

УДК 656.13

Д.П. Понкратов

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ДІАПАЗОНИ ПАСАЖИРОПОТОКУ ВИНЯТКОВОГО ТА АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ АВТОБУСІВ РІЗНОГО КЛАСУ ПАСАЖИРОМІСТКОСТІ

Статтю присвячено вирішенню питань визначення виняткових діапазонів пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту, за яких доцільно використовувати тільки транспортні засоби певного класу пасажиромісткості та альтернативних діапазонів для яких слід вирішувати завдання вибору пасажиромісткості транспортних засобів з декількох альтернативних класів місткості. Виявлено, що межі, як виняткових, так й альтернативних діапазонів змінюються залежно від прийнятих обмежень на ступінь заповнення салону транспортних засобів.

Ключові слова: міські пасажирські перевезення, пасажиропотік, пасажиромісткість автобусу, ступінь заповнення салону транспортного засобу, маршрутний інтервал.

Постановка проблеми

Організація перевезень на маршрутах міського пасажирського транспорту перш за все передбачає вибір марки транспортних засобів з певного класу пасажиромісткості для здійснення перевезень та визначення їх потрібної кількості. Рішення, що приймаються на цьому етапі визначають величину маршрутного інтервалу, ступінь заповнення салону транспортного засобу, наявність відмов пасажиром в посадці тощо. При вирішенні цих завдань першочергове значення має інформація про пасажиропотоки, що є фактичним проявом попиту на транспортні послуги.

Певні потужності пасажиропотоку відповідають раціональні сфери застосування

транспортних засобів певного класу пасажиромісткості. Проте, ці питання є недостатньо вивченими та потребують подальшого дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Автобуси класифікують за декількома ознаками серед яких виділяють наступні [1, 2]: цільове призначення,

- конструктивні особливості,
- габаритні розміри,
- пасажиромісткість тощо.

З позиції розробки технології перевізного процесу, насамперед, важливим є поділ автобусів на класи, виходячи з пасажиромісткості. Одна з таких класифікацій наведена у праці [3] (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація автобусів за пасажиромісткістю

Клас автобуса за пасажиромісткістю	Орієнтовна пасажиромісткість автобусів, пас.		Габаритна довжина, що відповідає класифікації, що використовувалась раніше
	внутрішньоміського та приміського сполучення	міжміських та дальнього слідування	
Особливо малий	9...14	-	до 5
Малий	15...45	до 34	6,0...7,5
Середній	46...80	35...44	8,0...9,5
Великий	81...115	45...59	10,5...12,0
Особливо великий	116 і більше	60 і більше	16,5 і більше

Вибір пасажиромісткості автобуса є одним з ключових питань організації перевезень на міських маршрутах. Обґрунтування рішень, що приймаються, виконують в результаті постановки та вирішення оптимізаційного завдання, виходячи з інтересів, як перевізника, так і пасажирів. Як параметр оптимізації зазвичай застосовують: пасажиромісткість, інтервали та частоту руху транспортних засобів [1, 3, 4-7]. Проте, слід зазначити, що ці показники є взаємопов'язаними та можуть бути виражені один через одного.

Як показують чисельні дослідження, основним фактором, що визначає вибір технологічних параметрів, є потужність пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту [1, 3, 4, 7]. Виходячи з цього показника, розроблені рекомендації щодо доцільності застосування автобусів певної пасажиромісткості для освоєння заданого пасажиропотоку з раціональними інтервалами або частотою руху транспортних засобів. Як зазначають дослідники, такі рекомендації слід розглядати як орієнтовні. Крім цього, ці рекомендації не є взаємопогодженими та на певних діапазонах пасажиропотоку навіть є суперечливими. Постановка оптимізаційного

За даними праці [8], нормальним заповненням вважається таке, коли зайняті всі місця для сидіння та вільна площа підлоги пасажирського салону при 5 пас./м²; максимальним, допустимим у години «пік» є заповнення при 8 пас./м². У міжпіковий період рекомендується здійснювати перевезення з заповненням 3 пас./м², що забезпечить дотримання прийнятних інтервалів руху [9]. Автори праці [10] зазначають, що граничне значення, яке визначає неприйнятний рівень заповнення відрізняється у різних країнах та регіонах. У країнах Європейського союзу та в Австралії прийнята норма 4 пас./м²; США – 5 пас./м²; Китай – 8 пас./м² (автобусні перевезення).

Важливе значення при визначенні обмежень, що накладаються на величину пасажиропотоку, є обґрунтування граничних значень інтервалу руху (мінімально та максимально допустимого).

Підходи щодо формування обмежень на інтервал руху також не є однозначними. У праці [11] мінімально допустимий інтервал руху пропонують визначити виходячи з пропускну здатності маршруту. Як числове значення мінімального інтервалу приймають 0,4 хв. Максимальний інтервал руху пропонують приймати рівним 10 хв. У праці [8], як мінімально допустимий інтервал руху приймають 2 хв., а максимально допустиме його значення - 10 хв. Праця [3] містить вимоги щодо максимально допустимого інтервалу руху, згідно з якими для малих міст значення інтервалу руху не має перевищувати 20 хв., а в інших містах – 15 хв.

завдання передбачає накладення низки обмежень на параметри перевізного процесу, зокрема на величину пасажиропотоку, що може бути засвоєний транспортними засобами певної пасажиромісткості.

Наприклад, у праці [8] обмеження на величину пасажиропотоку пропонують визначити так:

- мінімальне обмеження на величину пасажиропотоку визначають виходячи із умов можливості організації перевезень пасажирів транспортними засобами мінімальної пасажиромісткості з інтервалом, що не перевищує максимально допустимого;

- при визначенні максимального пасажиропотоку виходять із можливості організації перевезень транспортними засобами максимальної пасажиромісткості за умов дотримання інтервалів, що не є меншими мінімально допустимого значення.

Слід зазначити, що у праці [8] розглядають лише граничні межі пасажиропотоку використання транспортних засобів без поділу їх на класи. Натомість більш прийнятним є диференційований підхід. Крім цього, наявний підхід не враховує того, що організація перевезень може плануватись з різним ступенем заповнення салону транспортного засобу.

При формуванні мети статті виходимо із припущення, що існують певні діапазони пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту за яких доцільно використовувати тільки транспортні засоби певного класу пасажиромісткості (виняткові діапазони) та діапазони для яких слід вирішувати завдання щодо вибору пасажиромісткості транспортних засобів з декількох альтернативних класів місткості (альтернативні діапазони). Отже, **мета статті** може бути сформульована як визначення діапазонів пасажиропотоку виняткового та альтернативного застосування автобусів різного класу пасажиромісткості.

Виклад основного матеріалу

На першому етапі формуємо розрахункову залежність для визначення граничних значень пасажиропотоку за яких можуть бути застосовані автобуси певного класу пасажиромісткості. Виходимо з того, що кількість автобусів (A) пасажиромісткі (q_n), яка потрібна для засвоєння пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні (F_{\max}) може бути визначена [3, 6, 9]:

$$A = \frac{F_{\max} \cdot t_{об}}{q_n \cdot \gamma_{с \max} \cdot \tau}, \quad (1)$$

де $t_{об}$ - час оберту транспортного засобу, год;

$\gamma_{c \max}$ - статичний коефіцієнт використання пасажиромісткості на найбільш пасажиронапруженому перегоні маршруту;

τ - розрахунковий період (період часу за який було отримано значення F_{\max}), год.

На підставі залежності (1), потужність пасажиропотоку, що може бути засвоєний за визначених параметрах перевізного процесу, представлено наступним чином:

$$F_{\max} = \frac{A \cdot q_n \cdot \gamma_{\max} \cdot \tau}{t_{об}} \quad (2)$$

Оскільки $\frac{A}{t_{об}} = \frac{1}{I_{пл}}$, то залежність (2) буде мати вигляд:

$$F_{\max} = \frac{q_n \cdot \gamma_{\max} \cdot \tau}{I_{пл}} \quad (3)$$

де $I_{пл}$ - плановий інтервал руху, хв.

Виходячи із залежності (3) мінімальна та максимальна величина пасажиропотоку, що може бути засвоєна автобусами класу місткості φ , виражені такими формулами:

$$F_{\max \varphi}^{\min} = \frac{60}{I_{пл}^{\max}} q_{n\varphi}^{\min} \cdot \gamma_{c \max (d)} \cdot \tau \quad (4)$$

$$F_{\max \varphi}^{\max} = \frac{60}{I_{пл}^{\min}} q_{n\varphi}^{\max} \cdot \gamma_{c \max (d)} \cdot \tau \quad (5)$$

де $I_{пл}^{\min}$, $I_{пл}^{\max}$ - відповідно мінімально та максимально допустимі планові інтервали руху транспортних засобів, хв.;

$q_{n\varphi}^{\min}$, $q_{n\varphi}^{\max}$ - відповідно мінімальна та максимальна пасажиромісткість автобусу класу місткості φ , пас.;

$\gamma_{c \max (d)}$ - плановий статичний коефіцієнт використання пасажиромісткості на найбільш завантаженому перегоні маршруту з рівнем заповнення d .

На підставі даних праці [12] коефіцієнт використання пасажиромісткості може бути виражений через показник кількості пасажирів, що припадають на 1 м² підлоги салону автобусу призначеного для проїзду пасажирів стоячи (щільність заповнення салону транспортного засобу):

$$\gamma_{c \max (d)} = \begin{cases} 1, & \text{при } r \cdot (q_n)^s \geq 1 \\ r \cdot (q_n)^s + (1 - r \cdot (q_n)^s) \frac{\alpha_d}{\alpha_n}, & \text{при } r \cdot (q_n)^s < 1 \end{cases} \quad (6)$$

де α_n - щільність заповнення салону транспортного засобу, що відповідає номінальній пасажиромісткості транспортного засобу ($\alpha_n = 8$ пас./м²), пас./м²;

α_d - щільність заповнення підлоги салону транспортного засобу, що призначена для проїзду пасажирів стоячи з рівнем d ($d = 0, \overline{\alpha_n}$), пас./м²;

r, s - параметри моделі ($r = 6,531$; $s = -0,691$).

Особливістю використання залежності (6) є можливість урахування того факту, що за однакової щільності заповнення, для транспортних засобів різного класу значення коефіцієнту використання пасажиромісткості можуть значно відрізнятись. Це зумовлено різною питомою вагою кількості місць для сидіння у загальній пасажиромісткості транспортного засобу.

Запропонований підхід відрізняється від наявного тим, що дає змогу розглядати граничні діапазони транспортних засобів різного класу пасажиромісткості та враховувати умови їхньої роботи з різним ступенем заповнення.

Дослідження діапазонів пасажиропотоку виняткового та альтернативного застосування автобусів різного класу пасажиромісткості проводимо за таких числових значеннях показників, що входять до залежностей (4) та (5):

- мінімально допустимий маршрутний інтервал – 2 хв.;
- максимально допустимий маршрутний інтервал – 12 хв.;
- тривалість розрахункового періоду – 1 год.;
- мінімальне значення пасажиромісткості автобусу – 9 пас.;
- максимальне значення пасажиромісткості автобусу – 200 пас.

Граничні значення класів пасажиромісткості автобусів приймали згідно табл. 2. Коефіцієнт використання пасажиромісткості на найбільш завантаженому перегоні маршруту розглядали за рівнів заповнення 3, 5 та 8 пас./м². Для автобусів особливо малої місткості перевезення здійснюються виключно сидячи та $\gamma_{c \max} = 1$. Результати розрахунки коефіцієнту використання пасажиромісткості за різних значень щільності заповнення, що проведені за залежністю (6), наведено у табл. 2. На підставі цих даних з використанням залежностей (4) та (5) встановлені граничні значення діапазонів пасажиропотоку застосування автобусів різного класу пасажиромісткості залежно від ступеня заповнення салону транспортного засобу (табл. 3, рис. 1).

Таблиця 2

Результати розрахунку коефіцієнту використання пасажиромісткості на найбільш завантаженому перегоні маршруту при граничних значеннях пасажиромісткості автобусів різних класів

Клас пасажиро- місткості	Граничні значення місткості автобусу, пас.		Коефіцієнт використання пасажиромісткості на найбільш завантаженому перегоні маршруту					
			$\alpha_d = 8 \text{ пас./м}^2$		$\alpha_d = 5 \text{ пас./м}^2$		$\alpha_d = 3 \text{ пас./м}^2$	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Особливо малий (ОМ)	9	14	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Малий (М)	15	45	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,67
Середній (С)	46	80	1,00	1,00	0,80	0,74	0,66	0,57
Великий (В)	81	115	1,00	1,00	0,74	0,72	0,57	0,53
Особливо великий	116	200	1,00	1,00	0,72	0,69	0,53	0,48

Таблиця 3

Результати розрахунку граничних значень діапазону застосування автобусів різного класу пасажиромісткості

Клас пасажиромісткості	Граничні значення пасажиро- місткості автобусу, пас.		Граничні значення пасажиропотоку, пас./год					
			$\alpha_d = 8 \text{ пас./м}^2$		$\alpha_d = 5 \text{ пас./м}^2$		$\alpha_d = 3 \text{ пас./м}^2$	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Особливо малий (ОМ)	9	14	45	420	45	420	45	420
Малий (М)	15	45	75	1350	75	1082	75	903
Середній (С)	46	80	230	2400	184	1785	153	1374
Великий (В)	81	115	405	3450	301	2475	231	1824
Особливо великий	116	200	580	6000	416	4128	306	2880

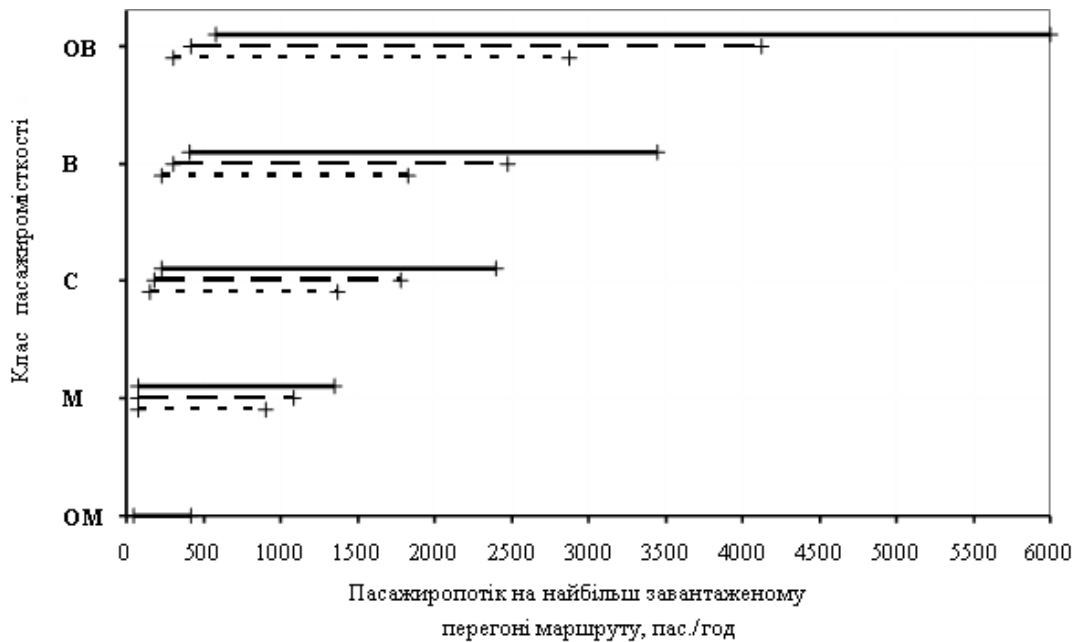


Рис. 1. Граничні діапазони застосування автобусів різного класу пасажиромісткості залежно від потужності пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту та рівня заповнення:

— — — — — $\alpha_d = 8 \text{ пас./м}^2$; - · - · - $\alpha_d = 5 \text{ пас./м}^2$; + · + · + $\alpha_d = 3 \text{ пас./м}^2$.

Виняткові та альтернативні діапазони визначали шляхом бінарного співставлення граничних значень пасажиропотоку для різних класів пасажиромісткості автобусів (табл. 4 - 6). Як бачимо з цих матриць є певні діапазони пасажиропотоку, що характеризуються винятковим застосуванням автобусів певного класу пасажиромісткості (виняткові діапазони). Ці діапазони розташовані на основній діагоналі матриць. Наприклад, за значення $\alpha_d = 8$ пас./м², для

автобусів особливо малого класу місткості винятковий пасажиропотік знаходиться у межах від 45 до 75 пас./год, а для особливо великого класу – від 3450 до 6000 пас./год. За цих значень пасажиропотоку, для дотримання заданих обмежень на інтервал руху, мають бути використані автобуси саме цих класів місткості. Для автобусів малого, середнього та великого класів таких діапазонів не існує (за введених обмежень).

Таблиця 4

Матриця діапазонів пасажиропотоку виняткового та альтернативного застосування автобусів різного класу пасажиромісткості ($\alpha_d = 8$ пас./м²)

Клас місткості	ОМ	М	С	В	ОВ
ОМ	[45; 75)	[75; 420]	[230; 420]	[405; 420]	-
М	[75; 420]	-	[230; 1350]	[405; 1350]	[580; 1350]
С	[230; 420]	[230; 1350]	-	[405; 2400]	[580; 2400]
В	[405; 420]	[405; 1350]	[405; 2400]	-	[580; 3450]
ОВ	-	[580; 1350]	[580; 2400]	[580; 3450]	(3450; 6000]

Таблиця 5

Матриця діапазонів пасажиропотоку виняткового та альтернативного застосування автобусів різного класу пасажиромісткості ($\alpha_d = 5$ пас./м²)

Клас місткості	ОМ	М	С	В	ОВ
ОМ	[45; 75)	[75; 420]	[184; 420]	[301; 420]	[416; 420]
М	[75; 420]	-	[184; 1082]	[301; 1082]	[416; 1082]
С	[184; 420]	[184; 1082]	-	[301; 1785]	[416; 1785]
В	[301; 420]	[301; 1082]	[301; 1785]	-	[416; 2475]
ОВ	[416; 420]	[416; 1082]	[416; 1785]	[416; 2475]	(2475; 4128]

Таблиця 6

Матриця діапазонів пасажиропотоку виняткового та альтернативного застосування автобусів різного класу пасажиромісткості ($\alpha_d = 3$ пас./м²)

Клас місткості	ОМ	М	С	В	ОВ
ОМ	[45; 75)	[75; 420]	[153; 420]	[231; 420]	[306; 420]
М	[75; 420]	-	[153; 903]	[231; 903]	[306; 903]
С	[153; 420]	[153; 903]	-	[231; 1374]	[306; 1374]
В	[231; 420]	[231; 903]	[231; 1374]	-	[306; 1824]
ОВ	[306; 420]	[306; 903]	[306; 1374]	[306; 1824]	(1824; 2880]

Також існують певні діапазони пасажиропотоку за яких різні класи місткості автобусів є взаємозамінними (альтернативні діапазони). Такими діапазонами за значення $\alpha_d = 8$ пас./м², наприклад, для автобусів малого та середнього класу пасажиромісткості є потужність пасажиропотоку від 230 до 1350 пас./год; для

Винятком є відсутність діапазону взаємозамінності між автобусами особливо малої та особливо великої пасажиромісткостей за щільності заповнення 8 пас./м². Проте за щільності заповнення

середнього та великого класу – від 405 до 2400 пас./год; для великого та особливо великого класу – від 580 до 3450 пас./год тощо. З табл. 6 бачимо, що, наприклад, за пасажиропотоку від 420 до 580 пас./год, як альтернативні, можуть бути розглянуті автобуси малої, середньої та великого класу пасажиромісткості.





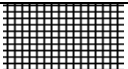




5 пас./м² такий діапазон існує та складає від 416 до 420 пас./год. При $\alpha_d = 3$ пас./м² альтернативний діапазон за якого взаємозамінними є автобуси особливо малого та особливо великого класу

розширюється та міститься у межах від 306 до 420 пас./год. Разом з цим, за такого підходу розглядаються лише альтернативні діапазони між автобусами двох класів пасажиромісткості. Проте,

як бачимо з рис. 1, існують діапазони де взаємозамінними є три та більше класів пасажиромісткості (табл. 7, рис. 2).

Таблиця 7

Діапазони пасажиропотоку виняткового та альтернативного застосування автобусів різного класу пасажиромісткості

№ п/п	Позначення	Діапазон пасажиропотоку, пас.год			Клас місткості автобусу
		$\alpha_d = 8$ пас./м ²	$\alpha_d = 5$ пас./м ²	$\alpha_d = 3$ пас./м ²	
1		[45; 75)	[45; 75)	[45; 75)	ОМ
2		[75; 230]	[75; 184]	[75; 153]	ОМ + М
3		[230; 405]	[184; 301]	[153; 231]	ОМ + М + С
4		[405; 420]	[301; 416]	[231; 306]	ОМ + М + С + В
5		[420; 580]*	[416; 420]**	[306; 420]**	(М + С + В)* (ОМ + М + С + В + ОВ)**
6		[580; 1350]	[420; 1082]	[420; 903]	М + С + В + ОВ
7		[1350; 2400]	[1082; 1785]	[903; 1374]	С + В + ОВ
8		[2400; 3450]	[1785; 2475]	[1374; 1824]	В + ОВ
9		(3450; 6000]	(2475; 4128]	(1824; 2880]	ОВ

α_d ,

пас./м²

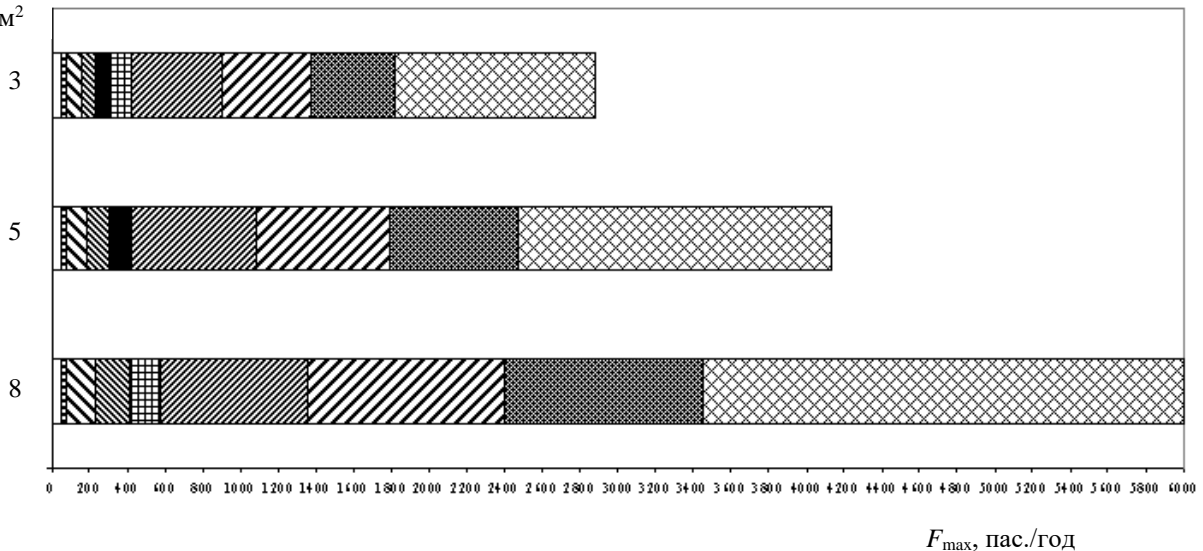


Рис. 2. Діаграма діапазонів пасажиропотоку виняткового та альтернативного застосування автобусів різного класу пасажиромісткості

Наприклад, для автобусів особливо малого, малого та середнього класів альтернативні діапазони пасажиропотоку становлять: від 230 до 405 пас./год ($\alpha_d = 8$ пас./м²); 184 до 301 пас./год ($\alpha_d = 5$ пас./м²); 153 до 231 пас./год ($\alpha_d = 3$ пас./м²).

Винятковий діапазон пасажиропотоку спостерігається для автобусів особливо малого та особливо великого класів. Для особливо великого класу винятковий діапазон знаходиться у границях від 1824 до 6000 пас./год, залежно від обмежень на

ступінь заповнення салону автобусу. У той же час, як для особливо малого класу, винятковий діапазон не залежить від обмежень на ступінь заповнення салону автобусу та має межі зміни від 45 до 75 пас./год.

Підсумовуючи отримані результати, можна виділити діапазони виняткового та альтернативного

застосування автобусів різного класу пасажиромісткості, що наведені у табл. 8. Таким чином, протяжність виняткових та альтернативних діапазонів значною мірою зумовлена прийнятими обмеженнями на ступінь заповнення автобусу.

Таблиця 8

Виняткові та альтернативні діапазони за різної щільності заповнення салону транспортного засобу

Щільність заповнення салону автобусу, пас./м ²	Вид діапазону пасажиро потоку	
	винятковий	альтернативний
8	[45; 75), (3450; 6000]	[75; 3450]
5	[45; 75), (2475; 4128]	[75; 2475]
3	[45; 75), (1824; 2880]	[75; 1824]

Висновки

Встановлено, що діапазони виняткового та альтернативного застосування автобусів різного класу пасажиромісткості залежать від прийнятих обмежень на ступінь заповнення салону транспортного засобу.

Розглянуті діапазони виняткового застосування автобусів різного класу пасажиромісткості (від 45 до 75 пас./год – для автобусів особливо малого класу пасажиромісткості; від 1824 до 6000 пас./год – для автобусів особливо великого класу) для дотримання обмежень на інтервал руху автобусів однозначно визначають застосування саме цих класів пасажиромісткості. Діапазон від 75 до 3450 пас/год є альтернативним, тобто таким, що характеризується можливістю застосування автобусів різного класу пасажиромісткості.

Напрямок подальших досліджень є визначення раціональних сфер використання автобусів різного класу пасажиромісткості для альтернативних діапазонів пасажиропротоку та розповсюдження отриманих результатів на інші види міського пасажирського транспорту, зокрема на міський електричний транспорт.

Література

1. *Пассажирские автомобильные перевозки [Текст] / под ред. Н. Б. Островского. – М.: Транспорт, 1986. – 220 с.*
2. *Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов [Текст] / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев; под ред. В. А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.*
3. *Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / И. В. Спирин. – М.: Академия, 2010. – 400 с.*
4. Jansson, J. O. (1980) A simple bus line model for optimization of service frequency and bus size. *Journal of Transport Economics and Policy*, 53-80.

5. Ruisanchez, F., dell'Olio, L., Ibeas, A. (2012) Design of a tabu search algorithm for assigning optimal bus sizes and frequencies in urban transport services. *Journal of Advanced Transportation*, 46(4), 366-377.
6. Антошвили, М. Е. Оптимизация городских автобусных перевозок [Текст] / М. Е. Антошвили, С. Ю. Либерман, И. В. Спирин. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.
7. Jara-Diaz, S., Gschwender, A. (2003) Towards a general microeconomic model for the operation of public transport. *Transport Reviews*, 23(4), 453-469.
8. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высш. школа, 1980. – 535 с.
9. Доля, В. К. Пассажирські перевезення [Текст] / В. К. Доля. – Х.: Форт, 2010. – 504 с.
10. Li Z., Hensher D. A. (2013) Crowding in public transport: a review of objective and subjective measures. *Journal of Public Transportation*, 16 (2), 107 – 134.
11. Мун, Э. Е. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси [Текст] / Э. Е. Мун, А. Д. Рубец. – М.: Транспорт, 1986. – 136 с.
12. Понкратов, Д. П. Система обмежень на параметри перевезень пасажирів громадським транспортом [Текст] / Д. П. Понкратов, К. В. Доля // Вісник національного університету «Львівська політехніка»: збірник наукових праць. Серія: Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – 2017. – № 866. – Львів: Видавництво Львівської політехніки. – С. 216-220.

References

1. Ostrovskiy, N. B. (1986) Passenger automobile transportation, 220.
2. Gudkov, V. A. (2006) Passenger automobile transportation, 448.
3. Spirin, I. V. (2010) Engineering and management of passenger automobile transportation, 400.
4. Jansson, J. O. (1980) A simple bus line model for optimization of service frequency and bus size. *Journal of Transport Economics and Policy*, 53-80.
5. Ruisanchez, F., dell'Olio, L., Ibeas, A. (2012) Design of a tabu search algorithm for assigning optimal bus sizes and frequencies in urban transport services. *Journal of Advanced Transportation*, 46(4), 366-377.
6. Antoshvili, M. E., Liberman, S. Yu., Spirin, I. V. (1985) Optimization of urban bus transportation, 102.

7. Jara-Díaz, S., Gschwender, A. (2003) Towards a general microeconomic model for the operation of public transport. *Transport Reviews*, 23(4), 453-469.
8. Efremov, I. S., Kobozev, V. M., Yudin, V. A. (1980) The theory of urban passenger transportation, 535.
9. Dolya, V.K. (2011) Passenger transportation, 504.
10. Li Z., Hensher D. A. (2013) Crowding in public transport: a review of objective and subjective measures. *Journal of Public Transportation*, 16 (2), 107 – 134.
11. Moon, E. E., Rubez, A. D. (1986) Operating of passenger transportation by shuttle taxis, 136.
12. Ponkratov, D. P., Dolya, K. V. (2017) The system of restrictions on the parameters of passenger transportation by public transport. *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic": a collection of scientific works*, 866, 216-220.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю. О. Давідіч, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

Автор: ПОНКРАТОВ Денис Павлович
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – dpponkratov@gmail.com

THE PASSENGER FLOW RANGES OF EXCEPTIONAL AND ALTERNATIVE APPLICATION OF DIFFERENT VEHICLES CAPACITY CLASSES

D. Ponkratov

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

Operating on the transit routes primarily involves the choice of the vehicles from a certain capacity class and estimation of their required number. Decisions taken at this stage determine the headway duration and frequency, level of the vehicle occupancy, fail-to-board probability, etc. According to these tasks, information on passenger flows, which is the actual representation of demand for transportation services, is high importance. A fixed passenger flow quantity related to the rational areas of application of vehicle capacity.

The article is devoted to the decision of tasks of definition of rational areas of using of different classes capacity buses for city passenger transportation. The research was based on the assumption that there are ranges of passenger flow on the most loaded section of the route, in which it is expedient to use only of a certain class capacity vehicles (exceptional ranges) and ranges for which the choice of vehicles capacity from several alternative capacity classes (alternative ranges). To determine such ranges we came from restrictions on the passenger capacity of vehicles, headway duration and the number of standing passengers per square meter (passenger standing density) limitation. We proceeded from the following numerical values: the minimum headway - 2 minutes; maximum headway - 12 minutes; the duration of the calculation period is 1 hour; the minimum bus capacity - 9 passenger; maximum bus capacity is 200 passenger. The load factor on the most loaded section of the route was considered at levels of passenger standing density 3, 5 and 8 passengers per square meter. It is established that exceptional passenger flow ranges exist for buses of small and large capacity classes. It has been discovered that the limits of both exclusive and alternative ranges vary depending on the accepted limitations on the degree of number of standing passengers per square meter limitation. The direction of further research is to determine the rational areas of using of buses of different capacity classes for alternative passenger flow ranges and to disseminate the results to other types of urban passenger modes, in particular to urban electricity transport.

Keywords: urban passenger transportation, passenger flow, bus capacity, load factor, headway.