

**Міністерство освіти і науки України
Університет митної справи та фінансів**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ
ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ
“ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ”
НА ТЕМУ «ОРГАНІЗАЦІЯ МІСЬКИХ
ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ»
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ
275.03 “ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ”
(АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ)**



**Дніпропетровськ
2020**

Методичні рекомендації до виконання практичної роботи з дисципліни “Пасажирські перевезення” на тему «Організація міських пасажирських автомобільних перевезень» за спеціальністю 275.03 «Транспортні технології» (автомобільний транспорт) [Текст] / Укл. А.В. Сохацький, А.І.Кузьменко – Дніпро: Університет митної справи та фінансів, 2020. – 28 с.

Укладачі:

А.В. Сохацький, доктор технічних наук, професор, завідуючий кафедрою транспортних систем та технологій Університету митної справи та фінансів;

А.І. Кузьменко, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних систем та технологій Університету митної справи та фінансів;

Рецензент:

В.Є. Волкова, доктор технічних наук, професор кафедри «Будівництва, геотехніки і геомеханіки» Національного гірничого університету.

Методичні рекомендації розглянуто та ухвалено:

Кафедрою транспортних систем та технологій (протокол № 12 від 25.02.2020р.).

Вченою радою факультету інноваційних технологій (протокол №7 від 26.02.2020 р.)

Структура методичних рекомендацій відповідає освітньо-професійній програмі для спеціальності 275.03 «Транспортні технології» (автомобільний транспорт).

Друкується в авторській редакції.

Підписано до друку 27.02.2020. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 1,75. Облік.-вид. арк. 2,42. Тираж 100 прим. Замовлення № 676.

Дніпро: Університет митної справи та фінансів
49000, м. Дніпро, вул. Вернадського, 2/4.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Методичні рекомендації щодо формування вихідних даних.....	4
2 Методика та приклад вирішення завдання з визначення найкоротших (за часом) шляхів між мікрорайонами.....	6
3 Методика та приклад вирішення завдання із встановлення вихідної маршрутної схеми.....	8
4 Методика та приклад вирішення завдання з перевірки дільничних маршрутів на відповідність заданому інтервалу руху.....	10
5 Методика та приклад вирішення завдання з розрахунку доцільності призначення додаткових наскрізних маршрутів.....	10
6 Методика та приклад вирішення завдання з перевірки отриманої схеми автобусних маршрутів на заданий коефіцієнт використання місткості автобусів.....	16
Список рекомендованої літератури.....	19
Додатки. Варіанти індивідуальних завдань для виконання практичної роботи.....	20

Вступ

Вивчення дисципліни "Пасажирські перевезення" передбачає формування у студентів системи знань і розумінь концептуальних основ організації і управління пасажирськими перевезеннями, набуття вмінь щодо керування технологічними процесами пасажирських перевезень. Виконання даної практичної роботи є невід'ємною частиною навчально-методичного комплексу дисципліни. Тема практичної роботи «Організація пасажирських міських автобусних перевезень» відповідає вимогам навчальної програми дисципліни "Пасажирські перевезення" для студентів спеціальності 275.03 "Транспортні технології" (автомобільний транспорт).

Метою виконання практичної роботи є визначення такої схеми автобусних маршрутів, при якій сумарні витрати часу пасажирями на очікування, проїзд та пересадки були мінімальними. При цьому використання місткості автобусів має бути не нижче заданого коефіцієнта.

Робота розрахована на 4 академічні години. Мова оформлення практичної роботи – українська. Текст або набирається на комп'ютері (кегель №14, інтервал 1,5) на стандартних аркушах формату А4 із креслярським штампом 15×185 мм, у якому проставляється особистий шифр та номер сторінки, або пишеться у зошиті від руки пастою чорного чи синього кольору. Нумерація формул, рисунків та таблиць – наскрізна.

У роботі зазначається тема, мета, завдання згідно варіанту, покрокове вирішення поставлених задач та наприкінці робляться висновки.

1 Методичні рекомендації щодо формування вихідних даних

В даній практичній роботі за даними про наявну транспортну мережу міста (вулиці, по яких здійснюється рух автобусів), пункти погашення і зародження пасажиропотоків, час проходження автобусів по кожній ділянці мережі та розміри пасажиропотоків необхідно визначити схему автобусних маршрутів таким чином, щоб сумарні витрати часу всіма пасажирями на очікування, прямування та пересадки були мінімальними. Для цього необхідні наступні вихідні дані.

1. Карта міста з транспортною мережею, що складається з пунктів зародження та погашення пасажиропотоків і вулиць, що з'єднують ці пункти, за якими можливий рух автобусів (рис. 1).

2. Розміри пасажиропотоків між усіма пунктами (мікрорайонами) міста, кількість чоловік (табл. 1.).

3. Використовувана місткість одиниці рухомого складу: $q_n = 60$.

4. Час, що витрачається одним пасажиром на пересадки в кожному пункті, або час очікування (табл.2).

5. Інтервал руху автобусів: $I_{дв} = 12$ хв.

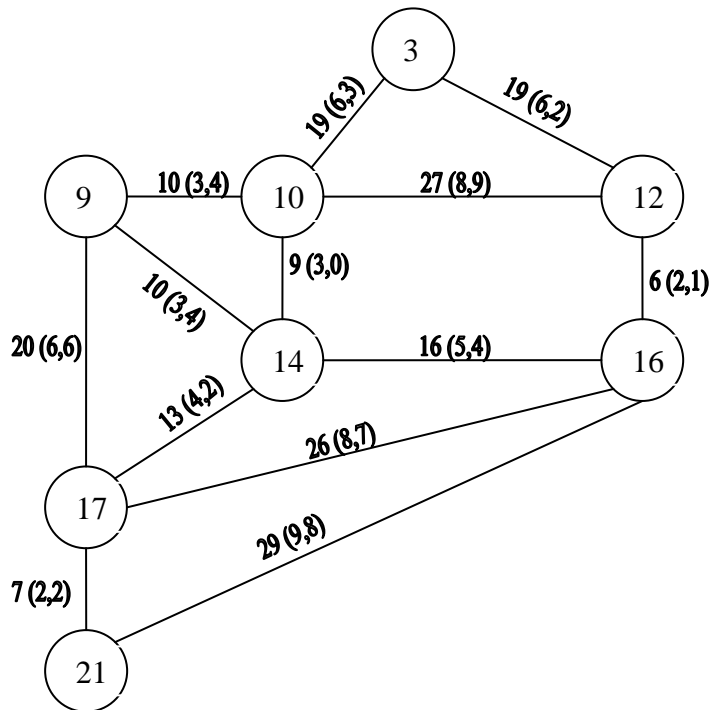


Рисунок 1 Транспортна мережа міста (в дужках - відстані між пунктами в кілометрах, цифри без дужок - час руху автобусів у хвилиnach; цифри в кружечках – номери мікрорайонів).

Таблиця 1 – Дані про розміри пасажиропотоків

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	14	21	3	9	10	16	17	12
14	-	39	140	194	156	439	74	46
21	18	-	66	89	103	72	76	40
3	200	190	-	60	94	324	16	71
9	121	690	149	-	99	420	211	14
10	89	80	14	186	-	70	100	155
16	282	213	292	18	114	-	45	126
17	141	31	12	252	166	34	-	154
12	204	89	30	84	46	86	184	-

Таблиця 2 – Дані про час очікування пасажирів

№ мікрорайону	14	21	3	9	10	16	17	12
Час очікування, хвилини	2	4	3	3	5	2	3	2

6. Коефіцієнт використання місткості автобусів по всій мережі маршрутів в цілому: $\gamma_{\text{вм}} = 0,9$.

За вказаними вихідними даними необхідно визначити таку схему автобусних маршрутів, щоб сумарні витрати часу пасажирами на очікування, проїзд та пересадку були мінімальними. При цьому використання місткості автобусів має бути не нижче заданого коефіцієнта.

2 Методика та приклад вирішення завдання з визначення найкоротших (за часом) шляхів між мікрорайонами

Розробка схеми автобусних маршрутів складається з декількох етапів. Перший етап виконується з використанням методу потенціалів - знаходження найкоротших відстаней. Він складається з двох кроків.

Крок 1. Привласнення початковому вузлу мережі потенціал 0.

Крок 2. Перегляду всіх ланок, які мають потенціали початкових вузлів, а кінцевих – не мають.

Спершу визначаються потенціали кінцевих вузлів, які з'єднують початковий і кінцевий вузли. Вибирається кінцевий вузол з найменшим потенціалом, записується поруч з вузлом, а ланка відзначається стрілкою. Другий крок повторюється до тих пір, поки всім вузлам не будуть присвоєні потенціали. У прикладі першим початковим вузлом оберемо пункт 3 (рис. 2). Привласнимо йому потенціал 0.

Ланки зі стрілочками показують найкоротший шлях від пункту 3 до всіх інших пунктів. Результати цих розрахунків записуємо в табл. 3, де у відповідних клітинах у верхньому лівому кутку вказані пункти між початковим і кінцевим пунктами.

Аналогічно виконуються розрахунки по всіх пунктах, кожен з яких послідовно приймається за початковий, а результати вносяться в табл. 3, де виявлені всі найкоротші за часом проходження маршрути між усіма пунктами транспортної мережі.

3 Методика та приклад вирішення завдання із встановлення вихідної маршрутної схеми

За вихідну маршрутну схему приймається схема, до якої входять маршрути, що задовольняють достатній умові призначення безпересадочних наскрізних маршрутів. Як наскрізний маршрут на другому етапі вирішення завдання розглядається маршрут, що з'єднує центри трьох і більше мікрорайонів по найкоротшому шляху, виходячи з витрат часу на його проходження.

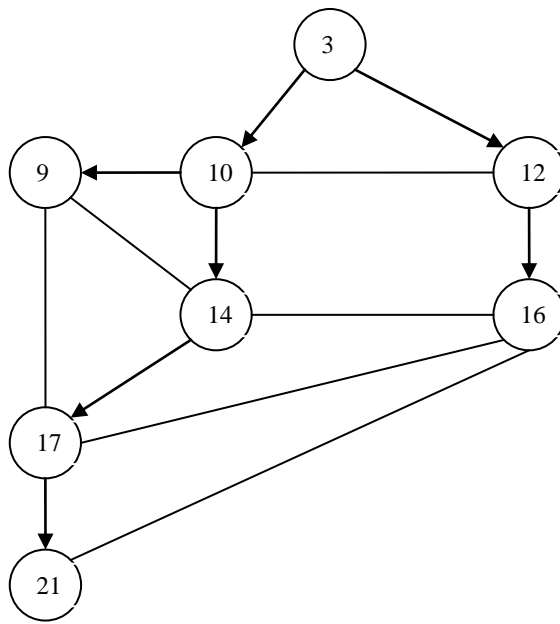


Рисунок 2 Визначення найкоротших відстаней

Таблиця 3 – Результати розрахунків за першим етапом

Звідки № мікро- району	Куди							
	14	21	3	9	10	16	17	12
14	-	17 19	10 28	10	9	16	13	16 22
21	17 19	-	17;14;10 48	17 26	17;14 28	29	7	16 36
3	10 28	10;14;1 7 48	-	10 29	19	12 25	10;14 40	19
9	10	17 26	10 29	-	10	14 26	20	14;16 33
10	9	14;17 28	19	10	-	14 25	14 22	27
16	16	29	12 25	14 26	14 25	-	26	6
17	13	7	14;10 40	20	14 22	26	-	16 32
12	16 22	16 36	19	16;14 33	27	6	16 32	-

Достатньою умовою для призначення наскрізного маршруту є задоволення природної вимоги, щоб час очікування пасажиром автобуса на початковому пункті маршруту був би меншим або дорівнював часу, який він повинен витратити в пункті пересадки, якщо такого маршруту не буде, тобто буде витримано наступне співвідношення:

$$\frac{c \cdot q \cdot T_p}{\rho} \cdot \frac{1}{P_{ij}} \leq t_{nl}$$

де c - коефіцієнт нерівномірності підходу пасажирів до зупинки (приймається для всіх варіантів рівним 0,5);

q_n - використовувана місткість автобуса (у нашому прикладі вона дорівнює 60);

T_p - тривалість розрахункового періоду доби, хв. (у нашому прикладі вона дорівнює 60 хв.);

ρ - коефіцієнт внутрішньо-годинної нерівномірності пасажирського потоку (приймається для всіх варіантів рівним 1,1);

P_{ij} - число пасажирів, що проїжджають між кінцевими пунктами призначуваного маршруту в напрямку максимального пасажиропотоку;

t_{nl} - витрати часу одного пасажира на пересадку в пункті 1, що має мінімальну тривалість пересадки в порівнянні з іншими проміжними пунктами на шляху між початковим i та кінцевим j пунктами призначуваного наскрізного маршруту у напрямку максимального пасажиропотоку.

Маршрути, які відповідають цій умові, включаються у вихідний варіант схеми автобусних маршрутів (табл. 4):

Призначаються наскрізні маршрути 21 - 9; 21 - 3.

Призначаються дільничні маршрути: 9 - 14; 16 - 14; 21 - 16; 3 - 12; 9 - 10; 10 - 12; 16 - 17; 16 - 12.

Вихідна схема маршрутів після другого етапу наведена на рис. 3

4 Методика та приклад вирішення завдання з перевірки дільничних маршрутів на відповідність заданому інтервалу руху

Перевірці підлягають тільки ті дільничні маршрути, які не збігаються з наскрізними і не проходять через пункти, між якими є можливість проїзду на автобусах іншим маршрутом (тобто через будь-які проміжні пункти).

Таблиця 4 – Призначення маршрутів

Від – до	Розрахунки	Маршрут...
14 – 12	$(0,5*60*60/1,1)*(1/204)=8,02 > 2$	Не призначається
21 – 3	$1636,36/190=8,6 < 10$	Призначається
21 – 9	$1636,36/690=2,4 < 3$	Призначається
21 – 10	$1636,36/103=15,88 > 5$	Не призначається
21 – 12	$1636,36/89=18,3 > 2$	Не призначається
3 – 9	$1636,36/149=10,98 > 5$	Не призначається
3 – 16	$1636,36/324=5,05 > 2$	Не призначається
3 – 17	$1636,36/16=102,27 > 7$	Не призначається
9 – 16	$1636,36/420=3,89 > 2$	Не призначається
9 – 12	$1636,36/84=19,48 > 4$	Не призначається
10 – 16	$1636,36/114=14,35 > 4$	Не призначається
10 – 17	$1636,36/166=9,85 > 4$	Не призначається
14 - 21	$1636,36/39=41,96 > 3$	Не призначається
3 - 14	$1636,36/200=8 > 5$	Не призначається
17 - 12	$1636,36/184=8,89 > 2$	Не призначається

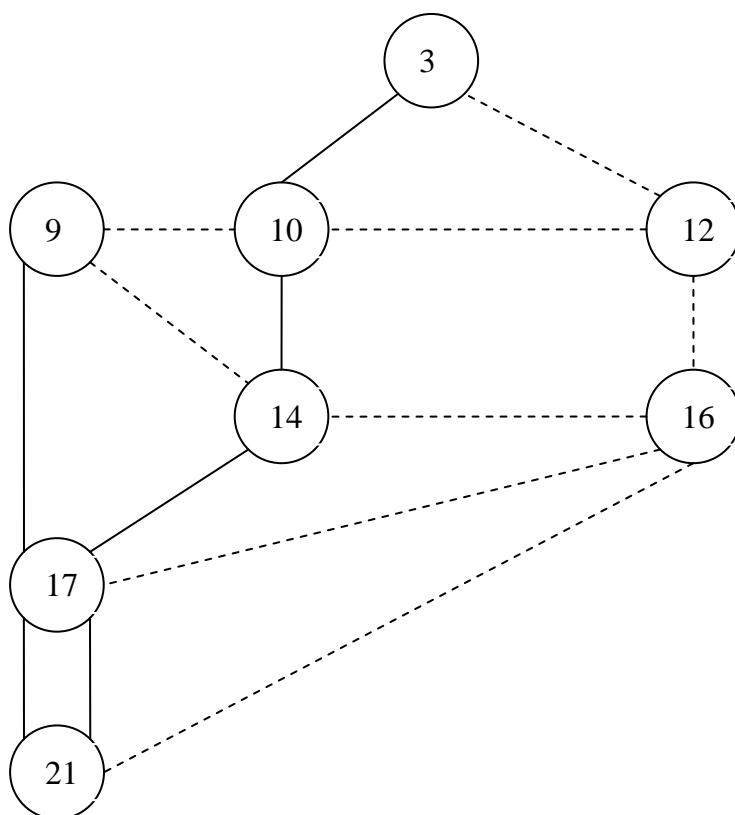


Рисунок 3 Вихідна схема маршрутів після другого етапу

Для розрахунку інтервалу руху автобусів на третьому етапі приймається напрямок з найбільшим пасажиропотоком $P_{ij\max}$.

Інтервал руху визначається за формулою:

$$I_{ij} = \frac{q\Gamma_p}{P_{ij}}$$

Оскільки задається максимальний інтервал руху, що дорівнює 12 хвилинам, то маршрути з інтервалом руху більше 12 хвилин у схему маршрутів не включаються.

$$9 - 14: I = (60 * 60) / 194 = 18,56$$

$$16 - 14: I = 3600/439 = 8,2 < 12$$

$$21 - 16: I = 3600/213 = 16,9$$

$$3 - 12: I = 3600/71 = 50,7$$

$$9 - 10: I = 3600/186 = 19,35$$

$$10 - 12: I = 3600/155 = 23,23$$

$$16 - 17: I = 3600/45 = 80$$

$$16 - 12: I = 3600/126 = 28,6$$

Заданому інтервалу відповідає лише 1 маршрут: 16 - 14, але його не достатньо для забезпечення переміщення пасажиропотоків, тому вибираються з наявних маршрутів ті, які мають інтервал більше заданого, але найменший серед інших. Вони включаються в схему маршрутів так, щоб були з'єднані всі мікрорайони.

Таким чином, вихідним варіантом маршрутної схеми в даному прикладі є варіант з чотирма маршрутами: двома дільничними: 10 - 12; 14 - 16 і двома наскрізними 9 - 21 і 3 - 21 (рис. 4).

5 Методика та приклад вирішення завдання з розрахунку доцільності призначення додаткових наскрізних маршрутів

Крім маршрутів, які опинилися у вихідному варіанті, можна призначити й інші наскрізні маршрути. Це виконується на четвертому етапі вирішення завдання. У нашому прикладі додатковими наскрізними маршрутами можуть бути: 14-12; 21-12; 3-9; 3-16; 9-16; 9-12; 10-16; 17-12.

Перевіримо, чи є на цих маршрутах пасажиропотік, який забезпечить рух автобусів з інтервалом не більше заданого максимального 12 хвилин.

Виявлення пасажиропотоків для цих маршрутів проводиться з урахуванням не тільки власного пасажиропотоку, який прямує від початкового до кінцевого пункту даного маршруту, але і з урахуванням тих пасажирів, які можуть обслуговуватися цим маршрутом при відсутності інших додаткових маршрутів.

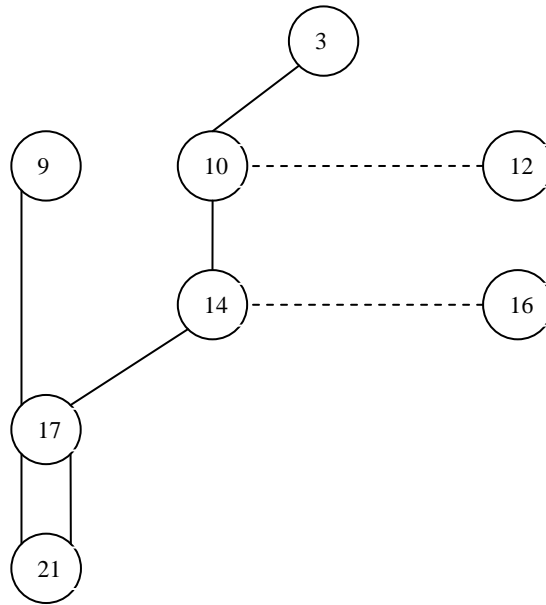


Рис. 4. Вихідна маршрутна схема після третього етапу

Для розрахунку інтервалу вибирається напрямок з найбільшим сумарним пасажиропотоком.

$$14 - 12: (46 + 126) / (204 + 86) = 172/290 \quad I = 3600/290 = 12,4$$

$$21 - 12: (40 + 72 + 126) / (89 + 213 + 86) = 238/388 \quad I = 3600/388 = 9,3$$

$$3 - 9: (60 + 186) / (149 + 99) = 246/248 \quad I = 3600/248 = 14,5$$

$$3 - 16: (324 + 71 + 86) / (292 + 30 + 126) = 481/448 \quad I = 3600/481 = 7,5$$

$$9 - 16: (420 + 121) / (18 + 194) = 541/212 \quad I = 3600/541 = 6,6$$

$$9 - 12: (14 + 121 + 126) / (84 + 194 + 86) = 261/364 \quad I = 3600/364 = 9,9$$

$$10 - 16: 70/114 \quad I = 3600/114 = 31,6$$

$$17 - 12: (154 + 34 + 126) / (184 + 45 + 86) = 314/315 \quad I = 3600/315 = 11,4$$

З розрахунків видно, що інтервал, менший або рівний максимальному заданому (12 хвилин), мають маршрути 21-12; 3-16; 9-16; 9-12; 17-12. Тому ці маршрути і будуть розглядатися в подальших розрахунках.

Для початкового варіанту схеми автобусних маршрутів розраховується час, що витрачається всіма пасажирами на проходження і пересадки. Для кожного пасажиропотоку вибирається для поїздки шлях з урахуванням призначених маршрутів і найкоротшого по часу на проходження і пересадки.

З цією метою використовується метод розрахунку найкоротшого (за часом) шляху, але з урахуванням того, що не тільки кожній дузі, але й кожній вершині транспортної мережі відповідає певний час (рис. 5). Результати цих розрахунків вносяться в таблицю 5.

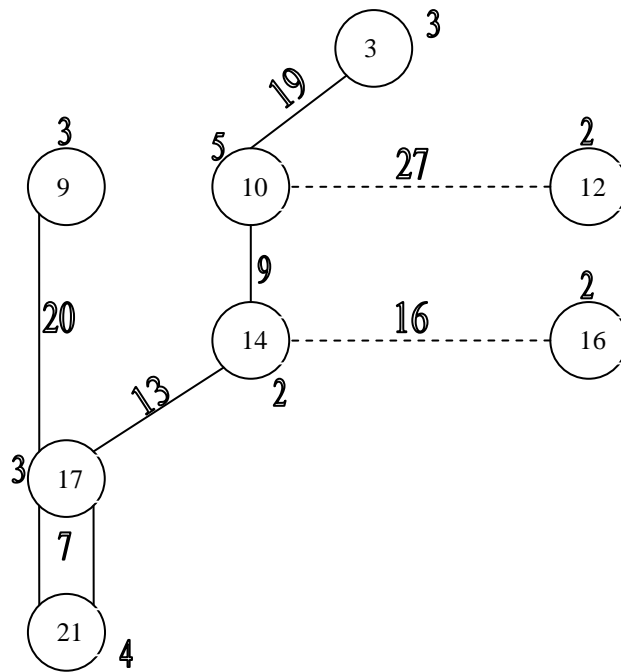


Рисунок 5 Маршрутна схема з часом проходження і пересадок

Цифри у верхніх кутах таблиці 5 відповідають пункту пересадки цього пасажиропотоку, а цифри внизу - часу на проходження і пересадки кожного пасажира, коли він використовує найвигідніші маршрути з числа призначених.

Сума часу, витраченого всіма пасажирами на проходження та пересадки, добувається множенням величин пасажиропотоків (табл. 1) на відповідний час, вказаний у таблиці 5, і підсумовуванням усіх отриманих при цьому добутків:

$$\begin{aligned} \sum_{\text{часу}} &= 780+3920+6984+1404+7024+962+1886+3168+2403+2987+2736+ \\ &532+2440+3840+1786+14904+656+3621+4455+22680+6220+1078+1890+220 \\ &0+ \\ &+4185+1395+7434+8316+360+5600+9120+4356+18630+9536+801+2320+266 \\ &+ \\ &+8370+4512+8094+13432+972+3078+1833+217+492+5040+3652+1054+8364 \\ &+ +5429+1530+6468+1242+5074+9936=261664 \text{ чол-хв.} = 4361,1 \text{ чол-год.} \end{aligned}$$

Оскільки при поїздках на основному і зворотному напрямках час очікування буде різним через те, що інтервали руху визначаються за основним напрямом (максимальний пасажиропотік), а пасажири, що прямують у зворотному напрямку, будуть перевозитися при неповному використанні місткості автобуса і, тим самим, з відносно меншим інтервалом відправлення.

Таблиця 5

Звід-ки	Куди							
	14	21	3	9	10	16	17	12
14	-	17 20	10 28	17 36	9	16	13	10 41
21	17 20	-	17,14,10 48	17 27	17,14 29	17,14 38	7	10,14,17 61
3	10 28	10,14,17 48	-	10,14,17 64	19	10,14 46	10,14 41	10 51
9	17 36	17 27	17,14,10 64	-	17,14 45	17,14 54	20	17,14,10 77
10	9	14,17 29	19	14,17 45	-	14 27	14 22	27
16	16	14,17 38	14,10 46	14,17 54	14 27	-	14 31	14,10 59
17	13	7	14,10 41	20	14 22	14 31	-	14,10 54
12	10 41	10,14,17 61	10 51	10,14,17 77	27	10,14 59	10,14 54	-

Тому суму витрат часу на очікування відправлення необхідно визначати з урахуванням співвідношення P_{minij} / P_{maxij} по кожному призначеному маршруту. Це співвідношення показує, наскільки менше буде час очікування пасажирів, які прямують у зворотному напрямку, тобто в напрямку з мінімальним аналізованим пасажиропотоком, ніж час очікування в прямому повідомленні.

Для цього розглянемо таблицю кореспонденції пасажиропотоків (табл. 1) і по кожній кореспонденції встановимо максимальний та мінімальний пасажиропотоки.

$$\Sigma P_{minij} = 2429$$

$$\Sigma P_{maxij} = 5179 \quad \Sigma P_{minij} / \Sigma P_{maxij} = 0,46$$

Таким чином, в зворотному напрямку пасажирів будуть витратити на очікування автобусів приблизно 0,46 часу, який витратять на очікування автобусів всі пасажирів, що прямують в основному напрямку.

Час очікування пасажирів в основному напрямку на одному маршруті:

$$T_{ож} = cqT_p = 0,5 * 60 * 60 = 1800 \text{ чол-хв.}$$

У вихідному варіанті призначено чотири маршрути, і загальний час очікування всіх пасажирів складе:

$$1800 * 4 * 1,46 = 10512 \text{ чол-хв.} = 175,2 \text{ чол-год.}$$

Загальні витрати часу всіх пасажирів на проходження, пересадки і очікування складуть:

$$4361,1 + 175,2 = 4536,3 \text{ чол-год.}$$

Ці дані заносяться в таблицю 6 в стовпчик "Вихідний варіант".

Потім безпосередньо розраховується доцільність призначення додаткових маршрутів відповідно до проведених раніше розрахунків на відповідність інтервалу руху. В даному випадку це маршрути 21 - 12; 3 - 16; 9 - 16; 9 - 12; 17 - 12.

Призначення кожного додаткового маршруту змінює загальні витрати часу пасажирів. З одного боку, зменшуються витрати часу на пересадки, оскільки призначення нового маршруту дозволяє певній частині пасажирів їхати без пересадок. З іншого боку, призначення кожного додаткового маршруту призводить до збільшення загального числа маршрутів і тим самим і до збільшення загального часу очікування автобусів пасажирами.

Кожен новий варіант розраховується так само, як і вихідний, але при цьому враховується, що введено додатковий маршрут. Всі розрахунки виконуються аналогічно розрахунками, які виконані в таблиці 5.

Наприклад, якщо додатково до початкового варіанту ввести маршрут 17 - 12, то це скоротить час, що витрачається на пересадки для пасажиропотоків на самому цьому маршруті і на маршрутах 21 - 12; 9 - 12, а також на зворотних їм маршрутах за рахунок ліквідації пересадок в пунктах 10 і 14. У відповідних клітинках таблиці 5 час проходження і пересадок зменшиться на 7 хвилин. Результати розрахунків заносяться в таблицю 6.

Розрахунки виконуються у наступному порядку.

1. Припустимо, що до початкового варіанту маршрутної схеми був введений маршрут 21 - 12. У цьому випадку сумарні витрати часу всіх пасажирів на поїздки та пересадки складе: $\Sigma_{часу} = 4361,1 - 10(40 + 89) / 60 = 4339,6$ чол-год., а до витрат на очікування додасться $1800 * 1,46 / 60 = 43,8$ чол-год.

2. Припустимо, що до початкового варіанту маршрутної схеми був введений маршрут 3-16. У цьому випадку сумарні витрати часу всіх пасажирів на поїздки та пересадки складуть: $\Sigma_{часу} = 4361,1 - 7(324 + 292) / 60 = 4289,23$ чол-год., а до витрат на очікування додасться $1800 * 1,46 / 60 = 43,5$ чол-год.

3. Припустимо, що до початкового варіанту маршрутної схеми був введений маршрут 9-16. У цьому випадку сумарні витрати часу всіх пасажирів на поїздки та пересадки складуть: $\Sigma_{\text{часу}} = 4361,1-5 (420 +18) / 60 = 4324,6$ чол-год., а до витрат на очікування додається $1800 * 1,46 / 60 = 43,5$ чол-год.

Таблиця 6

Назва	Вихідний варіант	Групи варіантів				
		1				
Додатково призначені	-	21-12	17-12	9-16	9-12	3-16
Витрати на прямування, пересадки, чол-год.	4361,1	4339,6	4295,18	4324,6	4344,77	4289,23
Витрати на очікування, чол-год.	175,2	219	219	219	219	219
Загальні витрати, чол-год.	4536,3	4558,6	4514,18	4543,6	4563,77	4508,23
Назва	Вихідний варіант	Групи варіантів				
		2				
Додатково призначені	-	17-12				
Витрати на прямування, пересадки, чол-год.	4289,23	4223,31				
Витрати на очікування, чол-год.	219	262,8				
Загальні витрати, чол-год.	4508,23	4486,11				

Аналогічно розглядаються всі варіанти 1-ої та наступних груп варіантів, але з урахуванням того, що за вихідний приймається кращий варіант попередньої групи.

Аналіз загальних витрат часу по 1-ій групі варіантів показує, що найбільше скорочення часу дає введення додаткового маршруту 3 - 16. Відзначаємо його рамкою, і тепер для початкового варіанту 2-ої групи

приймається наявність всіх маршрутів вихідного варіанту і ще одного додаткового маршруту 3 - 16, призначення якого дало найкращий варіант у 1-ій групі. Знову додатково призначаються маршрути по 2-ій групі варіантів, коли приймаються два додаткових маршрути, тобто 3 - 16 і ще один з решти.

Аналіз результатів по другій групі варіантів показує, що встановлення маршруту 17 - 12 знижує загальні витрати в порівнянні з кращим варіантом 1-ої групи.

У результаті розрахунків, які були проведені на четвертому етапі, у даному прикладі отримана схема маршрутів, показана на рисунку 6. У порівнянні із вихідним варіантом маршрутної схеми (див. рис. 5), тут додатково введені маршрути 17-12; 3-16, а оскільки з цими маршрутами збігаються дільничні, то дільничні ліквідуються.

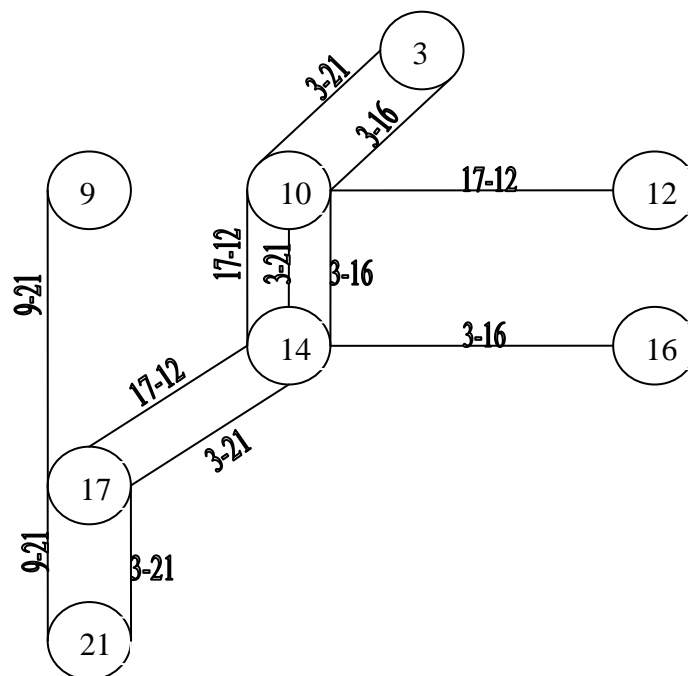


Рисунок 6 Схема маршрутів за результатами четвертого етапу

6 Методика та приклад вирішення завдання з перевірки отриманої схеми автобусних маршрутів на заданий коефіцієнт використання місткості автобусів

Для перевірки маршрутів по всій мережі на п'ятому етапі складаємо таблицю пасажиропотоків, в якій в лівому верхньому куті кожної клітини проставляємо проміжні пункти проходження даного потоку пасажирів по найкоротшому шляху з урахуванням призначених маршрутів (табл. 6).

Потім розраховуємо сумарний пасажиропотік по кожній ділянці мережі в прямому і зворотному напрямках. Для цього складаємо табл. 7.

Розглядаючи послідовно кожну клітину таблиці. 6 по рядках з урахуванням пунктів слідування, в табл. 7 заносимо кількість пасажирів, які прямують в кожному напрямку по кожній ділянці мережі.

Наприклад, в таблиці 6 розглядаємо рядок 1. За напрямками 14-17; 17-21 (що показано в клітці 14-21) слідує 39 пасажирів, що заноситься до відповідних клітини 1-го стовпця таблиці 7. А, наприклад, клітина 14-10 показує, що 156 пасажирів слідує у напрямку 14-10. Тому за стовпцем 1 таблиці 7 число 156 заноситься тільки в одну клітку і т.д.

Таким же чином розглядаються і інші рядки таблиці 6, і відповідне число пасажирів проставляється в стовпцях таблиці 7. При цьому на одній і тій же ділянці мережі можуть з одного й того ж пункту стояти кілька цифр пасажиропотоків.

Загальна сума по кожному рядку таблиці 7 - сумарний пасажиропотік по даній ділянці. Перемножуючи сумарний пасажиропотік на протяжність ділянки, отримується кількість пасажиро-кілометрів. Дані про сумарний пасажиропотік по кожній ділянці переносяться на отриману схему маршрутів (рис. 7). По кожному маршруту вибирається максимальний сумарний пасажиропотік.

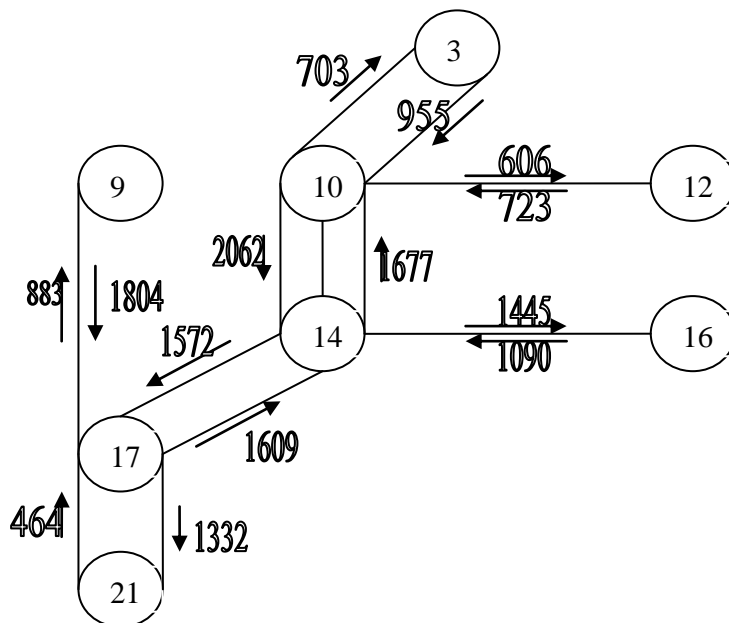


Рис. 7. Пасажиропотік за ділянками мережі для отриманої схеми маршрутів

Оскільки маршрут 3-21 повністю збігається з ділянками інших маршрутів, то пасажиропотік на ньому приймається рівним максимальному між кінцевими пунктами, а це 190 чоловік. На маршрутах 9-21; 3-16; 17-12 пасажиропотік визначається як максимальний на несуміщених ділянках.

Таблиця 7 – Розрахунок сумарного пасажиропотоку по кожній ділянці мережі в прямому і зворотному напрямках

Звід-ки	Куди							
	14	21	3	9	10	16	17	12
14	-	17 39	10 140	17 194	156	439	74	10 46
21	17 18	-	17,14,10 66	17 89	17,14 103	17,14 72	76	17,14,10 40
3	10 200	10,14,17 190	-	10,14,17 60	94	10,14 324	10,14 16	10 71
9	17 121	17 690	10,14,17 149	-	14,17 99	14,17 420	311	17,14,10 14
10	89	14,17 80	14	14,17 186	-	14 70	14 100	155
16	282	14,17 213	10,14 292	14,17 18	14 114	-	14 45	10,14 126
17	141	31	10,14 12	252	14 166	14 34	-	10,14 154
12	10 204	10,14,17 89	10 30	10,14,17 84	46	10,14 86	10,14 184	-

В останню чергу підраховуємо кількість наданих пасажиро-кілометрів при призначених маршрутах в обох напрямках. Оскільки в обидва напрямки по кожному маршруту робиться однакову кількість рейсів в години пік, то пасажиропотік в основному напрямку при цьому збільшується в двох і множиться на довжину маршруту. Таким чином, у нашому прикладі кількість наданих пасажиро-кілометрів на кожному маршруті буде дорівнювати:

$$3-21: 190 * 2 * 15,5 = 5890$$

$$9-21: 1804 * 2 * 8,8 = 31750,4$$

$$3-16: 1445 * 2 * 8,3 = 23987$$

$$17-12: 723 * 2 * 10,8 = 15616,8$$

Разом: 77244,2 пасажиро-кілометрів.

У таблиці 7 було розраховано кількість використаних пасажиро-кілометрів, що дорівнює 72224,3 пасажиро-кілометрів, тобто дана схема забезпечує коефіцієнт використання місткості, який складає:

$$\gamma_{\text{вм}} = 72224,3 / 77244,2 = 0,93.$$

Таким чином, можна зробити висновки, що отримана в результаті розрахунків схема автобусних маршрутів забезпечує в години пік заданий коефіцієнт використання місткості рухомого складу. Розрахунковий коефіцієнт використання місткості дорівнює 0,93, що перевищує заданий (рівний 0,9).

При цьому призначено 4 маршруту, що відповідає $4 * 1,46 * 1800/60 = 175,2$ людино-годин очікування.

Витрати часу пасажирів на проходження і пересадки становлять 4289,23 чол-год. Загальний час на пересування всіх пасажирів для прийнятого до розрахунку періоду складає 4464,43 чол-год., що відповідає найменшим витратам у заданих умовах.

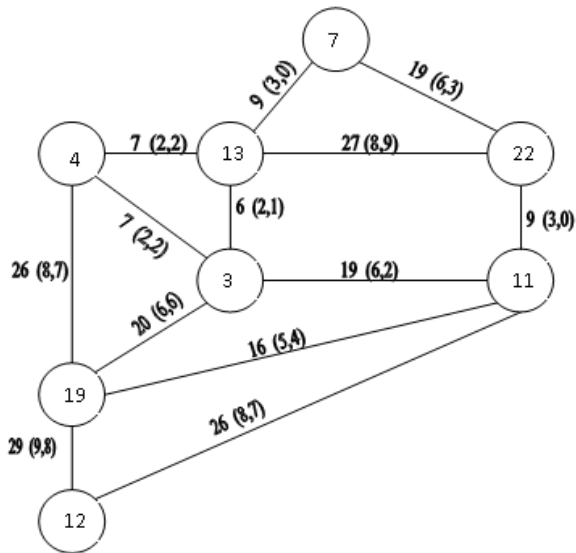
Список рекомендованої літератури

1. Босняк, М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення. Навчальний посібник для студентів спеціальності 6.100404 «Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)» [Текст]. – 2-ге видання – Київ: «Слово», 2011. – 272 с.
2. Варелопуло, Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. [Текст] – М.: Транспорт, 1990, –203 с.
3. Геронимус, Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. [Текст] – М.: Транспорт, 1982.
4. Гудков, В.А., Миротин, Л.Б., Вельможин, А.В., Ширяев, С.А. Пассажи́рские автомобильные перевозки[Текст]/ под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия - Телеком, 2006, – 448 с.
5. Доля, В.К. Методи організацій перевезень пасажирів в містах. [Текст] - Х.: Вид. "Основа", 1992. - 160 с.
6. Ефремов, И.С., Кобазев, В.М., Юдин, В.А. Теория городских пассажирских перевозок. [Текст] / под ред. И.С. Ефремова – М.: Высшая школа, 1980, – 535 с.
7. Таран, І.О., Литвин, В.В., Новицький, О.В. Пасажирські перевезення. Методичні рекомендації до практичних робіт для студентів денної форми навчання напряму підготовки 0701 «Транспортні технології» [Текст] / под ред. І.О. Тарана. –Дніпропетровськ: Видавництво НГУ, 2010. – 44 с.
8. Кузьменко А.І. Методичні рекомендації до виконання контрольної роботи з дисципліни “Пасажирські перевезення” на тему «Організація міських пасажирських автомобільних перевезень» за напрямом підготовки 6.070101 “Транспортні технології” (автомобільний транспорт). Дніпропетровськ: Університет митної справи та фінансів, 2015. – 28 с.

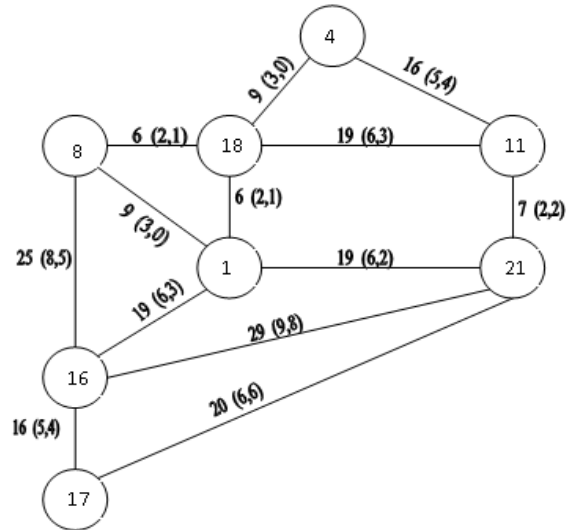
Транспортна мережа міста

(в дужках - відстані між пунктами в кілометрах, цифри без дужок - час руху автобусів у хвилину; цифри в кружечках – номери мікрорайонів)

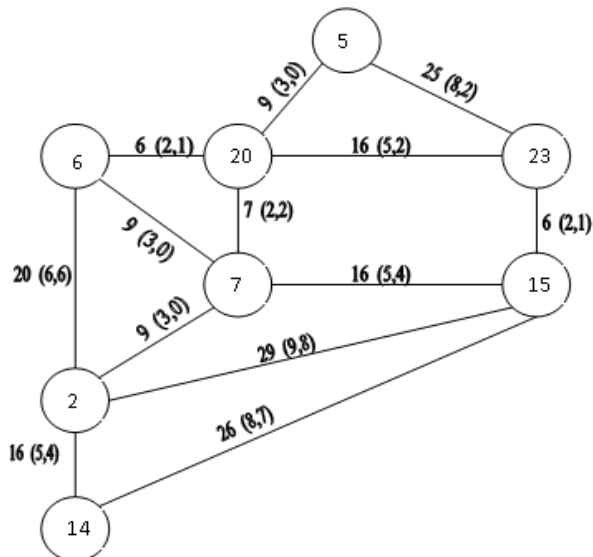
Варіанти 1, 15



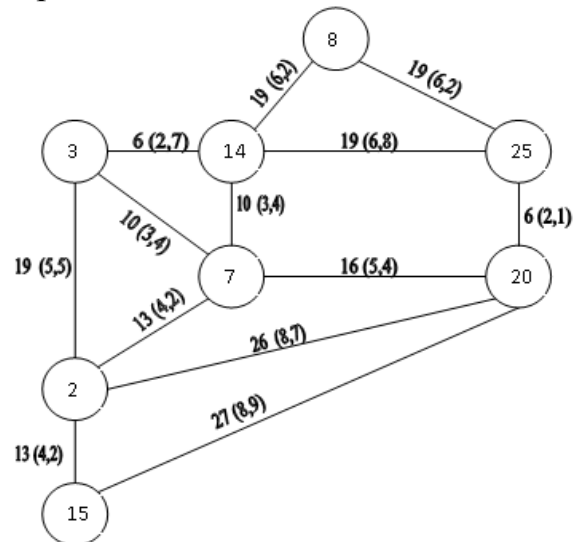
Варіанти 2, 16



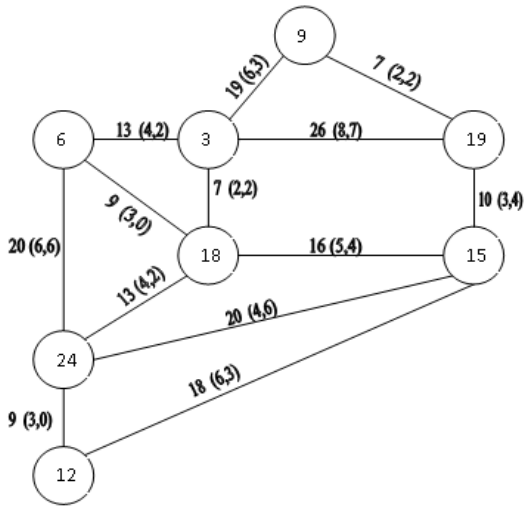
Варіанти 3, 17



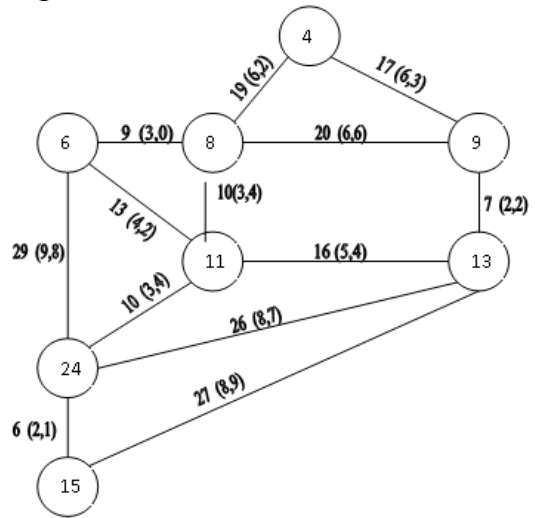
Варіанти 4, 18



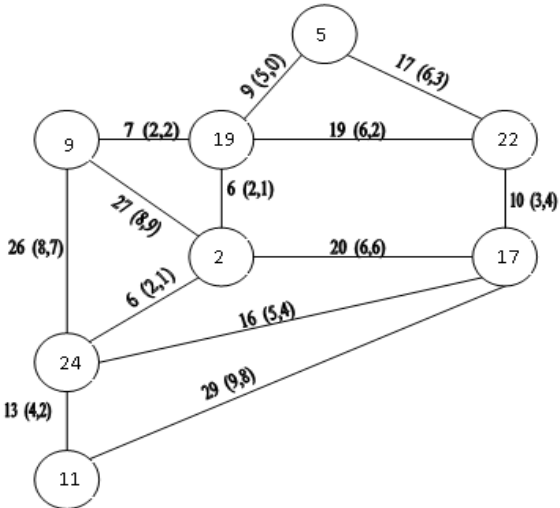
Варіанти 5, 19



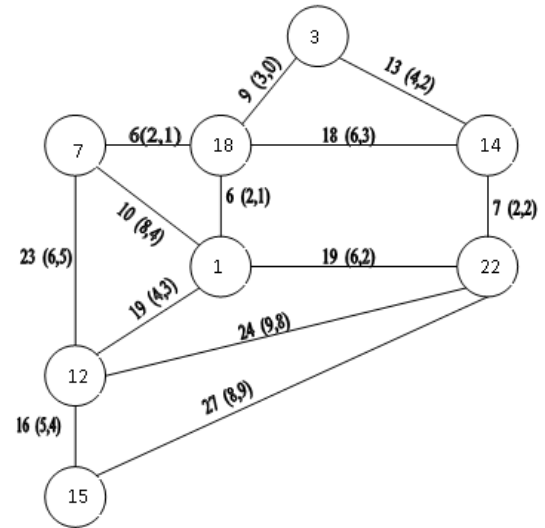
Варіанти 6, 20



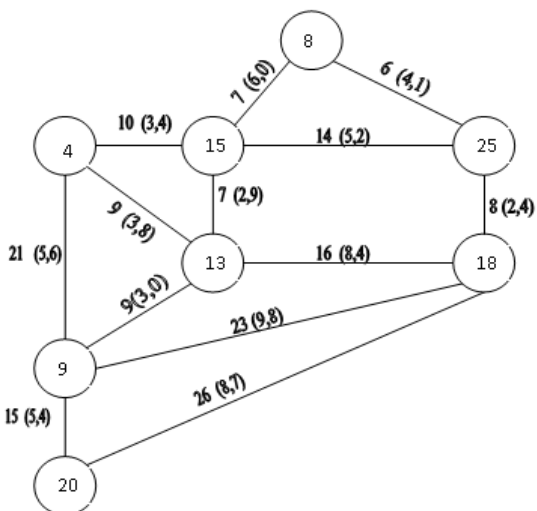
Варіанти 7, 21



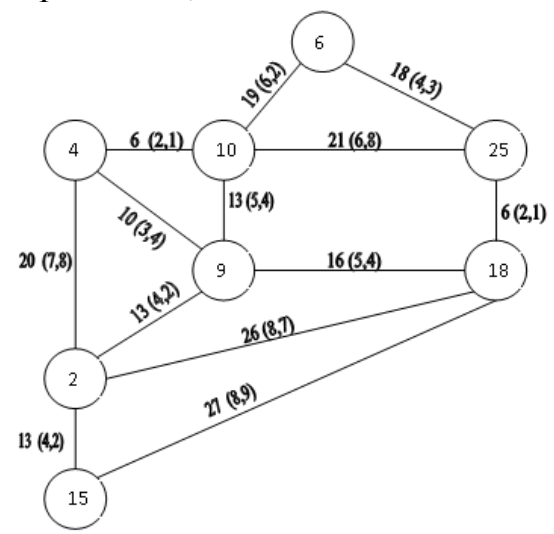
Варіанти 8, 22



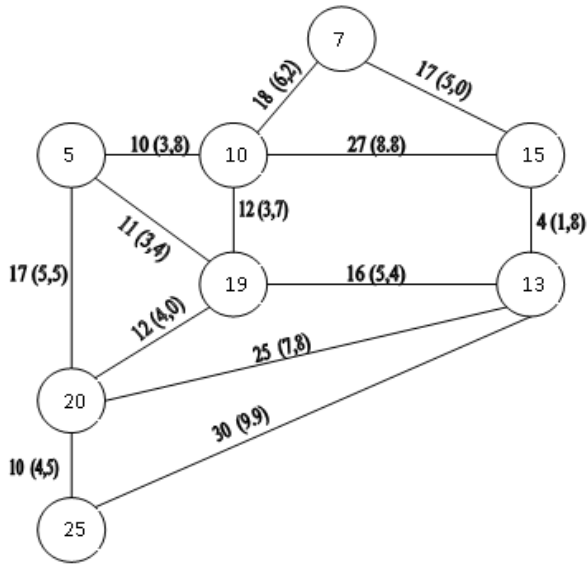
Варіанти 9, 23



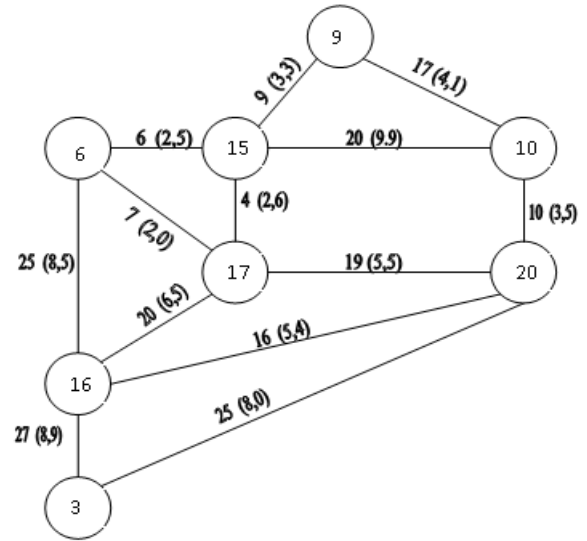
Варіанти 10, 24



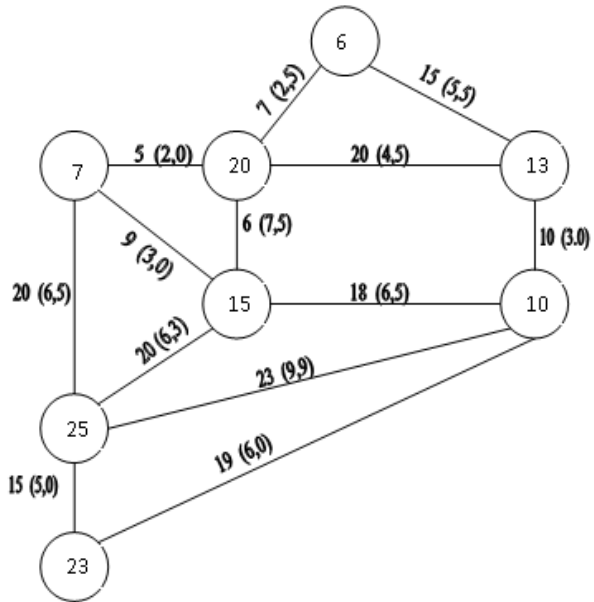
Варіанти 11, 25



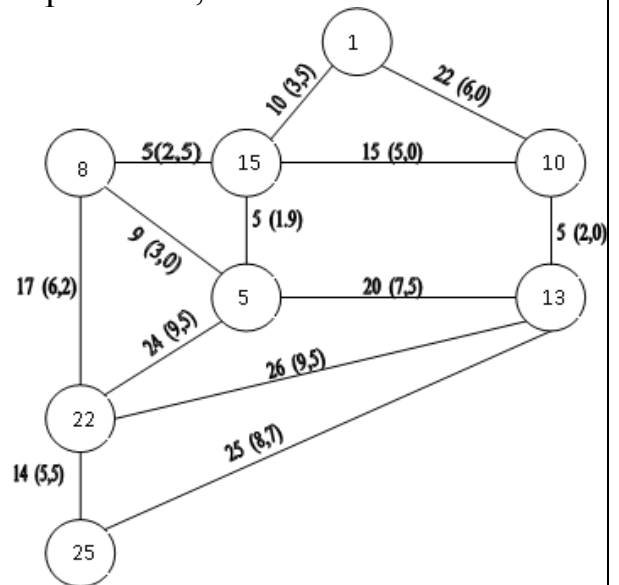
Варіанти 12, 26



Варіанти 13, 27



Варіанти 14, 28



Додаток Б

Розміри пасажиропотоків між усіма мікрорайонами міста (кількість чоловік) та час очікування пасажирів (хвилини)

Варіанти 1, 15

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	13	22	7	3	11	19	4	12
13	-	46	133	187	142	380	78	41
22	14	-	54	98	115	80	86	35
7	185	157	-	55	98	322	13	82
3	143	389	125	-	102	398	250	17
11	70	175	10	176	-	65	106	148
19	263	246	269	19	127	-	41	131
4	156	35	16	243	186	29	-	162
12	187	92	20	69	43	108	193	-
Час очікування, хв.	3	6	3	5	2	4	3	5

Варіанти 2, 16

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	17	21	4	11	8	18	1	16
17	-	54	122	145	106	356	87	38
21	10	-	46	123	127	96	86	42
4	163	162	-	50	104	300	17	90
11	153	377	137	-	98	356	268	21
8	62	189	14	183	-	76	96	152
18	278	262	280	20	139	-	45	127
1	171	27	19	263	192	34	-	170
16	135	86	34	48	51	125	205	-
Час очікування, хв.	3	5	9	2	4	4	6	2

Варіанти 3, 17

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	23	6	15	7	5	14	2	20
23	-	16	103	133	150	365	96	15
6	23	-	86	148	110	302	106	70
15	172	187	-	15	130	16	230	75
7	204	283	104	-	79	328	42	27
5	82	116	35	216	-	60	100	163
14	205	238	257	33	105	-	63	131
2	142	78	28	216	176	34	-	182
20	192	90	33	78	60	99	156	-
Час очікування, хв.	2	7	6	4	5	2	3	5

Продовження додатку Б

Варіанти 4, 18

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	3	8	25	15	7	20	2	14
3	-	46	162	220	167	205	70	56
8	26	-	70	75	103	106	86	42
25	230	208	-	69	108	300	28	81
15	97	309	163	-	91	207	195	10
7	77	208	15	201	-	175	86	168
20	306	179	308	10	135	-	65	116
2	125	40	10	236	140	95	-	153
14	194	93	48	90	50	108	188	-
Час очікування, хв.	9	3	4	9	2	5	3	8

Варіанти 5, 19

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	9	24	6	12	18	15	19	3
9	-	43	160	234	163	370	89	50
24	25	-	56	76	97	89	67	45
6	189	224	-	58	108	375	25	83
12	142	356	155	-	147	356	250	18
18	96	120	25	204	98	145	98	143
15	277	235	257	27	68	-	60	180
19	165	42	45	268	207	56	-	104
3	196	79	37	75	54	78	174	-
Час очікування, хв.	5	9	4	4	5	2	8	6

Варіанти 6, 20

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	15	6	24	11	9	4	8	13
15	-	241	148	194	163	239	69	43
6	21	-	59	85	99	272	72	42
24	199	198	-	63	96	324	13	69
11	125	390	151	-	99	320	218	12
9	93	180	18	179	-	70	105	145
4	279	216	289	12	109	-	49	130
8	139	37	9	248	161	134	-	151
13	200	85	31	92	40	86	188	-
Час очікування, хв.	2	6	4	9	6	5	3	8

Продовження додатку Б

Варіанти 7, 21

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	9	11	24	19	17	2	22	5
9	-	46	133	187	142	380	78	41
11	14	-	54	98	115	80	86	35
24	185	157	-	55	98	322	13	82
19	143	389	125	-	102	398	250	17
17	70	175	10	176	-	65	106	148
2	263	246	269	19	127	-	41	131
22	156	35	16	243	186	29	-	162
5	187	92	20	69	43	108	193	-
Час очікування, хв.	3	6	3	5	2	4	3	5

Варіанти 8, 22

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	1	15	3	12	22	18	7	14
1	-	58	119	155	99	256	57	78
15	15	-	51	102	130	196	116	82
3	160	160	-	48	109	250	15	70
12	158	360	142	-	78	346	273	51
22	66	201	9	179	-	176	101	172
18	281	259	270	30	159	-	66	137
7	165	271	25	225	142	84	-	180
14	140	91	30	78	101	115	99	-
Час очікування, хв.	8	3	4	5	2	9	7	2

Варіанти 9, 23

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	20	9	15	4	18	25	8	13
20	-	25	123	115	160	350	76	11
9	13	-	66	138	100	322	126	74
15	182	193	-	35	140	16	250	79
4	224	280	114	-	99	358	52	31
18	102	121	45	236	-	90	106	193
25	211	242	287	63	125	-	73	101
8	125	70	58	206	182	14	-	160
13	181	98	53	88	75	109	166	-
Час очікування, хв.	9	8	7	6	5	4	3	2

Варіанти 10, 24

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	2	10	25	18	6	15	9	4
2	-	46	162	220	167	205	70	56
10	26	-	70	75	103	106	86	42
25	230	208	-	69	108	300	28	81
18	97	309	163	-	91	207	195	10
6	77	208	15	201	-	175	86	168
15	306	179	308	10	135	-	65	116
9	125	40	10	236	140	95	-	153
4	194	93	48	90	50	108	188	-
Час очікування, хв.	9	2	4	5	2	5	3	8

Варіанти 11, 25

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	10	15	7	19	13	20	25	5
10	-	45	145	215	150	388	87	60
15	32	-	80	98	130	87	110	50
7	201	180	-	82	95	375	30	71
19	140	380	160	-	70	389	206	56
13	98	85	24	150	-	45	89	160
20	206	101	258	34	101	-	69	132
25	150	45	20	230	56	69	-	160
5	230	109	45	82	92	75	200	-
Час очікування, хв.	2	4	3	5	7	6	9	8

Варіанти 12, 26

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	9	15	10	6	17	20	3	16
9	-	60	120	183	150	400	89	50
15	25	-	68	98	113	80	91	35
10	185	162	-	60	101	340	19	87
6	140	371	125	-	99	370	245	10
17	63	175	38	170	-	75	89	130
20	250	190	152	88	101	-	46	140
3	152	50	29	250	190	40	-	145
16	200	99	15	75	50	100	199	-
Час очікування, хв.	5	3	7	9	6	4	8	2

Варіанти 13, 27

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	13	20	6	15	10	25	23	7
13	-	45	115	150	109	350	100	45
20	27	-	69	130	140	101	88	57
6	163	175	-	55	119	345	23	100
15	148	379	145	-	101	341	280	50
10	69	189	14	183	-	76	96	152
25	285	250	290	30	145	-	50	132
23	157	2	19	270	190	37	-	180
7	150	86	34	48	51	125	205	-
Час очікування, хв.	2	5	3	8	4	9	6	7

Варіанти 14, 28

Звідки	Куди							
№ мікрорайону	1	10	15	8	5	13	22	25
1	-	22	101	158	175	340	75	23
10	30	-	89	152	117	307	109	78
15	108	200	-	17	149	12	250	90
8	198	293	128	-	97	363	59	45
5	82	116	35	216	-	60	100	163
13	211	240	250	58	130	-	90	174
22	150	89	27	217	190	47	-	190
25	200	75	60	84	75	101	200	-
Час очікування, хв.	3	5	9	7	8	4	2	6

Вихідні дані для розрахунку схеми автобусних маршрутів

Номер варіанту	Місткість одиниці рухомого складу q_n , чол.	Інтервали руху автобусів $I_{дв}$, хвил.	Коефіцієнт використання місткості автобусів $\gamma_{вм}$
1	40	11	0,8
2	68	10	0,7
3	74	14	0,65
4	56	12	0,85
5	42	12	0,8
6	38	8	0,83
7	46	13	0,85
8	52	11	0,73
9	60	12	0,78
10	72	15	0,72
11	44	10	0,87
12	54	13	0,81
13	58	14	0,84
14	62	15	0,78
15	45	12	0,9
16	47	11	0,89
17	64	16	0,86
18	70	14	0,79
19	68	15	0,84
20	46	12	0,86
21	50	13	0,7
22	55	10	0,8
23	73	16	0,78
24	66	13	0,76
25	58	12	0,77
26	48	11	0,88
27	42	9	0,92
28	62	14	0,75