

Осетрін М. М., к.т.н., професор, Тарасюк В. П., к.т.н., асистент, Беспалов Д. О., ст. викладач, Іванець Л. І., магістр (Київський національний університет будівництва та архітектури, n.osetrin@gmail.com, tarasyuk90@gmail.com, dmitry.bespalov@me.com, ivanetslev@gmail.com)

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ЗОНІ ЗУПИНКИ БЕЗ МОЖЛИВОСТІ ОБГОНУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

У статті проведено аналіз вітчизняної та європейської нормативної бази щодо організації зупинок маршрутного транспорту на вулично-дорожній мережі міста. Створено транспортні моделі для оцінки ефективності зупинок без можливості обгону, враховуючи різні параметри вулично-дорожньої мережі та транспортного руху. Розроблено показник ефективної заповнюваності автобуса для оцінки балансу між економією часу пасажирів і затримками індивідуального транспорту. На основі отриманих даних визначено ефективність організації дорожнього руху в зоні зупинки без можливості обгону та сформовано пропозиції змін до нормативних документів.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа; міський пасажирський транспорт; зупинка маршрутного пасажирського транспорту; організація дорожнього руху.

1. Вступ

В ході роботи над створенням Транспортної моделі міста Києва та його приміської зони у 2015 році [1], було виявлено, що близько 70% пасажиропотоків столиці переміщуються з використанням громадського (маршрутного) транспорту, а решта 30% – індивідуального транспорту. Вулично-дорожня мережа (ВДМ) міст України, що склалася не відповідає зростаючим транспортним потокам. Це насамперед пов'язане з високим рівнем завантаженості ВДМ міст індивідуальним автотранспортом. Підвищення ефективності роботи ВДМ слід вирішувати шляхом зростання впливу масового пасажирського транспорту для забезпечення пасажирських перевезень.

Нормативні вимоги в Україні [2] регламентують витрати часу на



пересування мешканців (незалежно від їх фізичних особливостей) маршрутним транспортом від місць проживання до місць прикладання праці для 90% осіб (в один кінець), як правило, не повинні перевищувати в містах з населенням понад 800 тис. осіб – 45 хв. Це є базовим показником ефективності роботи транспортної системи. Для того, щоб досягти подібного нормативного показника у містах України, в умовах зростаючих заторів у зв'язку зі збільшенням рівня автомобілізації, необхідно втілювати нові підходи до планування інфраструктури маршрутного транспорту.

На сьогодні найбільш поширеним засобом надання пріоритету маршрутному транспорту є впровадження виділених смуг, по яких він рухається та здійснює зупинки [3]. Натомість в багатьох випадках виникає ускладнення у розв'язанні цього питання через обмеженість вуличного простору. Таким чином виникає необхідність застосування інших підходів для надання переваги маршрутному транспорту.

Одним з поширених явищ, яке відбувається під час зупинки маршрутного транспорту для висадки та посадки пасажирів є його обгін індивідуальним транспортом. Згідно з правилами дорожнього руху (ПДР), обгін – це випередження одного або кількох транспортних засобів, пов'язане з виїздом на смугу зустрічного руху; своєю чергою випередження – рух транспортного засобу зі швидкістю, що перевищує швидкість попутного транспортного засобу, що рухається поряд по суміжній смузі. Процес випередження або обгону в умовах міського середовища може мати потенційний вплив як безпеку учасників дорожнього руху, так і на затримки, які вони мають.

Метою роботи є розробка рекомендацій для чисельної оцінки впливу організації дорожнього руху без можливості обгону маршрутного транспорту на ВДМ міста на затрати часу для користувачів маршрутного та індивідуального транспорту. **Об'єктом дослідження** є ділянка ВДМ міста із зупинкою маршрутного транспорту, а **предметом** – встановлення часових витрат користувачів маршрутного та індивідуального транспорту як критерій ефективності організації дорожнього руху на ВДМ міста.

До **задач дослідження** відносяться аналіз вітчизняних та закордонних досліджень і публікацій на задану тематику, встановлення критеріїв оцінки прийняття рішення щодо організації зупинок, проведення досліджень оцінки ефективності планувальних рішень в зоні зупинок маршрутного транспорту на ВДМ міста та

рекомендації щодо змін в нормативно-правову базу.

2. Постановка проблеми

Одним найбільш ефективних та розповсюджених в Україні методів пріоритезації маршрутних транспортних засобів на ВДМ міст є влаштування відокремлених смуг для них. Це дає можливість підвищити ефективність роботи ВДМ [4]. Втім, запровадження смуг для маршрутного транспорту на ВДМ можливе лише у випадку, якщо проїзна частина має щонайменше дві смуги руху в одному напрямку [3]. У випадку ж, якщо суттєві затримки для маршрутних транспортних засобів утворюються на вулицях з однією смугою руху, необхідний пошук інших рішень. Серед них можуть бути: повна або часткова заборона руху індивідуального транспорту по вулиці, оптимізація циклів світлофорного регулювання або зміна геометричних параметрів проїзної частини. Кожне з наведених рішень має свої переваги та недоліки, які знаходять своє відображення у закордонних нормативних документах. Натомість у вітчизняній нормативній базі враховано достатньо обмежений перелік можливих заходів для надання пріоритету маршрутному транспорту. Ця стаття ставить за мету дослідити тип організації дорожнього руху в межах зупинки без можливості обгону маршрутного транспорту, що зупинився.

3. Аналіз досліджень і публікацій щодо організації зупинок маршрутного транспорту

Діючі нормативні документи в Україні [3] надають рекомендації щодо розміщення зупинок маршрутного транспорту у містах. Зокрема, є вимога з розміщення зупинок за перехрестями, влаштуванню поруч пішохідного переходу та в разі влаштування зупинку на перегоні – влаштування її на кожній зі сторін проїзної частини, одна навпроти одної. А також влаштування зупинок у заїзних кишенях. При цьому в умовах реконструкції інженер може робити вибір щодо їх влаштування, а при новому будівництві на магістральних вулицях загальноміського значення за відсутності виділених смуг для маршрутного транспорту, влаштування кишень є обов'язковим.

Параметри заїзних кишень при цьому мають наступні значення: ширина її складає не менше 2,5 метрів, платформа зупинки від 20 до 65 метрів, клин заїзду 20 метрів, а виїзду – 15 метрів. При цьому допускається зменшення клинів до 10 метрів у стиснених умовах.



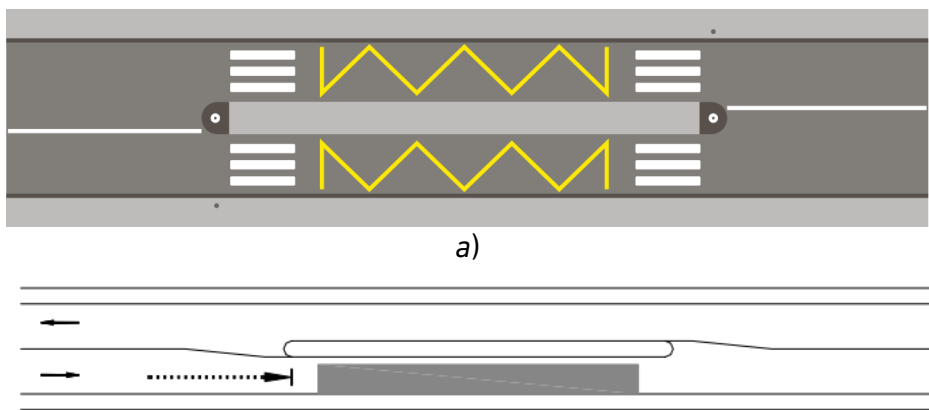
Такі вимоги збільшують площу дорожніх одягів та, відповідно, величину дорожніх витрат. Втім, ефективність, пропорційно до збільшення величини прямих витрат, влаштування заїзних кишень на магістралях загальноміського значення все ще вимагає доказів.

Норми європейських країн передбачають більшу кількість типів проєктних рішень при розміщенні зупинок на міських вулицях.

Зокрема, у документі «Рекомендації щодо облаштування та дизайну автобусних зупинок у місцевому маршрутному транспорті» [5], який розроблений управлінням маршрутного транспорту швейцарського кантону Санкт-Галлен зазначається, що вибір типу зупинки є результатом комплексної оцінки. Такі чинники, як політика сталого розвитку транспорту, стратегічні цілі та майбутні зміни транспортної мережі, оточення тощо повинні бути включені в загальний розгляд. При створенні проєктів будівництва нових об'єктів або реконструкції наявних, концепцій експлуатації і дизайну може виникнути питання, який тип зупинки є більш придатним для даної ситуації, порівняно з наявним проєктним рішенням. Серед критеріїв, які необхідно враховувати в загальній оцінці, можна виділити наступні:

- розташування в дорожній мережі (сільська/міська, відкрита ділянка/транспортна розв'язка тощо);
- інтенсивність руху;
- встановлена швидкість руху;
- безпека руху;
- вимоги до маршрутного транспорту (наприклад, безпека пересадок);
- тривалість зупинки автобусів;
- необхідний простір та наявний простір;
- специфічні місцеві умови;
- необхідні витрати.

Одним з типів зупинок, який особливо розповсюджений у швейцарських нормах та стандартах для вулиць, що мають по 1 смузі руху в кожному напрямку, є така форма організації дорожнього руху, яка не передбачує можливості обгону маршрутного транспорту індивідуальним в зоні зупинки. Приклад такої організації руху наведено на рис. 1, а:



Образек 6 – Автобусовá (тролейбусовá) zastávka na jízdním pruhu s fyzickým oddělením (zátka)

Typ IV

б)

Рис. 1. Схематичне зображення ОДР на зупинці маршрутного транспорту без можливості його обгону в [5] (а) та в [6] (б)

Характерною особливістю є наявність видовженого острівця на осі проїзної частини. Він виконує як функцію острівця безпеки для пішохідних переходів, так і функцію фізичного розмежувача, який запобігає обгону маршрутного транспорту у момент його зупинки. Завдяки цьому автомобілі чекають, поки автобус здійснить висадку-посадку пасажирів та продовжить рух. Автобус же, починаючи рух, має вільний простір попереду. Завдяки цьому забезпечується зменшення затримок для пасажирів маршрутного транспорту. Також покращується зручність та безпека руху – поки автобус не розпочав подальший рух, є можливість безпечно перейти вулицю. Знижується ризик того, що водій авто не помітить пішохода, який виходить з-за автобуса.

Серед переваг такої організації зупинки наводяться наступні:

- підвищується комфорт керування автобусом, оскільки до зупинки можна підїхати напругу;
- до краю зупинки можна підїхати оптимально, так що між краєм зупинки і транспортним засобом залишається невеликий проміжок;
- автобус може безперешкодно продовжувати свій шлях після зупинки. Це підвищує стабільність розкладу, на наступних перехрестях смуга руху перед автобусом вільна, оскільки наступний транспорт вишиковується позаду автобуса, а не перед ним;
- це сприяє заспокоєнню дорожнього руху;



- рідше виникають перешкоди, спричинені припаркованими автомобілями;
- менша потреба у просторі, через це вибір місця для зупинки є більш гнучким;
- тривалість будівництва та витрати на нього є меншими.

Позитивні риси компенсуються наступними недоліками:

- зона очікування пасажирів знаходиться безпосередньо біля проїзної частини;
- якщо автобус, що стоїть можна обігнати, то виникають конфліктні ситуації із зустрічним транспортом або з пішоходами, які переходять дорогу;
- при великій кількості пасажирів потік транспорту порушується;
- автобуси сприймаються як перешкода в русі;
- затримується наступний транспорт.

В чеських нормах проєктування автобусних, тролейбусних та трамвайних зупинок [6] також передбачена конструкція без можливості обгону (рис. 1, б). На ст. 19 того ж документу наведено параметри, за яких рекомендується влаштування таких зупинок:

- інтенсивність руху в годину пік – до 500 авт/год;
- частота руху маршрутів через зупинку – до 12 рейсів/год;
- час здійснення висадки-посадки на зупинці – до 20 с;
- розташування на перегоні вулиці.

Не рекомендується облаштовувати такі зупинки біля перехресть та вздовж вулиць, на яких впроваджено «зелену хвилю».

Так само зупинка без обгону наведена у неформальному чеському документі «Стандарт зупинок» [7]. В ньому рекомендується застосовувати проєктні рішення відповідно до [6], і при цьому наголошується, що зупинка без обгону має великий позитивний вплив на безпеку пішохідних зв'язків, а отже, і на безпеку пасажирів, які підходять до зупинки або залишають її після виходу з транспортного засобу.



Рис. 2. Зупинка без обгону «Makovského náměstí», Брно, Чехія

Таким чином, європейські країни надають проєктувальникам більше свободи при виборі типу інженерно-планувальних рішень автобусних зупинок, та наголошують на факторах, якими слід керуватись при обґрунтуванні своїх рішень. Зупинка без обгону має ряд переваг для підвищення безпеки та надійності руху маршрутного транспорту, але водночас вони мають вплив на рух індивідуального транспорту.

4. Опис експерименту

Для оцінки цього впливу було створено детальну транспортну модель в програмному забезпеченні PTV Vissim згідно з методичними рекомендаціями [9]. Прообразом об'єкта дослідження було обрано ділянку ВДМ по вул. Митрофана Довнар-Запольського у м. Києві, по якій пролягає маршрут руху автобуса № 31 та розташована його зупинка «вул. Молдовська». Базова мікромодель включає відрізок з однією смугою руху довжиною 620 м та світлофорним об'єктом в кінці ділянки магістралі. Посередині відрізка розташовано зупинку довжиною 20 м. Через відрізок пролягає маршрут з відправленням кожні 10 хвилин. На рис. 3 наведено схематичне зображення сценаріїв в межах ділянки магістралі.

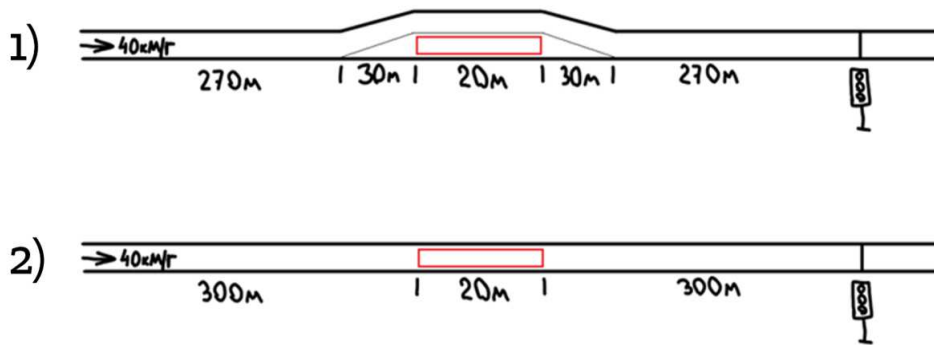


Рис. 3. Схематичне зображення сценаріїв з можливістю обгону на зупинці (згори) та без можливості обгону (знизу)

Для сценаріїв з можливістю обгону були збережені базові налаштування затримок автобуса: затримка закриття дверей – 3 с, час блокування дверей перед відправленням – 1 с. Для відображення зміни поведінки водія при зупинці без можливості його обгону ці параметри були зменшені відповідно до 2,5 с та 0,2 с. Період аналізу було обрано в проміжку 0–3600 секунд циклу імітації. За умовами експерименту, на зупинці з автобусів виходить та заходить в середньому по 5 пасажирів на кожен рейс.

Таким чином, відтворені умови помірної частоти руху маршруту та пасажирообороту на зупинці в межах зони моделювання. Середня заповненість легкового автомобіля прийнята на рівні 1,5 пасажирів. Для кожного розрахунку було проаналізовано усереднені показники із 10 циклів імітації. Швидкість руху транспортного потоку в розрахунках закладена постійна – 40 км/год.

Для аналізу впливу різних факторів на результати моделювання було проведено ряд розрахунків на основі двох сценаріїв (згідно рис. 3) зі зміною наступних розрахункових параметрів:

- інтенсивність руху індивідуального транспорту – від 200 до 1200 авт/год.
- тривалість циклу світлофорного регулювання – 60с та 90 с.
- фазовий коефіцієнт зеленого сигналу в циклі світлофора, що встановлено в кінці досліджуваної ділянки – 0,25, 0,5 та 0,75.

Таким чином, всього було сформовано 18 різних комбінацій параметрів. Кожна з них була розрахована для різного часу зсуву прибуття автобуса відносно початку циклу світлофорного регулювання – 0, 0,25, 0,5 та 0,75 від тривалості циклу. Для кожної з

відповідних комбінацій отримано показники середньої затримки для маршрутного та індивідуального транспорту, які були використані для подальшого аналізу.

5. Введення критерію ефективної заповнюваності маршрутного транспорту

За умов, при яких затримки маршрутного транспорту зменшуються, а індивідуального – збільшуються, необхідно встановити чи достатньою є різниця цих значень для того, щоб сумарні затримки всіх користувачів ділянки мережі зменшились.

Для цього було введено поняття ефективної заповненості маршрутного транспорту. Цей показник відображає мінімальну кількість пасажирів, яка має бути в автобусі при заданій кількості відправлень для того, щоб економія їх часу виправдала збільшення часу затримок для користувачів індивідуального транспорту.

Нехай:

Δt_{MT} – зміна часу затримки на 1 автобус, с;

Δt_{IT} – зміна часу затримки на 1 автомобіль, с;

$\Delta t_{MT} \cdot a \cdot n$ – зміна затримки усіх пасажирів автобусів за 1 годину, с;

де a – кількість відправлень автобуса за 1 годину,

n – кількість пасажирів в автобусі;

$\Delta t_{IT} \cdot b \cdot m$ – зміна затримки усіх пасажирів автомобіля за 1 годину, с,

де b – інтенсивність руху, авт/год;

m – кількість пасажирів в автомобілі.

Тоді умовою ефективності змін організації дорожнього руху за критерієм мінімізації часових витрат має бути зменшення загальної затримки для усіх користувачів ділянки ВДМ, тобто

$$\Delta t_{MT} \cdot a \cdot n + \Delta t_{IT} \cdot b \cdot m < 0.$$

Звідси отримуємо:

$$n < - \frac{\Delta t_{IT} \cdot b \cdot m}{\Delta t_{MT} \cdot a} - \text{ефективна заповненість автобуса.}$$

Цей показник було розраховано для кожного з описаних вище сценаріїв.

6. Результати експерименту

В ході експерименту було отримано результати для

18 сценаріїв, кожен з яких містив наступні дані: тривалість циклу світлофорного регулювання, фазовий коефіцієнт, тривалість зеленої фази, інтенсивність руху індивідуального транспорту абсолютна та відносна, різниця затримки на 1 автобус та одне авто, ефективна заповнюваність автобуса. У таблиці наведена матриця кореляції, яка дозволяє проаналізувати залежності між ключовими параметрами організації руху та транспортного потоку:

Таблиця

Матриця коефіцієнтів кореляції між параметрами організації руху та транспортного потоку

	Різниця затримки на 1 автобус, с	Різниця затримки на 1 авто, с	Ефективна заповнюваність автобуса, пас
Тривалість циклу	0,007	-0,11	-0,12
Фазовий коефіцієнт	0,3	0,4	0,82
Тривалість зеленої фази	0,26	0,32	0,68
Інтенсивність ІТ відносна	-0,91	0,56	0,06
Інтенсивність ІТ абсолютна	-0,49	0,82	0,65

Як видно з таблиці, більшість параметрів показує достатньо слабку кореляцію між собою. Водночас найбільша кореляція спостерігається між наступними парами показників:

- фазовий коефіцієнт – ефективна заповненість автобуса: 0,82;
- відносна завантаженість – зміна часу затримки автобуса: 0,91.

На рис. 4 та 5 наведено графіки для цих залежностей. Як видно з рис. 4, спостерігається пряма пропорційність залежності – чим довше фазовий коефіцієнт, тим більшою є ефективна заповнюваність автобуса. Встановимо припущення, що у цьому випадку прийнятним значенням заповнюваності має бути щонайменше 50 пасажирів. Тоді отримуємо, що умова ефективності – фазовий коефіцієнт <50%:

Також було проаналізовано залежність зменшення затримок автобуса від відносної інтенсивності індивідуального транспорту. В результаті встановлено, що зменшення затримок автобуса обернено пропорційне до відносної інтенсивності руху транспорту (рис. 5). Це вказує на те, що облаштування зупинки без можливості обгону має помірний вплив на зменшення часу руху автобуса у вільному потоці –

до 5 секунд, та більший вплив зі збільшенням завантаженості смуги руху – до 25 секунд.

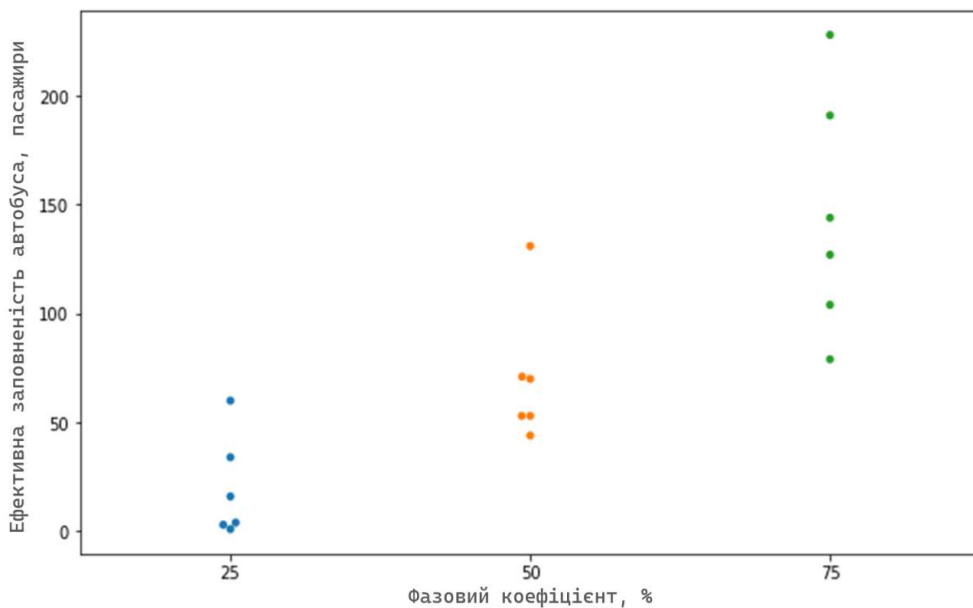


Рис. 4. Залежність ефективно заповнюваності автобуса від фазового коефіцієнта

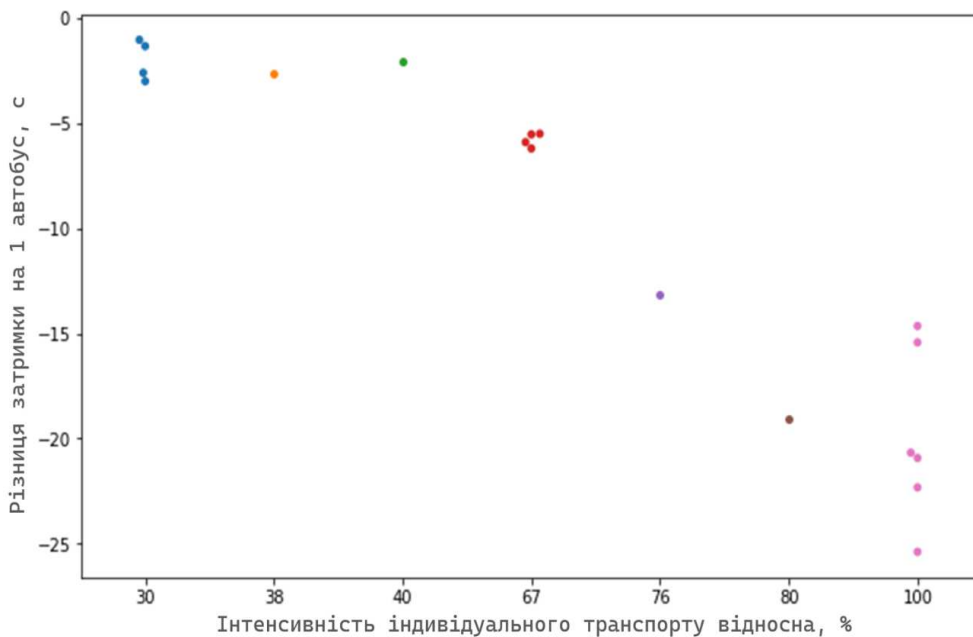


Рис. 5. Залежність зменшення затримок автобуса від відносної інтенсивності індивідуального транспорту



7. Висновки

1. В ході роботи було проаналізовано вітчизняну та європейську нормативну базу щодо облаштування зупинок маршрутного транспорту на ВДМ. Українські норми регламентують розміщення зупинок в «кишенях» у випадку нового будівництва, таким чином декларують пріоритет зменшення затримок індивідуального транспорту над користувачами маршрутного транспорту. Натомість норми, які використовують в європейських країнах, зокрема у Швейцарії та Чехії надають проєктувальникам широкий вибір схем організації дорожнього руху та визначають перелік чинників, які необхідно врахувати під час проєктування.
2. Для чисельної оцінки ефективності організації руху на ВДМ в межах зупинки без можливості обгону було досліджено наступні параметри: інтенсивність руху індивідуального транспорту, тривалість циклу світлофорного регулювання, фазовий коефіцієнт зеленого сигналу та час прибуття автобуса відносно циклу світлофора. Для оцінки результатів моделювання було введено критерій оцінки – показник ефективної заповнюваності автобуса. Цей показник характеризує кількість пасажирів, яка має бути всередині автобуса для того, щоб економія їхнього часу збалансувала збільшення затримок для індивідуального транспорту.
3. Результати дослідження показали, що за критерієм мінімізації затримок наведена схема ОДР показує свою ефективність за умови фазового коефіцієнта зеленого світла у світлофора попереду <0.5 та насиченого транспортного потоку. Таким чином, підтверджується те, що ОДР без можливості обгону в зоні зупинки є ефективною в умовах розташування зупинки на перегоні на вулиці з однією смугою руху в кожному з напрямків. Крім того, у дослідженні не розглядався вплив зупинки без обгону на підвищення безпеки пішоходів та пасажирів, які йдуть до або від автобуса. Ймовірно, прийняття до уваги цього критерію може значно розширити спектр можливих умов для застосування зупинки без обгону.
4. Враховуючи аналіз літератури та результати проведеного дослідження, доцільним є розширення п. 5.4.5. ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів». Це розширення має містити опис чинників, які слід брати до уваги при виборі типу зупинки при будівництві чи реконструкції та перелік можливих типів зупинок, враховуючи найкращі світові практики, в тому числі й тип зупинки без можливості обгону.

5. Разом з тим, в подальших дослідженнях необхідно визначити вплив додаткових параметрів на показники ефективності роботи індивідуального та маршрутного транспорту на ВДМ міст, серед яких: відстань від зупинки до світлофора, частота руху маршруту та пасажирооборот на зупинці, параметри поведінки водія. Також важливим аспектом для подальших досліджень може стати вивчення впливу зупинки без обгону не лише на середній час проїзду автобуса, але і на дисперсію цього значення в контексті надійності виконання графіків руху.

1. Целовальник С. А., Беспалов Д. О., Чемакіна О. В., Агеєва Г. М. Створення та впровадження інноваційної системи «Транспортна модель Києва». *AVIA-2015* : матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції. К. : НАУ, 2015. С. 22.1–22.7. 2. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. 2019. 185 с. 3. ДБН В.2.3-5-2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Зі змінами, 2022. 67 с. 4. Журналісти провели експеримент, яким видом транспорту швидше дістатися з Сихова до центру Львова. URL: https://zaxid.net/zhurnalisti_proveli_eksperiment_yakim_vidom_transportu_s_hvidshe_distatsiya_z_sihova_do_tsentru_lvova_n1496850. (дата звернення: 10.07.2024). 5. Empfehlung zur Anordnung und Gestaltung der Haltestellen im öffentlichen Personennahverkehr. Attraktive und gut zugängliche Bushaltestellen. St.Gallen, 2016. 68 с. 6. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN 73 6425-1. Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště. Část 1: Navrhování zastávek, 2007. 52 с. 7. Standard přestupních bodů a zastávek společného integrovaného dopravního systému Prahy a Středočeského kraje. 2017. 293 с. 8. Zu Fuss zum öffentlichen Verkehr. Anordnung und Gestaltung von Bushaltestellen. 2020. 32 с. 9. МР – Б.2.2-37641918-928:2022. Методичні рекомендації з моделювання транспортних потоків під час оцінювання ефективності проєктних рішень щодо дорожньої інфраструктури (перша редакція). 2022. 66 с.

REFERENCES:

1. Tselovalnyk S. A., Bepalov D. O., Chemakina O. V., Ahieieva H. M. Stvorennia ta vprovadzhenia innovatsiinoi systemy «Transportna model Kyieva». *AVIA-2015* : materialy Khll mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii. K. : NAU, 2015. S. 22.1–22.7. 2. DBN B.2.2-12:2019. Planuvannia i zabudova terytorii. 2019. 185 s. 3. DBN V.2.3-5-2018. Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv. Zi zminamy, 2022. 67 s. 4. Zhurnalisty provely eksperyment, yakym vydom transportu shvydshe distatsiya z Sykhova do tsentru Lvova. URL: https://zaxid.net/zhurnalisti_proveli_eksperiment_yakim_vidom_transportu_s_hvidshe_distatsiya_z_sihova_do_tsentru_lvova_n1496850. (data zvernennia: 10.07.2024). 5. Empfehlung zur Anordnung und Gestaltung der Haltestellen im öffentlichen Personennahverkehr. Attraktive und gut zugängliche

Bushaltestellen. St.Gallen, 2016. 68 s. **6.** ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN 73 6425-1. Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště. Část 1: *Navrhování zastávek*, 2007. 52 c. **7.** Standard přestupních bodů a zastávek společného integrovaného dopravního systému Prahy a Středočeského kraje. 2017. 293 c. **8.** Zu Fuss zum öffentlichen Verkehr. Anordnung und Gestaltung von Bushaltestellen. 2020. 32 s. **9.** MR – B.2.2-37641918-928:2022. Metodichni rekomendatsii z modeliuvannia transportnykh potokiv pid chas otsiniuvannia efektyvnosti proiektnykh rishen shchodo dorozhnoi infrastruktury (persha redaktsiia). 2022. 66 s.

Osetrin M. M., Candidate of Engineering (Ph.D.), Professor, Tarasiuk V. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Assistant, Bespalov D. O., Senior Lecturer, Ivanets L. I., Master (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)

DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF TRAFFIC ORGANIZATION IN THE STOP ZONE WITHOUT THE POSSIBILITY OF PASSING PUBLIC TRANSPORT

The article analyses the Ukrainian and European regulatory framework for the organisation of public transport stops.

An analysis of European standards, in particular those of Switzerland and the Czech Republic, has shown that these countries have a more flexible approach to bus stop design. European standards allow planners to choose different traffic management schemes, taking into account traffic flow, traffic lights, green signal phase coefficient, and bus arrival time. The European guidelines also include detailed instructions on pedestrian safety and comfort at bus stops, which helps to integrate bus stops into the overall transport system.

Transport models have been developed to assess the effectiveness of stops without overtaking, taking into account various parameters of the road network and traffic. An indicator of effective bus occupancy was developed to assess the balance between passenger time savings and delays in individual transport. Based on the experiments and analysis, recommendations for improving regulatory documents have been formulated. In particular, the possibility of expanding clause 5.4.5 of DBN B.2.3-5:2018 to include a description of the factors for choosing the type of stop and expanding the list of possible types of stops, including stops without overtaking. Further research is needed to assess the impact of additional

parameters on transport system performance, such as distance to the next traffic light, route frequency, and driver behaviour, as well as to study the impact of no overtaking stops on the reliability of bus schedules.

***Keywords:* street and road network; public transport; public transport stop; traffic management.**