УДК 656.022

ТОЛОК О.В., к.т.н., доц., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ»(м .Горлівка);
КАЛІНІН О.В., ст. викладач, Донецька академія автомобільного транспорту;
СТОЛЯРОВА Є.В., головний спеціаліст відділу з питань соціального захисту виконавчого органу Дзержинської міської ради

РОЗВИТОК МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ АВТОБУСНИХ МАРШРУТІВ В УМОВАХ ВЕЛИКИХ ТА СЕРЕДНІХ МІСТ

У статті запропоновано методичне забезпечення технології удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів в умовах великих та середніх міст. Наведені результати застосування цього методичного забезпечення при удосконаленні маршрутної мережі м. Горлівки.
Ключові слова: *маршрутна мережа, методичне забезпечення, коефіцієнт прямолінійності, автобусний маршрут, електронна карта, площа міста, ступінь дублювання*

Вступ

Хаотично сформовані за останні 20 років маршрути автобусів у великих та середніх містах України привели до збільшення кількості рухомого складу на маршрутах і, тим самим, до створення додаткового транспортного навантаження на магістральну вулично-дорожню мережу (ВДМ) великих та середніх міст, особливо їх центрів. Необґрунтоване дублювання маршрутів привело до формування черг маршрутних транспортних засобів на зупинках, зниженню швидкості сполучення на маршрутах, збільшення витрат часу населення на пересування, що негативно позначається на економічному становищі перевізників і ефективності роботи міської маршрутної мережі й магістральної ВДМ у цілому. Виходом з ситуації, що склалася, є вдосконалення маршрутної мережі міст.

Термінологічний словник

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

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.

Аналіз публікацій і постановка завдання

Уперше в СРСР спроби розробити методику встановлення маршрутів пасажирського транспорту в містах розпочаті А.Х. Зильберталем на початку 30-х років [1]. Трохи пізніше методи формування маршрутної мережі були запропоновані М.М. Закутиним (1938 р.), В.С. Ларионовим (1940 р.), Д.С. Самойловим (1959 р.) [2]. Питання формування нових і вдосконалення

існуючих маршрутних мереж у містах розглядаються в роботах Глика Ф.Г., Горбачова П.Ф., Любарського Р.Е., Пугачова І.М., Сафронова Е.А., Ставничего Ю.О., Фишельсона М.С., Якшина А.М.

У результаті аналізу численних робіт цих і інших учених, а також аналізу робіт, спрямованих на вдосконалення маршрутної мережі в містах (наприклад, у Донецьку [3], Ростову-на-Дону [4], Пермі [5]) установлено, що технологія вдосконалення маршрутної мережі міста повинна містити в собі, як мінімум, такі три етапи:

1) підготовка інформаційної бази для вдосконалення маршрутної мережі міста;

2) аналіз стану існуючої маршрутної мережі міста й розробка пропозицій з її вдосконалення;

3) формування вдосконаленої маршрутної мережі міста.

Кожний із цих етапів технології вдосконалення маршрутної мережі міста повинен мати відповідне методичне забезпечення.

Відзначимо, що робились численні спроби розробити єдине методичне забезпечення технології вдосконалення маршрутної мережі міського пасажирського транспорту, придатне для практичних цілей. Однак дотепер це питання залишається невирішеним.

Проте, існує велика кількість наукових публікацій, у яких пропонуються методики для досягнення цілей кожного з етапів технології вдосконалення маршрутної мережі міста окремо. І якщо на першому етапі технології не виникає яких-небудь труднощів, то більшість існуючих розробок для досягнення цілей другого й третього етапів технології являють собою або теоретичні дослідження, не доведені до робочої техніки побудови й коректування маршрутних мереж на практиці, або не знайшли широкого застосування на практиці внаслідок трудомістких математичних обчислень, на підставі результатів яких повинні призначатися маршрути.

Така ситуація привела до того, що маршрути пасажирського транспорту в містах установлюються переважно або вольовим порядком, або на підставі скарг про незадовільне транспортне обслуговування, що надходять від населення. Найбільш неблагополучне положення спостерігається на автобусному транспорті. Часто маршрути автобусів, відкриті на підставі скарг населення, виявляються недостатньо завантаженими, і міська влада, прагнучи зберегти маршрут, збільшує його довжину. У результаті такий маршрут автобуса дублює інші маршрути, що приводить до наслідків, зазначених на початку цієї статті.

Отже, завдання розвитку методичного забезпечення технології вдосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів є актуальним завданням.

Ми дотримуємося тої точки зору, що методичне забезпечення технології вдосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів у значних і найзначніших містах повинне відрізнятися від подібного методичного забезпечення для умов великих і середніх міст. Справа в тому, що автобусний транспорт у містах різної величини відіграє різну роль. Якщо у значних і найзначніших містах автобуси, в основному, повинні виконувати функцію транспорту, що підвозить населення міста до мережі міського швидкісного транспорту (метро, швидкісний трамвай і т.д.), то в великих і середніх містах автобус – основний вид маршрутного пасажирського транспорту. Внаслідок того, що в останнє десятиріччя в більшості великих і середніх міст України спостерігається деградації міського електротранспорту, роль автобуса в перевезенні пасажирів у цій групі міст підсилилася.

Окрім цього, аналіз сучасних тенденцій розвитку великих та середніх міст в Україні показав, що в більшості таких міст приріст території практично не спостерігається, територіальне розміщення об’єктів міста та його населення суттєво не змінюється. Тому ми вважаємо, що для практичних цілей удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів у великих і середніх містах використання у відповідному методичному забезпеченні складних аналітичних методів прогнозування кореспонденцій і розрахунку пасажиропотоків, пов'язаних з вирішенням систем математичних рівнянь із багатьма невідомими, є неприйнятним. Достатньо сформулю-

вати ряд правил і ввести ряд показників, що характеризують якість маршрутної мережі міських автобусних маршрутів, і контролювати якість прийнятих експертних рішень із вдосконалення маршрутної мережі міста за зміною величини цих показників.

Мета статті

Розвиток методичного забезпечення технології удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів в умовах великих та середніх міст.

Основна частина

Нижче наведена структурно-логічна схема технології вдосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів у великих і середніх містах (далі «технологія»), яка розроблена авторами статті й згодом була апробована при виконанні на кафедрі «Транспортні технології» АДІ ДВНЗ «ДонНТУ» науково-дослідної теми: «Оптимізувати маршрутну мережу міських автобусних, тролейбусних та трамвайних маршрутів у м. Горлівка»:

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.

Технологія містить у собі три етапи, кожний з яких містить у собі декілька кроків.

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. 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. Так, для м. Горлівки сформульовані такі цілі:

1. У цей час у м. Горлівці спостерігається тенденція занепаду міського електротранспорту й найближчим часом прийняття заходів щодо відновлення й нарощування кількості рухомого складу міського електротранспорту не очікується. Тому коректування маршрутної мережі міських тролейбусних і трамвайних маршрутів не приведе до підвищення ефективності функціонування міського маршрутного транспорту.

2. Процес удосконалення мережі автобусних маршрутів повинен переслідувати наступні реально досяжні цілі:

а) поліпшення якості обслуговування населення маршрутами міських автобусів;

б) усунення необґрунтованого дублювання маршрутів руху міських автобусів;

в) зменшення завантаження магістральних вулиць центра міста потоками маршрутного пасажирського транспорту.

3. Маршрутну мережу міських автобусних маршрутів можна вважати удосконаленою, якщо: кількість маршрутів, що проходять через центр міста, зменшиться; значення маршрутного коефіцієнту зменшиться; значення коефіцієнту непрямолінійності у середньому для всієї маршрутної мережі зменшиться; якість транспортного обслуговування населення міста маршрутами міського пасажирського транспорту не погіршиться.

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 ($S_з$) [7]:

$$\delta = \frac{L_c}{S_з},\ {км}/{км^2}\,. \qquad (1)$$

У місті Горлівка густота міської маршрутної мережі δ = 1,62 км/км^2 при нормативному значенні 1,5–2,5 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: *А, Б* і *В*.

До групи «*А*» 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 «*В*» 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 «*Б*».

Нами введено ряд правил:

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

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

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

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, поїздку 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 поїздку при безпересадочному сполученні можна прийняти рівним часу на поїздку при сполученні між цими ж УТР із пересадкою за умови, що маршрут руху пасажира між УТР міста той самий і швидкість сполучення на всіх ділянках маршруту руху пасажира 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 пасажира 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 (k_i)визначається відношенням довжини *i*-того маршруту (L_{M_i}) до відстані між пунктами початку й кінця маршруту по повітряній лінії (L_{B_i}):

$$k_i = \frac{L_{Mi}}{L_{Bi}}. \qquad (2)$$

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 непрямолінійності для всіх міських маршрутів міста.

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

Скорегувати трасу можна тільки на тих маршрутах, які з'єднують початкові й кінцеві пункти маршруту не за найкоротшою відстанню, 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 корегуванню не підлягає. Для м. Горлівки за результатами аналізу непрямолінійності 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]:

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

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

За формулою (3) значення маршрутного коефіцієнту для маршрутної мережі автобусних маршрутів м. Горлівки складає $\boldsymbol{\mu}$ = 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:

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

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.

Для м. Горлівки у результаті проведеного аналізу дублювання маршрутів були прийняті такі рішення:

– закрити маршрути автобусів № 2, 3, 7, 28А, 29А, 30, 31, 33, 102;

– скорегувати траси маршрутів автобусів №4, 14, 26, 27.

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.

Аналіз епюр наповнення автобусів дозволяє дати ряд рекомендацій з удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів. Найближчим часом авторами планується публікація статті, у якій на прикладі м. Горлівки буде наведена логіка прийняття рішень з удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів за результатами аналізу траси маршрутів і аналізу пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах.

Таблиця 1

Ступінь дублювання маршрутів автобусів у м. Горлівка, %

Маршрут, що дублюється	Маршрут, що дублює																																				
	1	2	3	4	5	6	7	13	14	16	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	28А	29А	29Б	30	31	32	33	35	36	38	89	100	101	102	103	104
1	-	66	35	2	31	25	13	10	42	2	33	48	31	31	4	45	15	52	10	10	45	31	31	21	42	32	31	33	10	23	10	56	10	10	0	49
2	72	-	56	12	34	17	14	23	46	2	53	48	46	49	4	49	29	65	11	28	67	46	46	23	34	35	46	53	11	13	11	69	21	11	0	65
3	23	34	-	3	14	9	0	21	21	0	40	15	14	11	11	23	42	12	0	20	43	21	21	7	14	11	4	67	14	0	1	43	10	13	0	16
4	2	13	5	-	0	0	0	14	52	2	21	0	16	10	0	0	35	16	0	14	14	23	52	0	2	0	16	5	0	2	0	10	0	0	0	16
S	26	26	18	0	-	15	0	25	8	0	16	21	8	8	3	43	13	23	54	22	43	8	8	34	8	23	10	16	25	25	50	26	50	50	26	35
6	28	18	16	0	20	-	0	21	7	0	17	9	7	7	2	33	2	9	15	12	29	7	7	19	7	4	12	10	21	19	15	18	18	18	4	26
7	13	13	0	17	0	0	-	0	23	56	0	0	27	20	0	0	0	17	8	0	0	2	2	0	23	0	17	0	0	23	8	20	23	8	8	71
13	9	19	28	13	26	16	0	-	61	0	32	9	14	39	6	42	41	9	26	59	62	61	61	36	14	9	14	23	47	36	26	43	56	31	7	14
14	28	28	22	36	7	4	15	46	-	8	30	19	25	44	5	7	31	21	7	29	29	67	86	7	39	11	25	18	11	22	7	42	30	11	0	25
16	3	3	0	3	0	0	69	0	14	-	0	0	3	3	0	0	0	3	10	0	0	3	3	0	14	0	3	0	0	14	10	14	34	10	10	53
17	27	40	50	18	16	12	0	30	37	0	-	10	2	10	4	27	26	12	3	34	59	61	37	8	2	10	2	48	2	2	2	55	10	2	0	17
18	50	46	24	0	26	8	0	10	30	0	13	-	30	30	4	26	24	61	10	10	26	30	30	22	30	35	30	17	10	10	10	26	10	10	0	30
19	31	42	21	16	10	6	26	16	37	2	3	29	-	55	7	10	7	45	10	10	10	37	37	10	76	17	52	12	55	12	10	16	16	54	0	60
20	36	53	19	12	11	7	23	52	77	2	14	34	64	-	8	11	41	45	11	22	22	77	77	11	44	19	53	13	19	14	11	29	51	18	0	63
21	23	23	94	0	23	12	0	39	39	0	29	23	39	39	-	23	100	23	3	0	23	39	39	6	39	23	39	29	39	0	0	46	35	35	0	35
24	54	54	43	0	62	35	0	57	12	0	39	30	12	12	5	-	18	33	35	32	78	12	12	63	12	30	12	39	57	49	35	54	35	35	9	33
25	13	22	53	30	13	2	0	39	38	0	26	19	6	29	14	13	-	13	0	17	30	38	38	11	6	14	6	30	6	0	0	33	28	5	0	5
26	60	68	20	19	31	9	19	11	35	2	17	66	52	45	5	31	17	-	11	11	31	35	35	24	35	39	59	21	11	13	11	33	11	11	0	52
27	11	11	0	0	71	15	9	32	11	9	3	11	11	11	1	32	1	11	-	29	32	11	11	33	11	15	13	2	32	32	82	11	82	82	50	18
28	11	30	35	16	31	12	0	78	50	0	48	11	11	22	0	31	24	11	31	-	84	50	50	31	11	11	11	37	31	31	31	58	42	31	0	11
28А	39	53	56	12	44	22	0	60	37	0	61	21	8	16	3	55	31	23	25	62	-	37	37	35	8	21	8	54	25	25	25	73	33	25	0	24
29А	24	33	25	19	8	4	2	54	77	2	58	23	29	51	5	8	36	24	8	34	34	-	90	8	29	13	29	21	13	9	8	35	34	12	0	29
29Б	24	33	25	42	8	4	2	54	100	2	35	23	29	51	5	8	36	24	8	34	34	90	-	8	29	13	29	21	13	9	8	35	34	12	0	29
30	29	29	15	0	55	23	0	55	13	0	13	29	13	13	1	71	18	29	41	36	55	13	13	-	13	29	13	18	55	67	40	29	40	40	10	13
31	43	32	21	2	10	6	23	17	60	12	3	30	79	39	7	10	7	32	10	10	10	39	39	10	-	17	39	12	57	33	10	35	16	56	0	38
32	53	53	28	0	45	6	0	16	28	0	21	55	28	28	7	41	28	56	23	16	41	28	28	35	28	-	42	27	16	16	16	41	16	16	0	28
33	44	60	10	23	17	16	23	24	54	3	4	41	74	65	10	14	10	74	17	14	14	54	54	14	54	36	-	2	24	17	14	22	22	22	0	81
3S	31	44	84	4	19	11	0	26	26	0	53	17	14	13	4	31	30	19	5	30	56	26	26	15	14	17	5	-	14	5	3	52	13	14	0	16
36	10	10	22	0	31	20	0	58	18	0	3	10	60	18	7	51	7	10	31	29	31	18	18	44	60	10	18	13	-	44	31	15	38	80	8	17
38	32	17	0	3	41	23	32	57	45	16	4	14	17	17	0	57	0	17	41	37	41	17	17	68	45	14	17	2	57	-	41	42	41	41	11	17
89	8	8	1	0	52	12	7	25	8	7	2	8	8	8	0	25	0	8	65	23	25	8	8	25	8	8	8	1	25	25	-	8	65	65	39	14
100	46	52	53	9	26	13	16	40	51	9	54	20	13	21	7	37	32	24	8	41	70	37	37	17	28	20	13	47	11	24	8	-	19	11	0	28
101	8	15	12	0	47	12	18	50	34	22	9	8	12	34	5	23	27	8	58	28	30	34	34	23	12	8	12	8	28	23	58	18	-	63	35	32
102	8	8	17	0	50	13	7	30	13	7	2	8	46	13	5	25	5	8	62	22	25	13	13	25	46	8	13	10	62	25	62	11	67	-	38	18
103	0	0	0	0	58	6	16	14	0	16	0	0	0	0	0	14	0	0	86	0	0	0	0	14	0	0	0	0	14	14	86	0	86	86	-	12
104	28	35	14	10	24	13	42	9	22	25	12	17	36	33	3	16	3	27	9	6	16	22	22	6	22	10	34	9	9	7	9	20	24	13	4	-

На останньому кроці другого етапу технології (крок 2.4) за результатами, що отримані на кроках 2.1, 2.2 і 2.3 технології, наводиться зведена оцінка існуючої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів і синтезуються конкретні рішення з її удосконалення. Так, для м. Горлівки за результатами виконання другого етапу технології запропоновані такі рішення:

– скасувати маршрути: № 2, 3, 7, 28А, 29А, 30, 31, 33, 36, 89, 102;

– відкрити маршрути: Хімзавод – ж/м «Сонячний»; ст. Микитівка – ж/м «Сонячний»;

– скорегувати трасу маршрутів: №1, 4, 14, 19, 21, 26, 27, 28, 35, 100, 103, 104.

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 іншій 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 у 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.

Для м. Горлівки удосконалена маршрутна мережа складається з 34 автобусних маршрутів. Траси 18 маршрутів не змінені. Скасовані 15 маршрутів. Змінено траси 15 маршрутів. Введено 1 маршрут.

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

$$W_p = \frac{120 \cdot L_м}{V_э \cdot i}, \text{ од.}, \qquad (5)$$

де $L_м$ – довжина маршруту, км;

$V_э$ – 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 тими 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 про досягнення цілей удосконалення маршрутної мережі, що сформульовані на кроці 1.2 технології. Наприклад, для м. Горлівки за результатами формування удосконаленої маршрутної мережі міських автобусних маршрутів були зроблені такі висновки:

1. У цілому, удосконалена маршрутна мережа міських автобусних маршрутів забезпечує якість транспортних зв’язків у місті Горлівка не гірше існуючого рівня. Густота маршрутної мережі міських автобусних маршрутів не змінилася, отже, доступність ліній маршрутного па-

сажирського транспорту залишилася на рівні існуючого стану; кількість міських маршрутів автобусів зменшилася на 14; кількість міських маршрутів, що проходять через центр міста, зменшилася на 14; кількість автобусів на міських автобусних маршрутах зменшилася на 132 од.; маршрутний коефіцієнт зменшився в 1,58 рази, що свідчить про зменшення дублювання маршрутів; коефіцієнт непрямолінійності в середньому для всієї маршрутної мережі зменшився в 1,23 рази, що приведе до зменшення витрат часу населенням безпосередньо на пересування в автобусі. Виходячи із цього, можна вважати запропоновану маршрутну мережу міських автобусів удосконаленою.

2. Маршрутна мережа міських тролейбусів та трамваїв залишилась без змін. У міру модернізації та придбання нових тролейбусів цим рухомим складом необхідно насичувати тролейбусні маршрути № 4 та № 3 з поступовим зменшенням кількості автобусів на маршрутах № 1 і № 24, які повністю дублюють зазначені вище тролейбусні маршрути відповідно, аж до повної ліквідації цих автобусних маршрутів.

У цей час запропонована в роботі технологія і її методичне забезпечення проходять апробацію при виконанні науково-дослідної роботи з удосконалення маршрутної мережі м. Дзержинськ Донецької області.

Висновки

У статті розроблено структурно-логічну схему технології вдосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів у великих і середніх містах. Технологія містить у собі три етапи, кожний з яких містить у собі декілька кроків. Для кожного з кроків технології запропоноване відповідне методичне забезпечення.

Методичне забезпечення технології вдосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів у великих і середніх містах носить евристичний з технічної точки зору, але логічно обґрунтований характер. На відміну від існуючих розробок вона надає можливість послідовно і обґрунтовано розробити комплекс пропозицій з удосконалення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів у великих і середніх містах без істотних витрат на одержання вихідних даних.

Список літератури

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 [Електроний ресурс] / Режим доступу - http://transport.donetsk.ua/concepcia.php.

4. Программа «Развитие городского пассажирского транспорта и транспортной инфраструктуры города Ростова-на-Дону» [Електроний ресурс]/ Режим доступу – http://rostgortrans.narod.ru.

5. Концепция организации и развития городского пассажирского транспорта общего пользования г. Перми на 2010-2015 годы [Електроний 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).

Толок А.В., Калинин А.В., Столярова Е.В. Развитие методического обеспечения технологии совершенствования маршрутной сети городских автобусных маршрутов в условиях крупных и средних городов

Аннотация. *В статье предложено методическое обеспечение технологии усовершенствования маршрутной сети городских автобусных маршрутов в условиях больших и средних городов. Приведены результаты применения этого методического обеспечения при усовершенствовании маршрутной сети г. Горловки.*

Ключевые слова: *сеть маршрутная, обеспечение методическое, коэффициент прямолинейности, маршрут автобусный, карта электронная, площадь города, степень дублирования*

Tolok A.V., Kalinin A.V., Stolyarova E.V. Development of the methodical providing of technologies of improving the route network of city bus routes in large and medium cities

Abstract. *The article offers methodical provision of technology to improve the route network of city bus routes in the conditions of large and medium-sized cities. Results of use of this methodological support in improving the route network of the city of Gorlovka.*

Keywords: *network, routing, provision of methodological, coefficient of straightness, route bus, electronic card, the town square, the degree of duplication*

Стаття надійшла до редакції 02.06.2013 р.