

4. Висновки

Запропоновано метод мінімізації одного класу самих складних логічних дерев, в яких $N = 2^m + m$, причому нас цікавило знаходження не мінімальної

форми, а найбільш ефективного способу мінімізації (перестановки ярусів), який давав би максимальне число скорочених міток, іншими словами, спосіб, який значно зменшує складність початкового логічного дерева.

Література

1. Василенко Ю.А. Алгоритмическое конструирование распознающих систем на основе метода разветвленного выбора признаков (метод РВП)// Тез. докл. Третьей всесоюзной конференции "Математические методы в распознавании образов". – Львов, 1987. – С. 52-53.
2. Vasilenko Yu. A., Vasilenko E. Yu., Kuhayivsky A., I., Papp I. O. Construction and optimization of recognizing systems// Науково технічний журнал "Інформаційні технології і системи". – 1999. – №1(Т2). – С. 122-125.
3. Повхан І.Ф., Василенко Ю.А., Василенко Е.Ю., Ковач М.Й., Нікарович О.Д. Мінімізація логічних деревоподібних структур в задачах розпізнавання образів // Науково технічний журнал "European Journal of Enterprise Technologies". – 2004. – 3[9], – С. 12-16.
4. Повхан І.Ф., Василенко Ю.А., Василенко Е.Ю. Концептуальна основа систем розпізнавання образів на основі метода розгалуженого вибору ознак// Науково технічний журнал "European Journal of Enterprise Technologies". – 2004. – 7[1], – С. 13-15.
5. Повхан І.Ф., Василенко Ю.А., Василенко Е.Ю. Метод розгалуженого вибору ознак в математичному конструюванні багаторівневих систем розпізнавання образів// Науково технічний журнал "Штучний Інтелект". – 2003. – №7, – С. 246-249.
6. Вітенко І.В. Схеми, алгоритми і множинності. – Ужгород: Ужгород. ун-т, 1970. – 76 с.
7. Вітенко І.В. Математична логіка. – Ужгород :Ужгород. ун-т, 1971. – 210 с.

У статті шляхом теоретичного аналізу встановлено доцільність впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць для громадського транспорту і сформульовано її як граничну інтенсивність пасажирського руху

Ключові слова: спеціальна смуга, перегін вулиці, критерій впровадження

В статті путем теоретичного аналізу установлена целесообразность внедрения специальных полос на перегонах улиц для общественного транспорта и сформулирована как предельная интенсивность пассажирского движения

Ключевые слова: специальная полоса, перегон улицы, критерий внедрения

Given article deals with the determination of the suitability of separated lanes on the street spacing for public transport by means of analytical analysis as well as it gives its offers its formulation as a limit volume of passenger traffic

Key words: separated lane, spacing of the street, implementation criterion

УДК 656.13

РОЗРОБКА ОСНОВНОГО КРИТЕРІЮ ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦСМУГ НА ПЕРЕГОНАХ ВУЛИЦЬ ДЛЯ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

І.А. Вікович

Доктор технічних наук, професор*

Р.М. Зубачик

Аспірант*

*Кафедра «Транспортні технології»

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013

E-mail: roman.zubachyk@gmail.com

Контактний тел.:067-695-78-00

Вступ та формулювання проблеми

Пошук шляхів щодо зниження завантаження вулично-дорожніх мереж (ВДМ) рухом у містах не втрачає своєї актуальності. Проблемі такого характеру вирішують або шляхом реконструкції цих мереж або

раціональним її використанням, що реалізується за допомогою АСУ та інших технічних засобів організації руху. Однак не завжди у міських умовах можна ефективно реалізувати ці підходи. Перший – через функціональні характеристики вуличної мережі, значні капіталовкладення та затрати часу, другий – не завжди

дає потрібні результати, оскільки не змінює проблему кардинально, а лише її оптимізує.

Тому останнім часом, зокрема в країнах східної Європи (де спостерігається стрімкий ріст рівня автомобілізації), значного поширення набув третій підхід, який полягає в ефективній організації громадського пасажирського транспорту, що в кінцевому дозволяє скоротити обсяги користування індивідуальними автомобілями, які складають домінуючу частку в існуючих транспортних потоках і цим самим знизити завантаження вуличних мереж.

Впровадження системи «швидких автобусних перевезень» (*Bus rapid transit*) на вулично-дорожній мережі міста дає змогу підвищити ефективність роботи і комфорт наземного громадського транспорту (автобус, тролейбус) в умовах змінних транспортних потоків [1]. Термін «швидкі автобусні перевезення» не стосується швидкості автобусів, а характеризує швидкість транспортного обслуговування.

Основним етапом побудови цієї системи є впровадження спеціальних або виділених смуг (ВС) на перегонах вулиць, що дають змогу забезпечити пріоритетні умови руху для громадського транспорту (ГТ).

Аналіз попередніх досліджень

Загалом впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць можливо двома шляхами:

- постійне резервування однієї і більше існуючих смуг або всієї проїзної частини перегону;
- реконструкція вулиці чи дороги, з метою організації пріоритетних смуг.

В умовах постійного дефіциту інвестицій на реконструкцію міських транспортних мереж, 2-й підхід використовуються вкрай рідко. Також, він не завжди можливий через складні транспортно-планувальні характеристики ВДМ існуючих міст.

Перший підхід використовується значно частіше, однак умови його впровадження сьогодні визначаються загальними і недостатньо точними рекомендаціями, тоді як щодо самої доцільності впровадження ВС практично відсутні адекватні і чіткі критерії.

Наприклад у [2] зазначається, що прийняття рішення про введення ВС визначають результати натурних експериментів, до яких входить підрахунок кількості перевезених пасажирів громадським транспортом за одиницю часу до і після ведення пріоритетних умов.

Ефективність цього критерію є виправданою при застосуванні для усього маршруту або для певної його частини. Тому він є несприятливим при використанні до однорідних ділянок маршруту ГТ (перегонів вулиць). Крім того, неефективність цього рішення проявляється через великі затрати на проведення натурних досліджень та неготовність водіїв до швидкої адаптації у змінах організації руху при подібних експериментах.

У джерелі [3] відзначається, що визначальним чинником впровадження спеціальних смуг є рівень попиту пасажирів на громадський транспорт і становить 2 000 пас./год. Однак, у цих рекомендаціях немає аналітичного обґрунтування щодо оптимальності цього значення, а також цей критерій ніяким чином не враховує особливостей дорожньо-транспортних умов на перегонах мережі.

Найповніші рекомендації щодо введення ВС на перегонах вулиць для ГТ запропоновані у [4, 5, 6], які коротко можна сформулювати за такими особливостями:

- інтенсивність маршрутних транспортних засобів (МТЗ) не менше 40 од./год., хоча у [6] це обмеження становить – 50 од./год.;
- інтенсивність інших транспортних засобів з розрахунку на одну смугу руху не менше 400 авто./год.;
- на перегоні вулиці є не менше 3-х смуг руху в одному напрямку;
- пропускна здатність перегону вулиці після виділення спеціальних смуг буде достатньою для пропуску інших автомобілів;

У цих рекомендаціях є теж ряд недоліків, які детально розглянемо нижче, однак з них можна сформулювати три принципові умови, за наявності яких введення ВС буде виправданим і називатимуться *критерії впровадження спеціальних смуг*:

- 1) кількість смуг руху в одному напрямку ($m \geq 3$);
- 2) умова доцільності впровадження спеціальних смуг;
- 3) стан транспортного потоку на інших смугах після впровадження ВС.

Очевидно, що визначальним критерієм впровадження є кількість смуг руху в одному напрямку, тоді як основним – є той, який визначає саму доцільність введення спеціальних смуг.

Виклад основного матеріалу

Сьогодні вважається, що доцільність функціонування спеціальних смуг на ВДМ міста визначає основний показник транспортного потоку (ТП) – інтенсивність руху, а точніше його мінімальна величина. Цей показник виступає у ролі аргументу, який дає підстави на їх впровадження і продуктивність використання.

Як згадувалось вище впровадження спеціальних смуг є виправданим при інтенсивності 40 автобусів на годину. Однак, цей критерій містить вагомий недолік, що проявляє себе через різноманітність маршрутних транспортних засобів, які сьогодні функціонують у системі громадсько-пасажирського транспорту (до уваги беруться автобуси і тролейбуси).

У табл. 1 наведено типи автобусів (найпоширеніші у використанні в українських містах) із значеннями перевізних здатностей відповідно до рекомендованої мінімальної інтенсивності на спеціальній смузі.

З табл. 1 видно, що використання цього критерію може істотно знижувати потенційне впровадження спеціальних смуг (різниця у перевізній здатності становить більше 6 тис. пас./год.). Тому, необхідно розробити такий критерій, який би відповідним чином враховував загальну місткість МТЗ. Для цього, спершу, розглянемо деякі методологічні аспекти дорожнього руху у структурі відомої системи.

Автомобільний транспорт призначений для перевезення пасажирів і/або вантажів і водночас, автоперевезення не може реалізовуватися без доріг. Вимушений зв'язок автомобілів з дорожньою мережею утворює, як відомо, систему «Дорожні умови – транспортні потоки» (ДУ-ТП), а результатом функціонуван-

ня цих взаємозв'язків є перевезення, тобто продукцією автомобільного транспорту.

Таблиця 1

Перевізні здатності різних типів автобусів відповідно до існуючого критерію введення спеціальних смуг

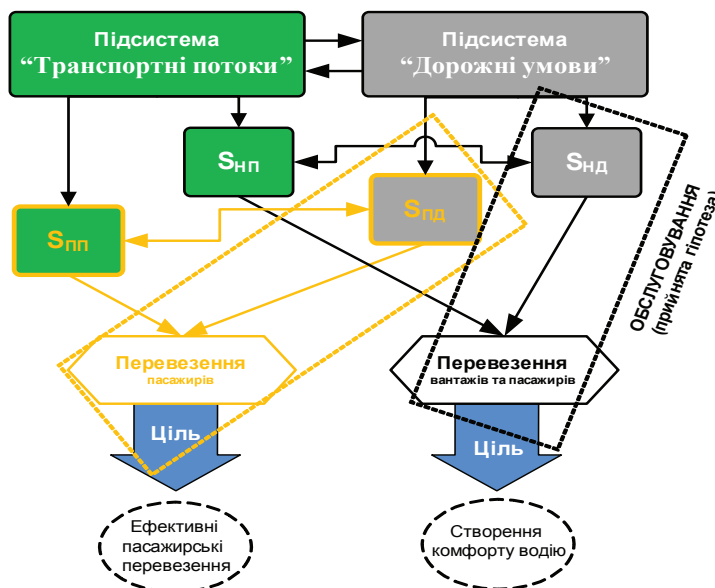
№	Тип автобуса		Загальна місткість автобуса, пас.	Перевізні здатність відповідно до 40 од./год., (пас./год.)
	Клас автобуса	Марка		
1	Особливо малий	Еталон – БА3-2215	18	720
2		Богдан – А-06921 (Е-2)	35	1400
3	Малий	Еталон – БА3 А079.14	40	1600
4		Богдан – А-09201 (Е-1)	45	1800
5	Середній	Богдан – А-1443 (Е-1)	80	3200
6	Великий	ЛАЗ – А152D0 – (10 м.)	89	3560
7	Особливо великий	ЛАЗ – А183D1 – (12 м.)	100	4000
8		ЛАЗ – А191F0 – (13 м.)	110	4400
9		Богдан – А-231 (Е-2)	160	6400
10		ЛАЗ – А292 D1 – (18,8 м.)	182	7280

Аналізуючи внутрішню організацію та функції цієї системи зауважено, що процес взаємодії підсистеми «Транспортні потоки» з результатом функціонування системи (перевезення пасажирів чи ван-

тажів) можна описати поняттям «обслуговування». Зважаючи на те, що підсистема «ДУ» визначає поведінку і режим руху транспортних потоків, то опис взаємодії її з продукцією системи (перевезенням) доцільно виконувати теж як «обслуговування». Внаслідок цього можемо зробити припущення, що дорожні умови (дороги, вулиці, окремі ділянки вулиць чи доріг) – здійснюють *обслуговування* пасажирів, відповідно кожна смуга на проїзній частині вулиці чи дороги *обслуговує* певну кількість пасажирів. Підтвердженням про правильність цієї гіпотези є застосування показника «Перевізні здатність дороги» (пас./год., або т/год.), який широко використовують, з метою визначення транспортно-експлуатаційного стану вулиці чи дороги [7].

З огляду на те, що при інтенсивності 40 од./год., спеціальні смуги можуть обслуговувати різну кількість пасажирів, то критерій впровадження ВС потрібно характеризувати і визначати не інтенсивністю МТЗ, а кількістю пасажирів, що обслуговуватимуться спеціальною смугою за одиницю часу. Зрозуміло, що така кількість пасажирів може змінюватися від 0 → max значення. Тому, виникає концептуальне і математичне завдання – визначити мінімальну кількість пасажирів або *граничну інтенсивність пасажирського руху*, при якій доцільно здійснювати їх обслуговування спеціальною смугою.

Для визначення цього необхідно розглянути умови, в яких спеціальні смуги вже функціонують, а здійснювати їх оцінку слід через призму системи ДУ-ТП. Після впровадження ВС, у названій системі проявиться деяка варіативна властивість, тобто у ній відбудеться ряд змін, зокрема у її структурі, що в кінцевому результаті перетворить у іншу систему [8]. Так у підсистемі «ДУ» можна виділити знову дві під-



$S_{пп}, S_{нп}$ – підсистема пріоритетних і непріоритетних потоків ; $S_{пд}, S_{нд}$ – підсистема пріоритетних і непріоритетних дорожніх умов ; – прийнята гіпотеза, що дорожні умови «обслуговують» певну кількість пасажирів.

Рис. 1. Трансформація системи ДУ-ТП після впровадження спеціальних смуг

системи з пріоритетними і непріоритетними дорожніми умовами, тобто пріоритетні (m_{BC}) і непріоритетні (m_H) смуги руху. Аналогічні зміни відбудуться у підсистемі «ТП» де з'являються пріоритетні (M_{BC}) та непріоритетні (M_H) потоки. Такі перетворення у системі ДУ-ТП зумовлені обмеженнями, які несуть собою впровадження ВС у вулично-дорожнє середовище (потік M_{BC} не може використовувати для руху непріоритетні дорожні умови і навпаки, потік M_H не може використовувати спеціальну смугу, за виключенням окремих випадків) та зміною цілей системи (забезпечення комфорту водію [9] та ефективних пасажирських перевезень).

Трансформацію стану системи ДУ-ТП після впровадження ВС можна зобразити у такий спосіб: (рис. 1).

Використовуючи трансформаційні характеристики можна зазначити, що прирівнюючи величину кількості пасажирів, що обслуговується підсистемою $S_{ПД}$ за одиницю часу до кількості, що буде обслуговуватися підсистемою $S_{НД}$ за цей же період, дає можливість говорити про доцільність впровадження ВС.

Коротко цю доцільність можна виразити такою формулою:

$$S_{ПД} \geq S_{НД} \quad (1)$$

де $S_{ПД}$ – підсистема пріоритетних дорожніх умов; $S_{НД}$ – підсистема непріоритетних дорожніх умов.

Підсистеми $S_{ПД}$ і $S_{НД}$, в частині кількості смуг руху, можуть містити різну їх кількість. Тому, виходячи із визначальної умови функціонування ВС на перегонах вулиці (не менше 2-х непріоритетних смуг руху в одному напрямку) приймаємо, що одна пріоритетна смуга в одному напрямку повинна відповідати двом непріоритетним, навіть у випадку більшої кількості останніх.

Кількість пасажирів, що обслуговується підсистемою $S_{НД}$ залежатиме від її взаємодії з підсистемою $S_{НП}$, що є аналогічним до процесу взаємозв'язків у загальній системі ДУ-ТП, яка по відношенню до $S_{НД}$ виступатиме у якості надсистеми [8].

Тому, для визначення кількості пасажирів, що обслуговуватимуться підсистемою $S_{НД}$ слід звернутись до станів функціонування системи ДУ-ТП, які визначаються характеристиками її підсистем. Підсистема «ТП», що є якісно вирішальною у цій системі, характеризується інтенсивністю руху потоку, його щільністю і швидкістю. Збільшення інтенсивності та щільності приводить у визначених дорожніх умовах до того, що рух стає щільним і неекономічним. Як висновок, система перестає функціонувати ефективно, тобто рух у ній буде супроводжуватися втратами часу і збільшенням дорожньо-транспортних витрат. Також очевидно, що верхньою межею таких погіршень у системі є утворення затору.

Отже, на всьому діапазоні можливого функціонування системи ДУ-ТП існує стан W , при якому забезпечується найефективніше виконання мети системи, тобто найефективніше перевезення пасажирів з позиції витрат часу, транспортних витрат і рівня безпеки руху.

Стан W системи ДУ-ТП визначає якісний стан транспортного потоку і відповідає оптимальному

рівню завантаження дороги рухом. Для кількісного вираження останнього служить коефіцієнт завантаження руху (Z), який може приймати значення від 0 до 1 [7].

Як зазначається у [7, 10, 11, 12] де досліджуються режими руху ТП різної інтенсивності оптимальний економічно-ефективний рівень завантаження, а відповідно поява стану W системи є тоді, коли величина Z набуває значення 0,5 – 0,65. Тоді, для того щоб визначити кількість пасажирів, що обслуговується будь-якою смугою проїзної частини при стані W системи, необхідно скористатись однією із характеристик транспортного потоку – рівнем заповнення автомобільного транспорту (середнє наповнення автомобіля пасажирами) [10].

Враховуючи вищенаведене можна додати, що впровадження ВС доцільно у тих умовах, коли за визначений проміжок часу спеціальна смуга m_{BC} обслуговуватиме таку ж кількість пасажирів, що й непріоритетні смуги m_H при стані W функціонування системи.

Математичну модель доцільності впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць можна записати у вигляді такої характеристики:

$$P_{BCj} \geq P_{Hj} \text{ при } P_{Hj} \in W \quad (2)$$

де P_{BCj} – інтенсивність пасажирського руху на спеціальній смузі (m_{BC}) j -го перегону мережі, пас./год.; P_{Hj} – інтенсивність пасажирського руху на непріоритетних смугах (m_H) j -го перегону мережі при стані W системи ДУ-ТП, пас./год.; j – перегін вулиці чи дороги з 3-ма і більше смугами руху в одному напрямку;

Визначити P_{BCj} можна двома способами:

- перший і водночас є найнадійнішим, базується на основі розрахунку кореспонденцій пасажиропотоків між окремими транспортними районами міста, в результаті чого встановлюється пасажиронавантаження на кожний перегін мережі. Однак цей спосіб вимагає досліджень повного набору просторово-структурних даних (кількість відправлень-призначень з кожного транспортного району цілого міста);

- другий є набагато простішим але дає орієнтовні результати про інтенсивність пасажирського руху, при цьому P_{BCj} залежить від двох параметрів: годинної інтенсивності руху МТЗ та показника, що характеризує заповнення салону МТЗ пасажирами (U). Зважаючи на те, що протягом поїздки наповнення МТЗ змінюється, то оцінювати його треба інтегрально за весь час поїздки на маршруті. Тому показник U приймаємо рівним загальній місткості рухомої одиниці ГТ. При цьому:

$$P_{BCi} = M_{BCi} \cdot U_i \quad (3)$$

де M_{BCj} – інтенсивність пріоритетного потоку на j -му перегоні мережі, відповідно до пасажиропотоку на маршруті, од./год.; U_j – загальна місткість МТЗ на j -му перегоні мережі, пас.

Інтенсивність пасажирського руху на непріоритетних смугах (P_{Hj}) можна визначити за такою формулою:

$$P_{Hj} = M_{Hj}^W \cdot Y \tag{4}$$

де M_j^W – інтенсивність неперіоритетного потоку на j -му перегоні мережі, що відповідає стану W системи ДУ-ТП, авто/год.; Y – показник, що характеризує середнє заповнення автомобіля пасажирами (за даними [3, 6, 10] $Y = 1,2 - 2,2$);

У формулі (4) невідомим залишається величина M_{Hj}^W , яку можна визначити за такою формулою:

$$M_{Hj}^W = P_{Hj} \cdot Z_{on} \cdot \gamma \tag{5}$$

де P_{Hj} – пропускна здатність i -ї неперіоритетної смуги j -го перегону мережі, авто/год.;

Z_{on} – оптимальний рівень завантаження дороги рухом ($Z_{on} = 0,5 - 0,65$);

γ – коефіцієнт багатосмуговості, залежить від числа пріоритетних і неперіоритетних смуг руху в одному напрямку: $m_{BC} = 1$ та $m_H \geq 2$, $\gamma = 1,9$; при $m_{BC} = 2$ і $m_H \geq 4$, $\gamma = 3,5$.

Враховуючи те, що до уваги беруться ділянки багатосмугових вулиць чи доріг з 3-ма і більше смугами руху в одному напрямку, на яких як відомо, рух розподіляється нерівномірно, то оцінку пропускної здатності доцільно виконувати тої i -ї смуги, на якій спостерігається найвище її значення.

Використання характеристики (5) є дієвою для міських вулиць і доріг безперервного руху з перегонами вулиць значної довжини, суміжні перехрестя чи примикання, яких знаходяться у різних рівнях, тобто ділянки вуличної мережі, які за умовами руху та характером обслуговування ТП є подібними до замських доріг. Застосування згаданої залежності до перегонів вулиць і доріг регульованого руху, призведе до помилок та необ'єктивних результатів. Це пояснюється тим, що у формулі (5) визначення інтенсивності неперіоритетного потоку при стані W системи ДУ-ТП залежить від коефіцієнта завантаження дороги рухом (Z), значення якого характеризує співвідношення інтенсивності потоку і конкретних дорожніх умов, проте не враховує впливу засобів регулювання руху (світлофорних об'єктів) на характер ТП.

Пропускна здатність однієї неперіоритетної смуги j -го перегону мережі регульованого руху визначається суміжними його перехрестями, зокрема режимами світлофорної сигналізації на них. Стан W системи ДУ-ТП в таких умовах існує тоді, коли рух ТЗ через стоп-лінію перехрестя здійснюється потоком насичення впродовж зеленого сигналу. Тобто час роз'їзду черги t_p є рівним ефективній тривалості сигналу світлофора (тривалості зеленого сигналу) $t_{зел}$ у визначеному напрямку ($t_p = t_{зел}$) [9]. Фізичний зміст такого режиму – пропускна здатність напрямку.

Враховуючи вищезазначене формула (5) набуде такого вигляду:

$$M_{Hj}^W = \sum_{i=1}^k P_{Hij} \tag{6}$$

де M_{Hj}^W – інтенсивність неперіоритетного потоку j -го перегону мережі регульованого руху, що відповідає стану W системи «ДУ-ТП», авто/год.; P_{Hij} – пропускна здатність однієї неперіоритетної смуги на підході до q -го регульованого перехрестя j -го перегону;

k – кількість неперіоритетних смуг руху в одному напрямку на підході до q -го регульованого перехрестя; При $k > 2$ до уваги беруться пропускні здатності двох смуг з найбільшими значеннями.

Враховуючи (3), (4), (5) і (6) формула (2) набуде такого вигляду:

для j -го перегону безперервного руху

$$M_{BCj} \cdot U_j \geq P_{Hij} \cdot Z_{on} \cdot \gamma \cdot Y \tag{7}$$

для j -го перегону регульованого руху

$$M_{BCj} \cdot U_j \geq \sum_{i=1}^k P_{Hij} \cdot Y \tag{8}$$

За допомогою характеристик (7) і (8) є можливим оцінити доцільність обслуговування пасажирів спеціальною смугою на всій довжині існуючого чи проектного маршруту громадського транспорту, з необхідною розбивкою його на однорідні ділянки, при цьому визначатиметься як:

$$\begin{aligned} P_{BC1} &\geq P_{H1} \\ P_{BC2} &\geq P_{H2} \\ &\vdots \\ P_{BCn} &\geq P_{Hn} \end{aligned} \tag{9}$$

де n – кількість однорідних ділянок (перегонів вулиць) на маршруті ГТ;

Характеристика (9) є своєрідним показником щодо доцільності функціонування ВС на перегонах вулиць та одночасно одним з визначальних чинників введення системи «швидких автобусних перевезень».

Для перевірки ефективності розробленого критерію розглянемо простий приклад. Припустимо, що на деяких перегонах мережі виконується умова запропонована формулою (2) (інтенсивність пасажирського руху на спеціальній смузі є рівною інтенсивності на неперіоритетній смузі). Враховуючи таке, визначимо інтенсивність руху МТЗ на спеціальній смузі (M_{BC}) для тих типів автобусів, що наведені у табл. 1.

Нехай на ділянці вуличної мережі перегони вулиць «1-1'» і «3-3'» є безперервного руху з 3-ма смугами руху в одному напрямку, при цьому розрахункова пропускна здатність однієї неперіоритетної смуги (P_H) становить – 1000 авто/год. А перегін вулиці «2-2'» – регульованого руху з 3-ма смугами руху в одному напрямку, де на регульованому перехресті-2' пропускна здатність неперіоритетної смуги при режимі регулювання ($T_c = 60с = 27 + 3 + 27 + 3$) становить – 750 авто/год. Показник Y (середнє заповнення автомобіля пасажирами) визначено експериментально і складає – 1,8. Тоді $M_{BC1-1'}$, з огляду на прийняту умову ($P_{BC} = P_H$), визначатимемо за такою формулою:

$$M_{BC1-1'} = \frac{P_{BC1-1'}}{U} = \frac{P_{H1-1'}}{U} = \frac{P_{H1-1'} \cdot Z_{on} \cdot \gamma \cdot Y}{U} \tag{10}$$

Аналогічний розрахунок проводимо для перегонів «2-2'» та «3-3'» і результати зводимо у табл. 2.

З табл. 2 видно, що мінімальна інтенсивність МТЗ на перегонах вулиць, при якій доцільно впроваджувати ВС залежить, з одного боку, від загальної місткості автобуса, а з другого – від пропускної здатності однієї смуги руху на перегоні вулиці та показника, що характеризує середнє заповнення автомобіля пасажирами.

Таблиця 2

Мінімальна інтенсивність руху МТЗ на спеціальній смузі в залежності від різних типів автобусів та дорожньо-транспортних умов

№	Тип автобуса		Загальна місткість автобуса, пас.	Інтенсивність МТЗ на спеціальній смузі (М _{ВС}), од./год.		
	Клас автобуса	Марка		перегін 1-1'	перегін 2-2'	перегін 3-3'
1	Особливо малий	Еталон – БАЗ-2215	18	124	150	124
2		Богдан – А-06921 (Е-2)	35	64	77	64
3	Малий	Еталон – БАЗ А079.14	40	56	68	56
4		Богдан – А-09201 (Е-1)	45	49	60	49
5	Середній	Богдан – А-1443 (Е-1)	80	28	34	28
6	Великий	ЛАЗ – А152D0 – (10 м)	89	25	30	25
7	Особливо великий	ЛАЗ – А183D1 – (12 м)	100	22	27	22
8		ЛАЗ – А191F0 – (13 м)	110	20	25	20
9		Богдан – А-231 (Е-2)	160	14	17	14
10		ЛАЗ – А292 D1 – (18,8 м)	182	12	15	12

Зважаючи на ці результати та дотримуючись, знов таки, умов $P_{BCj} = P_{Hj}$ можна стверджувати, що визначення граничної інтенсивності пасажирського руху на j-му перегоні мережі (P_{BCj}) теж залежатиме від пропускної здатності однієї неперіоритетної смуги руху на j-му перегоні та показника Y , а встановити її можна із формул (7) та (8) розрахувавши у них лише праву частину (рис.2).

З наведених результатів видно, що доцільність впровадження ВС на перегонах вулиць має широкий діапазон з точки зору інтенсивності пасажирського руху і складає:

- для перегонів вулиці безперервного руху – від 1 482 – 5 434 пас./год.;

- для перегонів вулиці регульованого руху – від 960 – 5 280 пас./год.

Широкий спектр значень пропускної здатності смуги руху (рис. 2.) пояснюється її випадковим характером, ступінь якої залежить від багатьох чинників (швидкості руху, складу транспортного потоку, дорожніх умов і т.д.). Тому для техніко-економічних розрахунків встановлено низку чітких значень (наприклад, для перегонів вулиць безперервного руху – 1000 - 1200 авто./год. на смугу руху, для регульованих – 700 - 800 авто./год.) [2, 6, 13].

Щодо показника середнього заповнення автомобіля пасажирами, то сьогодні встановлено інтервал можливих значень (рис. 2). Це пояснюється тим, що названий показник, як і більшість характеристик транспортного потоку, є стохастичною величиною і залежить загалом від транспортної поведінки людей у місті. По-друге, він практично не використовується у техніко-економічних обґрунтуваннях, відповідно для його теоретичного визначення не розроблено, на сьогодні, адекватних методів. Тому, для практичних розрахунків приймаємо середнє із зазначених ($Y = 1.7$).

Враховуючи вищенаведене, величина P_{BCj} для практичних орієнтовних розрахунків набуде таких значень: (табл. 3).

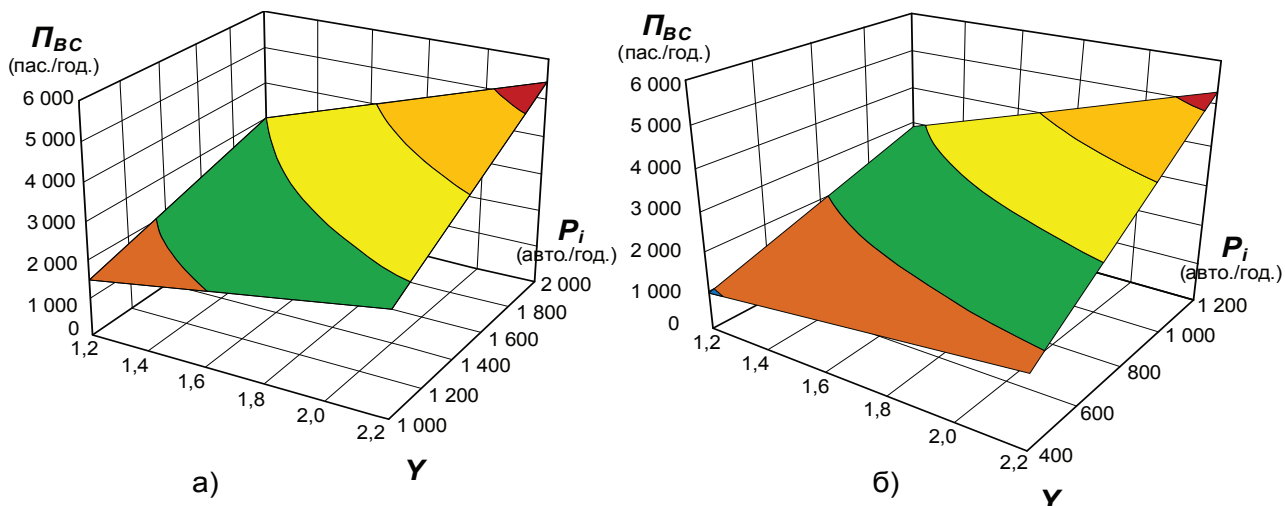


Рис. 2. Гранична інтенсивність пасажирського руху в залежності від пропускної здатності однієї неперіоритетної смуги руху (P_i) та середнього заповнення автомобіля пасажирами (Y): а – перегін вулиці безперервного руху; б – перегін вулиці регульованого руху

Таблиця 3

Гранична інтенсивність пасажирського руху для орієнтовних практичних розрахунків

Пропускна здатність смуги руху, авто/год. (P_i)		Інтенсивність пасажирського руху на j -му перегоні вулиці, пас./год. (P_{BCj})
		Середнє заповнення транспортного засобу пасажирами (Y)
		1,7
Перегін вулиці безперервного руху	1000	2100
	1200	2520
Перегін вулиці регульованого руху	700	2380
	800	2720

Висновки

1. Існуючий критерій впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць є непридатним до

використання для різних типів маршрутних транспортних засобів.

2. Розроблений критерій впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць (сформульований як гранична інтенсивність пасажирського руху), після простих перетворень, дає змогу визначити мінімальну інтенсивність МТЗ на пріоритетних смугах при різних їх загальних місткостях, тоді як згідно усіх попередніх рекомендацій і критеріїв цей важливий аспект визначити було неможливо.

3. Широкий діапазон значень граничної інтенсивності пасажирського руху (від 960 – 5434 пас./год.) пояснюється випадковим характером залежних показників (пропускної здатності смуги руху та середнього заповнення автомобіля пасажирами).

4. У подальших дослідженнях необхідно перевірити ефективність визначеного критерію для реальних умов та розглянути критерій, який визначає стан потоку на непріоритетних смугах після впровадження спеціальних смуг на перегонах вулиць.

Література

- Вікович І. А. Удосконалення руху громадського транспорту шляхом організації «швидких автобусних перевезень» на існуючій вулично-дорожній мережі міста / І. А. Вікович, Р. М. Зубачик // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Забезпечення руху та комфорту дорожнього руху: проблеми та шляхи вирішення», Харків, 17–18 травня 2011 р./ Харків – 2011. С. – 73-77.
- Рэнкин В.У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения. / В.У. Рэнкин, П. Клафи, С. И. Халберт др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
- Bus rapid transit / Planning guide /New York.: 3ed edition – June, 2007.
- Шелков Ю. Д. Организация дорожного движения в городах: методическое пособие / Ю. Д. Шелков. Научно-исследовательский центр ГАИ МВД России. – М.: 1995. – 143 с.
- Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учеб. для вузов. / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
- Клинковштейн Г. И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов. – 5-е изд. / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
- Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. высш. учебн. заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке.— М.: ИЦ «Академия», 2008.— 352 с.
- Гаврилов Е. В. Системологія на транспорті. Підручник у 5 книгах. Кн.1: Основи теорії систем і управління. / Е. В. Гаврилов., М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля, О. Т. Лановий, І. Е. Линник, В. П. Поліщук – К.: Вища школа, 2005. – 344 с.
- Иносэ Х. Управление дорожным движением // Под ред. М.Я. Блинкина: Пер. с англ. / Х. Иносэ, Т. Хамада – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
- Гук В. І. Транспортні потоки: теорія та її застосування в урбанізації / В. І. Гук, Ю.М. Шкодовський: монографія. – Х.: Золоті сторінки, 2009. – 232 с.
- Хомяк Я.В. Организация дорожного движения. / Я.В. Хомяк – К.: Вища школа, 1986. – 270 с.
- Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации дорожного движения. / В.В. Сильянов – М.:Транспорт,1977. – 303 с.
- Гаврилов Е.В. Организация дорожного руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля. – К.: Знання України, 2007.– 452 с.