

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до практичних занять
із навчальної дисципліни

**«ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКОГО
ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ»**

*(для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018

Методичні рекомендації до практичних занять з навчальної дисципліни «Організація експлуатації міського електротранспорту» (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Н. І. Кульбашна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 32 с.

Укладач Н. І. Кульбашна

Рецензент

С. В. Очеретенко, кандидат технічних наук, доцент кафедри Транспортних систем Харківського національного автомобільного університету

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 16 від 06.07.2018.

ЗМІСТ

	Стор.
Практичне заняття № 1	
Методика планування пасажирських перевезень у місті.....	4
Практичне заняття № 2	
Визначення основних характеристик маршрутів і показників маршрутної системи	9
Практичне заняття № 3	
Розрахунок і побудова діаграм розподілу пасажиропотоків.....	12
Практичне заняття № 4	
Розрахунок кількісних характеристик ділянок транспортної мережі.....	15
Практичне заняття № 5	
Визначення доцільності розташування та режиму роботи зупинок маршрутного транспорту.....	17
Практичне заняття № 6	
Розрахунок місця розміщення датчиків для пріоритетного пропуску рухомих одиниць через перехрестя.....	19
Практичне заняття № 7	
Розрахунок місця розташування спецчастин стрілочних переводів.....	22
Практичне заняття № 8	
Розрахунок показників регулярності руху.....	24
Практичне заняття № 9	
Розрахунок часу руху по маршруту.....	27
Список використаних джерел.....	32

Практичне заняття № 1

Методика планування пасажирських перевезень у місті

Мета: навчитися використовувати метод взаємних кореспонденцій транспортних районів для планування пасажирських перевезень у місті.

Одним зі найголовніших завдань організації перевезень транспорту є планування його роботи. Використання сучасних методів розрахунку дає змогу проводити таке планування (прогнозувань). Одним із таких методів є метод взаємних кореспонденцій транспортних районів, який визначає не тільки загальні величини пасажироперевезень, а й розподіл їх територією міста в межах транспортної мережі.

Підготовчим етапом до розрахунку обсягу пасажироперевезень є попереднє проектування транспортної мережі, яке складається з таких принципів: лінії транспорту повинні об'єднати всі частини міста між собою і з усіма пасажироутворювальними пунктами, проводячи магістралі найкоротшим шляхом.

Далі територію міста розбивають на транспортні райони та визначають місце розташування центрів транспортних районів. Знаючи чисельність населення кожного транспортного району та використовуючи статистику розподілення за соціальними групами, визначають соціальну структуру міста, уведеному випадку, для самодіяльного населення (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Соціальна структура міста

Група населення	Відсоток від населення міста, %	Кількість населення транспорт. району	Транспортні райони			
			1	2	3	4
Робітники та службовці	19	57200	8622	7182	...	...
Будівельники	3	46200	1360	1134	...	...
Транспортники	5	49610	2269	1890	...	...
Студенти	5	42680	2269	1890	...	...
Обслуговуюча група	20	53600	9076	7560	...	...

Кореспонденції працюючих (H_{ij}) з i -го району відправлення в j -ті райони прибуття розподіляють пропорційно до житлової ємкості i -го району (H_i) і ймовірності пересування між i -м і j -ми районами за складністю сполучень (d_{ij}):

$$H_{ij} = \frac{H_i \cdot d_{ij}}{\sum d_{ij}}, \quad (1.1)$$

де H_i – кількість населення визначеної соціальної групи певного району (за таблицею 1.1);

d_{ij} – складність сполучення.

Складність сполучення в найпростішому випадку можна розглядати як функцію дальності пересувань:

$$d_{ij} = \frac{1}{l_{ij}}, \quad (1.2)$$

де l_{ij} – довжина пересування з i -го району в j -тий, км.

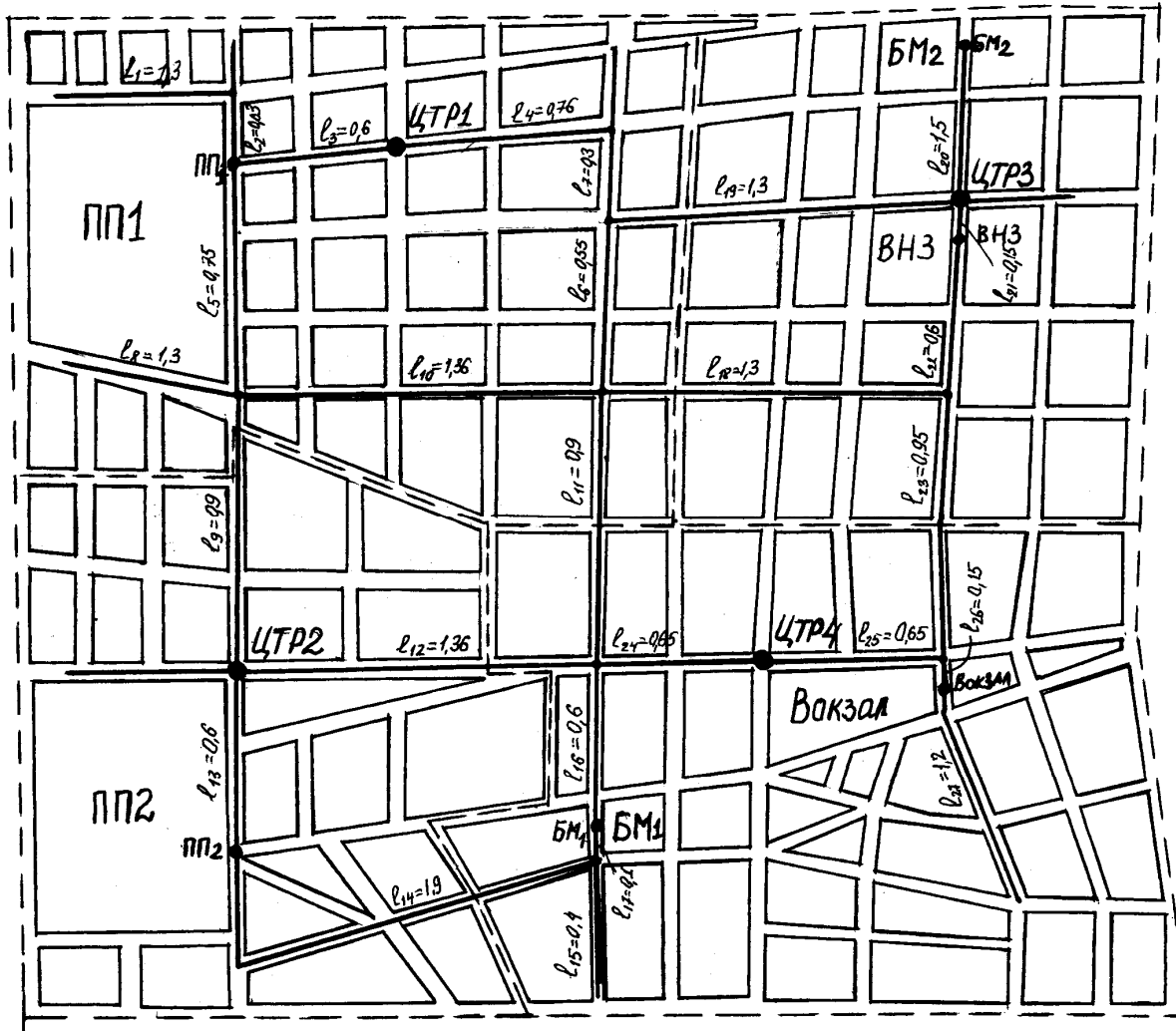


Рисунок 1.1 – Розробка транспортної мережі міста

Розрахунок трудових пересувань самостійного населення здійснюють між пунктами трудового тяжіння (ПП1, ПП2, Порт, Вокзал, Будмайданчик 1, Будмайданчик 2, ВМ3), які розташовуються у відповідних транспортних районах.

Під час розрахунку трудових пересувань кожної з соціальних груп необхідно враховувати, що робітники та службовці прямують до промислових підприємств, будівельники – до будмайданчиків й тощо.

Спочатку визначають довжину найкоротшого шляху l_{ij} у кілометрах і трудність сполучення d_{ij} між i -тим районом відправлення і j -тим районом прибуття. Результати у вигляді дробу заносять до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розрахунок складності сполучення

Район відправлення		Район прибуття				Житлов ємність, тис.ос.
№	Соціальна група	1	2	3	4	
1	Робочі, службов.	1,67/0,6	0,35/2,85	–	–	8622
	Будівельники	–	–	0,26/3,85	0,32/3,11	1360
	Транспортники	–	–	-	0,25/3,96	2269
	Студенти	–	–	0,4/2,51	-	2269
	Обслуг. група	-	0,44/2,25	0,42/2,36	0,27/3,66	9076
2	Робочі, службові	0,6/1,65	1,67/0,6	–	–	7182
	Будівельники	–	–	0,5/5,86	0,17/1,96	1134
	Транспортники	–	–	–	0,35/2,81	1890
	Студенти	–	–	0,24/4,21	—	1890
	Обслуг. група	0,44/2,25	–	0,23/4,36	0,5/2,01	7560
3	...	...				...
4	...	...				...

Далі розподіляють кореспонденції між i -тим і j -тим районами за прийнятою гіпотезою трудових пересувань. Результати зводять у таблицю 1.3. Розраховують річну кількість поїздок між парою транспортних районів за формулою:

$$A_{T.pich} = H_{ij} \cdot \varphi \cdot n \cdot p, \quad (1.3)$$

де $A_{T.pich}$ – річна кількість трудових поїздок між i -тим і j -тим районами, тис. пас.;
 H_{ij} – кореспонденції між i -тим і j -тим районами, ос.;
 φ – коефіцієнт користування транспортом (приймаємо 0,75);
 n – кількість днів у році, у які відбуваються трудові поїздки;
 p – кількість поїздок у день, $p = 2$.

Результати розрахунку річної кількості поїздок заносять до таблиці 1.4.

Таблиця 1.3 – Матриця
кореспонденцій

Район відправлення		Район прибуття			
№	Соціальна група	1	2	3	4
1	Робочі, службові	7128	1494	-	-
	Будівельники	-	-	609	750
	Транспор- тники	-	-	-	2269
	Студенти	-	-	2269	-
	Обслуг. група	-	3534	3373	2168
2	Робочі, службові	1898	5283	-	-
	Будівельники	-	-	846	288
	Транспор- тники	-	-	-	1890
	Студенти	-	-	1890	-
	Обслуг. група	2843	-	1486	3231
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...

Таблиця 1.4 – Річна кількість поїздок,
тис. пас.

Район прибуття				Річна кільк поїздок, тис.пас.
1	2	3	4	
2908	609	-	-	3517
-	-	248	306	554
-	-	-	925	925
-	-	925	-	925
-	1441	1376	884	3701
774	2155	-	-	2929
-	-	345	117	462
-	-	-	771	771
-	-	771	-	771
1160	-	606	1318	3084
...		

Після цього переходять до побудови картограми пасажиропотоку. Для цього наносять величину річних поїздок на кожну відповідну ділянку транспортної мережі, через яку прямують кореспонденції до визначеного об'єкта тяжіння (рис. 1.2). Наносять усі поїздки й далі здійснюють підсумовування загальної кількості поїздок у межах ділянки окремо для кожного напрямку. За кожною ділянкою вибирають із двох напрямків максимальне значення A_{pich} і розраховують потужність пасажиропотоку за формулою:

$$R_{nik_1} = \frac{A_{pich} \cdot \alpha \cdot p \cdot \beta \cdot 10^3}{365 \cdot 20}, \quad (1.4)$$

де R_{nik_1} – піковий годинний пасажиропотік i -тої ділянки мережі, пас.;

A_{pich} – річна кількість поїздок на i -тій ділянці мережі, тис. пас.;

α – коефіцієнт сезонної нерівномірності, $\alpha = 1,05$;

ρ – коефіцієнт добової нерівномірності, $\rho = 1,9$;
 $\beta = 1,6$ коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за напрямком руху.

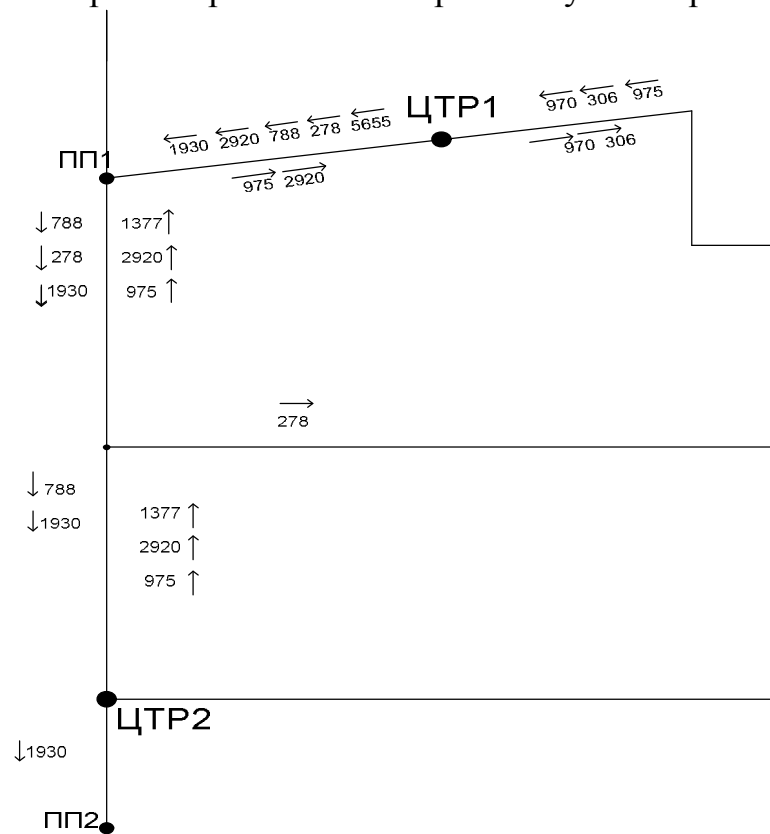


Рисунок 1.2 – Фрагмент побудування картограми пасажиропотоків

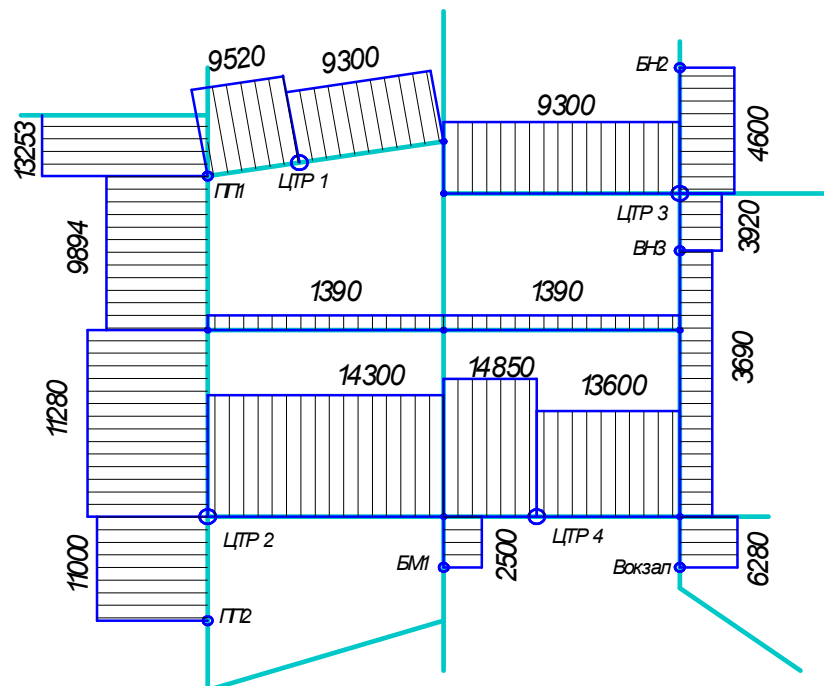


Рисунок 1.3 – Картограма пасажиропотоків

За значенням $R_{нік}$ і підбирають вид транспорту та тип рухомого складу, провізна спроможність $P_{виду}$ якого не перевищує R_{max} ($P_{виду} \leq R_{max}$), та переходять до розробки маршрутної системи.

Практичне заняття № 2

Визначення основних характеристик маршрутів і показників маршрутної системи

Мета: отримати навички розробки маршрутної системи на підставі картограми пасажиропотоків, ознайомитися з головними принципами проектування маршрутних та на їхній підставі вирішити практичну задачу.

Проектування маршрутів виконують у такій послідовності: на аркуші наносять скориговану транспортну мережу з головними об'єктами тяжіння (рис. 2.1). Розраховують для кожної ділянки транспортної мережі частоту руху за формулою:

$$f_p = \frac{R}{m_p}, \quad (2.1)$$

значення якої наносять на відповідні ділянки згідно з рисунком 2.1 (обведені кружечком). Після цього переходять до нанесення ліній маршрутів.

Під час проектування маршрутів слід керуватися такими принципами:

- насамперед потрібно керуватися найповнішим задоволенням запитів пасажирів у перевезеннях;
- маршрути повинні зв'язувати всі пасажироутворювальні пункти й частини міста між собою та найкоротшим шляхом;
- необхідно прагнути до мінімальної кількості маршрутів та проектувати маршрутну систему, ураховуючи хоча б одну пересадку пасажирів;
- середній маршрутний інтервал має становити у піковий період 5–6 хвилин;
- довжина маршруту повинна бути в межах двох довжин середньої дальності поїздки пасажирів.

Далі вибирають чотири-шість ділянок із найбільшим значенням f_p . Цими ділянками починають проводити лінії маршрутів, присвоюючи їм фактичну частоту руху $f_{\phi i}$ так, щоб виконувалась така умова:

$$f_p = \sum_{i=1}^T f_{\phi i}, \quad (2.2)$$

де T – кількість маршрутів, що проходять через ділянку;

$f_{\phi i}$ – фактична частота i -го маршруту, РО/год.

Прийнята $f_{\phi i}$ залишається постійною на всіх інших ділянках мережі, якими проходить маршрут. Рухаючись вліво та вправо від розглянутої ділянки

з найбільшим значенням f_p , проводять лінії спроектованих маршрутів, протягуючи їх до кінцевих пунктів або до вузлів транспортної мережі (це припустимо для мінімізації рухомого складу). Для всіх останніх ділянок мережі, що не увійшли до найнавантажениших, сумарна частота руху (що обведена квадратиком) має бути більшою або дорівнювати розрахунковій:

$$f_p \leq \sum_{i=1}^T f_{\phi i} \cdot \quad (2.3)$$

Ефективне використання місткості рухомих одиниць на маршрутах потребує мінімізації функції $L(f)$, під якою розуміють, що різниця між розрахунковою частотою «через пасажиропотік» f_{ϕ} (формула (2.1)) і присвоєною сумарною частотою $\sum_{i=1}^T f_{\phi i}$ має бути мінімальною:

$$L(f) = (\sum f_{\phi i} - f_p) \rightarrow \min. \quad (2.4)$$

Завдання «прокладення» шляхів маршрутів є комбінаторним – це означає, що необхідно створити декілька варіантів маршрутної системи, а найкращім варіантом буде той, який має найменшу сумарну кількість рухомих одиниць. Для розрахунку використовують таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Експлуатаційні характеристики маршрутів

номер маршруту	Шлях проходження	Довжина маршруту, км	Час обер. рейсу, хв.	Фактична частота, РО/год	Інтервал, хв	Кількість рухомих одиниць
1						
·						
·						
v						
		Σ				Σ

Довжину маршруту визначають за картою міста (рис. 1.1). Час оборотного рейсу визначають за формулою:

$$T_{об} = 60 \cdot I_m / V_e, \quad (2.5)$$

де $T_{об}$ – час оборотного рейсу, хв;

V_e – експлуатаційна швидкість вибраного виду транспорту (приймаємо 16 км/год);

I_m – довжина маршруту (у двох напрямках), км.

Кількість рухомих одиниць на маршруті визначають за формулою:

$$N_{рух} = f_{\phi} \cdot T_{об}, \quad (2.6)$$

де $N_{рух}$ – кількість рухомих одиниць на маршруті, РО;

f_{ϕ} – фактична (присвоєна за маршрутизацією) частота руху маршруту, РО/год.

Інтервал руху маршруту встановлюють за формулою:

$$i_m = 60 / f, \quad (2.7)$$

де f – частота руху по маршруту (що є фактичною та вибирається з рисунка 2.1 (позначена рискою)), РО/год.

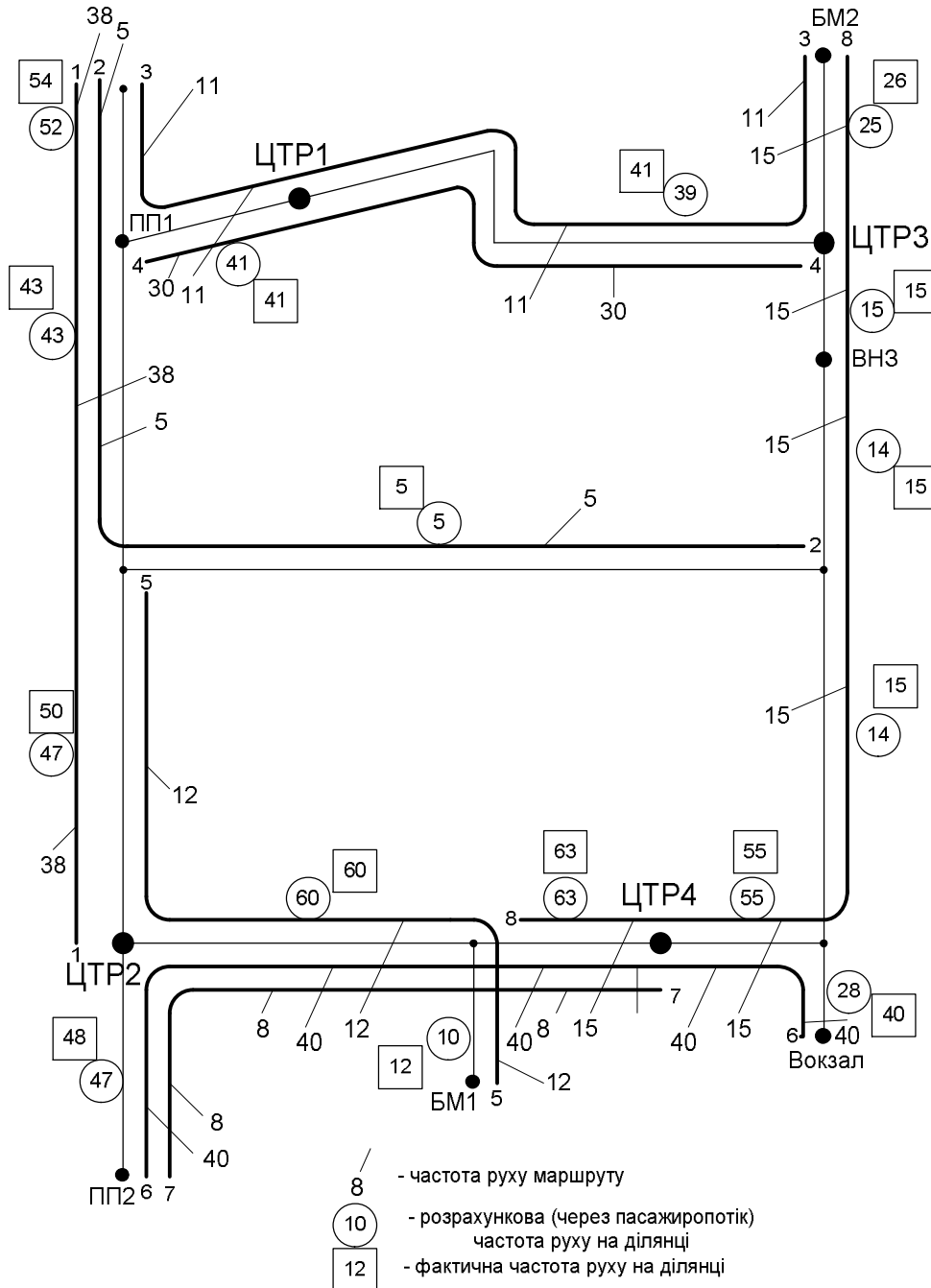


Рисунок 2.1 – Схема проектування маршрутної системи

Далі виконують розрахунок головних показників маршрутної системи. Довжину маршрутної системи (L_{mc}) визначають як підсумування довжин усіх маршрутів за формулою:

$$L_{mc} = \sum_{v=1}^v l_{mv}, \quad (2.8)$$

де v – кількість маршрутів у маршрутній системі;

l_{mv} – довжина v -го маршруту.

Маршрутний коефіцієнт (μ) знаходять за виразом:

$$\mu = L_{mc} / L_{tm}, \quad (2.9)$$

де L_{mc} , L_{tm} – довжина маршрутної системи та транспортної мережі відповідно, км.

Практичне заняття № 3 Розрахунок і побудова діаграм розподілу пасажиропотоків

Мета: отримання навичок побудування діаграм розподілу пасажиропотоків за даними обстежень та визначення показників роботи пасажирського електротранспорту на підставі одержаних діаграм.

Головними кількісними показниками пасажироперевезень на підприємстві є такі: обсяг пасажироперевезень A , пасажиропотік R , обсяг транспортної роботи Q та середня дальність поїздки l_{cp} .

Обсягом пасажироперевезень називають кількість поїздок, зроблених на маршруті або ділянці мережі за одиницю часу. Кількість кореспонденцій A дорівнює кількості посадок або висаджувань.

Обсяг транспортної роботи – це робота, яка виконується транспортними засобами з переміщення визначеної кількості пасажирів територією міста на визначені відстані за розглянуту одиницю часу:

$$Q = A \cdot l_{cp}. \quad (3.1)$$

Ще один показник пасажирських перевезень – середня дальність поїздки пасажирів, який показує яку відстань у середньому проїжджає пасажир по маршруту або місту:

$$l_{cp} = \frac{\sum A_i \cdot l_i}{\sum A_{ij}}. \quad (3.2)$$

де l_i – довжина поїздки певного пасажирів, км.

Попит на перевезення має тимчасові та просторові коливання. Нерівномірність розподілу пасажирів по перегонах маршруту обумовлена тим, що на кожному зупиночному пункті входить і виходить неоднакова кількість пасажирів через наявне в місті розміщення головних об'єктів пасажирів.

Під час проведення обстеження лінійні робітники служби руху фіксують кількість пасажирів N_q , що входять до рухомих одиниць і виходять із них, на спеціальному обліковому бланку. Також використовують дані обстежень талонним методом, коли кожному з пасажирів на вході видається талон із позначкою зупинки входу до рухомої одиниці, і на якому потім робиться відмітка зупинки, на якій пасажир вийшов, здавши талон спостерігачеві.

Для обробки отриманих даних процес обміну пасажирів протягом рейсу зображують у вигляді діаграми, на якій позначають кількості пасажирів, що входять і виходять на зупинках (рис. 3.1).

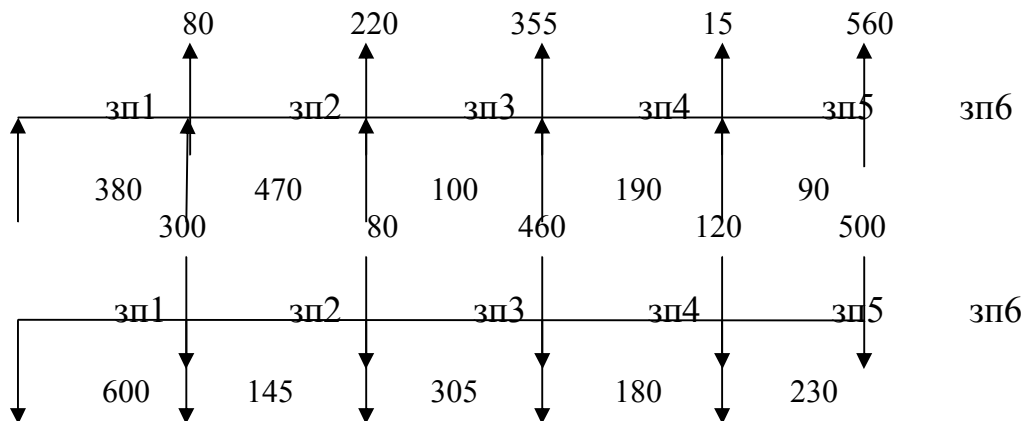


Рисунок 3.1 – Діаграма входу й виходу пасажирів упродовж рейсу

У результаті обробки будують діаграму коливання пасажиропотоків за довжиною маршруту в двох напрямках (рис. 3.2).

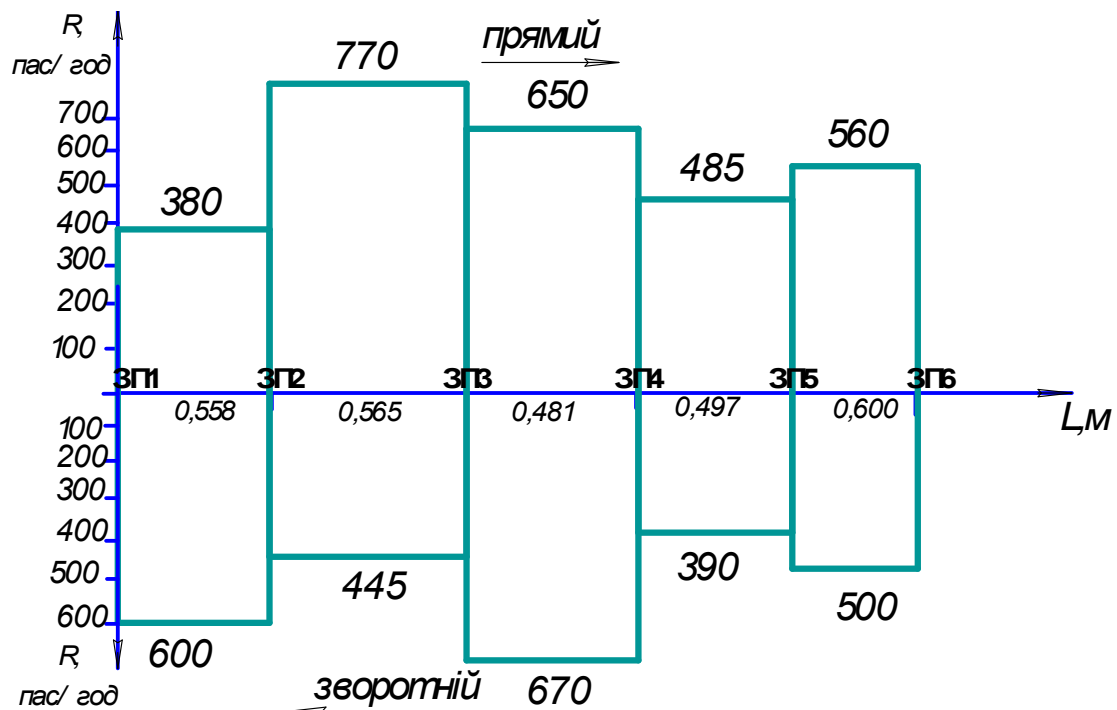


Рисунок 3.2 – Діаграма розподілу пасажиропотоку по перегонах маршруту

Завдання. Розглянемо рейс завдовжки у 2,70 км (відповідні довжини перегонів подано на діаграмі (рис. 3.2). Підрахуємо кількість перевезених пасажирів за діаграмою входу та виходу пасажирів упродовж рейсу у прямому напрямку – 1595 пасажирів.

Визначення обсягу транспортної роботи маршруту проводять за формулою:

$$Q = \sum A_l \cdot l_R, \quad (3.3)$$

де Q – обсяг роботи транспорту, пас · км/год;

A_l – кількість перевезених пасажирів, пас/год;

l_R – довжина R -го перегону, км.

Наприклад, для прямого напрямку обсяг транспортної роботи становитиме:

$$Q = 600 \cdot 0,558 + 445 \cdot 0,565 + 670 \cdot 0,481 + 390 \cdot 0,497 + 500 \cdot 0,600 = 1402,3.$$

Для визначення коливань попиту розраховують коефіцієнти нерівномірності розподілу пасажиропотоку. Коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за довжиною маршруту одного напрямку визначають за формулою:

$$K_{нд} = \frac{R_{\max} L_M}{Q}, \quad (3.4)$$

де $K_{нд}$ – коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за довжиною маршруту;

R_{\max} – максимальне значення пасажиропотоку по одному напрямку руху, пас/год;

L_R – довжина маршруту, км.

$$K_{нд} = \frac{770 \cdot 2,70}{1402,3} = 1,482.$$

Коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за напрямком руху розраховують за формулою:

$$\beta = \frac{2R_{\max}}{R_{\max} + R_{\min}}, \quad (3.5)$$

де β – коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за напрямком руху;

R_{\max} – найбільше значення пасажиропотоку з двох напрямків руху, пас/год;

R_{\min} – найменше значення пасажиропотоку з протилежного напрямку руху, пас/ год.

$$\beta = \frac{2 \cdot 770}{770 + 390} = 1,33.$$

Середня дальність поїздки пасажирів буде становити:

$$l_{cp} = \frac{Q}{A} = \frac{1402,3}{1595} = 0,88 \text{ км.}$$

Аналогічні розрахунки виконуються для зворотного напрямку.

Практичне заняття № 4

Розрахунок кількісних характеристик ділянок транспортної мережі

Мета: придбання навичок у розрахунку й оцінці кількісних характеристик контрольних ділянок транспортної мережі з урахуванням показників маршрутів.

Кожна ділянка транспортної мережі – це відстань між вузлами мережі – характеризується частотою руху транспортних засобів і величиною пасажиропотоку.

Під частотою руху розуміють кількість рухомих одиниць, що рухаються через січення транспортної мережі в одному напрямку за одиницю часу (зазвичай за одну годину).

Необхідно розрізнити частоту руху маршруту й мережну частоту руху. Частоту ділянки мережі визначають за величиною максимального пасажиропотоку, яка на ній спостерігається та значення якого позначають на картограмі. У разі планування пасажироперевезень цю величину пасажиропотоку ділять на максимальну місткість рухомого складу, який передбачається використовувати для перевезення пасажирів за певним напрямком. У такий спосіб отримують частоту руху ділянки транспортної мережі:

$$F_q = \frac{R}{B_m}, \quad (4.1)$$

де R – пасажиропотік на ділянці транспортної мережі, пас/год;

B_m – максимальна місткість рухомого складу, пас.

Частота руху ділянки транспортної мережі складається із суми частот маршрутів f_i , що прямують нею:

$$F_q = f_1 + f_2 + \dots + f_n. \quad (4.2)$$

Величина, що зворотно пропорційна мережній частоті, називається мережним інтервалом руху i_c :

$$i_c = \frac{60}{F_q}. \quad (4.3)$$

Загалом мережний інтервал – це проміжок часу між однією та другою рухомими одиницями різних маршрутів, які слідкують одна за одною.

Задача 1. Розрахувати мережний інтервал на ділянці мережі, якщо на ній працюють два маршрути з інтервалом 10 і 6 хв.

Рішення. Визначаємо частоту руху кожного маршруту за формулою (2.7):

$$i_1 = \frac{60}{10} = 6;$$

$$i_2 = \frac{60}{6} = 10.$$

Тоді частота руху ділянки транспортної мережі за формулою (4.2) становитиме: $6 + 10 = 16$ РО/год.

Визначаємо мережний інтервал руху контрольної ділянки за формулою (4.3)

$$i_c = \frac{60}{16} = 3,75.$$

Отже, рухомі одиниці прямують ділянкою транспортної мережі з інтервалом 3...4 хвилини.

Задача 2 (вирішити самостійно). Визначить частоту руху на ділянці транспортної мережі, якщо інтервал руху першого маршруту становить 6 хвилин, другого – 15 хвилин.

Задача 3. Мережний інтервал руху на ділянці транспортної мережі становить 3 хвилини. Перший маршрут рухається з інтервалом 10 хвилин. Визначити інтервал руху другого маршруту.

Рішення. Спочатку визначаємо частоту руху контрольної ділянки:

$$F_c = \frac{60}{3} = 20 \text{ РО/год.}$$

Далі визначаємо частоту руху першого маршруту:

$$f_1 = 60/10 = 6 \text{ РО/год}$$

та частоту руху другого маршруту:

$$f_2 = F_c - f_1,$$

$$f_2 = 20 - 6 = 14 \text{ РО/год.}$$

Отже є можливість розрахувати інтервал руху другого маршруту за формулою (4.3):

$$i_c = \frac{60}{14} = 4,29 \text{ хв.}$$

Задача 4 (вирішується самостійно). Розрахуйте частоту руху на ділянці транспортної мережі, якщо нею сліdkують три маршрути з інтервалами 6, 10, 12 хвилин відповідно.

Задача 5 (вирішується самостійно). З метою покращення транспортного обслуговування на контрольній ділянці транспортної мережі, якою рухалися маршрутні транспортні засоби з частотою 10 РО/год, підприємством було прийнято рішення організувати рух ще одного маршруту з інтервалом 7 хвилин. Визначити нову частоту руху.

Практичне заняття № 5

Визначення доцільності розташування та режиму роботи зупинок маршрутного транспорту

Мета: отримання навичок складання експертного висновку про доцільність зупинки.

Судження про доцільність тої чи іншої зупинки на визначеному відрізку маршрутної мережі та про раціональний режим її роботи (постійна, на певні дні тижня, на визначені години доби, на вимогу пасажирів) складається за результатами співставлення сумарного часу, що витрачають пасажирів, які проїхали цю зупинку транзитом за певний період в обох напрямках, з обсягом часу, що витратили пасажирів на чекання, а також на вхід та вихід з рухомих одиниць:

$$\left(t_{np.} + \frac{N+n}{2f} \cdot t_{вх.-вих.} \right) \cdot \Pi_{транз.} \geq \frac{3l \cdot (N+n)}{4}, \quad (5.1)$$

де $t_{np.}$ – середня тривалість прибуття та відбуття рухомої одиниці на зупинці, що складається з часу гальмування на зупинку, відкривання та закриття дверей та часу на відхід рухомої одиниці від зупинки, с;

$(N + n)$ – пасажирооборот зупиночного пункту протягом зазначеного часового інтервалу, пас/діб;

$2f$ – частота рухомих одиниць, що пройшли певну зупинку в обох напрямках за зазначений період часу, РО/год;

$t_{вх.-вих.}$ – середня тривалість входу-виходу пасажирів у рухомих одиницю, с;

$\Pi_{транз.}$ – сумарна, за двома напрямками, кількість пасажирів, що за зазначений проміжок часу проїхали зупиночний пункт транзитом, пас/діб;

l – осереднена відстань від певної зупинки до попередньої та наступної за двома напрямками, м.

Якщо зазначена умова виконується за всіма годинами роботи транспорту як у будні, так і у вихідні та святкові дні, то розглядувальна зупинка беззаперечно є зайвою. Виконання умови за всіма годинами роботи

транспорту у робочі дні та її невиконання у вихідні та святкові означає необхідність відміни зупинки на вихідні та святкові дні.

Отриманий у такий спосіб висновок потрібно уточнити на відповідність пасажиропотоку в годину пік. Якщо загалом за добу зазначена умова виконується, а за пікову годину – ні, то це означає, що ця зупинка має діяти в певні години доби в робочі дні й скасована у інші періоди.

Задача. Скласти висновок про доцільність існування зупиночного пункту на ділянці маршрутної мережі при $\Pi_{транз} = 16000$ пасажирів за добу, $(N + n) = 800$ пасажирів за добу, $2f = 400$ рухомих одиниць за добу; за напрямком «туди» довжина перегону перед розглядувальним зупиночним пунктом становить 340 м, за ним – 280 м, за напрямком «назад» довжина перегону перед зупиночним пунктом становить 260 м, за ним – 320 м. Для практичних розрахунків приймемо $t_{пр.} = 20$ секунд, $t_{вх.-вих} = 1,5$ секунди (для рухомого складу старих конструкцій), та 0,8 секунди – для сучасного рухомого складу з низьким рівнем підлоги.

Розрахуємо середню довжину перегону:

$$l = \frac{340 + 280 + 260 + 320}{4} = 300 \text{ м.}$$

За період роботи транспорту протягом доби маємо:

$$\left(20 + \frac{800}{400} \cdot 1,5\right) \cdot 16000 \geq \frac{3 \cdot 300 \cdot 800}{4},$$

тобто

$$368000 > 180000.$$

Отже, розглядувальний зупиночний пункт не є необхідним для задоволення потреб у пасажироперевезеннях протягом доби.

Розглянемо пікову годину. У цей період маємо $\Pi_{транз} = 900$ пасажирів, $(N + n) = 90$ пасажирів, $2f = 30$ рухомих одиниць. Відповідно, маємо розрахунки:

$$\left(20 + \frac{90}{30} \cdot 1,5\right) \cdot 900 \geq \frac{3 \cdot 90 \cdot 300}{4},$$

тобто

$$22050 < 22500.$$

Це означає, що в пікову годину у розглядувальному зупиночному пункті об'єктивно існує потреба. Отже потрібно запровадити її функціонування тільки на період ранкового та вечірнього піку, відмінивши зупинку у інші години. У

зв'язку з цим необхідно опрацювати питання відповідного інформаційного забезпечення.

Практичне заняття № 6

Розрахунок місця розміщення датчиків для пріоритетного пропуску рухомих одиниць через перехрестя

Мета: отримання уявлення про організацію пріоритетного пропуску маршрутного транспорту через перехрестя та навичок у визначенні головних параметрів пріоритетного керування.

Головними параметрами керування, яке використовується в межах адаптивного алгоритму світлофорної сигналізації, є такі: мінімальна тривалість основного такту t_3^{\min} , максимальна тривалість основного такту t_3^{\max} , екіпажний час $t_{ек}$ (інтервал, що визначає розрив у транспортному потоці). На підходах до перехрестя на смугах, якими створюється рух тролейбусів, установлюють детектори транспорту. Для визначення розриву у транспортному потоці використовують детектор транспорту прохідний. Як чутливий елемент використовують дві індуктивні рамки. Довжина однієї індуктивної рамки становить 1...2 м. Відстань поміж індуктивними рамками для місцевих доріг становить 6 м.

Першу рамку розташовують до стоп-лінії на відстані, яка залежить від швидкості й уповільнення транспортних засобів і визначається за формулою:

$$l_{ом} = \frac{V_{ТЗ} \cdot t_p}{3,6} + \frac{V_{ТЗ}}{26 \cdot \omega_t}, \quad (6.1)$$

де $l_{ом}$ – відстань між стоп-лінією та першою рамкою індуктивного контуру, м;

$V_{ТЗ}$ – швидкість транспортного засобу, км/год;

t_p – час реакції водія, с;

ω_t – уповільнення транспортного засобу, м/с².

$$l_{ом} = \frac{40 \cdot 1}{3,6} + \frac{40}{26 \cdot 1,3} = 16.$$

Екіпажний час визначають за формулою:

$$t_{ex} = \frac{3,6 \cdot l_{ом}}{V_{ТЗ}}, \quad (6.2)$$

де $V_{ТЗ}$ – середня швидкість транспортного засобу під час підходу до перехрестя без гальмування, км/год.

$$t_{ex} = \frac{3,6 \cdot 16}{40} \approx 2.$$

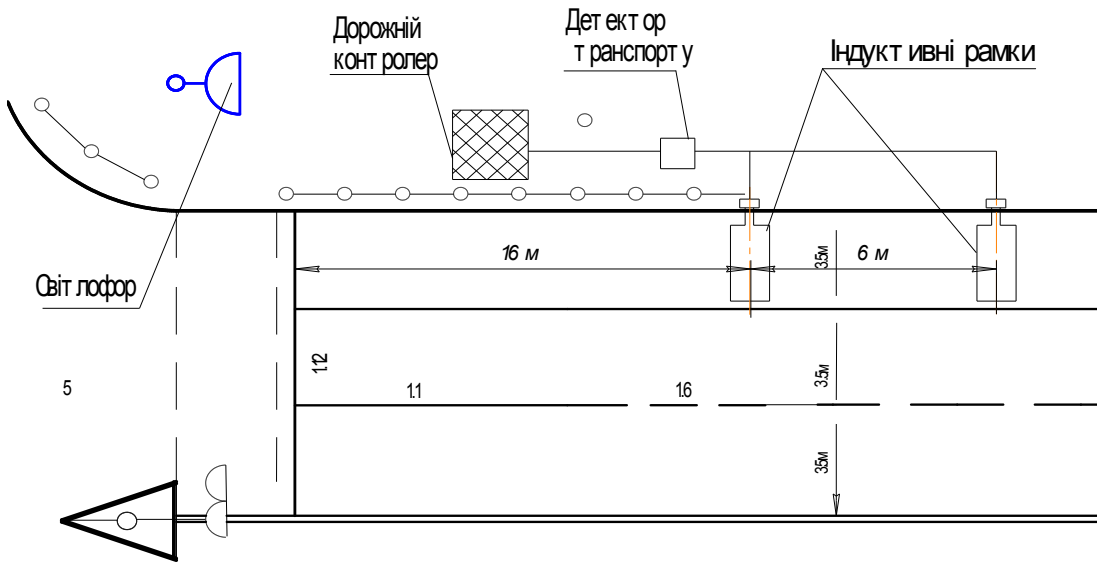


Рисунок 6.1 – Схема розташування засобів для пріоритетного пропускання

Мінімальну тривалість основного такту t_3^{\min} визначають за формулою:

$$t_3^{\min} = \frac{3600 \cdot n_0}{I_n}, \quad (6.3)$$

де n_0 – кількість транспортних засобів, що перебувають в очікуванні сигналу, який дозволить рух між детектором і стоп-лінією;

I_n – потік насичення для транспортних засобів, авт/год.

Відношення $\frac{3600}{I_n}$ у середньому можна прийняти 2 с. Тоді мінімальна тривалість основного такту становитиме:

$$t_3^{\min} = \frac{2}{2} = 4.$$

За вхідними даними тривалість основних тактів у разі трифазного регулювання становлять: $t_{oc1} = 24$; $t_{oc2} = 30$; $t_{oc3} = 25$.

Максимальну тривалість основного такту визначають за формулою:

$$t_3^{\max} = (12 \div 1,3) \cdot t_{oci}, \quad (6.4)$$

де t_{oci} – тривалість основного такту визначеної фази регулювання, с.

Підставивши значення, отримуємо:

$$t_{31}^{\max} = 1,2 \cdot 24 = 29;$$

$$t_{32}^{\max} = 1,2 \cdot 30 = 36;$$

$$t_{33}^{\max} = 1,2 \cdot 25 = 30.$$

Приймаємо $t_3^{\max} = 36$ с.

Отже, розраховано всі параметри для гнучкого регулювання рухом транспортних засобів на перехресті, які подані у вигляді діаграми світлофорного циклу (рис. 6.2)

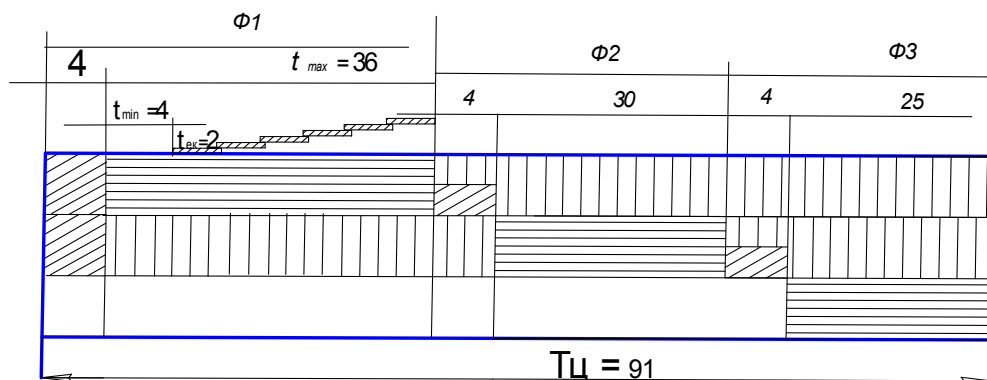


Рисунок 6.2 – Діаграма гнучкого режиму світлофорного циклу для першої фази регулювання

Визначаємо, яку тривалість затримки транспортних засобів можливо уникнути, якщо ввести на інших підходах до перехрестя гнучке регулювання. Час затримки транспортних засобів визначають за формулою:

$$t_{\text{зам}} = \frac{T_{\text{ц}} - t_{oi}}{2}. \quad (6.5)$$

Тоді час затримки транспортних засобів, що проїжджають у другу та третю фазу буде складати:

$$t_{\text{зам}} = \frac{91 - 24}{2} = 33,5;$$

$$t_{\text{зам}} = \frac{91 - 30}{2} = 30,5.$$

Як видно, тривалість часу затримки транспортних засобів на перехресті достатньо велика, що негативно впливає на роботу тролейбусних маршрутів. Тому необхідно ввести на перехресті гнучке регулювання, яке дасть змогу знизити загальний час затримки рухомого складу.

Практичне заняття № 7

Розрахунок місця розташування спецчастин стрілочних переводів

Мета: отримання уявлення про складники відстані між пантографом трамвайного вагона й повітряними контактами стрілочних переводів, які забезпечують безпеку проїзду трамвайного складу.

Повітряний контакт є частиною ланцюга ± 600 В. Повітряний контакт установлюють на контактному дроті через ізольовані прокладки. Управління стрілками (пристрій для переведення трамвайної стрілки на бічний напрямок) проводиться від повітряних контактів на контактній мережі. Вхідний серієсний контакт слугує для переведення стрілки, вихідний – шунтовий – для повернення стрілки у вихідне положення. Розміщення серієсного контакту має забезпечувати видимість водієм положення стрілки, враховувати час спрацювання приводу та різні варіанти складу трамвайних поїздів та розміщення струмоприймача.

Розміщення повітряних контактів стрілочних переводів виконується в такій послідовності: спочатку розраховують відстань від серієсного повітряного контакту до електромагнітного приводу стрілочного переводу, що включає відстань видимості положення стрілки (тобто водій повинен переконатися в переводі стрілки). Розрахунок пояснюється рисунком 7.1.

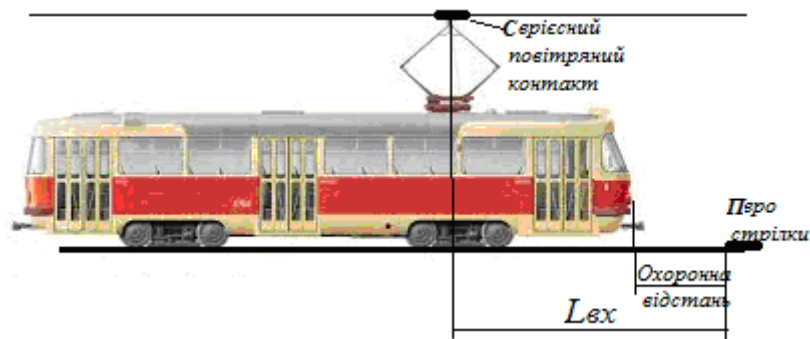


Рисунок 7.1 – Розрахункова схема

Під час руху зі швидкістю 5 км/год згідно з Правилами експлуатації трамвая та тролейбуса час перебування вставки струмоприймача на серієсному контакті становитиме 0,72 с, довжина серієсного контакту – 1 метр. Наведеного часу достатньо для спрацювання приводу. Видимість пера стрілки з кабіни водія забезпечується на відстані 3 метри. Виконаємо розрахунки у разі розташування струмоприймача на другому вагоні (рис. 7.2).

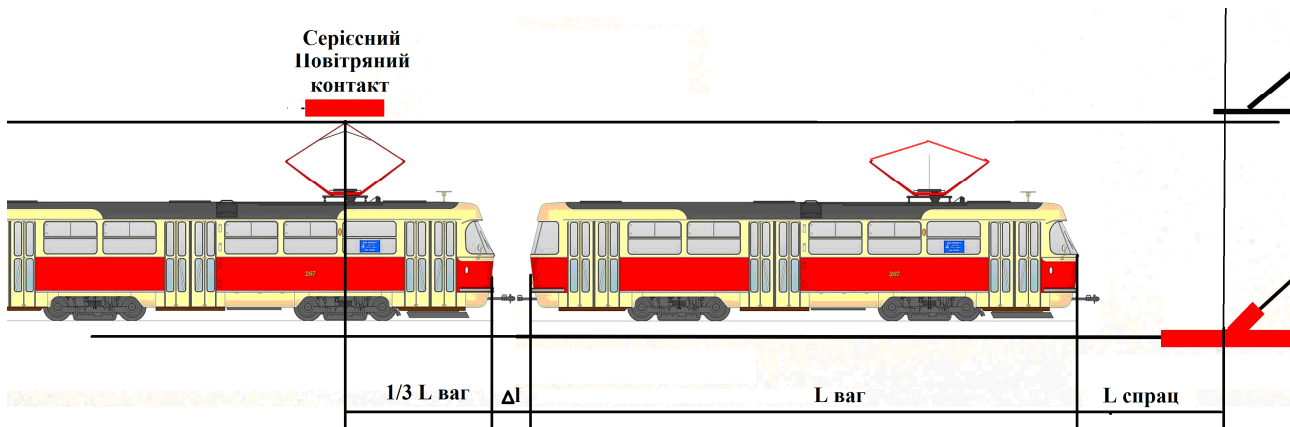


Рисунок 7.2 – Друга розрахункова схема

У цьому разі відстань від стрілки до серієсного контакту буде становитиме:

$$L_{вх} = \frac{1}{3} l_{ваг} + l_{ваг} + \Delta l + l_{вид} + l_{спрац}, \quad (7.1)$$

де $L_{вх}$ – відстань від стрілки до серієсного контакту, м;

$l_{ваг}$ – довжина трамвайного вагону, м;

Δl – відстань між зчепленими вагонами (≈ 1 м), м;

$l_{спрац}$ – відстань, що проходить вагон під час спрацювання приводу трамвайної стрілки, м.

$$L_{вх} = \frac{1}{3} 14 + 14 + 1 + 3 + 1 = 23,6 \text{ м.}$$

Далі розраховується відстань від електромагнітного приводу стрілочного переводу до шунтового (вихідного) контакту, що залежить від часу спрацювання приводу (враховує довжину охоронної відстані), базу вагону та довжину візка:

$$L_{вих} = \frac{2}{3} l_{бази} + \frac{1}{2} l_{віз} + l_{спрац},$$

де $L_{вих}$ – відстань від стрілки до шунтового контакту, м;

$l_{бази}$ – довжина бази трамвайного вагону, м;

$l_{спрац}$ – відстань, що проходить вагон під час спрацювання приводу трамвайної стрілки, м.

$$L_{вих} = \frac{2}{3} 6,5 + \frac{1}{2} 1,95 + 3 = 8,3 \text{ м.}$$

Отже, знаючи габаритні розміри трамвайних вагонів, що експлуатуються в зоні визначеного стрілочного перевodu, можна визначати місце розташування повітряних контактів стрілочних переводів.

Практичне заняття № 8

Розрахунок показників регулярності руху

Мета: отримати практичні навичку у розрахунку показників регулярності руху та вміння виконати їхній аналіз.

УЗі свого боку, якість обслуговування пасажирів, здебільшого, залежить від регулярності руху рухомого складу на маршрутах.

Регулярність руху має велике значення, як для пасажирів, так і для підприємства міського електричного транспорту. У разі регулярного руху скорочуються витрати часу пасажирів на очікування транспорту, наповнення рухомого складу розподіляється рівномірніше, збільшується загальна кількість перевезених пасажирів на маршруті, зростає збір проїзної плати.

У разі нерегулярного руху маршрутного транспорту транспортні підприємства мають більші втрати, пасажирів не чекають рухомих одиниць і пересаджуються на альтернативний вид транспорту, отже, підприємство втрачає своїх потенційних пасажирів.

Нормативним документом [21] встановлені рекомендовані показники, що встановлюють якість послуг з урахуванням вимог європейських стандартів, що належать до надійності й регулярності перевезень. До категорії оцінки регулярності руху належать такі два показники: регулярність руху на маршруті, та дотримання графіка руху на маршруті.

Регулярність руху на маршруті – відсоткове відношення кількості фактично виконаних рейсів до планової кількості рейсів, розраховують за формулою:

$$P = \frac{K_{pf}}{K_{pz}} \cdot 100\% , \quad (8.1)$$

де P – регулярність руху на маршруті, %;

K_{pf} – кількість фактично виконаних рейсів;

K_{pz} – планова кількість рейсів.

Кількість рейсів, виконаних за розкладом – кількість рейсів, у яких відправлені з однієї кінцевої станції рухомі одиниці пройшли всі контрольні пункти та прибули на іншу кінцеву станцію відповідно до розкладу з дотриманням допустимих відхилень.

Кількість рейсів, виконаних за пробігом – усі виконані рейси.

Планова кількість рейсів – кількість рейсів, передбачених розкладом руху.

Дотримання розкладу руху на маршруті – відсоткове відношення кількості рейсів, виконаних за розкладом, до кількості фактично виконаних рейсів (рейсів, виконаних за пробігом); цей показник розраховують за формулою:

$$D = \frac{K_p}{K_{pf}} \cdot 100\%, \quad (8.2)$$

де D – дотримання розкладу руху, %;

K_p – кількість рейсів, виконаних за розкладом.

Така оцінка якості послуг є не зовсім правильною так, як у показнику регулярності руху на маршруті P ураховують кількість фактично виконаних рейсів, тобто рейсів, які виконані з відхиленнями за значенням вище припустимих відхилень від розкладу руху, що встановлені нормативним документом. З іншого боку, у показнику дотримання графіка руху на маршруті D є облік правильно виконаних рейсів, але в ньому не враховані планові рейси, які розраховують відповідно до попиту на пасажироперевезення.

Тому, крім нормативного показника, для оцінки регулярності руху застосовують інший, який називають коефіцієнтом регулярності, що розраховується як відношення кількості рейсів, виконаних за розкладом, до запланованої кількості рейсів за формулою:

$$B = \frac{K_p}{K_{pz}} \cdot 100\%. \quad (8.3)$$

Завдання 1. Виконати розрахунки показників регулярності руху для маршрутів тролейбусного депо № 2 м. Харкова, використовуючи дані таблиці 8.1. Побудувати графіки розподілення показників регулярності руху за маршрутами й виконати аналіз.

В умовах автоматизованого керування рухом, коли головним завданням є точність виконання розкладу руху, регулярність визначають як відношення кількості прибуттів рухомої одиниці до контрольної точки на маршруті за фактичним часом до кількості прибуттів за планом, встановлених за розкладом:

$$P_{ez} = \frac{n_p}{n_n} \cdot 100\%, \quad (8.4)$$

де n_p – кількість прибуттів за планом, встановлених за розкладом;

n_n – кількість прибуттів рухомої одиниці до контрольної точки на маршруті за фактичним часом.

Таблиця 8.1 – Показники роботи підприємства за місяць

Маршрут	Планові рейси	Фактично виконані рейси	Рейси виконані за пробігом	Р, %	Д, %	В, %
1	1241	1224	1107			
3	644	615	549			
5	876	849	849			
6	560	439	404			
11	705	665	489			
12	512	478	333			
18	290	267	214			
19	493	446	409			
20	273	265	235			
27	778	724	671			
31	895	850	753			
35	476	361	348			

Завдання 2. Розрахувати регулярність руху водія за результатами автоматизованого контролю руху. За час роботи на маршруті водій мав виконати 14 планових прибуттів до контрольної точки. Автоматизована система зафіксувала 13 відхилень від розкладів – з них 7 перевищують допустимі відхилення. Отже, регулярність руху водія становитиме:

$$P_{eg} = \frac{6}{14} \cdot 100\% = 42,9.$$

Розглянемо такий приклад. У таблиці 8.2 наведено дані контролю руху на тролейбусному маршруті під час інтервального методу регулювання. Визначити регулярність за весь час роботи.

Таблиця – 8.2 Дані контролю руху на тролейбусному маршруті

Час проходження контрольної точки, год. хв		Плановий інтервал руху, хв	Фактичний інтервал руху, хв	Відхилення
За розкладом	Фактично			
6.00	6.02	—	—	—
6.15	6.13	15	11	-4
6.30	6.30	15	17	+2
6.45	6.44	15	14	-1
7.00	7.03	15	19	+4
7.10	7.13	10	10	0
7.20	7.21	10	8	-2
7.30	7.30	10	9	-2
7.40	7.39	10	9	-1
7.50	7.52	10	13	+3
8.00	8.02	10	10	0

Розраховуємо регулярність руху для періоду часу від 6.00 до 7.00:

$$P_{ez1} = \frac{I_{nl} - \frac{\sqrt{\sum x^2}}{N-1}}{I_{nl}}, \quad (8.5)$$

де I_{nl} – плановий інтервал, хв;

N – кількість зафіксованих даних у визначеному періоді;

x – фактичне значення відхилення від планового інтервалу, хв.

$$P_{ez1} = \frac{15 - \frac{\sqrt{4^2 + 2^2 + 1^2 + 4^2}}{5-1}}{15} \cdot 100\% = 90,6.$$

Розраховуємо регулярність руху для періоду часу від 7.00 до 8.00:

$$P_{ez2} = \frac{10 - \frac{\sqrt{2^2 + 1^2 + 0 + 1^2 + 3^2 + 0}}{6-1}}{10} \cdot 100\% = 94.$$

Загальна регулярність руху за весь період контролю становитиме:

$$P_{ez} = \frac{P_{ez1}(N_1 - 1) \cdot P_{ez2}(N_2 - 1)}{(N_1 - 1) \cdot (N_2 - 1)} = \frac{90,6(5-1) \cdot 94(6-1)}{(5-1) \cdot (6-1)} \cdot 100\% = 92,8.$$

Отже регулярність руху водія визначеної рухомої одиниці достатньо висока.

Практичне заняття № 9 Розрахунок часу руху по маршруту

Мета: отримати уявлення та практичні навички щодо теоретичного розрахунку часу руху по маршруту.

Тривалість рейсу розраховують за складниками витрат часу окремо для кожного напрямку руху маршруту без урахування відстоя рухомого складу на зворотних кільцях. Розрахункову швидкість руху на перегоні з урахуванням випадкових затримок умовно приймаємо 50 км/год.

Загальні витрати часу під час проходження перехресть та пішохідних переходів зі світлофорним регулюванням визначають за формулою:

$$T_{ce} = (t_b + t_{ce} + t_a) \cdot \frac{N_{ce}}{60} = \left[\frac{V_p}{3,6 \cdot b} + t_{ce} + \frac{V_p}{3,6 \cdot a} \right] \cdot \frac{N_{ce}}{60}, \quad (9.1)$$

де t_b – час гальмування, яке починається з розрахунковою швидкістю руху до повної зупинки, с;

t_{ce} – середній час очікування у світлофора, с (для пікових періодів складає 10...30 с);

t_a – час розгону рухомого складу до розрахункової швидкості руху, с;

N_{ce} – кількість перехресть та пішохідних переходів зі світлофорним регулюванням на маршруті в прямому (або зворотньому) напрямку;

V_p – розрахункова швидкість машини на перегоні, км/год;

a – середнє прискорення рухомого складу, м/с²;

b – середнє сповільнення рухомого складу, м/с².

Середнє сповільнення розраховують за формулою:

$$b = \frac{a}{1,4}, \quad (9.2)$$

де 1,4 – коефіцієнт нерівномірності зчеплення коліс зі шляхами руху.

Виконаємо розрахунок часу рейсу на тролейбусному маршруті в напрямку руху від станції метро «Московський проспект» до кінцевої зупинки «602 мікрорайон» для пікового періоду:

$$T_{ce} = \left(\frac{1,4 \cdot 50}{3,6 \cdot 1,5} + 20 + \frac{50}{3,6 \cdot 1,5} \right) \frac{8}{60} = 5,62.$$

Загальні витрати часу в зоні зупиночних пунктів визначають за формулою:

$$T_{zn} = (t_b + t_{zn} + t_a) \cdot \frac{N_{zn}}{60} = \left[\frac{V_p}{3,6 \cdot b} + t_{zn} + \frac{V_p}{3,6 \cdot a} \right] \cdot \frac{N_{zn}}{60}, \quad (9.3)$$

де N_{zn} – кількість зупиночних пунктів на визначеному напрямку маршруту;

t_{zn} – середній час стоянки рухомої одиниці на зупинці, с (для пікових періодів складає 15...30 с).

$$T_{zn} = \left(\frac{1,4 \cdot 50}{3,6 \cdot 1,5} + 30 + \frac{50}{3,6 \cdot 1,5} \right) \cdot \frac{10}{60} = 8,7.$$

Загальні витрати часу, які пов'язані з технічними зупинками, визначають за формулою:

$$T_{mex} = (t_b + t_{mex} + t_a) \cdot \frac{N_{mex}}{60} = \left[\frac{V_p}{3,6 \cdot b} + t_{mex} + \frac{V_p}{3,6 \cdot a} \right] \cdot \frac{N_{mex}}{60}, \quad (9.4)$$

де t_{mex} – середня затримка під час технічної зупинки, с (становить 1..10 с);

N_{mex} – кількість технічних зупинок, які передбачені на визначеному напрямку маршруту.

$$T_{mex.zyn} = \left(\frac{1,4 \cdot 50}{3,6 \cdot 1,5} + 5 + \frac{50}{3,6 \cdot 1,5} \right) \cdot \frac{1}{60} = 0,45.$$

Довжину шляху розгону до розрахункової швидкості руху визначають за формулою:

$$L_a = \frac{V_p^2}{3,6^2 \cdot 2 \cdot a}. \quad (9.5)$$

Довжину шляху гальмування від початкової розрахункової швидкості руху до повної зупинки визначають за формулою:

$$L_b = \frac{V_p^2}{3,6^2 \cdot 2 \cdot b}. \quad (9.6)$$

На ділянках маршруту можливі різні обмеження швидкості руху рухомого складу: на пошерстних стрілках – до 15 км/год, на протишерстних стрілках до 5 км/год, на поворотах і кривих шляху – до 20 км/год тощо.

Загальний час руху на ділянках з i -тим рівнем обмеження швидкості на визначеному напрямку маршруту визначають за формулою:

$$T_{рух.V_i} = \frac{3,6}{60 \cdot V_i} \cdot l_{V_i} = \frac{0,06}{V_i} \cdot (l_{V_i}^{кр} + l_{V_i}^{сн} + l_{V_i}^{жд} + l_{V_i}^{сч} + l_{V_i}^{мч}), \quad (9.7)$$

де V_i – найбільш дозволена швидкість, км/год;

l_{V_i} – загальна довжина шляху, яку проходить рухомий склад з найбільшою дозволеною швидкістю, м;

$l_{V_i}^{кр}$ – загальна довжина кривих, м;

$l_{V_i}^{сн}$ – загальна довжина спусків, м;

$l_{V_i}^{жд}$ – загальна довжина ділянок, що включають залізничні переїзди, м;

$l_{V_i}^{сч}$ – загальна довжина ділянок з спецчастинами шляху та контактної мережі,

м;

$l_{V_i}^{mч}$ – загальна довжина ділянок, на яких тимчасово обмежена швидкість через технічний стан шляху, м.

Найменша довжина ділянки обмеження швидкості руху тролейбусних машин у разі проходження залізничного переїзду приймається 30 м, а проходження перетину контактних мережей трамвая та тролейбуса – 10 м.

Визначаємо час руху на ділянках зі швидкістю 5 км/год:

$$T_{p.5} = \frac{0,06}{V_i} \cdot (l_5^{кр} + l_5^{сн} + l_5^{жд} + l_5^{сч} + l_5^{мч}) = \frac{0,06}{5} (0 + 0 + 30 + 4 \cdot 10 + 0) = 0,84.$$

де 10 і 30 – найменша довжина ділянки обмеження швидкості тролейбусу під час проходження протишерстних стрілок та залізничного переїзду відповідно, м;

4 – кількість протишерстних стрілок на визначеному напрямку маршруту.

Нулі в розрахункових формулах відповідають відсутності певних складових.

Визначаємо загальний час руху тролейбусних машин на ділянках з найбільшою дозволеною швидкістю 10 км/год (проїзд пошерстних стрілок):

$$T_{p.10} = \frac{0,06}{V_i} \cdot (l_{10}^{кр} + l_{10}^{сн} + l_{10}^{жд} + l_{10}^{сч} + l_{10}^{мч}) = \frac{0,06}{10} (0 + 0 + 0 + 3 \cdot 10 + 0) = 0,18.$$

Визначаємо загальний час руху тролейбусу на ділянках із найбільшою дозволеною швидкістю 15 км/год під час перетину трамвайної колії:

$$T_{p.15} = \frac{0,06}{V_i} \cdot (l_{15}^{кр} + l_{15}^{сн} + l_{15}^{жд} + l_{15}^{сч} + l_{15}^{мч}) = \frac{0,06}{15} (0 + 0 + 0 + 10 + 0) = 0,04.$$

Визначаємо загальний час руху тролейбусу на ділянках з найбільшою дозволеною швидкістю 20 км/год:

$$T_{p.20} = \frac{0,06}{V_i} \cdot (l_{20}^{кр} + l_{20}^{сн} + l_{20}^{жд} + l_{20}^{сч} + l_{20}^{мч}) = \frac{0,06}{20} ((150 + 20 + 30) + 0 + 0 + 0 + 0) = 0,6,$$

де 150 – довжина кривої радіуса більше 100 м на зупиночному пункті «Будинок друку», м;

20 – довжина кривої радіуса менше 100 м на зупиночному пункті «вул. Краснодарська», м;

30 – довжина кривої радіуса менше 100 м на зупиночному пункті «602 мікрорайон».

Сумарний час руху тролейбуса на ділянках з обмеженням швидкості:

$$\sum_i T_{p.V_i} = T_{p.5} + T_{p.10} + T_{p.15} + T_{p.20} = 0,84 + 0,18 + 0,04 + 0,6 = 1,66.$$

Загальний час руху тролейбуса з розрахунковою швидкістю визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} T_{пyx.V_p} &= \frac{3,6}{60 \cdot V_p} \cdot \left[L - (l_a + l_b) \cdot (N_{cv} + N_{zn} + N_{mex}) - \sum_i l_{V_i} \right] = \\ &= \frac{0,06}{V_p} \cdot \left[L - l_a \cdot (1 + 1,4) \cdot (N_{cv} + N_{zn} + N_{mex}) - \sum_i l_{V_i} \right]; \end{aligned} \quad (9.8)$$

$$T_{пyx.V_p} = \frac{0,06}{V_p} \cdot \left[L - \frac{V_p^2}{10,8 \cdot a} \cdot (N_{cv} + N_{zn} + N_{mex}) - \sum_i l_{V_i} \right],$$

де L – довжина маршруту в одному напрямку, м;

$\sum_i l_{V_i}$ – сумарна довжина ділянок з обмеженням швидкості руху, м.

$$T_{p.V_p} = \frac{0,06}{50} \left[6681 - \frac{50^2}{10,8 \cdot 1,5} (8 + 10 + 1) - 310 \right] = 4,13.$$

Тоді можна обчислити час рейсу за формулою:

$$\begin{aligned} T_{рейсу} &= T_{cv} + T_{zn} + T_{mex} + T_{пyx.V_p} + \sum_i T_{пyx.V_i} . \\ T_{рейсу}^1 &= 5,62 + 8,7 + 0,45 + 1,66 + 4,13 = 20,56. \end{aligned} \quad (9.9)$$

Отримане значення часу рейсу округляють до цілого числа. Тому приймаємо $T_{рейсу}^1 = 21$ хвилину.

Аналогічно проводять розрахунки часу рейсу для зворотного напрямку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила експлуатації трамвая та тролейбуса. Затв. наказом Держжитлокомгоспу України від 10.12.1996 № 103 (із змінами). – Введ. з 16.03.1997 / Держжитлокомгосп України.
2. Послуги міського електричного транспорту. Показники якості. СОУ 60.2-3363588-0002:2006 : стандарт Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2006.
3. Варелопуло Г. А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г. А. Варелопуло. – М. : Транспорт, 1990. – 208 с.
4. Капский Д. В. Автоматизированные системы управления дорожным движением : учебное пособие / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, Д. В. Рожанский. – Мн. : Новое знание ООО, 2015. – 368 с.
5. Системологія на транспорті : підручник: у 5 кн.: / За заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. – Київ : Знання України, 2007. – кн. 5 : Організація дорожнього руху. – 452 с.
6. Костяков А. Н. Информационные технологии на транспорте : учеб. пособие / А. Н. Костяков. – Чита : ЧитГУ, 2007. – 362 с.
7. Коссой Ю. М. Экономика и управление на городском электрическом транспорте : учебник / Ю. М. Коссой. – М. : Мастерство, 2002. – 352 с.
8. Карпушин Е. І. Організація та управління на електричному транспорті: навчальний посібник / Е. І. Карпушин. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 170 с.
9. Гудков В. А. Качество пассажирских перевозок : возможность исследования методами социологии : учеб. пособие / В. А. Гудков, М. М. Бочкарева, Н. В. Дулина, Н. А. Овчар. – Волгоград : ВолгГТУ, 2008. – 163 с.
10. Сафронов Е. А. Транспортные системы городов и регионов : учебное пособие / Е. А. Сафронов. – М. : Издательство АСВ, 2005. – 272 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до практичних занять
із навчальної дисципліни

«ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ»

*(для студентів 4 курсу денної та заочної
форм навчання спеціальності*

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)

Укладач **КУЛЬБАШНА** Надія Іванівна

Відповідальний за випуск *М. Ф. Смирний*

Редактор В. І. Шалда

Комп'ютерне верстання *Н. І. Кульбашина*

План 2018, поз. 495 М

Підп. до друку 4.07.2018. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,1

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.