

Обґрунтовано метод «спеціальна смуга в зоні перехрестя», який дозволяє забезпечити просторово-часовий пріоритет автобусам на регульованих перехрестях (здебільшого ізольованих), підходи яких мають не більше двох смуг руху в одному напрямку. Визначено від чого залежать геометричні параметри таких спеціальних смуг, їх типи та різновиди

Ключові слова: спеціальна смуга, автобус, забезпечення пріоритету, зупинка, регульоване перехрестя, вулично-дорожня мережа

Обоснован метод «специальная полоса в зоне перекрестка», который позволяет обеспечить пространственно-временной приоритет автобусам на регулируемых перекрестках (в основном изолированных), подходы которых имеют не более двух полос движения в одном направлении. Определено, от чего зависят геометрические параметры таких специальных полос, их типы и разновидности

Ключевые слова: специальная полоса, автобус, обеспечение приоритета, остановка, регулируемый перекресток, улично-дорожная сеть

РОЗРОБКА МЕТОДУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРІОРИТЕТУ АВТОБУСАМ НА РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ

І. А. Вікович

Доктор технічних наук, професор*

Р. М. Зубачик

Аспірант*

E-mail: roman.zubachyk@gmail.com

*Кафедра «Транспортні технології»

Національний університет «Львівська політехніка»
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013

1. Вступ

Сьогодні у містах України існує гостра необхідність в розвитку організації наземного громадського транспорту, зокрема міських маршрутних автобусів (тролейбусів), оскільки саме вони є основними та найпоширенішими видами маршрутного пасажирського транспорту міського населення.

Серед прогресивних шляхів вдосконалення їхньої організації і підвищення транспортного обслуговування є впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць, при потребі не перериваючи їх на перехрестях. Однак як встановлено в [1], застосування спеціальних смуг залежить від багатьох чинників і умови їх впровадження мають свої обмеження. З цих причин важливо, щоб в таких дорожніх умовах забезпечувався пріоритет, насамперед, на регульованих перехрестях і примиканнях де, як відомо, виникають найбільші транспортні затримки на вуличній мережі.

2. Аналіз досліджень і публікацій

Для забезпечення пріоритетного проїзду міським маршрутним автобусам (наділі – автобусам) на регульованих перехрестях існує багато методів і способів, які через тісний взаємозв'язок і взаємодоповнюваність, що існує між ними, складно об'єднати у чітку і незаперечну класифікацію.

Провівши аналіз таких методів у різних джерелах [2 – 9] дало змогу сформувані їх класифікацію (рис. 1), яка охоплює два типи регульованих перехресть з позиції керування на них (ізольовані перехрестя і ті, що об'єднані системою координованого керування). Для ізольованих перехресть, усі методи поділено на три

групи, зокрема ті, що забезпечують пріоритет у просторі, пріоритет у часі і просторово-часовий пріоритет. На дві групи поділено методи, що забезпечують пріоритет на координованих перетинах (часовий і просторово-часовий пріоритет).

Такий поділ на групи, у певній мірі, є умовним, оскільки реалізація методів пріоритету у просторі, не може не відобразитися на зміні параметрів керування світлофорної сигналізації на перехресті, що є його часовим аспектом функціонування. Наприклад, обмеження поворотів на перехресті для неперіоритетних транспортних засобів, одночасно дозволяє, або зменшити тривалість циклу, або збільшити тривалість дозволеного сигналу у напрямку руху автобусів, що є заходами пріоритету у часі. Однак, з метою визначення переваг і недоліків в існуючих методах, доцільно було вдатися до їх узагальнень та класифікації, хоча дещо умовної.

Методи просторового і часового пріоритету ефективно функціонують при незначній інтенсивності пріоритетних і неперіоритетних потоків. Просторово-часові методи можуть забезпечувати пріоритетні умови руху і при збільшенні інтенсивності, зокрема автобусів. Найкращих результатів, з позиції забезпечення абсолютного пріоритету (проїзду без зупинки), можна досягти за допомогою методу, що базується на використанні виділених смуг та виклику спеціальної фази у реальному часі. А одночасно при повному адаптивному керуванні на перехресті можна досягти оптимальної його роботи.

З іншого боку, буде помилковим, один із методів, приймати за оптимальний для усіх перехресть, оскільки на кожному з них є різні дорожньо-транспортні умови, що вимагають для кожного окремого підходу. З цієї причини доцільно застосовувати поєднання

кількох методів з різних груп запропонованої класифікації, при цьому для автобусів слід забезпечувати пріоритетний проїзд як у просторі так і в часі.

яких містить три смуги і більше в одному напрямку, однак в силу інших критеріїв, виділення спеціальних смуг для автобусів є недоцільним.

Тому виникає завдання для таких умов, розробити просторово-часові методи забезпечення пріоритету на перехрестях, що є особливо актуальним для вуличної мережі міста зі щільною забудовою.

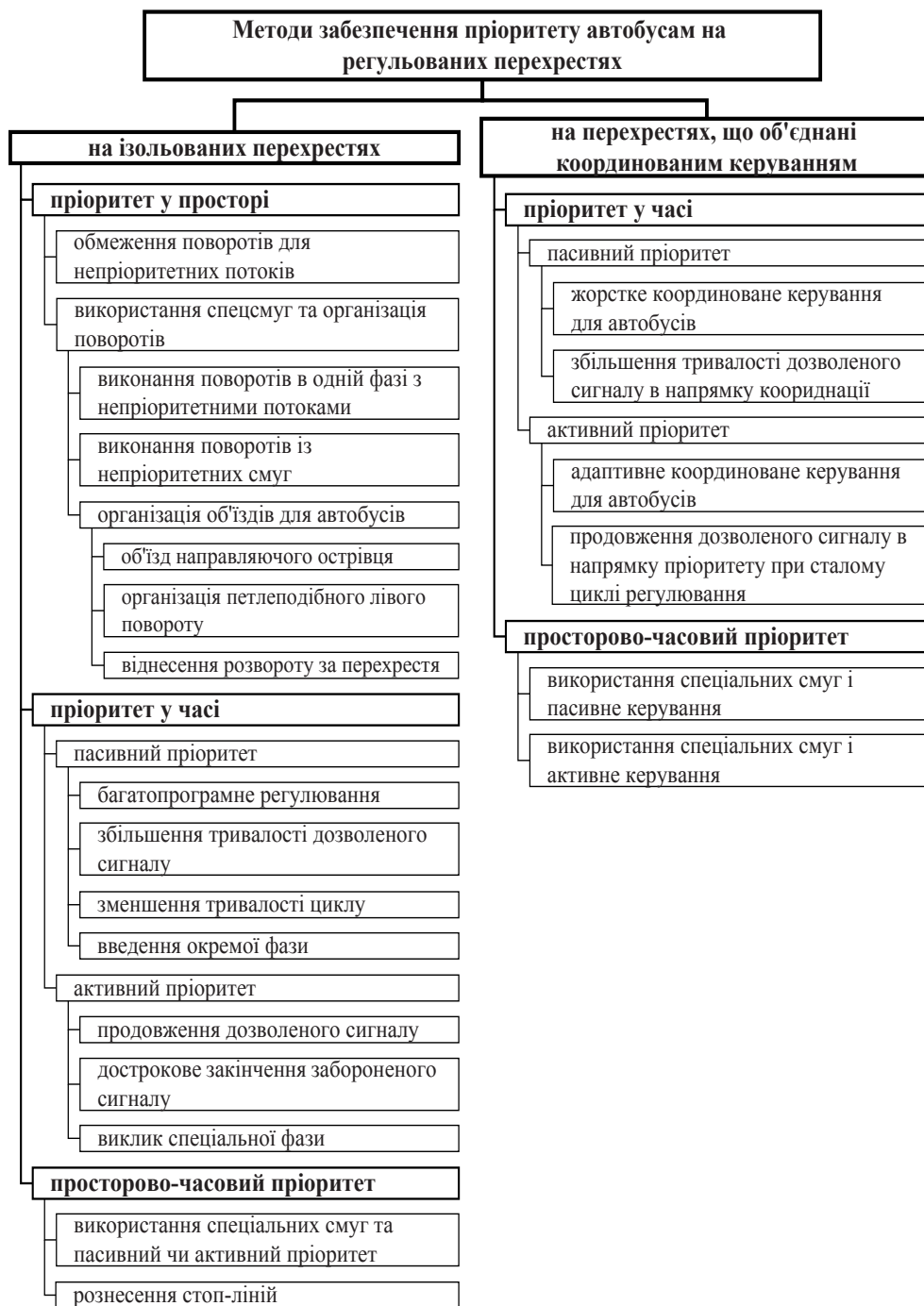


Рис. 1. Класифікація існуючих методів забезпечення пріоритету автобусам на регульованих перехрестях

Реалізація принципу «у просторі і часі», де пріоритет у просторі реалізується через впровадження спеціальних смуг, є особливо складним завданням в умовах, коли підходи до перехрестя мають не більше двох смуг руху в одному напрямку. Ця обставина не задовольняє умову першого основного критерію впровадження спеціальних смуг (не менше 3 смуг руху в одному напрямку) [1]. Також існують дорожні умови, проїзна частина

просторового «коридору» в зоні перехрестя забезпечує вільний доступ до стоп-лінії та домінуюче положення у просторі на проїзній частині, при цьому не зменшуючи кількість смуг на його підході для непраіоритетного транспорту. При відсутності зупинних пунктів у зоні перехрестя або розташування їх перед ним, додаткові поширення впроваджуються лише на його підходах.

3. Мета статті

Розробити метод для пріоритетного проїзду автобусів на регульованих перехрестях, підходи яких мають не більше двох смуг руху в одному напрямку.

4. Обґрунтування методу «спеціальна смуга в зоні перехрестя»

Забезпечити автобусам пріоритетні просторово-часові умови руху на перехресті з двома і менше смугами на його підході, пропонується шляхом застосування методу «спеціальна смуга в зоні перехрестя», який частково був розглянутий у [10]. Суть цього методу полягає у створенні у певному напрямку додаткового поширення на підході до перехрестя і після нього, а також облаштування на цих поширеннях, включаючи ділянку на площі перетину між ними, спеціальної смуги для руху пріоритетного транспорту. Створення такого

Пріоритет у часі доцільно забезпечувати за допомогою методів, що реалізують активний пріоритет, зокрема через виклик спеціальної фази, як правило, для реалізації абсолютного пріоритету, а також через застосування алгоритму керування за розщепленою фазою.

Логіка цього алгоритму полягає у тому, що якщо автобус прибуває до стоп-лінії в момент забороненого сигналу, то після завершення мінімальної його тривалості відбувається затримка старту для непріоритетного потоку, за тривалість якої автобус виконує відповідний маневр та проїжджає перехрестя. Якщо ж автобус прибуває в момент дії дозволеного сигналу, то після завершення мінімальної його тривалості знову вмикається розщеплена фаза за модифікацією затримка старту. Цей алгоритм керування дозволяє скоротити неефективну частину циклу на величину проміжного такту, зокрема якщо автобус прибуває до стоп-лінії впродовж забороненого сигналу.

За реалізацією цього методу у плані перехрестя, спеціальні смуги можна поділити на дві основні групи. До першої групи відносять ті, які впроваджуються на перехрестях де зупинні пункти відсутні або розташовані перед ним, а до другої – де зупинні пункти розташовані після перехрестя. В залежності від маневру зміни напрямку руху на перехресті, кожна група поділяється на типи. Окремі типи, за функціональним призначенням, поділяється на два різновиди (тільки для автобусів або комбіноване використання з непріоритетними потоками, що повертають праворуч). Позначення спеціальних смуг в зоні перехрестя має три цифри. Перша вказує на групу, друга – тип, третя (при наявності) – різновид використання.

На основі цього структурного поділу, при цьому беручи до уваги Х-подібне пересічення, авторами запропоновано два типи спеціальних смуг першої групи і чотири – другої (рис. 2 – пішохідні переходи умовно не показані).

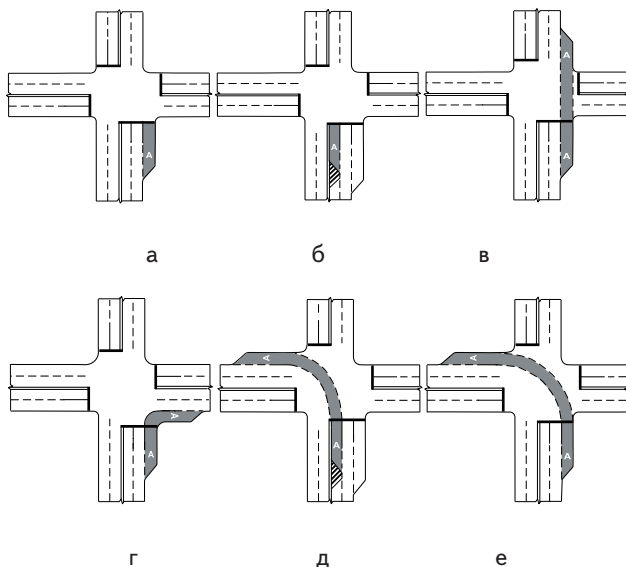


Рис. 2. Типи спеціальних смуг в зоні перехрестя першої та другої групи: а – тип 1.1; б – 1.2; в – тип 2.1; г – 2.2; д – тип 2.3; е – 2.4

Спеціальні смуги типу 1.1 доцільно застосовувати для забезпечення пріоритетних умов руху у всіх трьох

напрямах (прямо, праворуч і ліворуч) при розташуванні зупинок перед перехрестям, а для руху прямо і повороту праворуч – при їх відсутності. За таких же умов, для повороту ліворуч, доцільно застосовувати тип 1.2.

Спеціальні смуги типу 2.1, забезпечують пріоритетні умови проїзду для руху прямо, тип 2.2 – для повороту праворуч, а тип 2.3 і 2.4 – для повороту ліворуч.

При відсутності пішохідних переходів на перехресті, інколи, спеціальні смуги другої групи доцільно впроваджувати на перехрестях де зупинки відсутні або розташовані перед ним. Це дозволяє спростити реалізацію пріоритету у часі та забезпечити оптимальну роботу перехрестя.

Щоб забезпечити пріоритет з одного підходу у кількох напрямках (ліворуч, прямо і праворуч), спеціальні смуги другої групи, зокрема типи 2.1, 2.2 і 2.4, можуть поєднуватися і впроваджуватися одночасно. Три різні комбінації можливі при впровадженні одночасно двох типів і одне поєднання – при впровадженні усіх трьох (рис. 3, а).

Зрозуміло, що поєднання різних типів спеціальних смуг можна вводити з усіх інших підходів. Однак при таких змінах ускладниться конфігурація зони перехрестя і його загальна схема організації руху. Також це буде знижувати пропускну здатність пересічення для непріоритетного транспорту. Тому для таких випадків має діяти правило пріоритетності щодо вибору маршрутів і спеціальні смуги впроваджувати у тих напрямках на перехресті, які забезпечуватимуть пріоритет найнавантаженишим маршрутам з точки зору перевезення пасажирів.

Типи 1.1, 2.1 і 2.2 мають обидва різновиди використання, тобто якщо впроваджено спеціальні смуги типу 1.1.2, 2.1.2 та 2.2.2 то на спеціальну смугу можуть, також, в'їжджати транспортні засоби, що повертають праворуч. Як приклад, на рис. 3, б і в наведено обидва різновиди спеціальної смуги типу 2.1.

Застосування спеціальних смуг типу 2.2 або типу 1.1 тільки для повороту праворуч, потребує забезпечення пріоритету у часі (з використанням світлофорної сигналізації) лише при наявності інтенсивного пішохідного руху у прямому або перпендикулярному напрямках. За інших умов створений просторовий пріоритет дозволяє забезпечити вільний проїзд перехрестя.

Впровадження спеціальних смуг в межах зони Т-подібного перехрестя відзначаються відмінністю у застосуванні типу 2.1 (рис. 3, г), зокрема тим, що його доцільність є виправданою як при відсутності зупинок біля перехрестя, так і при розташуванні їх перед ним чи після нього.

Запропоновані спеціальні смуги обох груп інколи доцільно впроваджувати на перехрестях, підходи яких мають три смуги і більше в одному напрямку, при цьому реалізується це, як через резервування існуючих смуг руху, так і шляхом впровадження додаткових поширень на підході до перехрестя. Причиною цьому є умови, в яких, не виконуються критерії впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць не перериваючи їх на перехрестях [1]. Виходячи з цього, приклад застосування спеціальних смуг першої групи на підході до перехрестя з трьома смугами руху в одному напрямку наведено на рис. 4.

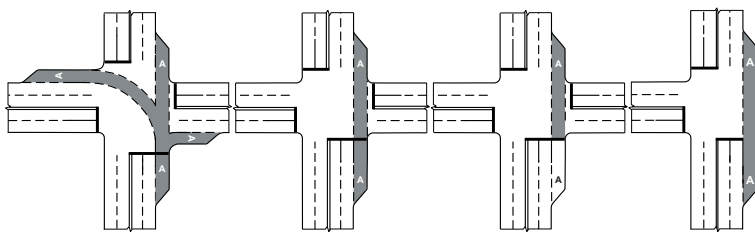


Рис. 3. Спеціальні смуги в зоні перехрестя: а – одночасне впровадження типу 2.1, 2.2, 2.4; б – тип 2.1.1; в – тип 2.1.2; г – спеціальна смуга типу 2.1 в зоні Т-подібного перехрестя

Тип 1.1, що наведений на рис. 4, б, є окремим випадком, який доцільно впроваджувати для забезпечення пріоритету тільки у прямому напрямку при відсутності зупинок біля перехрестя.

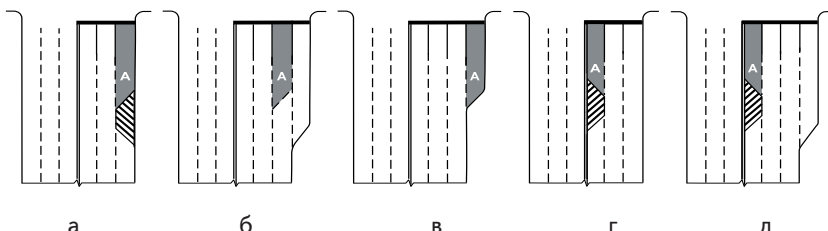


Рис. 4. Спеціальні смуга типу 1.1 і 1.2 в зоні перехрестя з трьома смугами на його підході: а, б, в – тип 1.1; г, д – тип 1.2

Недоліком резервування смуг є зменшення кількості смуг для непріоритетного транспорту та зміна схеми їх проїзду. Тоді як при впровадженні додаткових поширень – збільшується загальна ширина проїзної частини, що в умовах наявності пішохідних переходів, збільшує тривалість дозволеного сигналу для переходу пішоходів від чого зростає тривалість циклу.

Крім забезпечення пріоритету на ізолюваних перехрестях, що розглядалося вище, спеціальні смуги можна також впроваджувати на перетинах, які поєднані системою координованого керування. Особлива потреба у цьому з'являється, тоді, коли зупинні пункти розташовані після двох суміжних перехресть, що об'єднані координованим керування, а ділянка координації в яку вони входять є з двома смугами руху в одному або обох напрямках. В таких умовах, через неузгодженість часу руху автобусів між зупинками та дозволенім сигналом у напрямку координації, можуть виникати затримки на суміжному перехресті. Іншими словами, забезпечити беззупинний рух автобусів між двома сусідніми зупинками, при цьому не порушуючи координованого режиму, є практично неможливим. Тому для зменшення величини затримок автобусів на суміжному перехресті доцільно впроваджувати в його зоні, у напрямку координації, спеціальні смуги типу 2.1.

Таке рішення дозволить звести до мінімуму їх затримки (проїзд перетину в якості першого автомобіля черги) на перехрестях перед зупинкою в межах ділянки координації, а також створює кращі передумови для забезпечення абсолютного проїзду, шляхом дострокового закінчення дозволеного сигналу на

другорядних напрямках або його продовження на головному.

Перейдемо до визначення геометричних параметрів спеціальної смуги, що впроваджується в зоні перехрестя. Для цього доцільно розглянути один з типів, який узагальнює усі пропоновані. До такого можна віднести тип 2.1, за якого зупинний пункт розташований після перехрестя і пріоритетні умови руху забезпечуються у прямому напрямку.

Процес проходження автобусів спеціальною смугою можна розбити на такі етапи: «вхід потоку на спеціальну смугу» – «рух потоку спеціальною смугою на підході до перехрестя» – «рух потоку спеціальною смугою на території перехрестя» – «рух потоку спеціальною смугою після виходу з перехрестя» – «вихід потоку із спеціальної смуги».

Кожному етапу відповідає свій геометричний елемент спеціальної смуги (рис. 5).

Дослідження такої системи дозволяє розглядати одночасно все транспортно-планувальне рішення і кожен елемент окремо. З огляду на це, розглянемо процес у системі диференційовано по етапах та визначимо можливу довжину кожного елемента.

«Вхід потоку на спеціальну смугу». Основну функцію, яку виконує геометричний елемент на цьому етапі, це забезпечення безпечного та плавного виконання маневру відхилення автобусів від загального потоку.

Цю ділянку називають «клином» відгону $L_{вх}^{кл}$, довжина якої залежить від розрахункової швидкості і можна визначати за формулою [11].

В ущільнених умовах вуличного середовища, величину $L_{вх}^{кл}$ можна приймати як довжину такої ж ділянки на в'їзді до зупинки у «кишені», яка становить 20 м [12].

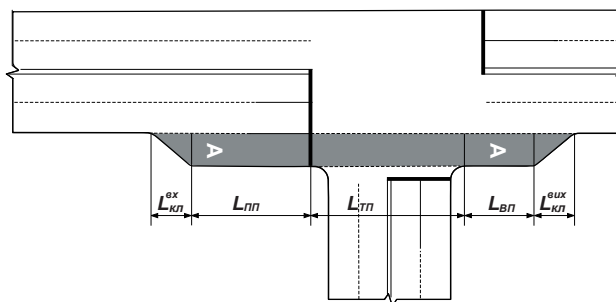


Рис. 5. Геометричні елементи спеціальної смуги в зоні перехрестя

«Рух потоку спеціальною смугою на підході до перехрестя». На початку цього етапу, як і в попередньому, у певній мірі триває процес поділу потоку на пріоритетний та непріоритетний. Здійснення автобусом маневру відхилення відбувається на елементі клину відгону $L_{вх}^{кл}$, а завершується на ділянці підходу до перехрестя $L_{пп}$. Тому останню умовно можна под-

ілити на дві ділянки $l_{\text{від}}$ (ділянка на якій фіксується утворення одноріднішого потоку) та $l_{\text{пс}}$ (ділянка підходу до стоп-лінії перехрестя).

Щоб завжди забезпечувався доступ маршрутних автобусів до зони ділянки $l_{\text{від}}$, при цьому не порушувалась рівномірність їх швидкостей, необхідно ділянку $l_{\text{пс}}$ запроектувати відповідної довжини. Очевидно, що для цього потрібно визначити максимальну довжину черги транспортних засобів на смузі, яка межуватиме з поширенням (спеціальною смугою) при режимі світлофорного регулювання, що відповідає піковим значенням інтенсивності руху на підході до перехрестя.

Максимальна кількість автомобілів у черзі, як відомо, утворюється в момент вмикання дозволеного сигналу. Однак важливо враховувати і ті автомобілі, що потрапляють у чергу впродовж дії дозволеного сигналу, тобто наскільки додатково видовжується черга з автомобілів впродовж циклу. Максимальна черга з автомобілів, що видовжилась на підході за цикл – це кількість автомобілів у черзі, що утворилась на початку дозволеного сигналу та кількість автомобілів, яка прибуває до перехрестя впродовж її роз'їзду до моменту рушання останнього автомобіля з черги, що сформувалась на початку дозволеного сигналу.

При нормальних (не перенасичених) умовах руху на підході (ступінь насичення ≤ 1.0), черги, що утворилися на початку дозволеного сигналу повністю роз'їжджаються за ефективну тривалість дозволеного сигналу. Хоча якщо на підході ступінь насичення перевищує 0,65, можуть спостерігатися цикли, за які черги не повністю роз'їжджаються на дозволений сигнал. Інтенсивно це проявляється при ступені насичення більше 0,9 [6].

При перенасичених умовах руху (ступінь насичення > 1.0), тобто коли на підході інтенсивність приїзду перевищує можливості від'їзду, утворені черги не роз'їжджаються за дозволений сигнал практично завжди, при чому може траплятися, що утворена черга за певний цикл роз'їдеться тільки впродовж декількох циклів.

За таких умов максимальна довжина черги буде зростати за рахунок автомобілів, що залишилися в черзі із попередніх циклів. Відповідно, найбільша кількість автомобілів у черзі буде після n -го циклу періоду перевантаження. Оскільки якраз такі умови є потенційними умовами утворення затору, то для усунення його проявів необхідно слідувати до забезпечення нормального режиму керування на перехресті, при якому ступінь насичення не повинен перевищувати верхню межу 0,95 [13].

Якщо зупинний пункт знаходиться перед перехрестям, то довжина ділянки $l_{\text{пс}}$ також залежить від інтенсивності прибуття автобусів від величини, якої, утворюватиметься відповідна довжина черги, а також тривалості зупинки на посадку висадку пасажирів. Проте цей чинник є визначальним при невеликих значеннях довжини черги неперіоритетних потоків на суміжній з поширенням смузі та при значній інтенсивності маршрутних автобусів.

Враховуючи вищезазначене довжина елемента спеціальної смузи на підході до перехрестя $L_{\text{ПП}}$ визначатиметься як:

$$L_{\text{ПП}} = l_{\text{від}} + l_{\text{пс}}, \quad (1)$$

де $l_{\text{від}}$ – довжина ділянки, на якій завершується маневр відхилення (приймається рівною довжині динамічного габариту автобуса при зупинці у черзі); $l_{\text{пс}}$ – максимальна довжина черги неперіоритетного потоку на смузі, що межує з спеціальною смугою, м;

При визначенні довжини елемента $L_{\text{ПП}}$, також, потрібно враховувати той факт, що довжина ділянки $l_{\text{пс}}$ залежить від годинної інтенсивності руху у піковий період, значення якої з року в рік зростають, про що свідчить динаміка росту рівня автомобілізації у містах.

Тому, для того щоб елемент спеціальної смузи $L_{\text{ПП}}$ був функціональним в короткостроковій перспективі (наприклад, 5 років), довжину черги необхідно розраховувати за прогнозою інтенсивності руху.

«*Рух потоку спеціальною смугою на території перехрестя*». На цьому етапі геометричний елемент спеціальна смуга на території перехрестя $L_{\text{ПП}}$ забезпечує просторовий пріоритет руху на самій площі перетину та вказує на оптимальну траєкторію руху при повороті праворуч чи ліворуч, або русі прямо (траєкторія для спеціальних смуг першої групи забезпечується за допомогою розмітки). Такі умови підвищуватимуть швидкість проїзду автобусів площі перехрестя і їх безпеку руху.

Довжина елемента $L_{\text{ТП}}$, що розглядається, залежить від кількості смуг на підході до перехрестя з перпендикулярного напрямку та виду маневру.

«*Рух потоку спеціальною смугою після виходу з перехрестя*» та «*Вихід потоку із спеціальної смузи*». З точки зору якісного опису процес руху за ці етапи, доцільно розглядати разом.

Впродовж них відбувається вихід потоку з перехрестя, переміщення до зупинного пункту, гальмування та зупинка для висадки посадки пасажирів, розгін, вихід із спеціальної смузи і виконання маневру злиття. Довжину елемента, що відповідає першому етапові (елемент спеціальної смузи після виходу з перехрестя $L_{\text{ВП}}$) умовно можна поділити на три ділянки. На першій ділянці завершується вихід автобусів з перехрестя та здійснюється рух до зупинного пункту. Довжина цієї ділянки (підходу до зупинки $l_{\text{пз}}$) залежить від інтенсивності маршрутних автобусів і за даними [12] лежить у межах 5 – 20 м. Друга ділянка це посадкова площадка $l_{\text{пп}}$, довжина якої залежить від типу та кількості автобусів, і може прийматися, також, згідно з [12]. На третій ділянці ($l_{\text{рз}}$) продовжується розгін автобуса після зупинки та розпочинається вливання у загальний потік. Впродовж другого етапу на елементі виходу потоку з спеціальної смузи $L_{\text{вих}}^{\text{кл}}$, виконання маневру злиття входить в основну та завершальну фазу, після чого автобуси рухаються у спільному потоці.

За геометричними характеристиками елементи $L_{\text{ВП}}$ і $L_{\text{вих}}^{\text{кл}}$ є подібними до перехідно-швидкісної смузи розгону, яку застосовують на виході зі з'їзду розв'язок в одному і різних рівнях. Слідуючи цій аналогії ділянка $l_{\text{рз}}$ є «швидкісним шлюзом» перехідно-швидкісної смузи [11], довжина якої залежить від інтенсивності потоку на головній вулиці та його складу. Однак у випадку, що розглядається довжина ділянки

I_{pz} залежить не так від інтенсивності як від того чи момент виконання маневру злиття автобуса співпадає з переміщенням неперіоритетного потоку на смугах суміжно із зоною злиття. Це в свою чергу, залежить від схеми пофазного роз'їзду на перехресті і розподілу інтенсивності за напрямками на підході.

Якщо на підході переважає інтенсивність потоку прямого напрямку і його проїзд за перехрестям співпадає з моментом вливання автобуса, то утворюється найскладніший випадок з точки зору виконання маневру злиття. Оскільки поява прийнятого інтервалу, для його виконання можлива лише після проїзду щільної динамічної групи автомобілів, що утворилася на виході з перехрестя. З іншого боку для того щоб цей маневр забезпечувався в таких умовах ділянка I_{pz} повинна бути значної довжини, і чим вона буде довшою, тим меншою буде різниця швидкостей між автобусами та неперіоритетним потоком і тим безпечніше відбуватиметься їх злиття. Проте із збільшенням її довжини, зростають капіталовкладення для впровадження і функціонування. Також на елементах вуличної мережі не завжди можливі значні розширення проїзної частини.

Тому довжина ділянки I_{pz} повинна визначатися з відстані для розгону. А ділянка виходу потоку із спеціальної смуги $L_{вих}^{KL}$ визначається аналогічно як і входу, тобто як довжина клину відгону на вході $L_{вх}^{KL}$. В ущільнених умовах вуличного середовища, величину $L_{вих}^{KL}$ можна приймати як довжину такої ж ділянки на виїзді від зупинки у «кишені», яка становить 15 м [12].

Загальну довжину елементів спеціальної смуги в зоні перехрестя можна записати такою формулою:

$$L_C = L_{вх}^{KL} + L_{ПП} + L_{ТП} + L_{ВП} + L_{вих}^{KL}, \quad (2)$$

де L_C – довжина спеціальної смуги в зоні перехрестя; $L_{вх}^{KL}$, $L_{вих}^{KL}$ – довжина клину відгону на вході спеціальної смуги і виході з неї відповідно; $L_{ПП}$ – довжина елемента спеціальної смуги на підході до перехрестя; $L_{ТП}$ – довжина елемента спеціальної смуги на території перехрестя; $L_{ВП}$ – довжина елемента спеціальної смуги за перехрестям.

5. Апробація результатів дослідження

Науковою новизною роботи є розробка, обґрунтування та формалізація методу «спеціальна смуга

в зоні перехрестя», який базується на створенні просторових «коридорів» в зоні перехрестя з використанням спеціально-виділених смуг, що дозволяють забезпечити вільний під'їзд автобусів до стоп-лінії. Запропоновано 6 основних типів таких спеціальних смуг і визначено від чого залежать їх геометричні параметри. Проїзд самої площі перехрестя реалізується за допомогою адаптивних алгоритмів керування світлофорної сигналізації, зокрема через виклик спеціальної фази та керування за розщепленою фазою.

Запропонований метод доцільно впроваджувати на ізолюваних і координованих перехрестях, підходи яких мають не більше двох смуг руху в одному напрямку. Для перехресть, що об'єднані координованим керуванням, застосування цього методу є виправданим лише у випадках, коли зупинні пункти розташовані після двох суміжних перехресть.

При більшій кількості смуг на підході (три і більше), цей метод доцільно впроваджувати на ізолюваних перехрестях, де на його підходах, включаючи перегони вулиць, впровадження спеціальних смуг є неефективним.

6. Висновки

1) Метод «спеціальна смуга в зоні перехрестя», дає змогу забезпечити просторово-часовий пріоритет автобусам на регульованих перехрестях, зокрема підходи яких мають, не більше двох смуг руху в одному напрямку.

2) Тип спеціальної смуги, що впроваджується в зоні перехрестя залежить від наявності і розташування зупинки біля перехрестя, маневру зміни напрямку руху та розподілу інтенсивності за напрямками.

3) Основним етапом впровадження спеціальної смуги в зоні перехрестя, є визначення її довжини на його підході.

4) Недоліком цього методу є збільшення ширини проїзної частини на підході до перехрестя, що в умовах наявності інтенсивного пішохідного руху ускладнює реалізація пріоритету у часі.

5) У подальших дослідженнях необхідно розробити методіку для визначення довжини спеціальної смуги на підході до перехрестя та визначити можливі шляхи адаптації світлофорної сигналізації для функціонування цього методу.

Література

1. Дмитриченко, М. Ф. Розробка алгоритму дій щодо впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць для громадського транспорту [Текст] / М. Ф. Дмитриченко, І. А. Вікович, Р. М. Зубачик // Вісник Національного транспортного університету: наук.-техн. зб. – 2011. – № 24. – С. 15 – 22.
2. Кликовштейн, Г. И. Организация дорожного движения [Текст] : учеб. для вузов / Г. И. Кликовштейн, М. Б. Афанасьев. – 5-е изд. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
3. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения [Текст] : учеб. для вузов. / Ю.А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
4. Шелков, Ю. Д. Организация дорожного движения в городах [Текст] : методическое пособие / Ю. Д. Шелков. – Научно-исследовательский центр ГАИ МВД России. – М, 1995. – 143 с.

5. Шештокас, В. В. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах [Текст] / В. В. Шештокас, Д. С. Самойлов. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
6. Пржибыл, П. Телематика на транспорте (пер. с чешского) [Текст] / П. Пржибыл, М. Свитек. – Москва: МАДИ, 2003. – 540 с.
7. Bus rapid transit Planning guide [Text]. – 3ed edition. – New York, June, 2007.
8. Garrow, M. Development and evaluation of transit signal priority strategies. [Текст] М. Garrow, R. Machemehl. – Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin. – August. 1997. – 147 p.
9. Angus, P. Davol. Modeling of traffic signal control and transit signal priority strategies in a microscopic simulation laboratory [Text] / Angus P. Davol. Massachusetts institute of technology. – September 2001. – 118 p.
10. Зубачик, Р. М. Спосіб забезпечення пріоритетних умов руху на вулично-дорожній мережі міста під час спеціальних пасажирських перевезень [Текст] / Р. М. Зубачик // Автошляховик України: науково-виробничий журнал. – 2011. – № 4. – С. 16 – 20.
11. Гаврилов, Е. В. Організація дорожнього руху [Текст] / Е.В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля. – К.: Знання України, 2007. – 452 с.
12. ДБН В.2.3-5-2001. Вулиці та дороги населених пунктів. Споруди транспорту [Текст]. – К.: Держбуд України, 2001. – 51 с.
13. Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen [Text] / Bundesanstalt für Straßenwesen. – Oktober 2001. – 370 p.

Виконано аналіз залежностей між швидкістю, густиною потоку та інтенсивністю руху поїздів на залізничній дільниці. Встановлено залежності вихідного і вхідного потоків поїздів від густини поїздів на дільниці; залежність вхідного потоку від швидкості руху, а також встановлено взаємозв'язок між середнім часом ходу поїздів по дільниці та точністю реалізації швидкості

Ключові слова: залізнична дільниця, інтенсивність руху, вхідний потік поїздів, густина поїздопотоку, імітаційне моделювання

Выполнен анализ зависимостей между скоростью, плотностью потока и интенсивностью движения поездов на железнодорожном участке. Установлены зависимости выходящего и входящего потоков поездов от плотности поездов на участке, зависимость входящего потока от скорости движения, а также установлена взаимосвязь между средним временем хода поездов по участку и точностью реализации скорости

Ключевые слова: железнодорожный участок, интенсивность движения, входящий поток, плотность поездопотока, имитационное моделирование

УДК 656.222

АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ МІЖ ШВИДКІСТЮ, ГУСТИНОЮ ПОТОКУ ТА ІНТЕНСИВНІСТЮ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ ДІЛЬНИЦІ

Ю. В. Чибісов

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра «Станції та вузли»

Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна

вул. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ,

Україна, 49010

E-mail: Chibisoff_yuriy@mail.ru

1. Вступ

Для залізничного транспорту України характерна постійна зміна структури та обсягів вантажо- і поїздопотоків. Зниження інтенсивності поїздопотоку може негативно вплинути на показники роботи залізниць, як кількісні, так і якісні, у тому числі і на терміни доставки вантажів у строк. В свою чергу, підвищення інтенсивності поїздопотоку викликає необхідність вибору альтернативних маршрутів пропуску поїздів

на мережі залізниць. У зв'язку з цим, проблема пошуку шляхів адаптації залізниць до наслідків коливань вантажопотоків та зміни їх структури є досить актуальною для залізничного транспорту України.

2. Аналіз досліджень та публікацій

На сучасному етапі розвитку інформатизації галузі завдяки комплексному використанню технічних