

Лекція 7 ФОРМУВАННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Терміни

Оскільки дотепер ще не вироблена досить строга система термінів в області проектування системи міського маршрутного пасажирського транспорту, щоб уникнути розбіжностей у тлумаченні предмета цієї статті введемо ряд понять:

Маршрутна мережа міста – сукупність усіх маршрутів міського маршрутного пасажирського транспорту.

Траса маршруту - сукупність ділянок вулично-дорожньої мережі, що використовуються для руху по маршруту.

Дублюючі маршрути - два й більше маршрути, траса руху транспорту по одному з яких у цілому або в частині збігається із трасами руху транспорту по інших маршрутах, і які на загальних ділянках траси спільно використовують ті ж самі зупинки.

Непрямолінійність траси маршруту - відносна оцінка конфігурації траси маршруту, що кількісно виражається коефіцієнтом непрямолінійності.

Сполучена ділянка маршрутів - ділянка ВДМ, що спільно використовується транспортними засобами з дублюючих маршрутів і на якому ці маршрути використовують ті ж самі зупинки.

Удосконалення маршрутної мережі міста – розробка комплексу пропозицій по зміні трас або закриттю існуючих маршрутів, відкриттю нових маршрутів, у тому числі й маршрутів нових для міста видів маршрутного пасажирського транспорту, з метою забезпечення необхідної якості обслуговування населення міста маршрутним пасажирським транспортом при одночасному забезпеченні економічної ефективності й безпеки пасажирських перевезень і з урахуванням перспектив розвитку й функціонування вулично-дорожньої мережі міста.

Технологія удосконалення маршрутної мережі міста – упорядкована система дій, виконання яких приводить до гарантованого досягнення цілей удосконалення маршрутної мережі міста. Ця технологія відображає логіку вдосконалення маршрутної мережі міста й представлена етапами, кожний з яких має свою мету. Лише після досягнення поставленої мети одного етапу відбувається перехід до наступного етапу технології.

Транспортні зв'язки в місті – надання можливості переміщення пасажирів і вантажів по території міста з використанням транспорту;

Пасажирські транспортні зв'язки в місті - надання можливості переміщення пасажирів по території міста з використанням пасажирського транспорту;

Маршрутні пасажирські транспортні зв'язки в місті - надання можливості переміщення пасажирів по території міста з використанням маршрутного пасажирського транспорту;

Аналіз маршрутних пасажирських транспортних зв'язків у місті - комплекс операцій, спрямованих на виявлення ступеня задоволення потреб населення міста в маршрутних пасажирських транспортних зв'язках у місті й знаходження рішень по підвищенню ступеню задоволення цих потреб;

Умовний транспортний район (УТР) – територіальна одиниця міста, умовно виділена для аналізу маршрутних пасажирських транспортних зв'язків у місті. Границі і розміри УТР встановлюються виходячи з умови пішохідної доступності ліній маршрутного пасажирського транспорту (МПТ);

Пасажирська кореспонденція – це стійкий пасажирський транспортний зв'язок між УТР міста. Вимірюється кількістю пасажирів, яких необхідно перемістити з одного УТР в інший з використанням пасажирського транспорту;

Маршрутна пасажирська кореспонденція – це стійкий маршрутний пасажирський транспортний зв'язок між УТР міста. Вимірюється кількістю пасажирів, яких необхідно перемістити з одного УТР в інший з використанням маршрутного пасажирського транспорту.

7.1 Структурно-логічна схема технології вдосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів у великих і середніх містах

1. Підготовка інформаційної бази для удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів.
 - 1.1. Характеристика й особливості маршрутної мережі міста.
 - 1.2. Формулювання цілей удосконалення маршрутної мережі міських автобусів.
2. Аналіз стану існуючої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів і розробка пропозицій з її удосконалення.
 - 2.1. Аналіз існуючої якості транспортного обслуговування населення міста маршрутами міських автобусів.
 - 2.2. Аналіз траси існуючих маршрутів міських автобусів.
 - 2.2.1. Аналіз непрямолінійності траси маршрутів.
 - 2.2.2. Аналіз дублювання маршрутів.
 - 2.3. Аналіз пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах.
 - 2.4. Зведена оцінка існуючої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів.
3. Формування удосконаленої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів.
 - 3.1. Формування переліку й схем маршрутів удосконаленої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів.
 - 3.2. Зведена оцінка вдосконаленої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів.

7.2 Підготовка інформаційної бази для удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів.

На першому кроці першого етапу технології (крок 1.1):

- формується перелік всіх міських маршрутів автобусів, трамваїв і тролейбусів із вказівкою їхніх основних характеристик (наприклад, за формою на рис. 1);

№	Номер маршруту	Найменування маршруту	Довжина маршруту, км	Кількість автобусів	Марки автобусів	Години роботи	Інтервал руху, хв
1	2	3	4	5	6	7	8

Рис. 7.1. Форма таблиці характеристик маршрутів автобусів

- розробляється електронна карта міста з нанесенням на неї всіх маршрутів автобусів, трамваїв, тролейбусів і вказівкою місць розташування кінцевих зупинок (наприклад, для м. Горлівки загальний вид такої карти представлений в [6]);

- розробляється класифікація маршрутів автобусів за їх розташуванням в плані міста (радіальні, діаметральні, хордові, кільцеві);

- аналізуються тенденції зміни кількості маршрутів різних видів маршрутного пасажирського транспорту й маршрутної мережі міста в цілому;

- вивчаються особливості планувальної структури міської території й специфіка транспортної ситуації в місті (розміщення в плані міста окремих функціональних зон, об'єктів тяжіння, структура вулично-дорожньої мережі міста, взаємозв'язок міста з іншими населеними пунктами, наявність природних і штучних перешкод і існуючі переходи через них і т.д.).

На підставі висновків, сформульованих на кроці 1.1 технології, на кроці 1.2 технології формулюються реально досяжні цілі вдосконалення маршрутної мережі міста.

7.3 Аналіз стану існуючої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів і розробка пропозицій з її удосконалення.

На другому етапі технології аналізується стан існуючої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів і розробляються пропозиції з її удосконалення.

Оцінку якості обслуговування населення міста маршрутами міського пасажирського транспорту (крок 2.1) в умовах великих та середніх міст пропонуємо проводити за наступними характеристиками:

- доступність ліній маршрутного пасажирського транспорту;
- наявність транспортного зв'язку між транспортними районами міста;
- зручність транспортного зв'язку між транспортними районами міста, що визначається можливістю безпересадочного сполучення й значенням часу очікування відповідного маршруту (або маршрутів) міського пасажирського транспорту.

Доступність ліній маршрутного пасажирського транспорту (МПТ) характеризується густотою міської маршрутної мережі й відстанню пішого підходу до ліній МПТ.

Густота міської маршрутної мережі - відношення довжини вуличних проїздів, що обслуговуються лініями транспортної мережі (L_c), до площі території міста під забудовою (S_3) [7]:

$$\delta = \frac{L_c}{S_3}, \quad \text{км} / \text{км}^2. \quad (1)$$

У місті Горлівка густота міської маршрутної мережі $\delta = 1,62 \text{ км/км}^2$ при нормативному значенні $1,5\text{--}2,5 \text{ км/км}^2$ [8].

Відповідно до [8] нормативна відстань пішохідної доступності до зупинки маршрутного пасажирського транспорту (МПТ) становить 500 м. Виходячи із цього уздовж всіх ліній МПТ необхідно побудувати зони 500 метрової пішохідної доступності і зробити відповідні висновки.

Так у м. Горлівка близько 90 % всієї забудованої території міста перебуває в зоні нормативної пішохідної доступності до ліній маршрутного пасажирського транспорту. Отже, у м. Горлівці забезпечена пішохідна доступність ліній МПТ.

Методика аналізу маршрутних пасажирських транспортних зв'язків в умовах великих та середніх міст докладно викладена в [9]. Методика передбачає розбивку території міста в межах його адміністративних границь на умовні транспортні райони (УТР) й аналіз маршрутних пасажирських транспортних зв'язків між УТР міста. Попередньо, всі УТР міста розділяються на три групи: *A*, *B* і *B*.

До групи «*A*» відносять УТР, які є потужними районами генерації або тяжіння пасажиропотоків і в яких організовані (або в яких необхідно організувати) кінцеві пункти міського МПТ. До групи «*B*» відносять УТР із жилою, переважно садибною 1-2 поверховою забудовою. У цих районах практично немає місць прикладання праці. Всі УТР, що залишилися, відносять до групи «*B*».

Нами введено ряд правил:

- УТР, що входять у групу «*A*», повинні бути зв'язані прямими безпересадочними маршрутами один з одним, адміністративним центром відповідного району і адміністративним центром міста;

- УТР, що входять у групу «*B*», повинні бути зв'язані прямими безпересадочними маршрутами з адміністративним центром відповідного району й центром міста;

- УТР, що входять у групу «*B*», повинні бути зв'язані прямими безпересадочними маршрутами з лініями маршрутної мережі, по яких проходять маршрути міського пасажирського транспорту між УТР групи «*A*».

З використанням цих правил необхідно оцінити наявність безпересадочних транспортних зв'язків між УТР міста і внести відповідні пропозиції з удосконалення маршрутної мережі міста.

На наступному кроці методики аналізу маршрутних пасажирських транспортних зв'язків у місті необхідно оцінити зручність безпересадочного транспортного зв'язку між УТР міста у порівнянні з сполученням між цими ж УТР із пересадкою.

«Критерієм оптимальності маршрутизації є мінімум витрат часу на трудові поїздки, що складаються із витрат часу на підхід до зупинки й відхід від неї, очікування транспорту, поїздки й пересадку з одного виду транспорту або маршруту на інший» [10].

Час на підхід до зупинки відправлення й відхід від зупинки прибуття при безпересадочному сполученні й сполученні з пересадкою є для певних зупинок величиною постійною. Час на поїздки при безпересадочному сполученні можна прийняти рівним часу на поїздки при сполученні між цими ж УТР із пересадкою за умови, що маршрут руху пасажирів між УТР міста той самий і швидкість сполучення на всіх ділянках маршруту руху пасажирів є однаковою.

Таким чином, показником зручності маршрутного пасажирського транспортного зв'язку між УТР є час очікування транспорту. Варіант із пересадкою будемо вважати кращим, ніж безпересадочне сполучення, якщо сумарний час очікування автобусів відповідних маршрутів буде менше, ніж час очікування автобуса на начальному пункті при безпересадочному сполученні. При цьому маршрут руху пасажирів повинен бути тим же.

Приклад застосування методики аналізу маршрутних пасажирських транспортних зв'язків для умов м. Горлівки наведений у [9].

На кроці 2.2 технології необхідно провести аналіз непрямолінійності траси маршрутів і аналіз дублювання маршрутів.

Траса маршруту - сукупність ділянок вулично-дорожньої мережі, що використовуються для руху по маршруту.

Непрямолінійність траси маршруту - відносна оцінка конфігурації траси маршруту, що кількісно виражається коефіцієнтом непрямолінійності.

Коефіцієнт непрямолінійності маршруту (κ_i) визначається відношенням довжини i -того маршруту (L_{Mi}) до відстані між пунктами початку й кінця маршруту по повітряній лінії (L_{Bi}):

$$\kappa_i = \frac{L_{Mi}}{L_{Bi}} \quad (2)$$

Значення коефіцієнтів непрямолінійності повинні бути не вище: для маршрутів, що зв'язують житлові райони із центром міста - 1,2; для маршрутів, що зв'язують периферійні райони між собою й у середньому для всієї маршрутної мережі - 1,3 [7].

За формулою (2) необхідно розрахувати коефіцієнти непрямої лінійності для всіх міських маршрутів міста.

У м. Горлівка на 36 із 40 міських маршрутів автобусів непрямої лінійності траси маршрутів не відповідає нормативним вимогам. У середньому для всієї маршрутної мережі міста коефіцієнт непрямої лінійності складає 2,38.

Скорегувати трасу можна тільки на тих маршрутах, які з'єднують початкові й кінцеві пункти маршруту не по найкоротшій відстані, яка, у свою чергу, визначається конфігурацією магістральної ВДМ міста. При коректуванні траси маршрутів необхідно враховувати, чи будуть загублені необхідні безпересадочні зв'язки між УТР міста. Якщо безпересадочний зв'язок зникає, то траса маршруту коректуванню не підлягає. Для м. Горлівки за результатами аналізу непрямої лінійності траси маршрутів внесені пропозиції з корегування трас 8 маршрутів міських автобусів.

Розгалуженість маршрутної мережі оцінюється для міста в цілому маршрутним коефіцієнтом μ , що визначається за формулою [7]:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n L_{Mi}}{L_c}, \quad (3)$$

де $\sum_{i=1}^n L_{Mi}$ - загальна довжина всіх автобусних маршрутів, км;

L_c - загальна довжина вулично-дорожньої мережі міста, на якій організовано рух автобусів, км;

n - кількість маршрутів автобусів.

Значення μ для всіх видів пасажирського транспорту повинне перебувати у межах 2-4 [7]. При менших значеннях μ мала суміщеність маршрутів погіршує умови організації пересадки, обмежує можливості зручної взаємодії видів транспорту. При більших значеннях μ спостерігається дублювання маршрутів.

За формулою (3) значення маршрутного коефіцієнту для маршрутної мережі автобусних маршрутів м. Горлівки складає $\mu = 4,1$, що більше нормативного і свідчить про наявність великої кількості дублюючих один одного маршрутів автобусів.

Дублюючі маршрути - два й більше маршрути, траса руху транспорту по одному з яких у цілому або в частині збігається із трасами руху транспорту по інших маршрутах, і які на загальних ділянках траси спільно використовують ті ж самі зупинки.

Для оцінки дублювання маршрутів уведемо показник ступеня дублювання одного маршруту іншим:

$$\rho_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_{Mi}} \cdot 100, \quad \%, \quad (4)$$

де i – маршрут, що дублюється;

j – маршрут, що дублює;

p_{ij} – ступінь дублювання i -того маршруту j -тим, %;

L_{ij} – довжина сполученої ділянки маршрутів, км; визначали шляхом вимірів на схемі існуючої маршрутної мережі автобусів.

Сполучена ділянка маршрутів - ділянка ВДМ, що спільно використовується транспортними засобами з дублюючих маршрутів і на якому ці маршрути використовують ті ж самі зупинки.

За формулою (4) необхідно розрахувати значення p_{ij} для кожної пари міських маршрутів автобусів. Для м. Горлівки ці значення наведені в табл. 1.

Процедура аналізу отриманих даних і виключення дублюючих маршрутів носить ітераційний характер з контролем зміни якості транспортного обслуговування населення міста маршрутами автобусів. Аналіз дублювання маршрутів необхідно починати з маршрутів автобусів, які забезпечують зв'язок між УТР групи «А», тому що між УТР із групи «А», як правило, проходять маршрути із найбільшою кількістю рухомого складу на лінії.

Шляхом перебору можливих варіантів виключення дублюючих маршрутів кращим визнається той варіант, що забезпечить мінімальну кількість маршрутів автобусів при збереженні існуючих транспортних зв'язків між умовними транспортними районами міста.

На кроці 2.3 технології проводиться аналіз пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах.

Відзначимо, що обстеження пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах повинне виконуватися як окрема науково-дослідна робота. Результати виконання такої роботи, а саме, епюри наповнення автобусів на маршрутах у середньому за один рейс, переходять як вихідні дані для роботи з удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів.

7.4 Формування удосконаленої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів

На кроці 3.1 технології формується удосконалена маршрутна мережа міських автобусних маршрутів.

Розробка маршрутної мережі міських автобусних маршрутів зводиться до виконання наступних умов:

- лінії МПТ проектуються тільки на магістральній ВДМ;
- кожний маршрут окремо зв'язує визначені пункти міста по магістральній ВДМ найкоротшими шляхами;
- пересадочність сполучень по маршрутній мережі міста в цілому перебуває в межах значення, що задається як критерій на основі аналізу існуючого стану; пересадочні пункти з одного маршруту автобуса на інший необхідно розміщати поза центром міста;
- кількість і схеми маршрутів у місті призначаються виходячи з тих безпересадочних зв'язків, які повинні бути забезпечені між УТР міста (див.

крок 2.1 технології), з урахуванням існуючих зв'язків, забезпечення мінімального дублювання маршрутів і з урахуванням мінімальної зміни існуючої маршрутної мережі;

- кожний маршрут повинен мати відносно рівномірне завантаження на всій його довжині, а мінімальна величина пасажирообороту на будь-якій ділянці маршруту повинна забезпечувати економічну ефективність функціонування маршруту;

- кінцеві пункти маршрутів прив'язуються до діючих.

Формування схеми маршрутної мережі міських автобусних маршрутів необхідно здійснювати у два кроки.

Перший крок полягає в побудові принципової схеми маршрутів між УТР міста, тобто теоретично можливої схеми виходячи з того, які зв'язки повинні бути забезпечені між умовними транспортними районами міста (УТР групи «А», «Б», «В») без урахування існуючих зв'язків.

Другий крок містить у собі аналіз отриманої принципової схеми маршрутів автобусів за наступними ознаками:

а) аналіз доцільності збереження або відмови від отриманих укорочених маршрутів, що входять до складу більш довгих;

б) оцінка збіжності принципової схеми маршрутів з трасами маршрутів, сформованих на етапі 2 технології у результаті оцінки й аналізу існуючої маршрутної мережі міста;

в) перевірка отриманої безпересадочності сполучень шляхом порівняння з існуючим положенням;

г) можливість продовження окремих магістральних маршрутів, що з'єднують УТР з групи «А», для забезпечення доступності до ліній МПТ окремих УТР із групи «Б»;

д) доцільність об'єднання коротких маршрутів в довгий або розрив дуже довгого маршруту, що не забезпечений стійкими пасажиропотоками по довжині маршруту.

У результаті такого аналізу повинен бути сформований перелік і схеми трас маршрутів автобусів удосконаленої маршрутної мережі міста.

Орієнтовну кількість автобусів W_p , що повинна перебувати в русі в годину пік на кожному з маршрутів, можливо визначити за формулою [7]:

$$W_p = \frac{120 \cdot L_m}{V_s \cdot i}, \quad \text{од.}, \quad (5)$$

де L_m – довжина маршруту, км;

V_s – експлуатаційна швидкість руху на маршруті, км/год.

i – інтервал руху автобусів на маршруті, хв.

На останньому кроці технології (крок 3.2) проводиться зведена оцінка вдосконаленої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів. Оцінка вдосконаленої маршрутної мережі проводиться за тим ж характеристиками, за

якими на кроці 2.4 технології була проведена оцінка існуючої маршрутної мережі. Порівняння характеристик існуючої і вдосконаленої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів дозволяє зробити висновки о досягненні цілей удосконалення маршрутної мережі, що сформульовані на кроці 1.2 технології.

Перелік посилань до лекції 7

1. Зильберталь А.Х. *Трамвайное хозяйство : руководство для работников трамвая и учащихся / А.Х. Зильберталь. – М.-Л.: Гострансиздат, 1932. – 270 с.*
2. *Самойлов Д.С. Принципы построения и координации маршрутов городского пассажирского транспорта : научное сообщение / Д.С. Самойлов. – М.: Отдел науч.-техн. инфор. АКХ им. К.Д. Панфилова, 1959. – 73 с.*
3. *Концепция развития городского пассажирского транспорта в городе Донецке на период до 2020 года [Электроний ресурс]/ Режим доступу - <http://transport.donetsk.ua/concepcia.php>.*
4. *Программа «Развитие городского пассажирского транспорта и транспортной инфраструктуры города Ростова-на-Дону» [Электроний ресурс]/ Режим доступу - <http://rostgortrans.narod.ru>.*
5. *Концепция организации и развития городского пассажирского транспорта общего пользования г. Перми на 2010-2015 годы [Электроний ресурс]/ Режим доступу - road.perm.ru > [files/koncep.pdf](#)*
6. *Проблеми оптимізації маршрутної мережі міського пасажирського транспорту в великих та середніх містах України / А.В. Куниця, О.В. Толок, Н.О. Селезньова, С.О. Волошин // Вісті автомобільно-дорожнього інституту. – 2011. – №2(13). – С. 5-14.*
7. *Рекомендации по разработке комплексных транспортных схем для крупных городов / КиевНИИП градостроительства, ЦНИИП градостроительства, БелНИИП градостроительства. - М. : Стройиздат, 1982. – 120 с.*
8. *Містобудування. Планування та забудова міських і сільських поселень : ДБН 360-92** – К.: Держбуд України, 2002. – 92 с. - (Державні будівельні норми).*
9. *Методика аналізу маршрутних пасажирських транспортних зв'язків у великих та середніх містах (на прикладі міста Горлівки) / А.В. Куниця, О.В. Толок, Н.О. Селезньова, С.О. Волошин // Вісті автомобільно-дорожнього інституту. – 2012. – №2(15). – С. 5-12.*
10. *Склад, зміст, порядок розроблення, погодження й затвердження комплексних схем транспорту для міст України : ДБН Б. 1-2-95. - [Чинний від 1995-04-01]. – К.: Держкоммістобудування України, 1995. – 22 с. - (Державні будівельні норми України).*