського добового пасажиропотоку по проміжним станціям наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розміри добових пасажиропотоків по призначенням, пас

Станція відправлення	Середньодобовий пасажиропотік $A_{\text{доб}}$, пас	Розподіл пасажиропотоку по проміжним станціям ΔA_i						
		а	б	в	г	д	е	Б
А	28000	8260	5940	4870	3600	1950	1860	1520

Ходова швидкість поїздів на дільниці складає 70 км/год.

Для приміських пасажирських перевезень використовується електропоїзд ЕР2, який має наступні основні характеристики:

- склад – $5M + 2Г + 3П$;
- загальне число місць в поїзді для сидіння – 1056, стояння – 1548;
- загальна довжина поїзда – 200,5 м;
- маса тари вагона – 450 т;
- маса поїзда брутто – 561 т;
- конструктивна швидкість – 140 км/год.

Побудова діаграми приміських пасажиропотоків

Особливості приміських перевезень в тому, що при розрахунках з достатньою ступінню точності можна прийняти ідентичними пасажиропотоки парного та непарного напрямків та можна не враховувати кореспонденцією всередині зони.

Кореспонденція приміських пасажиропотоків визначається послідовною обробкою звітних даних щодо проданих разових та абонементних квитків в приміському сполученні на дільниці. Облік перевезених пасажирів в приміському сполученні здійснюється на підставі звіту про продаж квитків приміського сполучення (форма ЦО-27), який складається за звітний місяць.

Для зручності при розрахунках, на основані кореспонденцій пасажиропотоків (табл. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), планові приміські пасажиропотоки представляються у вигляді діаграми, яка відображає густоту перевезення пасажирів на кожному перегоні приміської дільниці (рис. 4.2).

Пасажиропотоки до станцій та зупиночних пунктів приміської дільниці складають:

$$A_1 = A_{\text{доб}} = 28000 \text{ пас.},$$

$$A_2 = A_1 - \Delta A_a = 28000 - 8260 = 19740 \text{ пас.},$$

$$A_3 = A_2 - \Delta A_6 = 19740 - 5940 = 13800 \text{ пас.},$$

$$A_4 = A_3 - \Delta A_b = 13800 - 4870 = 8930 \text{ пас.}$$

$$A_5 = A_4 - \Delta A_{\Gamma} = 8930 - 3600 = 5330 \text{ пас.}$$

$$A_6 = A_5 - \Delta A_{\text{д}} = 5330 - 1950 = 3380 \text{ пас.}$$

$$A_7 = A_6 - \Delta A_{\text{е}} = 3380 - 1860 = 1520 \text{ пас.}$$

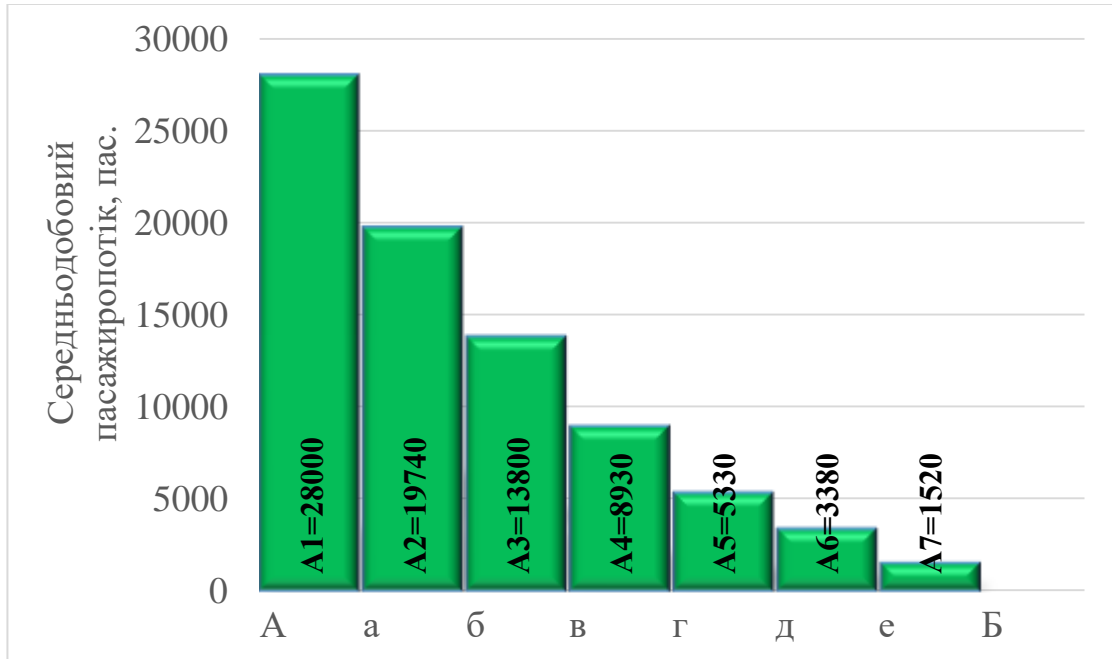


Рис. 4.2 – Діаграма приміських пасажиропотоків

Визначення кількості та розташування зонних станцій на приміській дільниці

Необхідність розділення приміських дільниць на зони викликається значним спадом пасажиропотоку по мірі віддалення від головної станції (рис.4.2). При виділенні зонних станцій скорочується кількість поїздів далеких зон, оскільки деякі поїзди прямують тільки до зонних станцій, тому збільшується час очікування поїздки для пасажирів, які прямують на станції, віддалені від головної. Але при зонному русі час на поїздку може бути скорочений за рахунок використання непаралельного графіка руху.

Оптимальне число зон на приміській дільниці може бути розраховано за формулою:

$$z = \sqrt{\frac{2AL \left(\frac{1}{v_{\text{д}}} - \frac{1}{2v_{\text{х}}} \right)}{T_{\text{п}} a_{\text{п}}}}, \quad (4.2)$$

де A – пасажиропотік, який відправляється з головної станції, пас.
(береться відповідно до завдання);

L – довжина приміської дільниці, км (відповідно до завдання);

v_d, v_x – дільнична та ходова швидкість руху приміських поїздів
відповідно, км/год.

T_{Π} – період руху приміських поїздів, складає з 400 до 100 – $T_{\Pi} = 21$ год;

a_n – розрахункова місткість приміського поїзда, пас.

Дільнична швидкість може бути визначена:

$$v_d = \frac{L}{\sum t_x + \sum t_{зуп} + \sum (t_p + t_y)} \quad (4.3)$$

де $\sum t_x$ – час ходу приміського поїзда по дільниці без врахування часу
на розгін та сповільнення;

$\sum t_{зуп}, \sum (t_p + t_y)$ – загальна тривалість зупинок поїзда та часу на розгін
та сповільнення відповідно. У відповідності із завдання, тривалість однієї
зупинки приміських поїздів на роздільних пунктах – $t_i = 1 \text{ хв}$, час на розгін та
уповільнення приміських поїздів – $(t_p + t_y) = 1 \text{ хв}$.

$$\sum t_x = \frac{L}{v_x} = \frac{120}{70} = 1,71 \text{ год},$$

$$\sum t_{зуп} = n_{заг} t_i = 26 \cdot 1 = 26 \text{ хв} = 0,43 \text{ год},$$

$$\sum (t_p + t_y) = (n_{заг} + 1)(t_p + t_y) = (26 + 1) \cdot 1 = 27 \text{ хв} = 0,45 \text{ год},$$

$$v_d = \frac{120}{1,71 + 0,43 + 0,45} = 46,3 \text{ км/год}$$

Число зонних станцій обороту приміських поїздів, за винятком
останньої станції дільниці, складає:

$$n_z = z - 1. \quad (4.4)$$

Оптимальна кількість зон на дільниці, яка розглядається, складає:

$$z = \sqrt{\frac{2 \cdot 28000 \cdot 105 \cdot \left(\frac{1}{33,51} - \frac{1}{2 \cdot 70,0} \right)}{20 \cdot 1056}} = 2,76, \text{ приймається } 3 \text{ зони.}$$

Кількість зонних станцій становить: $n_z = 3 - 1 = 2$.

На кожній приміській дільниці є ряд пунктів, де зароджується та погашаються незначні пасажиропотоки, тому, відкривати зонні станції на таких пунктах недоцільно. Місце знаходження зонних станцій може бути визначено:

- по затратам сумарних пасажиро-години проїзду та очікування поїзда;
- в залежності від використання рухомого складу та пробігу поїздів;

Вибір зонних станцій на приміській дільниці в практичній роботі виконується за критерієм найменшого пробігу поїздів $NL = \min$

Витрати поїздохілометрів на дільниці складають:

$$\sum NL_z = \frac{\sum Al}{\alpha_{\text{пер}} a}, \quad (4.5)$$

де $\sum Al$ – пасажирообіг на дільниці;

$\alpha_{\text{пер}}$ – коефіцієнт допустимої перенаселеності поїзда (з урахуванням місць для проїзду стоячи).

$$\alpha_{\text{пер}} = 1 + \frac{k_0}{100}, \quad (4.6)$$

де k_0 – відсоток перенаселеності поїзда.

Суттєве урівноваження розмірів руху в години інтенсивного руху досягається за рахунок використання площі вагону для стоячих пасажирів. Проїздка частини пасажирів стоячи допускається, як правило, лише в межах

першої зони. Допускається проїзд 50% пасажирів стоячі (від кількості сидячих місць), якщо тривалості поїздки не більш 25...30 хв. Пасажири, що їдуть на другу та більш дальні зони, повинні бути забезпечені місцями для сидіння.

Перенаселеність вагонів, за рахунок використання місць для стояння, може бути врахована для пасажирів, які слідуєть в таких вагонах, на відстань до:

$$l_{\text{пер}} = \frac{t_{\text{пер}} v_{\text{Д}}}{60}, \text{ км} \quad (4.7)$$

де $t_{\text{пер}}$ – тривалість знаходження пасажирів на шляху слідування в перенаселених вагонах, хв;

$$l_{\text{пер}} = \frac{30 \cdot 46,3}{60} = 23,15 \text{ км}$$

Перенаселеність составів для варіанта який розглядається може бути врахована лише на ділянці між станціями «А» та «а». Приймаємо відсоток перенаселеності поїзда $k_0 = 50 \%$, тоді коефіцієнт допустимої перенаселеності:

$$\alpha_{\text{пер}} = 1 + \frac{50}{100} = 1,5$$

В практичній роботі необхідно розглянути всі можливі варіанти розташування зонної станції.

– I варіант: зонна станція «а». Відстань між станціями «А» та «а» складає $l_{\text{А-а}} = 13 \text{ км}$, що менш ніж відстань $l_{\text{пер}} = 23,15 \text{ км}$, тому необхідно враховувати перенаселеність составу приміського поїзда.

$$\begin{aligned}\sum NL_a &= \frac{(A_1 - A_2)l_{A-a}}{\alpha_{\text{пер}}a} + \frac{A_2L}{a} = \\ &= \frac{(28000 - 19740) \cdot 13}{1,5 \cdot 1056} + \frac{19740 \cdot 105}{1056} = 2030,6 \text{ пас - км.}\end{aligned}$$

– II варіант: зонна станція «б». Відстань між станціями «А» та «б» складає $l_{A-б} = (13 + 11) = 24$ км, що більш ніж відстань $l_{\text{пер}} = 23,15$ км, тому, починаючи з цього варіанту, перенаселеність складу не враховується.

$$\begin{aligned}\sum NL_б &= \frac{(A_1 - A_3)l_{A-б}}{a} + \frac{A_3L}{a} = \\ &= \frac{(28000 - 13800) \cdot (13 + 11)}{1056} + \frac{13800 \cdot 105}{1056} = 1694,9 \text{ пас-км,}\end{aligned}$$

– III варіант: зонна станція «в»

$$\begin{aligned}\sum NL_в &= \frac{(A_1 - A_4)l_{A-в}}{a} + \frac{A_4L}{a} = \\ &= \frac{(28000 - 8930) \cdot (13 + 11 + 21)}{1056} + \frac{8930 \cdot 105}{1056} = 1700,53 \text{ п-км,}\end{aligned}$$

– IV варіант: зонна станція «г»

$$\begin{aligned}\sum NL_г &= \frac{(A_1 - A_5)l_{A-г}}{a} + \frac{A_5L}{a} = \\ &= \frac{(28000 - 5330) \cdot (13 + 11 + 21 + 14)}{1056} + \frac{5330 \cdot 105}{1056} = 1796,6 \text{ пас-км,}\end{aligned}$$

– V варіант: зонна станція «д»

$$\begin{aligned}\sum NL_д &= \frac{(A_1 - A_6)l_{A-д}}{a} + \frac{A_6L}{a} = \\ &= \frac{(28000 - 3380) \cdot (13 + 11 + 21 + 14 + 19)}{1056} + \frac{3380 \cdot 105}{1056} = 2154,6 \text{ пас - км}\end{aligned}$$

– VI варіант: зонна станція «е»

$$\begin{aligned}\sum NL_e &= \frac{(A_1 - A_7)l_{A-e}}{a} + \frac{A_7L}{a} = \\ &= \frac{(28000 - 1520) \cdot (13 + 11 + 21 + 14 + 19 + 12)}{1056} + \frac{1520 \cdot 105}{1056} = \\ &= 2407,9 \text{ пас - км}\end{aligned}$$

Мінімальний пробіг поїздів отримано для II та III варіантів, він складає відповідно 1694,9 та 1700,53 пас-км, зонними станціями будуть станції «б», «в» та станція «Б». I зона від станції «А» до станції «б», II зона – від станції «б» до станції «в», III зона – від станції «в» до станції «Б».

Визначення розмірів руху приміських поїздів по зонах

Для забезпечення освоєння приміського пасажиропотоку необхідно встановити потрібну кількість поїздів. Розміри руху приміських поїздів залежать від пасажиропотоку та місткості рухомого складу. В розрахунках розмірів руху приміських поїздів враховується особливості приміських перевезень, їх маса, нерівномірність розподілу по зонам, по періодам року, дням тижня та добова нерівномірність. Визначення розмірів руху приміських поїздів виконується для паралельного графіка, оскільки цей тип графіку використовується для вільної частини доби.

Потрібна кількість пар приміських поїздів за розрахункову добу при паралельного графіку для кожної зони визначається за формулою:

$$N_{\Pi i} = \left[\frac{A_i}{\alpha_{\text{пер}} a} \right], \quad (4.8)$$

де A_i – пасажиропотік i -ої зони.

– для I зони:

$$N_I = \frac{A_1 - A_3}{\alpha_{\text{пер}} a} = \frac{28000 - 13800}{1,5 \cdot 1056} = 8,96, \text{ приймаємо } 9 \text{ пар поїздів.}$$

– для II зони:

$$N_{II} = \frac{A_3 - A_4}{a} = \frac{13800 - 8930}{1056} = 4,6, \text{ приймаємо } 5 \text{ пар поїздів.}$$

– для III зони:

$$N_{III} = \frac{A_4}{a} = \frac{8930}{1056} = 8,5, \text{ приймаємо } 9 \text{ пар поїздів.}$$

Загальні розміри руху приміських поїздів на ділянці А-Б складають:

$$N_{\text{заг}} = N_I + N_{II} + N_{III} = 9 + 5 + 9 = 23 \text{ пар поїздів.}$$

Практична робота 5

Визначення потужності технічних засобів для обслуговування пасажирів

Завдання

Визначити розміри пасажирської платформи та кількість квиткових кас.

Методичні рекомендації до вирішення задачі

Пасажирські платформи у межах всієї ділянки обертання приміських поїздів слід проектувати однотипними – низькими чи високими [2]. При прибутті на головну пасажирську станцію в розрахунковий час чотирьох і більше пар приміських поїздів необхідно розглядати варіант будівництва високих пасажирських платформ у комплексі з іншими варіантами підвищення пропускної спроможності ділянки.

Довжина пасажирських платформ повинна відповідати найбільшій довжині пасажирського поїзда, призначеного до обертання на п'ятий рік експлуатації. При цьому на нових станціях передбачається можливість подовження платформ до 650 м, а платформ, що обслуговують тільки приміський рух – до 500 м, і може бути визначена за формулою:

$$L_{\text{ПЛ}} = l_{\text{Л}} + l_{\text{В}} m_{\text{с}} + l_{\text{ДОД}}, \quad (5.1)$$

де $l_{\text{Л}}$ – довжина локомотиву, м;

$l_{\text{В}}$ – довжина вагону, м;

$m_{\text{с}}$ – кількість вагонів у складі поїзда;

$l_{\text{ДОД}}$ – додаткова відстань (60 м на станціях наскрізного типу).

Загальна довжина електропоїзда EP2 складає $L_n = 19,6 \cdot 10 = 196$ м, тоді

$L_{\text{пл}} = 196 + 60 = 256$ м, приймаємо довжину платформи для обслуговування приміського руху 500 м, оскільки довжина поїзда $L_n = 256$ м менша встановленої стандартної довжини пасажирської платформи (500 м), то умова задовольняється, тобто пасажирський поїзд вільно може бути встановлений в межах пасажирської платформи станції.

Ширина пасажирських платформ встановлюється в залежності від інтенсивності, характеру пасажиропотоків та тривалість висадки пасажирів з поїзда та проходу пасажирів від останнього вагона до виходу з платформи. Ширину проміжної платформи на лініях III і IV категорій слід приймати не менше 4 м.

Ширина платформ прибуття приміських $b_{\text{пр}}$ поїздів визначається за формулою, яка враховує ширину смуги безпеки:

$$b_{\text{пр}} = \frac{a_{\text{пр}} p_{\text{пр}}}{L_{\text{п}}} k + 1,0 \quad (5.2)$$

де $a_{\text{пр}}$ – населеність приміського поїзда, пас;

$p_{\text{пр}}$ – розрахункова площа платформи на одного пасажирів приміського сполучення. Площа платформи, яка приходить на одного приміського пасажирів, з урахуванням ручної поклажі, складає $0,9 \dots 1$ м², в стислих умовах може бути прийнята $0,6$ м²;

$L_{\text{п}}$ – довжина поїзда;

k – коефіцієнт, який враховується тільки для випадку $T_{\text{в}} > T_{\text{пр}}$, тому він може приймати значення ≤ 1 , та визначається як:

$$k = \frac{T_{\text{пр}}}{T_{\text{в}}} \quad (5.3)$$

де $T_{\text{в}}, T_{\text{пр}}$ – відповідно тривалість висадки та проходу платформи пасажиром

Тривалість висадки пасажирів з поїзду розраховуємо за формулою

$$T_{\text{в}} = \frac{a}{m_{\text{с}} c n_{\text{в}}}, \quad (5.4)$$

де c – кількість виходів, які відчиняються в одному вагоні;

$n_{\text{в}}$ – кількість пасажирів, які висаджуються через один вихід за хвилину (з приміських електропоїздів – на високу платформу 70...75 осіб., на низьку 35...40 осіб).

Тривалість проходу платформи пасажиром з останнього вагону:

$$T_{\text{пр}} = \frac{L_{\text{п}}}{60v}, \quad (5.5)$$

де c – швидкість пересування пасажирів, яка в нормальних умовах складає 1,2...1,3 м/с і досягається при умові, що відстань між пасажирами, що ідуть один за одним не менше 1,25...1,35 м.

Якщо до платформи можуть прибувати одночасно два поїзда, значення населеності в формулах (5.2) та (5.4) береться з коефіцієнтом 2, а значення $P_{\text{пр}}$ зменшується проти норми на 25...30 %. На тупикових пасажирських станціях можуть бути платформи, спеціалізовані тільки для посадки пасажирів в моторвагонні поїзда. Такі платформи заповнюються до прибуття поїзда, ширина їх розраховується при $k = 1$.

Для приміського сполучення властиві вокзали тупикового типу, які влаштовуються у вигляді літер П, Г або Т, і часто зустрічаються на головних приміських пасажирських станціях у великих транспортних вузлах. Тому

виконуємо розрахунки ширини низької бокові (розташованої з боку від колії) та проміжної (розташованої між коліями) платформ (див. рис. 5.1).

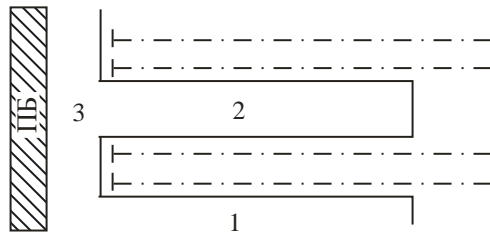


Рис. 5.1 – Пасажирські платформи:

1 – бокова; 2 – проміжна; 3 – розподільча.

Тривалість проходу платформи пасажиром з останнього вагону складає:

$$T_{\text{пр}} = \frac{196}{60 \cdot 1,2} = 2,7 \text{ хв}$$

Тривалість висадки пасажирів з електропоїзда при двох виходах з вагону:

– на низьку бокову платформу

$$T_{\text{в}} = \frac{1056}{10 \cdot 2 \cdot 35} = 1,5 \text{ хв},$$

оскільки $T_{\text{в}} = 1,5 \text{ хв} < T_{\text{пр}} = 2,7 \text{ хв}$, тому коефіцієнт k приймається 1.

– на низьку проміжну платформу, розраховується з урахуванням можливості одночасно прибуття двох поїздів

$$T_{\text{в}} = \frac{2 \cdot 1056}{10 \cdot 2 \cdot 35} = 3,0 \text{ хв},$$

оскільки $T_{\text{в}} = 3,0 \text{ хв} > T_{\text{пр}} = 2,7 \text{ хв}$, тому коефіцієнт $k = \frac{2,7}{3,0} = 0,9$.

Ширина платформ прибуття приміських поїздів складає:

– бокової

$$b_{\text{пр}} = \frac{1056 \cdot 0,9}{196} \cdot 1 + 1,0 = 5,84 \text{ м}$$

– проміжної (необхідно врахувати зменшення $P_{\text{пр}}$ на 25 %)

$$b_{\text{пр}} = \frac{2 \cdot 1056 \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,25)}{196} \cdot 0,9 + 1,0 = 7,55 \text{ м}$$

Ширина пасажирських платформ розраховується з точністю до 10 см. Приймаємо бокову платформу шириною 5,8 м, проміжну – 7,6 м, розподільчу, згідно з [2], у межах розташування будівлі вокзалу 6 м, поза ними – 4 м.

Визначення кількості квиткових кас

Кількість кас приміського сполучення, які працюють з використанням системи «Експрес» складає:

$$n = \frac{\lambda t_{\text{обсл}} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4}{\lambda(T - t_{\text{обсл}})}} \right]}{2}, \quad (5.6)$$

де λ – інтенсивність вхідного потоку пасажирів до всіх кас вокзалу, чол./хв.;

T – максимально припустимий час знаходження пасажирів в черзі, Укрзалізницею встановлено не більш 20 хв.

$t_{\text{обсл}}$ – середній час, який витрачають на обслуговування одного пасажирів, встановлюється хронометражним спостереженням, або приймається 1,5 хв.

Інтенсивність звертання пасажирів в каси продажу білетів

$$\lambda = \frac{A_{\text{max}} k_{\text{н}}}{60 \beta t_{\text{доб}}}, \text{ осіб/хв} \quad (5.7)$$

де A_{max} – число пасажирів, відправлених в день максимальних перевезень за минулий рік, приймаємо згідно з завдання $A_{\text{max}} = A_1$;

k_H – коефіцієнт добової нерівномірності продажу квитків, в середньому складає 1,5...2;

β – середнє число квитків, які куплені одним пасажиром, згідно досліджень складає 1,3;

$t_{\text{доб}}$ – час роботи квиткових кас протягом доби ($24 - t_{\text{техн}}$);

$t_{\text{техн}}$ – сума технологічних перерв в роботі каси за добу, включає – одна годинна перерва за зміну та по одній 5-хвилинній перерві кожної години, крім того оскільки графік роботи приміських кас встановлюється суб'єктом господарювання залежно від пасажиропотоку [3], необхідно враховувати перерви в русі приміських поїздів (з 1⁰⁰ до 5⁰⁰). В подальших розрахунках приймаємо $t_{\text{техн}} = 8$ год.

При визначенні інтенсивності звернень пасажирів в каси продажу білетів необхідно врахувати, що деяка частка пасажирів, які мають службові, сезонні квитки та користуються пільгами, становить близько 25 %.

$$\lambda = \frac{28000 \cdot (1 - 0,25) \cdot 1,5}{60 \cdot 1,3 \cdot (24 - 8)} = 25,2,$$

$$n = \frac{25,2 \cdot 1,5 \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4}{25,2 \cdot (20 - 1,5)}} \right]}{2} = 37,8, \text{ приймаємо } 38 \text{ кас}$$

Для нормальної роботи каси необхідно, щоб коефіцієнт завантаження касира був менше одиниці:

$$\varphi = \frac{\lambda}{\mu} \leq 1 \quad (5.8)$$

де μ – середня інтенсивність обслуговування пасажирів касирами білетних кас визначається з наступного виразу:

$$\mu = \frac{n}{t_{\text{обсл}}} = \frac{38}{1,5} = 25,33 \text{ осіб/хв}, \quad \varphi = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{25,2}{25,33} = 0,994 \leq 1 \quad - \text{ умова}$$

виконується.

Середній час, очікування в черзі:

$$T_{\text{оч}} = \frac{\Phi}{(1-\Phi)\mu}; \quad (5.9)$$

$$T_{\text{оч}} = \frac{0,994}{(1-0,994) \cdot 25,33} = 6,63 \text{ хв.}$$

Середній час, який витрачає пасажир на придбання білета, не повинен перевищувати максимально припустимий час на придбання квитка, хв:

$$T_{\text{сер}} = \frac{\lambda t_{\text{обс}}^2}{n(n - \lambda \cdot t_{\text{обс}})} + t_{\text{обс}}, \quad (5.10)$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{25,2 \cdot 1,5^2}{38 \cdot (38 - 25,2 \cdot 1,5)} + 1,5 = 8,96 \text{ хв.}$$

Середнє число пасажирів на вокзалі, що очікують придбання білетів:

$$p = \frac{\Phi}{(1-\Phi)}, \quad (5.11)$$

$$p = \frac{0,994}{(1-0,994)} \approx 166 \text{ пас.}$$

Середній довжина черги в одну касу:

$$L_{\text{ч}} = \frac{p}{n} = \frac{\Phi}{(1-\Phi)n}, \quad (5.12)$$

$$L_{\text{ч}} = \frac{166}{38} = 4,36 \approx 4...5 \text{ пас.}$$

Практична робота 6

Розрахунок показників пасажирських перевезень в приміському сполученні

Завдання

Визначити кількісні та якісні показники перевезень в приміському сполученні.

Методичні рекомендації до вирішення задачі

Для оцінки обсягу виконаної роботи і якості використання рухомого складу застосовується система кількісних і якісних показників в приміському пасажирському руху.

Пасажиروبіг по дільниці визначається за формулою

$$\Sigma Al = 2(A_1l_1 + A_2l_2 + \dots + A_i l_i), \text{ пас-км}, \quad (6.1)$$

де A_1, A_2, \dots, A_i – кількість пасажирів (середня величина пасажиропотоку – для приміських перевезень), які прямують на відстані l_1, l_2, \dots, l_i км.

$$\begin{aligned} \Sigma AL &= 2 \cdot (28000 \cdot 13 + 19740 \cdot 11 + 13800 \cdot 21 + 8930 \cdot 14 + \\ &+ 5330 \cdot 19 + 3380 \cdot 12 + 1520 \cdot 15) = 2321180 \text{ пас - км} \end{aligned}$$

Середня дальність поїздки приміського пасажиря

$$L_{\text{ср}}^{\text{пас}} = \frac{\Sigma AL}{2A_{\text{ср}}^{\text{доб}}} \quad (6.2)$$

$$L_{\text{ср}}^{\text{пас}} = \frac{\sum AL}{2A_{\text{ср}}^{\text{доб}}} = \frac{2321180}{2 \cdot 28000} = 41,45 \text{ км.}$$

Поїздо-кілометри, визначаються окремо для кожної зони та всієї дільниці

$$\sum NL = 2(N_1 l_1 + N_2 l_2 + \dots N_i l_i), \text{ поїздо-км,} \quad (6.3)$$

де N_1, N_2, \dots, N_i – число пар поїздів в приміському русі I-ої, II-ої, ... i -ої зони;

l_1, l_2, \dots, l_i – довжина ділянок обертання поїздів (відстань від головної до зонної станції), $l_I = 13 + 11 = 24$ км, $l_{II} = 13 + 11 + 21 = 45$ км, $l_{III} = 105$ км

$$\sum NL_I = 2 \cdot 9 \cdot 24 = 432 \text{ поїздо - км,}$$

$$\sum NL_{II} = 2 \cdot 5 \cdot 45 = 450 \text{ поїздо - км}$$

$$\sum NL_{III} = 2 \cdot 9 \cdot 105 = 1890 \text{ поїздо - км}$$

$$\sum NL = 432 + 450 + 1890 = 2772 \text{ поїздо - км}$$

Вагоно-кілометри, визначаються окремо для кожної зони та всієї дільниці

$$\sum Nlm = 2(N_1 l_1 m_1 + N_2 l_2 m_2 + \dots N_i l_i m_i), \text{ ваг-км,} \quad (6.4)$$

де m_1, m_2, \dots, m_i – середня кількість вагонів в складі приміських поїздів, які обертаяться до I-ої, II-ої, ... i -ої зони.

$$\sum Nlm_I = 2 \cdot 9 \cdot 24 \cdot 10 = 4320 \text{ ваг - км,}$$

$$\sum Nlm_{II} = 2 \cdot 5 \cdot 45 \cdot 10 = 4500 \text{ ваг - км}$$

$$\sum Nlm_{III} = 2 \cdot 9 \cdot 105 \cdot 10 = 18900 \text{ ваг - км}$$

$$\sum Nlm = 4320 + 4500 + 18900 = 27720 \text{ ваг - км}$$

Пасажи́ро-мі́сце-кілометри

$$\Sigma Al_{\text{план}} = 2(a_1 N_1 l_1 + a_2 N_2 l_2 + \dots a_i N_i l_i), \text{ пас-місто-км, (6.5)}$$

де a_1, a_2, \dots, a_i – місткість (населеність) составу поїздів приміських зон I-ої, II-ої, ... i -ої.

$$\begin{aligned} \Sigma AL_{\text{план}} &= 2 \cdot (1056 \cdot 9 \cdot 24 + 1056 \cdot 5 \cdot 45 + 1056 \cdot 9 \cdot 105) = \\ &= 2927232 \text{ пас - місце - км} \end{aligned}$$

Дільнична швидкість приміських поїздів, яка визначається для кожної зони й у цілому для приміської дільниці

$$V_{\text{д}} = \frac{\Sigma NL}{\Sigma NT}, \text{ км/год} \quad (6.6)$$

де ΣNT – поїздо-години по зоні або дільниці, що враховують зупинки на проміжних станціях, пасажирських платформах або зупиночних пунктах та часу на розгони й сповільнення. Визначається з графіку для кожної зони.

$$\Sigma NT_I = 2 \cdot 9 \cdot 0,88 = 15,84 \text{ поїздо - год, } v_{\text{д}}^I = \frac{432}{15,84} = 27,3 \text{ км/год,}$$

$$\Sigma NT_{II} = 2 \cdot 5 \cdot 1,5 = 15 \text{ поїздо - год, } v_{\text{д}}^{II} = \frac{450}{15} = 30 \text{ км/год,}$$

$$\Sigma NT_{III} = 2 \cdot 9 \cdot 3,28 = 59,04 \text{ поїздо - год, } v_{\text{д}}^{III} = \frac{1890}{59,04} = 32 \text{ км/год;}$$

$$\Sigma NT = 15,84 + 15 + 59,04 = 89,88 \text{ поїздо - год,}$$

$$v_{\text{д}} = \frac{2772}{89,88} = 30,84 \text{ км/год.}$$

Середня гу́стота пасажиропото́ків

$$A_{\Gamma} = \frac{\Sigma Al}{L}, \text{ пас-км/км.} \quad (6.7)$$

$$A_{\Gamma} = \frac{2321180}{105} = 22106,5, \text{ пас-км/км.}$$

Середня населеність, визначається для складу та вагону

$$a_{\text{с}} = \frac{\sum Al}{\sum Nl}, \text{ пас/сост,} \quad (6.8)$$

$$a_{\text{в}} = \frac{\sum Al}{\sum Nlm}, \text{ пас/ваг,} \quad (6.9)$$

$$a_{\text{с}} = \frac{2321180}{2772} = 837,4 \text{ пас/сост.}$$

$$a_{\text{в}} = \frac{2321180}{27720} = 83,7 \text{ пас/ваг.}$$

Коефіцієнт використання місткості приміського складу:

$$\gamma = \frac{a_{\text{с}}}{a_{\text{п}}} \quad (6.10)$$

$$\gamma = \frac{837,4}{1056} = 0,79 ;$$

Середній простий приміського складу на зонних і головній станціях визначається по формулах

$$T_{\text{ср}}^{\Gamma} = \frac{\sum T_{\Gamma}}{\sum N}, \text{ год.} \quad (6.11)$$

$$T_{\text{ср}i}^3 = \frac{\sum T_i}{N_i}, \text{ год.} \quad (6.12)$$

де T_{Γ}, T_i – час перебування приміських поїздів, відповідно, на головній та i -й зонній станції, хв., визначається з графіку обороту составів;

N_i – число приміських поїздів i -ої зони.

$\sum N$ – загальні розміри руху приміських поїздів на дільниці

Середній простій приміського состава на головній станції «А»

$$T_{\text{ср}}^{\text{А}} = \frac{142,48}{23} = 6,19 \text{ год.}$$

Середній простій приміського состава на зонній станції «б»

$$T_{\text{ср}}^{\text{б}} = \frac{73,05}{9} = 8,11 \text{ год.}$$

Середній простій приміського состава на зонній станції «в»

$$T_{\text{ср}}^{\text{в}} = \frac{38,7}{5} = 7,74 \text{ год.}$$

Середній простій приміського состава на зонній станції «Б»

$$T_{\text{ср}}^{\text{Б}} = \frac{44,94}{9} = 4,99 \text{ год.}$$

Середній простій приміського состава на зонних станціях:

$$T_{\text{ср}}^{\text{з}} = \frac{156,69}{23} = 6,81 \text{ год.}$$

Оборот приміського состава в цілому для дільниці

$$\theta_{\text{ср}} = \frac{1}{24} \left(\frac{2L_{\text{ср}}}{v_{\text{д}}} + T_{\text{ср}}^{\Gamma} + T_{\text{ср}}^3 \right), \text{ діб.} \quad (6,13)$$

де $L_{\text{ср}}$ – середній пробіг состава приміського поїзда за одну поїздку

$$L_{\text{ср}} = \frac{\sum NL}{\sum N} \quad (6,14)$$

$$L_{\text{ср}} = \frac{2772}{2 \cdot 23} = 60,26 \text{ км,}$$

$$\theta_{\text{ср}} = \frac{1}{24} \left(\frac{2 \cdot 60,26}{30,84} + 6,19 + 6,81 \right) = 0,70 \text{ діб.}$$

По обороту розраховується кількість приміських составів по зонах і в цілому по дільниці, а також необхідний робочий парк вагонів з урахуванням резерву.

Число приміських составів визначається з виразу

$$n = \theta_{\text{ср}} \sum N, \quad (6,15)$$

$$n = 0,70 \cdot 23 = 16,2 \approx 16 \text{ составів.}$$

Необхідний робочий парк приміських вагонів визначається

$$n_{\text{р}} = m \cdot n \cdot (1 + \alpha), \quad (6,16)$$

де m – число вагонів у составі відповідно композиції;

α – коефіцієнт резерву, який приймається 0,1.

$$n_p = 10 \cdot 16 \cdot (1 + 0,1) = 176 \text{ ваг.}$$

Отриманий робочий парк вагонів розподіляється по типах (моторні, причіпні і т.д.).

Робочий парк моторних вагонів

$$n_p^{\text{МОТ}} = 5 \cdot 16 \cdot 1,1 = 88, \text{ приймаємо } 88 \text{ ваг.}$$

Робочий парк причіпних вагонів:

$$n_p^{\text{ПРИЧ}} = 5 \cdot 16 \cdot 1,1 = 88, \text{ приймаємо } 88 \text{ ваг.}$$

Середньодобовий пробіг приміського состава і вагона робочого парку визначається для приміської ділянки з виразу

$$S_{\text{пр}}^c = \frac{\sum NL}{n}, \text{ км/доб;} \quad (6.17)$$

$$S_{\text{пр}}^B = \frac{\sum NLm}{n_p}, \text{ км/доб;} \quad (6.18)$$

$$S_{\text{пр}}^c = \frac{2772}{16} = 173,25 \text{ км/доб;}$$

$$S_{\text{пр}}^B = \frac{27720}{176} = 157,5 \text{ км/доб.}$$

Практична робота 7

Розрахунок пропускної спроможності

Завдання

Визначити годинну та наявну пропускну спроможність двоколіїної приміської дільниці для наступних вихідних даних:

- 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.;
- довжина першої зони $l_I=22$ км;
- швидкість поїздів відповідно „тихоходу” (дільнична швидкість)

$v_m = 59,33$ км/год. і „скороходу” (ходова швидкість) $v_c = 97,5$ км/год.

Методичні рекомендації до вирішення задачі

В приміському русі використовуються паралельний, шаховий, ялинковий та непаралельний типи графіків. Вибір типа графіка залежить від інтенсивності руху поїздів, пропускної спроможності дільниці, характеристики пасажиропотоку та створення необхідних зручностей для пасажирів.

Графіки різних типів відрізняються один від одного лише кількістю зупинок. Якщо пасажиропотік незначний (10...15 тис. пас. за годину) доцільно використовувати зонний паралельний графік руху, який передбачає рух поїздів в межах дільниці з однаковою швидкістю з зупинкою всіх поїздів на всіх зупиночних станціях. При потужних пасажиропотоках (30 тис. пас. на годину та більше) використовується непаралельний графік, графік по якому організовано рух поїздів по зонам з різними швидкостями. Кожний поїзд має зупинки на всіх станціях тільки своєї зони. Частина поїздів («скороходи»)

прослідують ближні зони без зупинок, а зони які вони обслуговують проходять з зупинками.

На приміських дільницях з середнім пасажиропотоком (15...30 тис. пас. на годину) доцільно використовувати змішаний графік, при якому в години інтенсивного руху використовується непаралельний графік, а в останні години доби – паралельний. При змішаному графіку в «пікові» періоди, якщо дільниця має декілька зон, спочатку повинні прибувати поїзда ближчих зон, а потім дальніх, а при відправленні в зворотному порядку. При такому способі прокладання поїздів на графіку руху пасажирів найближчих зон не будуть заповнювати поїзда, прямуючи на дальні зони, за рахунок чого покращуються умови проїзду пасажирів дальніх зон. Якщо розташувати поїзда в пакеті іншим порядком, то пропускна спроможність зменшиться та з'явиться нерівномірність населеності поїздів.

Пропускна спроможність розраховується для двоколіїної дільниці, яка обладнана автоблокуванням. Оскільки розподіл пасажиропотоків нерівномірний по періоду доби, розрахунок пропускної спроможності виконується за години максимального руху приміських поїздів.

Годинна пропускна спроможність для зонного паралельного графіка:

$$N = \frac{60}{I}, \text{ поїздів/год} \quad (7.1)$$

де I – інтервал між поїздами, хв. (приймається згідно з завдання).

Якщо інтервал між поїздами дорівнює 8 хвилинам, годинна пропускна спроможність для зонного паралельного графіка складає:

$$N = \frac{60}{8} = 7,5, \text{ приймаємо } 7 \text{ поїздів}$$

Годинна наявна пропускна спроможність двоколійної дільниці при непаралельному графіку визначається за формулою:

$$N_z = \frac{60K}{I(K-1) + \Delta_3 + I_{np}}, \quad (7.2)$$

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 "скороходу".

Зонний інтервал визначається за формулою:

$$\Delta_3 = \left(\frac{l_3}{v_m} - \frac{l_3}{v_c} \right) 60 = \left(\frac{22}{59,33} - \frac{22}{97,5} \right) \cdot 60 \approx 9 \text{ хв},$$

де l_3 – довжина першої зони;

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

Отже
$$N_z = \frac{60 \cdot 3}{8(3-1) + 9 + 6} \approx 5 \text{ поїздів}.$$

Практична робота 8

Оцінка пасажирської роботи на приміській дільниці

Завдання

Визначити витрати пасажиро-годин на проїзд пасажирів в одному напрямку на приміській дільниці АБ, довжиною $l_{dil}=68,2$ км, яка має три приміські зони $Z = 3$, при наступних вихідних даних:

- конструкційна швидкість електропоїзда $v_k = 130$ км/год;
- коефіцієнт, який враховує профільні умови дільниці $\alpha=0,75$;
- загальна кількість зупиночних пунктів на дільниці $K_{зуп}=45$;
- середній час, що витрачається на зупинку, з урахуванням розгону і уповільнення поїзда $t_{зуп}=0,01$ год;
- відстань від головної пасажирської станції А до до першої зонної $l_1=22$ км, а до другої зонної станції $l_2=49,5$ км;
- густота приміського пасажиро потоку на першій зоні $A_1=39160$ пас., на другій – $A_2=24926$ пас., на третій – $A_3=11891$ пас.

Методичні рекомендації до вирішення задачі

Пасажиро-години на проїзд пасажирів в одному напрямку визначаються за формулою:

$$\begin{aligned} \sum At_{np} = & (A_1 - A_2) \frac{l_1}{v_{dil}} + (A_2 - A_3) \left(\frac{l_1}{v_x} + \frac{l_2 - l_1}{v_{dil}} \right) + \\ & + (A_3 - A_4) \left(\frac{l_2}{v_x} + \frac{l_3 - l_2}{v_{dil}} \right) + \dots + A_n \left(\frac{l_{n-1}}{v_x} + \frac{l_n - l_{n-1}}{v_{dil}} \right), \end{aligned} \quad (8.1)$$

де $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ – густота пасажиропотоку між роздільними пунктами приміської дільниці в межах відповідно 1,2,3, ..., n -ої зон;

$l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ – відстань від головної станції приміської дільниці відповідно до 1, 2, 3, ..., n -ої зонної станції, км;

v_x – ходова швидкість приміських поїздів, визначається за формулою:

$$v_x = v_k \alpha, \quad (8.2)$$

де v_k – конструкційна швидкість, км/год;

α – коефіцієнт, який враховує профільні умови дільниці.

Знаходимо: $v_x = 130 \cdot 0,75 = 97,5 \text{ км/год}$.

$v_{\text{дїл}}$ – дільнична швидкість приміських поїздів, визначається за формулою:

$$v_{\text{дїл}} = \frac{l_{\text{дїл}}}{\frac{l_{\text{дїл}}}{v_x} + K_{\text{зуп}} t_{\text{зуп}}} = \frac{68,2}{\frac{68,2}{97,5} + 45 \cdot 0,01} = 59,33 \text{ км/год}.$$

Пасажиро-години на проїзд пасажирів в одному напрямку складуть:

$$\begin{aligned} \sum A t_{\text{пр}} &= (A_1 - A_2) \frac{l_1}{v_{\text{дїл}}} + (A_2 - A_3) \left(\frac{l_1}{v_x} + \frac{l_2 - l_1}{v_{\text{дїл}}} \right) + \\ &+ A_3 \left(\frac{l_2}{v_x} + \frac{l_3 - l_2}{v_{\text{дїл}}} \right) = (39160 - 24926) \cdot \frac{22}{59,33} + (24926 - 11891) \cdot \left(\frac{22}{97,5} + \frac{27,5}{59,33} \right) + \\ &+ 11891 \cdot \left(\frac{49,5}{97,5} + \frac{18,7}{59,33} \right) = 24045,99 \text{ пас.} \cdot \text{год.} \end{aligned}$$