

УДК 656.13.07

**Виноградов М.С., к.т.н., Волошин С.О., магістрант  
АДІ ДВНЗ „ДонНТУ”, м. Горлівка**

## **МЕТОДИКА ПОГОДЖЕННЯ РОЗКЛАДІВ РУХУ АВТОБУСІВ ДВОХ НЕЗАЛЕЖНИХ МАРШРУТІВ**

*Запропонована методика дозволяє уточнити методику вибору і забезпечення умов ув'язки розкладів руху автобусів через встановлення зупинних пунктів сумісних ділянок, на яких необхідно проводити погодження розкладів руху за критерієм необхідності координації інтервалів руху. Що дозволить підвищити якість обслуговування пасажирів на цих маршрутах за рахунок зменшення сумарного часу очікування пасажирів на посадку до автобусу на зупинних пунктах сумісних ділянок.*

### **Вступ**

Перехід від адміністративно-командних методів управління до економічних став джерелом змін у міських пасажирських перевезеннях. За останні роки у містах різко зросла кількість автобусних маршрутів, які обслуговуються рухомим складом, що належить не одній організації, а декільком приватним підприємствам. Це призводить до появи конкуренції за прибуток. Водії, намагаючись зібрати якомога більше пасажирів, не дотримуються розкладів руху на своїх маршрутах, порушують правила безпеки руху, збільшують час простою на проміжних зупиночних пунктах тощо. І якщо на окремо взятому маршруті рух регулюється, тобто є розклад руху згідно якого повинні пересуватися автобуси, то на сумісних ділянках накладення графіків руху автобусів різних маршрутів приводить до не врегульованого руху. У таких випадках інтервал прибуття автобусів різних маршрутів на зупиночні пункти сумісних ділянок постійно змінюється, що приводить до зниження якості обслуговування пасажирів. Крім цього, постійна зміна інтервалу руху вказаних вище автобусів, призводить до нерівномірного заповнення пасажирами автобусів, а це впливає на рівномірність розподілу прибутків між перевізників. При таких умовах виникає актуальна проблема розробки методики погодження розкладів руху автобусів двох незалежних маршрутів з урахуванням сумісних ділянок, яка буде враховувати інтереси і перевізників і пасажирів.

### ***Аналіз методів та методик координації руху автобусів на предмет врахування впливу сумісних ділянок***

Для забезпечення регулярного руху на маршрутах науковцями розроблено ряд методів та методик. Проаналізуємо їх на предмет врахування впливу сумісних ділянок.

Першими розглянемо методи розподілу автобусів по маршрутам [1]. При такому розподілі необхідно забезпечувати рівномірне задоволення потреб в перевезеннях пасажирів на різних маршрутах. Широкого застосування знайшов метод, при якому маршрути забезпечуються рухомим складом пропорційно середньому значенню пасажиропотоку на найбільш завантаженої ділянці маршруту. Проте він не враховує показники якості обслуговування пасажирів, вплив випадкових факторів, особливості пасажиропотоків. В методі розподілу автобусів по маршрутах, запропонованому в роботі [2], рух автобусів і пасажиропотоки розглядаються з врахуванням випадкових факторів, а критерієм розподілу автобусів є рівність ймовірностей відмови пасажиру в посадці на різних маршрутах. Основним недоліком наданих методів з позицій проблеми, що розглядається, є те, що вони хоча і передбачають взаємодію маршрутів, не враховують вплив на якість обслуговування пасажирів регулярності руху на маршруті в цілому та на сумісних ділянках зокрема.

Наступним розглянемо метод організації групового руху рухомого складу на маршрутах [3]. Ціллю організації групового руху автобусів є підвищення пропускної здатності зупиночних пунктів та перевізної спроможності автобусного маршруту у випадках, коли звичайний режим руху призводить до зниження ефективності роботи і якості обслуговування пасажирів. Тобто у даному методі вже приділено увагу необхідності підвищення регулярності руху на маршруті однак рух на сумісних ділянках знов залишається поза увагою.

У роботі [4] також запропоновано методика вибору і забезпечення умов ув'язки розкладів руху автобусів, яка передбачає наступне. Для підвищення рівномірності руху рухомого складу на сумісній ділянці маршрутної мережі розклади руху на маршрутах погоджуються. При цьому методика не враховує вплив регулярності руху на сумісних ділянках на якість обслуговування пасажирів на зупиночних пунктах сумісних ділянок та інтереси перевізників стосовно отримання прибутків.

Отже, одні методи організації роботи автобусів на маршрутах розглядають маршрут як окрему існуючу систему, на роботу якої не впливають інші маршрути. Інші методи, що враховують вплив цього фактора, в першу чергу приділяють увагу не проблемам якості обслуговування пасажирів, а проблемам організації дорожнього руху. Тобто вони призначені для великих міст з перевантаженою вулично-дорожньою мережею і покликані у першу чергу розвантажити зупиночні пункти сумісних ділянок від великої кількості одиниць рухомого складу.

### ***Мета роботи***

Метою роботи є розробка методики погодження розкладів руху двох незалежних маршрутів з урахуванням сумісних ділянок та її експериментальна перевірка.

### ***Основний розділ***

У роботі [5] була звернута увага на проблему необхідності координації інтервалів руху автобусів на сумісних ділянках двох незалежних міських маршрутів. Для вирішення цієї проблеми була розроблена методика погодження розкладів руху двох незалежних маршрутів з урахуванням сумісних ділянок. Далі будуть приведені всі етапи розробленої методики та її поетапна експериментальна перевірка. Перевірка проводилась на маршрутах №1 та №2 м. Горлівки. Оскільки об'єм статті обмежений експериментальна перевірка буде показана лише для прямого напрямку руху автобусів.

*Визначення техніко-експлуатаційних показників кожного з маршрутів.* На даному етапі збираємо загальну інформацію по маршрутах (протяжність маршрутів, протяжність сумісних ділянок, кількість зупиночних пунктів в прямих та зворотних напрямках тощо), збираємо інформацію про рухомі одиниці, які експлуатуються на маршруті.

Техніко-експлуатаційні показники роботи кожного з маршрутів, що розглядають, а також сумісних ділянок маршрутів, приведені у табл. 1.

Також для складання існуючих розкладів руху автобусів, були зібрані дані щодо роботи автобусів на маршруті (табл. 2). Розкладів руху автобусів не існує оскільки на масових міських маршрутах випуск автобусів на лінію виконується за інтервалом, який на деяких маршрутах залишається постійним, а на деяких, змінюється в залежності від інтенсивності пасажиропотоків.

*Визначення об'ємів та розподілу пасажиропотоків на зупиночних пунктах сумісних ділянок.* У рамках цього етапу проводимо збір даних по пасажиропотоках кожного з маршрутів, а також проводимо опитування для визначення розподілу пасажиропотоків на зупиночних пунктах сумісних ділянок на основний (пасажир, які для виконання поїздки можуть скористуватися послугами лише одного маршруту) та додатковий (пасажир, яким байдуже, послугами якого з маршрутів скористуватися) [3].

Таблиця 1

## Техніко-експлуатаційні показники маршрутів

Найменування показників	Кількісні показники за напрямками руху					
	Маршрут №1		Маршрут №2		Сумісні ділянки	
	Прямий	Зворотній	Прямий	Зворотній	Прямий	Зворотній
Довжина маршруту, км	17,6	17,6	13,8	15	10,5	10,5
Тривалість рейсу, хв.	55	55	45	48	33	33
Експлуатаційна швидкість, км./год.	19,2	19,2	18,4	18,7	19	19
Технічна швидкість, км./год.	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1
Зупинки, од.	19	19	19	21	13	13

Таблиця 2

## Дані для складання розкладів руху першого та другого маршрутів

Показник	Маршрут №1	Маршрут №2
Час початку роботи	5:00	5:00
Час закінчення роботи	21:00	22:00
Інтервал руху, хв	7	5
Кількість одиниць рухомого складу, од.	32	30

Визначення об'ємів пасажиропотоків на зупиночних пунктах сумісних ділянок та опитування пасажирів на предмет розподілу на основний та додатковий пасажиропотоки проводилось з 18.08.2008р. до 29.08.2008р. з 8 до 10 години у робочі дні.

Згідно з зібраними даними було розраховано частоти підходу пасажирів на зупиночні пункти сумісних ділянок. Результати розрахунку для прямого напрямку руху надано у таблиці 3.

*Визначення необхідної кількості автобусів.* Цей етап включає визначення необхідної кількості автобусів для кожного з маршрутів у різні години доби з урахуванням максимального пасажиропотоку та інших факторів, що впливають на цей показник (забезпечення необхідної кількості автобусів у відстої, зміною щільності пасажиропотоку протягом доби тощо).

У даному випадку, оскільки маршрути діючі та вплинути на кількість автобусів на маршрутах ми не маємо змоги (тому що в цьому не зацікавлені приватні перевізники, які працюють на цих маршрутах), то за необхідну кількість автобусів приймаємо кількість реально працюючих автобусів. Ці дані відображені в табл. 2.

*Визначення інтервалів руху на маршрутах та часу очікування пасажирами посадки.* Цей етап включає окрім розрахунку інтервалів окремо для кожного маршруту та інтервалу оптимального для сумісної ділянки, ще й визначення часу очікування пасажирами посадки за різних умов руху за різних умов організації руху на маршруті (при координації руху відносно додаткового пасажиропотоку, та при координації руху відносно основних пасажиропотоків).

Для визначення зміни сумарної кількості пасажирохвилин проведених на зупинках сумісних ділянок при скоординованому та при нескоординованому русі автобусів двох маршрутів, необхідно зробити припущення, що всі автобуси будуть рухатися строго за розкладом руху без відхилення від нього. Тоді розглядатимемо наступні два випадки:

Результати збору даних про частоти підходу пасажирів на зупиночні пункти сумісних ділянок маршрутів у прямому напрямку

№ п\п	Назва зупинки	Частота підходу пасажирів на зупинку, пас/год	Кількість пасажирів маршруту №1, пас/год	Кількість пасажирів маршруту №2, пас/год	Кількість пасажирів сумісного маршруту, пас/год
1	245 квартал	164	19	14	131
2	Універсам	166	21	19	126
3	Космос	95	15	13	67
4	Горвиконком	131	17	18	96
5	Мелодія	60	6	6	48
6	Площа Перемоги	67	22	7	38
7	Кінотеатр „Україна”	59	24	22	13

1. Рух автобусів на сумісних ділянках маршрутів нескоординований. Тоді автобуси першого маршруту будуть рухатись за розкладом без відхилень (згідно з припущенням), тобто середньоквадратичне відхилення від розкладу руху буде дорівнювати  $\sigma_1 = 0$ . Так само на другому маршруті  $\sigma_2 = 0$ . А на сумісному маршруті при  $I_1 \neq I_2$  середньоквадратичне відхилення від розкладу руху буде завжди більше нуля  $\sigma_{см} > 0$ .

2. Рух автобусів на сумісних ділянках маршрутів скоординований. Тоді автобуси на сумісних ділянках будуть рухатись згідно з розкладом і без відхилень від нього,  $\sigma_{см} = 0$ . Автобуси першого маршруту, у зв'язку з тим, що рух скоординований на сумісній ділянці, рухатимуться не згідно зі своїм розкладом, тобто середньоквадратичне відхилення буде більшим за нуль,  $\sigma_1 > 0$ . Так само і на другому маршруті,  $\sigma_2 > 0$ .

Отже, для кожного випадку необхідно розрахувати по три значення часу очікування, час очікування на перший маршрут –  $T_{оч1}$ , час очікування на другий маршрут –  $T_{оч2}$ , час очікування будь-якого маршруту –  $T_{очсм}$  (назвемо його час очікування на сумісний маршрут), а потім підставляючи ці значення для кожної зупинки сумісної ділянки, визначити, на яких зупинках необхідно проводити координацію, а на яких в цьому немає потреби.

Для нескоординованого руху на сумісних ділянках час очікування пасажирами першого маршруту, з урахуванням нашого спрощення, складе:

$$\overline{T_{оч1}} = 0,5 \left( I_1 + \frac{\sigma_1^2}{I_1} \right) = 0,5 \cdot \left( 7 + \frac{0^2}{7} \right) = 3,5 \text{ хв.}$$

Час очікування пасажирами другого маршруту складе:

$$\overline{T_{оч2}} = 0,5 \left( I_2 + \frac{\sigma_2^2}{I_2} \right) = 0,5 \cdot \left( 5 + \frac{0^2}{5} \right) = 2,5 \text{ хв.}$$

Для розрахунку часу очікування пасажирами сумісного маршруту необхідно спочатку розрахувати інтервал на сумісній ділянці за наступною формулою [3]:

$$\overline{I_{см}} = \frac{1}{\frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2}} \text{ хв}, \quad \overline{I_{см}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{1}{5}} \approx 3 \text{ хв.}$$

Щоб визначити, який інтервал реально буде на маршруті при заданих умовах зведемо у таблицю моменти прибуття автобусів обох маршрутів на початкову зупинку сумісної ділянки (табл. 4).

Таблиця 4

Моменти прибуття автобусів на початок сумісної ділянки при нескоординованих розкладах руху на сумісних ділянках

Моменти прибуття автобусів маршруту №1	1	7:00		7:07		7:14			7:21		7:28		7:35
Моменти прибуття автобусів маршруту №2	2	7:00	7:05		7:10		7:15	7:20		7:25		7:30	7:35
Інтервал сумісного маршруту	3	0	5	2	3	4	1	5	1	4	3	2	5

Продовження таблиці 4

1		7:42		7:49			7:56		8:03		8:10			8:17		8:24	...
2	7:40		7:45		7:50	7:55		8:00		8:05	8:10	8:15	8:20		8:25		...
3	0	5	2	3	4	1	5	1	4	3	2	1	5	0	5	2	...

Маємо дванадцять значень інтервалів (0, 5, 2, 3, 4, 1, 5, 1, 4, 3, 2, 5), які будуть повторюватися  $N$  разів. Тепер маючи дані для розрахунку відхилення від інтервалу руху, ми можемо розрахувати спочатку  $\sigma_{см}$ , а потім і час очікування посадки пасажирями сумісного маршруту.

Отже, відхилення від інтервалу руху складе:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - I)^2}{N}} = \left[ \frac{1}{N \cdot 12} (N \cdot [(0-3)^2 + (5-3)^2 + (2-3)^2 + (3-3)^2 + (4-3)^2 + (1-3)^2 + (5-3)^2 + (1-3)^2 + (4-3)^2 + (3-3)^2 + (2-3)^2 + (5-3)^2] \right]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2,4} = 1,55 \text{ хв.}$$

Час очікування для нескоординованого руху автобусів на сумісних ділянках в такому разі складе:

$$\overline{T_{оч см}} = 0,5 \left( I_{см} + \frac{\sigma_{см}^2}{I_{см}} \right) = 0,5 \cdot \left( 3 + \frac{1,55^2}{3} \right) = 1,96 \text{ хв.}$$

Для скоординованого руху на сумісних ділянках час очікування пасажирями сумісного маршруту, з урахуванням нашого спрощення, складе:

$$\overline{T_{оч см}} = 0,5 \left( I_{см} + \frac{\sigma_{см}^2}{I_{см}} \right) = 0,5 \cdot \left( 3 + \frac{0^2}{3} \right) = 1,5 \text{ хв.}$$

Для розрахунку часу очікування пасажирями першого та другого маршрутів зведемо до таблиці моменти прибуття автобусів на першу зупинку сумісної ділянки за умов скоординованого на них руху (табл. 5). В цьому випадку автобуси будуть рухатись із

трихвилинним інтервалом. Порядок, за яким будуть рухатися автобуси двох маршрутів, розставлятимемо таким чином, щоб відхилення від інтервалів руху кожного з двох основних маршрутів було мінімальним.

Таблиця 5

Моменти прибуття автобусів на першу зупинку сумісної ділянки за умов скоординованого на них руху

Моменти прибуття автобусів	7:03	7:06	7:09	7:12	7:15	7:18	7:21	7:24	7:27	7:30	7:33
№ маршруту	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1
Інтервал на маршруті №1	9			6		9			6		9
Інтервал на маршруті №2		3	6		6		3	6		6	

Як бачимо з таблиці 5 при скоординованому русі автобусів на сумісних ділянках для першого маршруту, інтервал буде змінюватися з 9 хвилин на 6 хвилин, і так буде повторюватися постійно, отже моменти прибуття для розрахунку середньо квадратичного відхилення будуть мати значення 9,6,9,6,9,6,...=N(9,6)

Отже, відхилення від інтервалу руху, заданого основним розкладом першого маршруту, складе:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - I)^2}{N}} = \sqrt{\frac{N[(9-7)^2 + (6-7)^2]}{N \cdot 2}} = \sqrt{\frac{5}{2}} = 1,58 \text{ хв.}$$

Час очікування пасажирами першого маршруту на сумісній ділянці складе в такому разі складе:

$$\overline{T_{оч1}} = 0,5(I_1 + \frac{\sigma_1^2}{I_1}) = 0,5 \cdot (7 + \frac{1,58^2}{7}) = 3,68 \text{ хв.}$$

Як бачимо з таблиці 6 при скоординованому русі для другого маршруту, інтервал буде змінюватися наступним чином: 3 хвилини, 6 хвилин, 6 хвилин, і так буде повторюватися постійно, отже моменти прибуття для розрахунку середньо квадратичного відхилення будуть мати значення 3,6,6,3,6,6, 3,6,6,...=N(3,6,6)

Отже, відхилення від інтервалу руху складе:

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - I)^2}{N}} = \sqrt{\frac{N \cdot [(3-5)^2 + (6-5)^2 + (6-5)^2]}{N \cdot 3}} = \sqrt{\frac{6}{2}} = 1,73 \text{ хв.}$$

Час очікування пасажирами другого маршруту в такому разі складе:

$$\overline{T_{оч2}} = 0,5(I_2 + \frac{\sigma_2^2}{I_2}) = 0,5 \cdot (5 + \frac{1,73^2}{5}) = 2,8 \text{ хв.}$$

*Визначення ділянок, на яких необхідно проводити координацію.* Проводимо аналіз кожного зупиночного пункту сумісних ділянок маршрутів на предмет необхідності виконання координації руху на них за наступним критерієм [5]:

$$T_{оч1}(\lambda_1 - a_1) + T_{оч2}(\lambda_2 - a_2) + T_{очсм}(a_1 + a_2) \rightarrow \min \frac{пас \cdot хв}{год}, \quad (1)$$

де  $\overline{T_{оч1}}, \overline{T_{оч2}}, \overline{T_{очсм}}$  – час очікування посадки відповідно пасажирями автобусу першого маршруту, другого маршруту та будь-якого з маршрутів (сумісного маршруту),  $xв$ ;  
 $\lambda_1, \lambda_2, a_1$  та  $a_2$  – частота підходу пасажирів, що користуються послугами відповідно першого, другого та „сумісного” маршрутів,  $пас/год$ .

Цей аналіз дозволить визначити точно, на якому відрізку кожної з сумісних ділянок необхідно виконувати координацію руху автобусів, а де в ній немає потреби.

Оскільки всі значення часу очікування одним пасажиром посадки нам відомі, перевіримо необхідність координації руху на кожній з зупинок сумісного маршруту, підставляючи всі розраховані та зібрані нами значення у формулу (1).

Порівнюємо значення критерію необхідності координації руху для першої зупинки сумісної ділянки при нескоординованому русі та при скоординованому русі:

$$3.5 \cdot 19 + 2.5 \cdot 14 + 1.96 \cdot 131 = 358 \frac{пас \cdot хв}{год} > 3.68 \cdot 19 + 2.8 \cdot 14 + 1.5 \cdot 131 \frac{пас \cdot хв}{год}$$

Отже, оскільки сумарна кількість пасажирохвилин за годину менше при скоординованому русі координацію проводити необхідно. Результати розрахунків для інших зупинок наведено у таблиці 6.

Таблиця 6

Результати розрахунків необхідності проведення координації на зупиночних пунктах сумісних ділянок у прямому напрямку

Назва зупинки	Значення критерію за умов нескоординованого руху, $пасхв/год$	Значення критерію за умов скоординованого руху, $пасхв/год$	Необхідність координації
245 квартал	358	305	необхідно
Універсам	368	319	необхідно
Космос	216	192	необхідно
Горвиконком	293	257	необхідно
Мелодія	130	111	необхідно
Площа Перемоги	169	157	необхідно
Кінотеатр „Україна”	162	167	не потрібно

Тепер знаючи ділянки, на яких необхідно проводити координацію можемо перейти власне до складання розкладу руху.

*Складання шаблону розкладу руху автобусів для сумісних ділянок маршрутів.* Цей етап включає створення шаблону розкладу для контрольних пунктів, які було визначено на попередньому етапі (початковий та кінцевий пункти сумісних ділянок).

Отже, оскільки автобуси починають роботу з п'ятої години ранку, то перший автобус другого маршруту прибуде на початкову зупинку сумісної ділянки у прямому напрямку у 5:05 (на подолання відрізка маршруту до сумісної ділянки йому знадобиться 5 хвилин). Цей час буде моментом відправлення першого автобусу з початкової зупинки сумісної ділянки в прямому напрямку. Автобуси будуть рухатися по сумісній ділянці з інтервалом 3 хвилини. На зупиночний пункт наступний за останньою зупинкою ділянок, на яких необхідно проводити координацію, автобуси повинні прибувати з інтервалом, який було розраховано для кожного з маршрутів без урахування сумісних ділянок (7 хвилин для маршруту №1, 5 хвилин для маршруту №2). На подолання сумісної ділянки у прямому напрямку автобусу необхідно витратити 13 хвилин. На рисунках 1 та 2 бачимо, яким був рух на сумісних ділянках до погодження розкладів та яким став після його проведення.

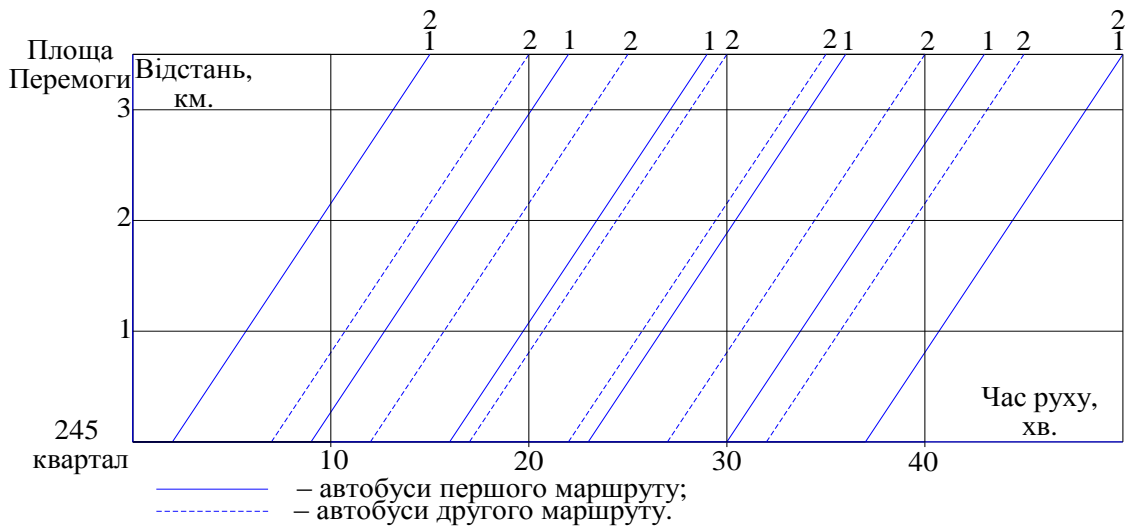


Рис. 1. Рух автобусів на сумісних ділянках першого та другого маршрутів м. Горлівки без впровадження методики погодження розкладу руху

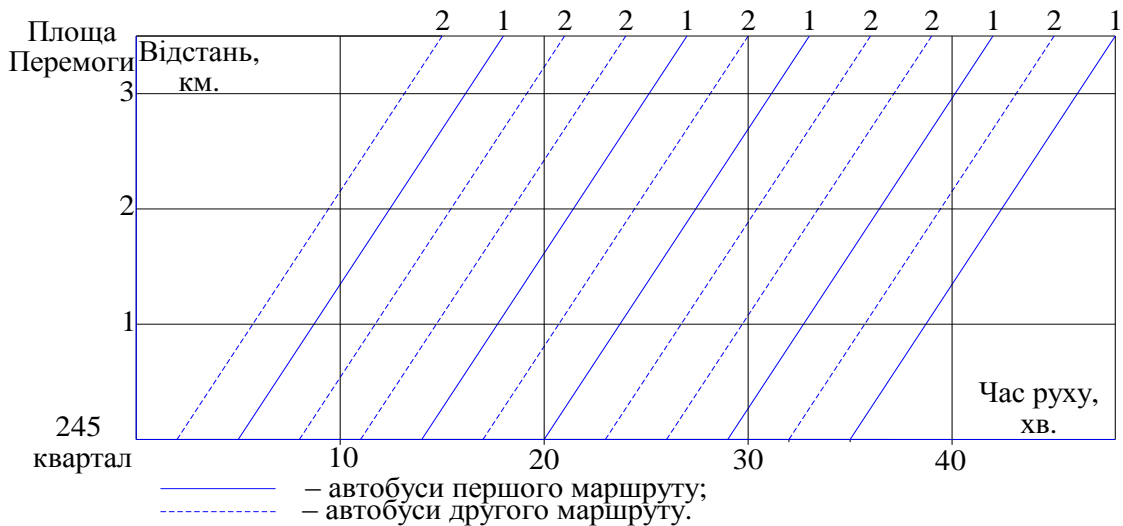


Рис. 2. Рух автобусів на сумісних ділянках першого та другого маршрутів м. Горлівки після впровадження методики погодження розкладу руху

*Складання шаблону загального розкладу руху.* Створюємо шаблон розкладу руху автобусів кожного з маршрутів з урахуванням шаблону складеного на попередньому етапі.

Тепер, маючи розклад руху для сумісних ділянок, необхідно переходити до складання розкладів руху власне для кожного з маршрутів, що розглядаються.

Оскільки на маршруті працює велика кількість одиниць рухомого складу, кількість виходів яких досить мала, через велику кількість хвилин проведено у відстої, розробляти розклад руху для кожного автобусу окремо не є раціональним. Тому на досліджуваних маршрутах розклади складатимемо окремо для прямого та зворотного напрямку для кожного з маршрутів. Рух чотирьох автобусів другого маршруту згідно із погодженим розкладом відображений на рис. 3.



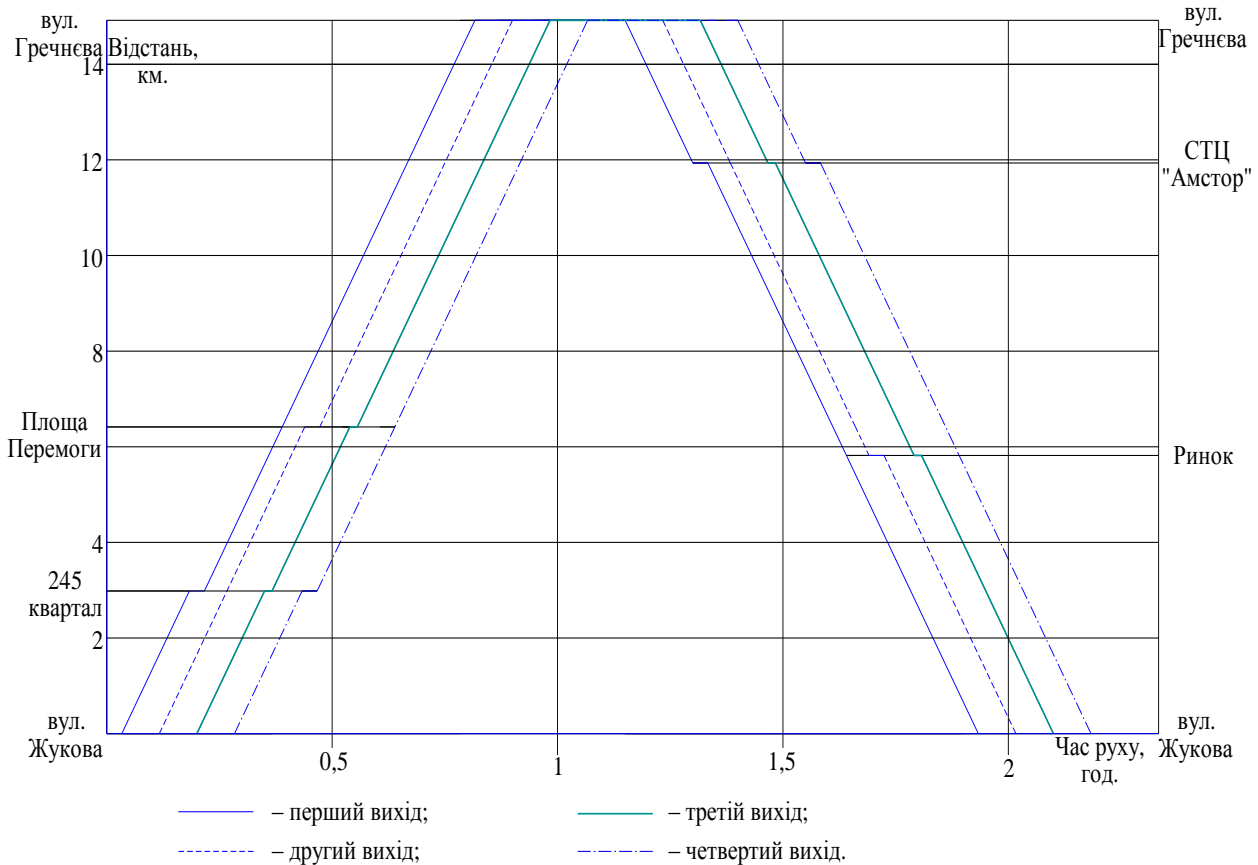


Рис. 3. Рух автобусів маршруту №2 після впровадження методики погодження розкладу руху з урахуванням сумісних ділянок

*Складання загального розкладу руху з урахуванням впливу сумісних ділянок.* На цьому етапі в шаблоні, описаному у попередньому пункті, проставляємо обідні перерви, час перезмін, розриву.

Наведений пункт не виконується для обраних маршрутів, оскільки випуск автобусів на цих маршрутах виконується за інтервалом руху, а не за розкладом, в якому є обідні перерви, години розриву та перезміни. Тому для наданого маршруту вистачить шаблону розкладу розробленого на попередньому етапі. Однак, якщо надану методику використовувати для координації руху на маршрутах, які мають повноцінні розклади руху, то цей пункт методики необхідно виконувати

Маючи всі розклади, можемо проводити координацію власне на маршруті. Її можемо проводити трьома способами:

1. Рух координується спеціально найнятими для цього працівниками (як власне це і виконується у сучасності, однак ці працівники не мають розкладів руху і задають його лише виходячи з власних міркувань, з огляду на час який минув з моменту відправлення попереднього автобусу). Їм видаються розклади руху і вони стоячи у контрольних пунктах підказують, у який момент часу потрібно відправлятися кожному автобусу.

2. Рух координується власне водіями автобусів, яким видаються розклади і вони рухаються згідно з ними.

3. Поєднання першого і другого способу. В цьому випадку водії відправляються за власними розкладами лише з кінцевих пунктів маршрутів, а на самому маршруті (на початку і на кінці сумісних ділянок) рух координується вищезазначеними працівниками.

Перший спосіб потребує виділення чималих коштів на утримання персоналу, який би проводив координацію, але при цьому забезпечуватиме високий рівень скоординованості руху. Другий спосіб не потребує утримання окремого персоналу, який би контролював рух автобусів, але буде давати найнижчі показники скоординованості, оскільки водії не завжди сумлінно виконуватимуть свою роботу, і також велика ймовірність похибки годинників.

Отже, найбільш прийнятним на нашу думку є третій спосіб, оскільки робота водіїв в такому випадку буде контролюватися на маршруті, і при цьому кількість працівників, які виконуватимуть цю роботу, буде мінімальною.

Координація руху автобусів власне на маршруті буде виконуватись за допомогою методу розсунення інтервалів. Для цього розклади руху автобусів складено таким чином, щоб автобуси, яким необхідно змінити інтервал руху, прибували на початок сумісної ділянки раніше, і водії мали змогу, збільшити інтервал руху до необхідного за рахунок збільшення часу простою на зупинці або за рахунок зниження швидкості руху на ділянці перед початком сумісної ділянки.

### ***Висновки***

Запропонована методика погодження розкладів руху автобусів двох незалежних маршрутів з урахуванням сумісних ділянок. Вона дозволяє уточнити методику вибору і забезпечення умов ув'язки розкладів руху автобусів через встановлення зупинних пунктів сумісних ділянок на яких необхідно проводити погодження розкладів руху за критерієм необхідності координації інтервалів руху. Надана методика може бути використано при погодженні розкладів руху автобусів на міських маршрутах з урахуванням сумісних ділянок. Використання запропонованої методики дозволить підвищити якість обслуговування пасажирів на цих маршрутах за рахунок зменшення сумарного часу очікування пасажирами посадки в автобус на зупинних пунктах сумісних ділянок.

### ***Список літератури***

1. Антошвили М.Е., Либерман С.Ю., Спирин И.В. Оптимизация городских автобусных перевозок. – М.:Транспорт, 1985. – 102 с.
2. Антошвили М.Е., Варелопуло Г.А, Хрущев М.В. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ. – М.: Транспорт, 1974. – 104 с.
3. Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским пассажирским транспортом. – Москва: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 407с.
4. Методика расчета количества контрольных пунктов на маршруте. Методика выбора и обеспечения условий увязки расписаний движения автобусов. – Москва: Минавтотранс РСФСР, 1987. – 7 с.
5. Волошин С.О., Виноградов М.С. Необходимость координации интервалів руху автобусів на сумісних ділянках двох незалежних міських маршрутів // Вісті автомобільно дорожнього інституту. – 2008. - №1(6). – С. 126 – 131.

Стаття надійшла до редакції 05.01.09  
© Виноградов М.С., Волошин С.О., 2009