

УДК 656.132.022

Козак Ф.В., к.т.н.<sup>1</sup>, Богатчук І. М., к.т.н.<sup>1</sup>, Богатчук М. І.<sup>2</sup>

1 – Івано-Франківський НТУ нафти і газу, м. Івано-Франківськ;  
 2 – Центр нормативно-економічних досліджень ВАТ «Укрнафта»,  
 м. Івано-Франківськ

## КОРЕГУВАННЯ РОЗКЛАДУ РУХУ МІСЬКИХ МАРШРУТНИХ АВТОБУСІВ У ВИХІДНІ І СВЯТКОВІ ДНІ

*Виконано обстеження роботи міських автобусів на маршруті № 86 м. Івано-Франківська. На основі отриманих даних і паспортних характеристик маршруту виконано розрахунки транспортних показників роботи автобусів на маршруті у вихідні та святкові дні, коли на дорогах міста відсутні затори. Аналіз отриманих результатів дав можливість упорядкувати час на проміжні і кінцеві зупинки, а також шляхом збільшення технічної швидкості руху автобуса на 1,69 км/год скоротити один автобус на маршруті при збереженні попереднього інтервалу руху.*

### Вступ

Одним із завдань ринкової економіки під час надання транспортних послуг [1] є ресурсозбереження [2], яке передбачає створення організаційно-методичної та нормативної основи: державної технічної політики, спрямованої на зниження ресурсоемності одержаного доходу без погіршення умов обслуговування у розглядуваному випадку пасажирів за безумовного забезпечення якості послуги.

Міські пасажирські перевезення є багатогранним процесом, що регулюється різними державними актами та нормативами [1, 2, 3]. Основна вимога, яку ставлять пасажирів перед міським регулярним пасажирським транспортом (маршрутними автобусами) є своєчасне і безпечне їх пересування в місця призначення у комфортних умовах за найкоротший час. Основними чинниками [1], які впливають на вищенаведене є: пасажирська кореспонденція (доставка пасажирів до місця призначення), інтервал руху (проміжок часу між відправленням двох автомобілів, які ідуть один за одним) та швидкість сполучення (середня швидкість руху автобуса під час здійснення рейсу).

Запропонована робота виконана на основі обстеження міського маршруту № 86 «Вокзал–вул.Довженка (АС-3)» м. Івано-Франківська.

### Загальні положення

Одним із основних чинників, який впливає на пасажирську кореспонденцію є витрата часу, яка залежить від швидкості руху автобусів на маршрутах та інтервалу руху (проміжку часу між відправленням двох автобусів, що ідуть один за одним).

На пасажирських автобусних перевезеннях розрізняють три швидкості руху [1, 4–7]: технічна, швидкість сполучення і експлуатаційна швидкість. Технічна швидкість визначає середню швидкість руху автобуса між пунктами зупинок на маршруті як проміжними, так і кінцевими [4–7]:

$$V_T = \frac{L}{\sum t_p} = \frac{L}{\sum t_n + \sum t_{роз} + \sum t_c + \sum t_z + \sum t_{рдр}} \frac{\text{км}}{\text{год}},$$

де L – шлях, пройдений автобусом, км;

$\sum t_p$  – сумарний час, який витрачений на рух і затримки, пов'язані із регулюванням дорожнього руху, год;

$\sum t_n$  – сумарний час руху з постійною швидкістю, год;

$\sum t_{роз}$  – сумарний час на розгін автобуса, год;

$\sum t_c$  – сумарний час на сповільнення автобуса, год;

$\sum t_z$  – сумарний час на гальмування автобуса, год;

$\sum t_{рдр}$  – сумарний час на регулювання дорожнього руху, год.

Швидкість сполучення визначає середню швидкість переміщення пасажирів. Складається вона із відношення пройденого шляху автобусом до часу на проходження цього шляху разом з часом на проміжні зупинки:

$$V_c = \frac{L}{\sum t_p + \sum t_{np}} \frac{\text{км}}{\text{год}},$$

де  $\sum t_{np}$  – час, витрачений на проміжні зупинки, год.

Експлуатаційна швидкість визначає умовну середню швидкість за час перебування автобуса на лінії (наряді):

$$V_e = \frac{L}{\sum t_p + \sum t_{np} + \sum t_{кз}} \frac{\text{км}}{\text{год}},$$

де  $t_{кз}$  – час простою автобуса на кінцевих зупинках та через технічні причини, год.

Для задоволення потреб пасажирів у процесі перевезення повинні виконуватись основні чинники: встановлений інтервал руху автобусів, швидкість сполучення, культура обслуговування пасажирів. Інтервал руху залежить від кількості автобусів на маршруті та часу обороту автобуса, що залежить від технічної швидкості та швидкості сполучення та інших чинників.

Інтервал руху автобусів визначається за залежністю:

$$I_a = \frac{t_{об}}{A_M} \text{ хв},$$

де  $t_{об}$  – час обороту, хв. Час обороту [4] автобуса складається з часу рейсу в прямому та зворотному напрямках, стоянки в обох кінцевих пунктах;

$A_M$  – кількість автобусів на маршруті.

Інтервал руху автобусів може бути визначений за іншою залежністю:

$$I_a = \frac{60}{A_q} \text{ хв},$$

де  $A_q$  – кількість відправлених в одному напрямку автобусів (частота руху автобусів).

Частота руху автобусів (кількість автобусів, відправлених за годину в одному напрямку) [4–7]:

$$A_q = \frac{A_M \cdot 60}{t_{об}} = \frac{V_e \cdot A_M}{L_O},$$

де  $l_O$  – відстань обороту маршруту, км;

$V_e$  – експлуатаційна швидкість,  $\frac{\text{км}}{\text{год}}$ .

Час обороту автобуса складається із [4–7]:

$$t_{об} = t_p + t_n + t_{кз}, \text{ год},$$

де  $t_p$  – час руху за оборот, год;

$t_n$  – час, витрачений на проміжні зупинки, год;

$t_{кз}$  – час, витрачений на кінцеві зупинки.

Час обороту можна визначити і іншим методом:

$$t_{об} = \frac{L_0}{V_e}, \text{ год}.$$

### **Мета досліджень**

Основною метою досліджень є розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій щодо скорочення кількості автобусів на міських маршрутах із збереженням існуючих інтервалів руху в святкові та вихідні дні року на основі фактичних даних обстеження та розрахунку показників транспортного процесу на маршрутах у зазначені дні.

### **Основна частина**

Результати обстежень і розрахунків показників транспортного процесу на маршруті № 86 «Вокзал – вул. Довженка (АС-3)» м. Івано-Франківська у святкові та вихідні дні, а також визначення необхідної кількості автобусів у зазначені дні під час збереження існуючого інтервалу руху.

### **Аналіз обстежень**

Маршрут № 86 можна віднести до кільцевого, оскільки зустрічний рух присутній тільки на відрізку довжиною 0,3 км по вул. Мазепи, це від кільця вул. Довженка до АС-3 і від АС-3 до вул. Вільхова (на цьому відрізку зупинки на зустрічній стороні відсутні).

У процесі обстеження маршруту фіксувались такі показники: час стоянки на зупинках, кількість пасажирів, які виходять і входять в автобус, час руху між зупинками. На обстежуваному маршруті № 86 «Вокзал – вул. Довженка (АС-3)», протяжність якого за оборот складає  $L_m = 12,45$  км, кількість зупинок – 26 (одна зупинка біля торгового центру «Оазис» по вул. Дністровській додаткова), найдовша відстань між зупинками «вул. Дністровська – вул. Грюнвальдська» – 1 км, є три ділянки, де відстань між зупинками 0,2 км, це «Технічний університет – Кафе «Фаворит», «Кафе «Фаворит» – Кафе «Світ» і «вул. Грюнвальдська – Вокзал», є 4 зупинки на відстані 0,3 км, 7 зупинок на відстані 0,4 км, по 2 зупинки на відстані 0,8 і 0,9 км. Середня відстань між зупинками (перегонами) складає:

$$l_{ср} = \frac{L_m}{n_z} = \frac{12,45}{26} = 0,479 \approx 0,5 \text{ км},$$

де  $L_m$  – відстань маршруту, км;

$n_z$  – кількість перегонів (зупинок) на маршруті, км. Перегон – відрізок маршруту між зупиночними пунктами [4].

Слід відмітити, що було обстежено 5 рейсів автобуса в різні години доби. Під час обстеження водії на деяких зупинках на об'їзній дорозі (вул. ім. Стефаніка) автобуси без потреби не зупиняли через відсутність пасажирів (з 5 обстежень 9 зупинок).

За обстеженням пасажиропотоку в вихідні і святкові дні на цьому маршруті з'ясовано, що основна частина пасажирів їде від зупинок «Гараж» і «Центр Дозвілля» до зупинки

«вул. Дністровська» і від зупинки «Вокзал» до вулиці Довженка. У процесі спостережень було виявлено, що водії майже всіх міських маршрутів, в тому числі і маршруту № 86, на вул. Дністровській роблять дві зупинки: 1-ша зупинка навпроти універмагу і 2-га зупинка біля торгового центру «Оазис» (ринок). Згідно з розкладом руху на вул. Дністровська передбачено одну зупинку. Однак водії на вимогу пасажирів зупиняються на обох зупинках.

### Техніко-експлуатаційні показники маршруту

Характеристику маршруту № 86 наведено в таблиці 1 [8].

Таблиця 1

Техніко-експлуатаційні показники

Найменування показників	Кількісні показники за напрямками руху:	
	прямий	зворотній
Довжина маршруту, км	5,00	7,45
Тривалість рейсу, хв	19	23
Експлуатаційна швидкість, км/год	15,79	19,43
Технічна швидкість, км/год	19,75	24,3

Згідно з паспортом на маршруті № 86 повинно працювати 9 автобусів за розробленими графіками руху. Час обороту на перший рейс за графіками складає 44 хв (наприклад, за першим графіком перший виїзд з зупинки «вул. Довженка (АС-3)» о 05.58 год, другий виїзд за цим же графіком о 06.42 год). Аналогічна картина і для інших 8 графіків. Тоді для першого рейсу експлуатаційна швидкість буде складати:

$$V_e = \frac{L_M}{t'_o} = \frac{12,45}{0,733} = 16,98 \frac{\text{км}}{\text{год}},$$

де  $t'_o$  – час обороту без відстою на кінцевій зупинці, хв.

Час на рейс від зупинки «Вокзал» до «вул. Довженка (АС-3)» складає для всіх графіків 24 хв і час на зворотній рейс від зупинки «вул. Довженка (АС-3)» до «Вокзал» складає 20 хв, що в сумі складає 44 хв.

Аналіз розкладу руху на маршруті показав, що після 7.00 год. ранку час обороту складає 54 хв, тобто час на рейс від зупинки «вул. Довженка (АС-3)» до зупинки «Вокзал» складає 30 хв, що на 10 хв більше від часу першого рейсу. Для цих рейсів експлуатаційна швидкість буде складати:

$$V_e = \frac{L_M}{t_o} = \frac{12,45}{0,9} = 13,83 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Тобто експлуатаційна швидкість на маршрутах після 7.00 год ранку зменшилась на 3,14 км/год. Необхідно відмітити, що на експлуатаційну швидкість суттєво впливає час простою на проміжних і кінцевих зупинках.

За характеристикою маршруту (таблиця 1) технічна швидкість рейсу від зупинки «вул. Довженка (АС-3)» до «Вокзалу» (відстань складає  $\bar{l} = 7,45$  км) дорівнює  $\bar{V}_t = 24,3 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ ,

а в зворотному напрямку від «Вокзалу» до «вул. Довженка (АС-3)» (відстань складає  $\bar{l} = 5 \text{ км}$ ) –  $\bar{V}_t = 19,75 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . Тоді час руху на маршруті буде складати:

$$t_p = \frac{\bar{l}}{\bar{V}_t} + \frac{\bar{l}}{\bar{V}_t} = \frac{5}{19,75} + \frac{7,45}{24,3} = 0,559 \text{ год} \approx 33,54 \text{ хв.}$$

При цьому середня технічна швидкість складає:

$$V_t = \frac{L_m}{t_p} = \frac{12,45}{0,559} = 22,27 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Проаналізувавши час на виконання обороту автобуса на маршруті, необхідно відмітити, що час на рух автобуса складає 34 хв, а час на оборот згідно з графіками складає 54 хв, тобто оборот у 20 хв припадає на проміжні та кінцеві зупинки, що складає приблизно 40 % від часу знаходження автобуса на маршруті. Із аналізу видно, що на кінцевій зупинці «вул. Довженка (АС-3)» у розклад руху закладено 10 хв на відстій. Значить, час обороту повинен складати  $t_{об} = 44 \text{ хв.}$

Згідно з характеристикою маршруту для обох умовних рейсів задано експлуатаційні і технічні швидкості, за допомогою яких можна знайти час відстою на кінцевих зупинках (який в дійсності експлуатаційниками не дотримується).

Якщо за характеристикою маршруту експлуатаційна швидкість рейсу від зупинки «вул. Довженка (АС-3)» до «Вокзалу» (відстань складає  $\bar{l} = 7,45 \text{ км}$ )  $\bar{V}_e = 19,43 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ , а в зворотному напрямку від «Вокзалу» до «вул. Довженка (АС-3)» (відстань складає  $\bar{l} = 5 \text{ км}$ )  $\bar{V}_e = 15,79 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ , тоді час обороту буде складати:

$$t_{об} = \frac{\bar{l}}{\bar{V}_e} + \frac{\bar{l}}{\bar{V}_e} = \frac{5}{15,79} + \frac{7,45}{19,43} = 0,7 \text{ год} = 42 \text{ хв.}$$

Згідно з графіками руху час одного обороту фактично складає  $t_{обф} = 54 \text{ хв.} = 0,9 \text{ год}$ , що на 12 хв більше, ніж визначено за експлуатаційною швидкістю. Значить цих 12 хв передбачено на час відстою на кінцевих зупинках ( $t_{від}$ ).

Час одного обороту можна подати так:

$$t_{об} = \frac{L_0}{V_t} + t_{n-кз},$$

де  $t_{n-кз}$  – час, витрачений на проміжні і кінцеві зупинки, год. Звідси:

$$t_{n-кз} = t_{об} - \frac{l_{об}}{V_t} = 0,7 - \frac{12,45}{22,27} = 0,141 \text{ год} = 8,46 \text{ хв.}$$

Таким чином, середній час на одну зупинку складає:

$$t_{n-кз}^c = \frac{t_{n-кз}}{n_3} = \frac{507,6}{26} = 19,52 \text{ с.}$$

Згідно з інформаційними даними [4] в містах середній час на одну зупинку приймають  $t_{n-кз}^c = 40$  с.

Час, витрачений на зупинки, складається з часу відкриття і закриття дверей, а також часу на вихід і вхід пасажирів. За загальноприйнятими нормативами [4–7] можна розрахувати витрати часу на проміжних і кінцевих зупинках.

Час, витрачений за оборот на відкриття та закриття дверей:

$$t_{e,3} = n_3(t_{вух} + t_e) = 26(3 + 3) = 156 \text{ с} \approx 2,6 \text{ хв},$$

де  $n_3$  – кількість зупинок;

$t_e$  – час на відкриття дверей, с;

$t_3$  – час на закриття дверей, с.

В [6] рекомендується використовувати наступний час: вихід одного пасажирів з автобуса  $t_{вух} = 0,6\text{--}1$  с; аналогічно вхід  $t_e = 0,6\text{--}1$  с; відкриття і закриття дверей у середньому 2–3 с.

Визначаємо час, який залишився на вхід і вихід пасажирів за оборот:

$$t_{e-е} = t_{об} - t_p - t_{e-е} = 42 - 33,54 - 2,6 = 5,86 \text{ хв},$$

де  $t_{e-е}$  – сумарний час, який може бути витрачений на вхід і вихід пасажирів з автобуса за оборот, хв.

Знайдений час іде на вхід і вихід пасажирів, тому користуючись нормативними даними [6], можна знайти кількість пасажирів, які можуть зайти і вийти з автобуса за оборот. У нашому випадку на вхід або вихід одного пасажирів приймаємо 1 с. Тоді пасажиропотік за оборот може складати:

$$Q_n = \frac{t_{e-е}}{t_{e-е}^1} = \frac{352}{2} = 176 \text{ пас.},$$

де  $t_{e-е}^1$  – сумарний час, витрачений на вхід і вихід одного пасажирів, с. Приймаємо 2 с.

Майже аналогічні результати отримано під час реального хронометражного обстеження за участю студентів-автомобілістів Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Було встановлено, що вхід і вихід одного пасажирів складає приблизно 1,4–1,7 с. Хронометраж проводився на зупинці міських маршрутних автобусів на вул. Довгій на зупинці «Міська поліклініка», в процесі хронометражу визначалась кількість пасажирів, яка входила і виходила з автобуса, а також час на відкриття і закриття дверей (всього проведено 27 замірів).

Розрахунки показують, що згідно з запланованим (виділеним) часом на вхід і вихід в автобусі за оборот може бути перевезено (зайти і вийти) 176 пасажирів при виділеному запланованому часі на проміжні зупинки.

Враховуючи те, що пасажирів не їдуть в автобусі з кінця в кінець, а на зупинках одні виходять, інші входять, то згідно з проведеними обстеженнями за оборот склад пасажирів оновлюється від 5,76 до 8,34 рази. Це відношення називають коефіцієнтом змінності пасажирів, який визначають за зібраними даними обстеження маршруту за формулою:

$$\eta_{зм} = \frac{Q_o}{q_{вм} \cdot \gamma_{вм}},$$

де  $Q_o$  – кількість пасажирів, перевезених за рейс (оборот), пас.;

$q_{вм}$  – пасажиромісткість автобуса, пас. Приймаємо – 20 пас.;

$\gamma_{\text{вм}}$  – коефіцієнт використання пасажиромісткості:

$$\gamma_{\text{вм}} = \frac{q_{\phi}}{q_{\text{вм}}}, \quad (1)$$

де  $q_{\phi}$  – фактична кількість пасажирів у салоні автобуса;

$q_{\text{вм}}$  – номінальна пасажиромісткість автобуса.

Коефіцієнт використання пасажиромісткості в нашому випадку визначимо з результатів обробки обстеження пасажиропотоку для кожного перегону маршруту за формулою (1) і після шляхом їх сумування і ділення на кількість перегонів (зупинок) отримаємо середній коефіцієнт використання пасажиромісткості за оборот:

$$\gamma_{\text{вмс}}^o = \frac{\sum_1^n \gamma_{\text{вми}}}{n_3}, \quad (2)$$

Аналогічно отримуємо середній коефіцієнт для обстежених маршрутів. Для подальших прогнозних розрахунків згідно з отриманими даними коефіцієнт використання пасажиромісткості для обстежених маршрутів буде складати:

$$\gamma_{\text{вмс}} = \frac{\sum_1^n \gamma_{\text{вмси}}^o}{n_o} = \frac{1,295}{5} = 0,259,$$

де  $n_o$  – кількість обстежень.

Середній коефіцієнт змінності пасажирів для обстежених маршрутів визначають за формулою:

$$\eta_{\text{змс}} = \frac{\sum_1^n \eta_{\text{зми}}}{n_o} = \frac{34,365}{5} = 6,873.$$

При цьому пасажиропотік за оборот для обстежених маршрутів буде складати:

$$Q_o = q_{\text{вм}} \cdot \gamma_{\text{вмс}} \cdot \eta_{\text{змс}} = 20 \cdot 0,259 \cdot 6,873 = 35,6 \text{ пас.},$$

У середньому на одній зупинці буде одночасно заходити і виходити

$$q_{\text{сеп}} = \frac{Q_o}{n_3} = \frac{35,6}{26} = 1,37 \text{ пас.}$$

Тоді час, витрачений на всі зупинки в середньому можна знайти за формулою:

$$\sum t_3 = n_3 (q_{\text{сеп}} \cdot t_{\text{в-в}}^1 + t_{\text{в-з}}) = 25(1,37 \cdot 2 + 6) = 158,74 \text{с} = 2,65 \text{ хв.}$$

Виконаємо розрахунки для максимальних значень отриманих під час обстеження маршрутів (див. таблицю 1):

$$Q_o^{\text{max}} = q_{\text{вм}} \cdot \gamma_{\text{вмс}}^{\text{max}} \cdot \eta_{\text{змс}}^{\text{max}} = 20 \cdot 0,4 \cdot 8,34 = 66,72 ;$$

$$q_{\text{сеп}}^{\text{max}} = \frac{Q_o^{\text{max}}}{n_3} = \frac{66,72}{26} = 2,57 ;$$

$$\sum t_3^{max} = n_3(q_{сер}^{max} \cdot t_{e-e}^1 + t_{e-3}) = 26(2,57 \cdot 2 + 6) = 289,64с = 4,83 хв.$$

У процесі обробки результатів обстежень було виявлено, що коефіцієнт використання пасажиромісткості (наповнення) автобусів можна визначити за поняттям пасажиро-зупинка (*пас-зуп*). Це проїзд пасажирів від однієї зупинки до іншої буде складати одну *пас-зуп*, якщо одну зупинку проїде 10 пасажирів, то це буде 10 *пас-зуп*.

Коефіцієнт використання пасажиромісткості (наповнення) автобусів буде складати:

$$\gamma_{em} = \frac{N_{\Phi}}{N_H}, \quad (3)$$

де  $N_{\Phi}$  – сума фактичної кількості пасажирів, які знаходились на кожному перегоні рейсу (обороту) і проїжджали його, це не що інше, як фактична кількість пасажиро-зупинок, *пас-зуп*. Визначається за формулою:

$$N_{\Phi} = \sum_1^n g_{\Phi i}, \text{ пас-зуп,}$$

де  $g_{\Phi}$  – кількість пасажирів, які знаходяться в автобусі на  $i$  перегоні і проїжджають його, *пас-зуп*;

$N_H$  – номінальна кількість *пас-зуп* у разі використання номінальної пасажиромісткості автобуса при проїзді пасажирів з початку до кінця маршруту. Номінальна кількість *пас-зуп*, які могли би бути виконані у разі повного використання пасажиромісткості автобуса, визначається за формулою:

$$N_H = q_{em} \cdot n_3, \text{ пас-зуп,}$$

$q_{em}$  – номінальна пасажиромісткість автобуса, *пас*;

$n_3$  – кількість зупинок на маршруті, *зуп*.

Коефіцієнт використання пасажиромісткості (наповнення) автобусів, які визначені за формулою (3), повністю співпадає з результатами, отриманими за формулою (2).

Аналіз розкладу руху показує, що перші рейси (обороты), які починаються до 7<sup>00</sup> виконуються за 44 хв, з яких 33,54 хв витрачається на рух автобуса, 8,46 хв – на проміжні зупинки і 2 хв залишається на перерву. Щодо наступного другого і решти рейсів за паспортними даними на оборот маршруту витрачається 54 хв, тобто на 10 хв більше, які перевізник витрачає на перший оборот. Згідно з аналізом часу, витраченого на умовні рейси, виходить, що автобус на зупинці «Вокзал» має 12 хв перерви. Але ж пасажирів, які їдуть від попередніх зупинок транзитом через вокзал не будуть чекати в автобусі 12 хв на подальшу поїздку. Насправді на вокзалі автобус простоює максимально до 3 хв. Можливо, даний час витрачається на компенсацію затримок, пов'язаних із заторами (пробками) на вулицях міста, якими проходить маршрут.

Оскільки основною метою є скорочення кількості автобусів на маршруті під час збереження інтервалу руху, то для цього необхідно змінити час обороту, який залежить від часу руху і часу, витраченого на зупинки.

Інтервал руху на маршруті за діючим графіком складає:

$$I = \frac{t_o}{A_M} = \frac{54}{9} = 6 \text{ хв} = 0,1 \text{ год,}$$

де  $I$  – інтервал руху. Згідно розкладу  $t_o = 54$  хв;

$A_M$  – кількість автобусів на маршруті. Згідно з розкладом  $A_M = 9$ .



Якщо на маршруті буде працювати тільки 8 автобусів, то час обороту при інтервалі руху 6 хв буде складати:

$$t_o^1 = I \cdot A_M = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ год} = 48 \text{ хв.}$$

Із наведеного видно, що для того щоб зберегти той самий інтервал руху, необхідно скоротити час обороту на  $\Delta t_o = t_o - t_o^1 = 54 - 48 = 6$  хв, тобто з 54 хв до 48 хв. Частину часу можна скоротити за рахунок скорочення часу простою на проміжних і кінцевих зупинках. За попередніми розрахунками згідно з закладеними у паспорті експлуатаційними швидкостями руху час на проміжні і кінцеві зупинки складає  $t_{n-кз} = 8,46$  хв (6), а максимальне значення, отримане після обробки результатів обстеження маршруту, складає  $\sum t_3^{max} = 4,83$  хв (7).

Таким чином, за рахунок скорочення часу на стоянках можна зекономити

$$\Delta t_{n-кз} = t_{n-кз} - \sum t_3^{max} = 8,46 - 4,83 = 3,63 \text{ хв.}$$

Тоді недостатній час буде дорівнювати  $\Delta t = \Delta t_{об} - \Delta t_{n-кз} = 6 - 3,63 = 2,37$  хв. Цей час можна компенсувати за рахунок часу руху.

Оскільки в святкові і вихідні дні затори (пробки) на дорогах відсутні, то можна частково збільшити швидкість руху, не перевищуючи допустиму швидкість в населених пунктах.

Для того щоб скоротити час руху за оборот на 2,37 хв, необхідно технічну швидкість збільшити з 22,27 км/год до:

$$V_T^1 = \frac{L_M}{t_p^1} = \frac{L_M}{t_p - \Delta t} = \frac{12,45}{\frac{33,54 - 2,37}{60}} = \frac{12,45}{0,5195} = 23,96 \text{ км/год,}$$

де  $t_p^1 = t_p - \Delta t$  – час руху автобуса на маршруті при збільшенні швидкості, год.

Тоді новий час обороту складе:

$$t_o^1 = t_p^1 + \sum t_3^{max} + t_{від} = 31,17 + 4,83 + 12 = 48 \text{ хв} = 0,8 \text{ год,}$$

де  $t_{від}$  – час відстою за оборот, год.

Для прогнозування, вивчення швидкісного режиму на маршруті № 86 і підтвердження вищенаведеного 25.04.10 р. (неділя) було анонімно обстежено за графіком № 2 час руху автобуса за повний оборот, рейс з виїздом від вокзалу 11.48 год. Протягом обстеження замірявся чистий час на рух автобуса за повний оборот, який склав 33 хв 10 с (0,553 год), що з достатньо високою точністю корегується з паспортними даними, і при цьому технічна швидкість складала:

$$V_T^{докл} = \frac{L_M}{t_{рух}^{докл}} = \frac{12,45}{0,553} = 22,51 \text{ км/год,}$$

де  $t_{рух}^{докл}$  – час руху автобуса за повний оборот, год.

Слід зауважити, що в час руху входить час, витрачений на затримки руху на 7 світлофорах, на 5 з яких горіло червоне світло. Крім того, слід відмітити незадовільний стан проїзної частини маршруту, особливо на вул. Стефаніка в районі зупинок «Вільхова», «Садова», «Житловий масив», «Гаражі».

Експлуатаційна швидкість складе:

$$V_e^1 = \frac{L_M}{t_o^1} = \frac{12,45}{0,8} = 15,56 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Практично технічна швидкість руху на деяких перегонах може досягати до 60 км/год. Підвищення технічної швидкості на 1,69 км/год цілком реальне. Експлуатаційна швидкість при цьому підвищиться до 1,73 км/год, що в святкові і вихідні дні (тобто дні, в які в центральній частині міста і навколишніх вулицях відсутні затори, що затримують рух на цих вулицях) реально, а інтенсивність руху на дорогах незначна (помірна).

У випадку неможливості скорочення часу руху за оборот на 2,37 хв, вказаний час можна взяти з часу відстою за оборот, який складає 12 хв, що не буде порушенням кодексу про працю і відпочинок водія, оскільки в середньому в русі автобус знаходиться до 61 % часу знаходження його в наряді.

На деяких маршрутах міста в святкові і вихідні дні на маршрути виходить половина автобусів з інтервалом руху в два рази більшим. Тому методика обґрунтування скорочення одного автобуса на маршруті буде та ж сама, що наведена вище, а недостатній час можна компенсувати часом відстою за оборот.

Проаналізувавши вищенаведене, видно, що тільки за рахунок ущільнення часу, який витрачається на зупинки, а також скорочення часу руху шляхом збільшення швидкості руху автобусів на маршруті в святкові і передвихідні дні, оскільки на дорогах відсутні затори (пробки), можна скоротити час обороту, що дасть можливість вивільнити один автобус. Крім того, щоб скоротити час обороту деякі зупинки в святкові і вихідні дні можна проминати, за відсутності пасажирів не зупинятись, на той час їх переводити в режим зупинок «за вимогою пасажирів» в зв'язку з тим, що не працюють виробництва, до яких примикають (належать) зупинки.

Вивільнення одного автобуса з маршруту при збереженні прийнятих інтервалів руху становить очевидну економію для перевізників.

### **Висновки**

Проаналізувавши вищенаведене, видно, що тільки за рахунок ущільнення часу, який витрачається на зупинки, можна зекономити 3,63 хв. У святкові і передвихідні дні можна збільшити швидкість руху автобусів на маршруті, оскільки на дорогах відсутні затори (пробки). Для того щоб скоротити кількість автобусів на маршруті, деякі зупинки в святкові і вихідні дні можна проминати, за відсутності пасажирів не зупинятись, на той час їх переводити в режим зупинок «за вимогою пасажирів» в зв'язку з тим, що не працюють виробництва, до яких примикають (належать) зупинки.

Запропоновані рекомендації можна використати на будь-якому міському маршруті та у будь-якому населеному пункті під час корегування кількості автобусів на маршрутах при незначній зміні показників транспортного процесу роботи автобусів на маршруті.

### **Список літератури**

1. Пасажирські автомобільні перевезення. Терміни та визначення: ДСТУ 2610-94. – [Чинний від 01.07.1995]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 27 с.
2. Ресурсозбереження. Основні положення: ДСТУ 3051-95. – [Чинний від 01.01.1997]. – К.: Держстандарт України, 1996. – 7 с.
3. Збірник законодавчих та нормативних документів, що регламентують діяльність автомобільного транспорту з питань безпечних перевезень пасажирів і вантажів. – К.: Основа, 2001. – 576 с.
4. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення / М.Г. Босняк. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. – 272 с.
5. Блатнов М.Д. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки / М.Д. Блатнов. – М.: Транспорт. – 1973. – 304 с.
6. Афанасьев Л.Л. и др. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки; под ред. Н.Б.Островского. – М.: Транспорт. – 1986. – 220 с.
7. Афанасьев Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки / Л.Л. Афанасьев, Н.Б. Островский, С.М. Цукерберг. – М.: Транспорт, 1984. – 333 с.
8. Паспорт міського автобусного маршруту загального користування № 86 «Вокзал – вул. Довженка». – [Розроблений станом на 01.06.2007 р.]. – Івано-Франківськ: 2007. – 8 с.

Рецензент: к.т.н., доц., О.М. Дудніков, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

Стаття надійшла до редакції 02.11.10

© Козак Ф.В., Богатчук І.М., Богатчук М.І., 2011