

К.Є. Вакулєнко<sup>1</sup>, Н.А. Соколова<sup>1</sup>, Н.В. Шиллє<sup>1</sup>, О.І. Лежнева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекєтова, Україна

<sup>2</sup> Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

## ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОГО РЕЖИМУ РУХУ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ З УРАХУВАННЯМ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИДІЛЄНОЇ СМУГИ РУХУ

*Провєдєна оцїнка доцїльностї органїзацїї комбїнованого режиму руху на мїських автобусних маршрутах з урахуванням впровадження видїленої смуги руху з метою пїдвищення попиту на транспортні послуги з урахуванням інтересїв транспортних пїдприємств та потреб пасажирїв у якостї, надїйностї і безпецї транспортногo обслуговування.*

**Ключовї слова:** безпека руху, мїський пасажирський транспорт, видїлена смуга руху, комбїнований режим руху на мїських автобусних маршрутах

### Постановка проблеми

Стрімкий розвиток суспільства у всіх сферах життя обумовлює збільшення соціально-побутових і виробничих потреб населення значних міст, при цьому рухливість населення неухильно зростає, що веде до її перерозподїлу з мїського пасажирського транспорту (МПТ) на особистий. Зарубїжний досвід показує, що в країнах Європи вже склалося чїтке розуміння причєностї полїтики «прїстосування до автомобїля», яка домінувала в мїському плануванні з середини минулого столїття. Відмова від цїєї концепцїї стала однією зі значних тенденцїй в розвитку мунїципального транспорту за останні 15-20 рокїв. Як показує досвід другої половини ХХ столїття, розвиток дорожньої мережї завжди знаходиться на крок позаду зростання автомобїлізацїї населення та автомобільного парку міста.

При цьому в умовах зростання рївня автомобїлізацїї Управлінням безпеки дорожнього руху в Україні фіксується значна кїлькїсть дорожньо-транспортних пригод (ДТП), відзначається не тїльки збільшення їх кїлькостї, але й їх тяжкостї. Більшїсть ДТП з маршрутними транспортними засобами відбувається за участю автобусїв, що рухаються мїськими маршрутами.

В існуючих умовах органїзацїї пасажирських перевезень у значних містах України було виявлено основні причини виникнення ДТП: невідповїдна швидкїсть руху, порушення правил маневрування, виїзд на смугу зустрічного руху, зупинка маршрутного автобусу на недозволених дїлянках маршруту, незадовільний стан дорожніх умов у місцї виникнення ДТП, незадовільний технїчний стан транспортних засобїв [1] та фактори, що впливають на рївень безпеки руху: об'єктивні та суб'єктивні. До

об'єктивних відносять: конструктивні особливостї та технїчний стан транспортних засобїв, параметри і стан автомобільних дорїг, інтенсивностї транспортних і пїшохїдних потокїв, обладнання автомобільних дорїг сучасними транспортними спорудами та технїчними засобами органїзацїї руху, пора року [2]. Суб'єктивні: стан водїїв, стан інших учасникїв дорожнього руху, порушення учасниками дорожнього руху правил.

Одним з виходїв з ситуацїї, що склалася, є розвиток системи МПТ і застосування таких методїв органїзацїї мїських пасажирських перевезень та методїв органїзацїї дорожнього руху, що сприятимуть створенню безпечних та комфортних умов для всіх учасникїв дорожнього руху, зменшенню транспортної стомлюваностї пасажирїв, рївня екологїчного забруднення навколишнього середовища (НС) і, як наслідок, позитивно впливатимуть на економїчні та соціальні аспекти життєдїяльностї людини.

### Аналіз останніх досліджень і публікацїй

Сучасні науковї дослідження та практичний досвід дозволяють з'ясувати та пояснити причини і намїтити шляхи зменшення та можливої подальшої лїквідацїї небажаних наслідкїв автомобїлізацїї.

В роботї Полїщука В. П. та Ланового О. Т. розглянутї показники, що дозволяють здїйснити оцїнку рївнїв аварїйностї на автомобільних дорогах: показники абсолютної та відносної аварїйностї [3].

Оскїльки рух мїського пасажирського транспорту здїйснюється вулицями міста у загальному транспортному потоцї, то при аналізї безпеки руху на маршрутах мїських автобусних перевезень необхідно враховувати умови руху і аварїйну небезпеч-

ність на ділянках і вузлах вулично-дорожньої мережі міста, через які проходить маршрут.

Для оцінки аварійності при проектуванні та експлуатації маршрутів МПТ і подальшої розробки заходів з підвищення безпеки руху пропонується використовувати наступні показники та методики [4, 5]: топографічний аналіз [6]; підсумковий коефіцієнт аварійності ( $K_{\text{авар}}$ ) [7]; коефіцієнт відносної аварійності ( $K_a$ ) [6]; коефіцієнт важкості ДТП ( $K_T$ ) [6]; показник безпеки для конкретного місця на транспортній мережі ( $V_0$ ), запропонований Ф. Рейнгольдом [6 - 8]; методика оцінки чисельного показника конфліктності ( $K_a$ ), запропонована Лобановим Є. М. [9].

Організаційні рішення з підвищення ефективності роботи МПТ, доцільні з економічної точки зору, далеко не завжди є найкращими в плані соціальному, тобто дуже часто прагнення до досягнення високої економічної ефективності роботи пасажирського транспорту може призвести до таких негативних соціальних наслідків, як зменшення вільного часу населення, зниження якості перевезень. Проведений аналіз методів удосконалення процесу перевезень пасажирів на міському пасажирському транспорті [1, 2, 4, 5, 10 - 12] дозволив визначити, що одним з методів удосконалення міських пасажирських перевезень є зміна маршрутної системи через впровадження експресних, швидкісних та комбінованих маршрутів.

При розв'язанні завдання маршрутизації повинна виконуватися наступна вимога, що впливає з необхідності забезпечення достатнього рівня транспортного обслуговування населення: всі транспортні райони й ділянки вулично-дорожньої мережі, по яких здійснюється рух МПТ, повинні бути охоплені маршрутами маршрутної мережі (ММ), що формується. Основними цілями при удосконаленні маршрутної мережі міста, які виділялись дослідниками в різні роки, були [1 - 9]:

- мінімізація витрат підприємств;
- мінімізація часу пасажирів на пересування;
- забезпечення максимальних комфортних умов поїздки пасажирів;
- критерій мінімуму: з одного боку – витрати на перевезення пасажирів, а з іншого – показник, який визначає якість перевезень, що виражається часом пересування.

Досягнення зазначених цілей впливає на підвищення попиту на користування міським пасажирським транспортом. Відповідно до [13] до заходів удосконалення маршрутної мережі відносяться:

- організація та планування маршрутної мережі за підходами: «linking routes» - укрупнення маршрутів; «splitting routes» - подрібнення маршрутів; «feeder-based» - підвізні маршрути до крупних вузлів; «crosstown-based» - наскрізні маршрути;

- контроль та регулювання маршрутизації (розширення / скорочення / перестановка маршрутів, експресна / зональна / локальна);
- координація (диспетчеризація).

Окрім удосконалення маршрутної мережі, для підвищення попиту на перевезення міським пасажирським транспортом необхідне також удосконалення елементів системи: зупиночні пункти; термінали; дорожні шляхи; заїзні кармани.

В результаті аналізу методів вибору режимів руху транспортних засобів на маршрутах міського пасажирського транспорту [1, 10 - 12], визначено, що жоден з методів не враховує інтереси як пасажирів, так і транспортного підприємства. При цьому управління якістю транспортного обслуговування через вибір режиму руху на автобусних маршрутах міста з виділеною смугою руху на зразок системи BRT [4, 14, 15] з урахуванням інтересів транспортних підприємств та потреб пасажирів у якості, надійності і безпеці, дозволить підвищити попит на послуги МПТ.

## Формулювання мети статті

*Метою роботи є оцінка доцільності організації комбінованого режиму руху на міських маршрутах з урахуванням впровадження виділеної смуги руху.*

## Виклад основного матеріалу

### 1. Оцінка доцільності впровадження комбінованого режиму руху на маршрутах міського пасажирського транспорту

Слід зазначити, що близько 90% автобусних маршрутів м. Харкова працюють в експресному режимі руху відповідно до нумерації маршрутів (№ 226е та інші.). Однак, відповідно до зазначеного вище трактування Закону України „Про автомобільний транспорт”, організація руху на автобусних маршрутах м. Харкова не відповідає експресному режиму руху. Строки служби автомобільних транспортних засобів (ТЗ), що працюють на маршрутах міста, значно перевищують нормативні. Така ситуація впливає на якість та зручність обслуговування пасажирів, рівень безпеки та екологічність [4].

При виборі режиму руху автобусів у міському сполученні пропонується цільова функція, що враховує інтереси як пасажирів, так і транспортного підприємства, за рахунок врахування витрат на експлуатацію транспорту і вартісної оцінки наслідків транспортного процесу [4,5]. Соціальна ефективність від впровадження комбінованого режиму руху на міських пасажирських автобусних маршрутах може бути визначена через оцінку зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування [1, 2] при звичайному та експресному режимах руху. Зниження доходу пасажирів внаслідок транспортно-

го пересування визначається через розрахунок транспортної втомлюваності пасажирів [1, 2].

Визначення економічної, екологічної доцільності впровадження комбінованого режиму руху на автобусних маршрутах міського пасажирського транспорту з урахуванням необхідності виділення окремої смуги руху розглянуто на прикладі автобусного маршруту № 226е Слобідського району м. Харкова.

Топологічна схема транспортної мережі з урахуванням центрів транспортних районів Слобідського району м. Харкова представлена на рис. 1. Траєкторія маршруту № 226е наведена на рис. 2.

Обстеження параметрів організації роботи на маршруті № 226е дозволило визначити, що кількість автобусів на маршруті не відповідає визначеному обсягу перевезень, що підтверджує визначений динамічний коефіцієнт заповнення салону, який дорівнює 1,5. Така організація перевезень не відповідає встановленим нормам перевезень пасажирів та організації праці водіїв.

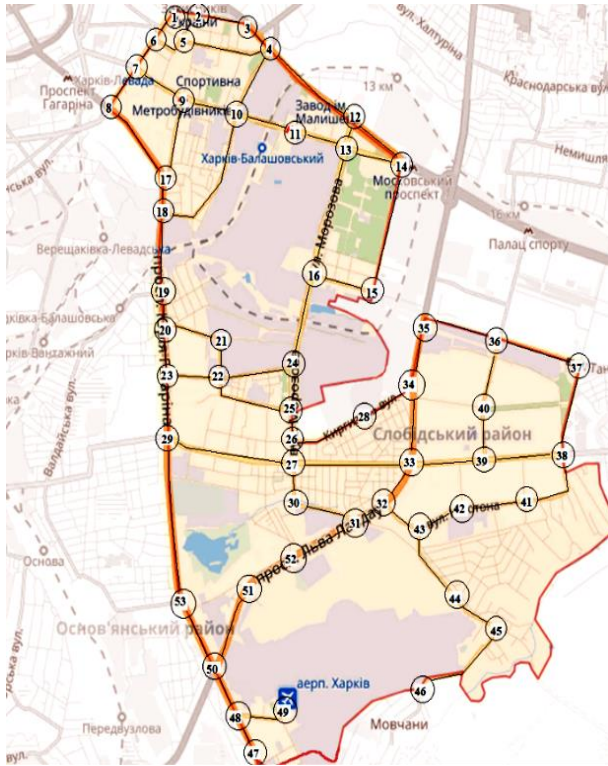


Рис. 1. Топологічна схема транспортної мережі з урахуванням центрів транспортних районів Слобідського району м. Харкова

- ①—② - дуги транспортної мережі;
- ①, ② - центр транспортного району, транспортний вузол.

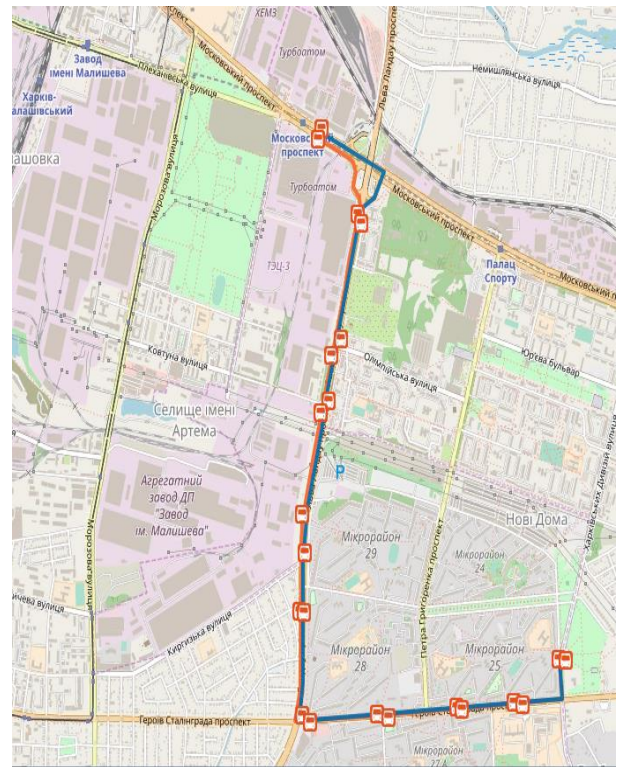


Рис. 2. Траєкторія маршруту № 226е

Виходячи з цього, для роботи на маршруті було запропоновано використання 6 ТЗ, з коефіцієнтом використання пасажиромісткості 0,9 та запропонований новий розклад руху ТЗ.

Під час дослідження параметрів роботи маршруту проведена оцінка зміни режиму руху маршруту на комбінований для підвищення ефективності використання рухомого складу і праці водіїв, зниження витрат часу пасажирів на поїздки і покращення екологічного стану навколишнього середовища [2]. Запропонована математична модель вибору режиму руху на маршрутах міського пасажирського транспорту враховує інтереси підприємства (за рахунок врахування витрат на перевезення) та інтересів пасажирів (за рахунок врахування їх транспортного стомлення під час пересування) [4].

Отримані показники роботи маршруту № 226е м. Харкова під час натурних спостережень та використання цільової функції доцільності впровадження комбінованого режиму руху на маршрутах міста [16], дозволили отримати залежність зміни витрат підприємства на організацію транспортного процесу (рис. 3), зміни собівартості перевезень (рис. 4), залежності зміни доходу пасажирів (рис. 5, 6) та зміну загальних витрат при різному співвідношенні транспортних засобів, що працюють в звичайному та експресному режимах руху (рис. 7).

Отримані залежності вказують на те, що при організації комбінованого режиму руху на маршруті № 226е, раціональним співвідношенням кількості транспортних засобів є 4 автобуси, що працюють у



звичайному режимі, та 2 – у експресному. При такому співвідношенні загальні витрати мінімальні, що задовольняє як інтереси транспортного підприємства, так й інтереси пасажирів.

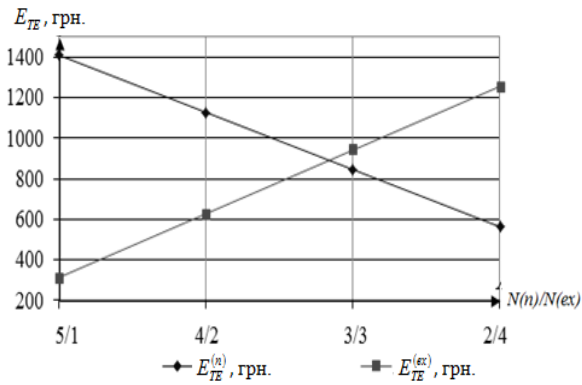


Рис. 3. Залежність зміни витрат підприємства на організацію транспортного процесу з комбінованим режимом руху

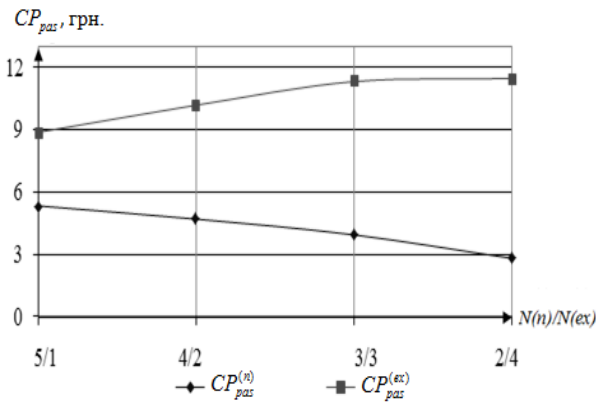


Рис. 4. Залежність зміни собівартості перевезень пасажирів

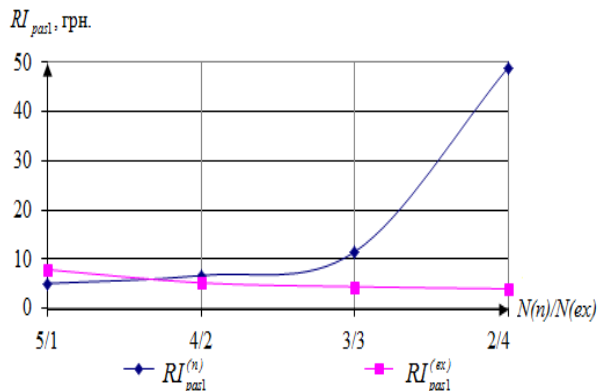


Рис. 5. Зміна зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного процесу при різному співвідношенні транспортних засобів  $N^{(n)}/N^{(ex)}$  у прямому напрямку ( $RI_{pas1}$ )

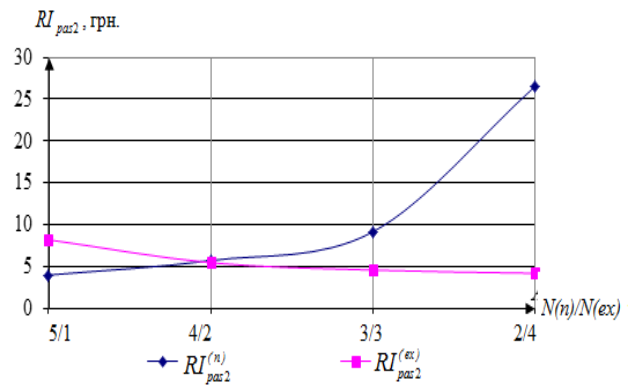


Рис. 6. Зміна зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного процесу при різному співвідношенні транспортних засобів  $N^{(n)}/N^{(ex)}$  у зворотному напрямку ( $RI_{pas2}$ )

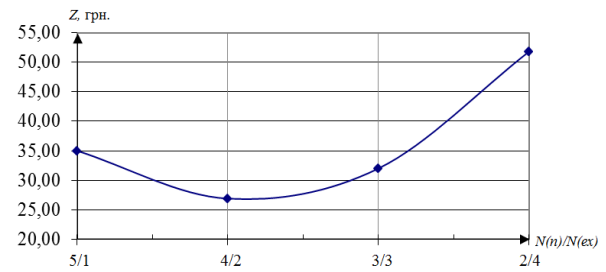


Рис. 7. Зміна загальних витрат при різному співвідношенні транспортних засобів, що працюють у звичайному та експресному режимах руху

## 2. Дослідження кількості викидів шкідливих речовин транспортним засобом при зміні режиму руху

За методикою, що представлена у роботі [17], визначені розміри викидів шкідливих речовин автомобільним транспортним засобом з урахуванням ймовірності знаходження об'єктів дорожнього руху в полі сприйняття водія в небезпечному для руху стані при звичайному та експресному режимах руху (табл. 1).

Таблиця 1

Результати розрахунків показників викидів шкідливих речовин при звичайному і експресному режимах руху на різних ділянках

Показник	Значення			
	Звичайний режим		Експресний режим	
	Просп. Л.Ландау	Просп. Героїв Сталінграда	Просп. Л.Ландау	Просп. Героїв Сталінграда
Абсолютна організація системи $Q$	369,6	370,9	200,7	232,25
Коефіцієнт стахостичності $K_c$	0,22	0,22	0,22	0,19
Витрати палива $Q_f$	3,537	3,538	2,8	2,6
Норма швидкості для мотиву свободи дій людини $V_c$ км/год.	100,3	100,34	89,0	85,6
Норма швидкості для мотиву безпеки руху $V_{c2}$ км/год.	75,24	75,25	66,77	64,2

Продовження табл. 1

Залежність визначення $M_{CO}$ , г/моль для викидів	29,78	29,8	26,2	24,3
Залежність визначення $M_{NO}$ , г/моль для викидів	10,79	10,79	8,59	7,98
Залежність визначення $M_{CH}$ , г/моль для викидів	24,25	24,26	19,3	17,9
Викид шкідливої речовини $CO$ , г/км.	3,18	3,18	2,46	2,12
Викид шкідливої речовини $NO$ , г/км.	0,35	0,35	0,25	0,21
Викид шкідливої речовини $CH$ , г/км.	0,609	0,61	0,44	0,38

Зміна кількості викидів шкідливих речовин при звичайному та експресному режимах руху на різних ділянках наведена на рис. 8 – 10.

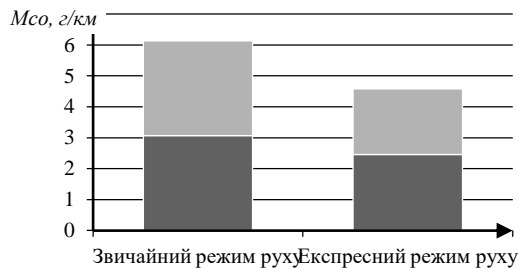


Рис. 8. Зміна кількості викидів  $CO$  при зміні режиму руху на ділянках:

■ - Просп. Л.Ландау ■ - Просп. Героїв Сталінграда

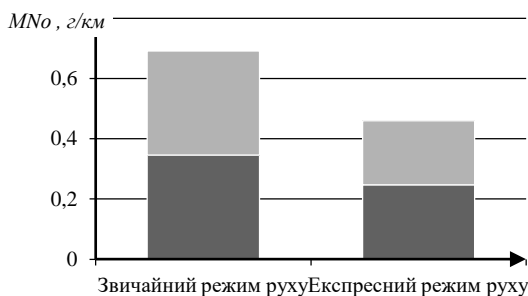


Рис. 9. Зміна кількості викидів  $NO$  при зміні режиму руху на ділянках:

■ - Просп. Л.Ландау ■ - Просп. Героїв Сталінграда

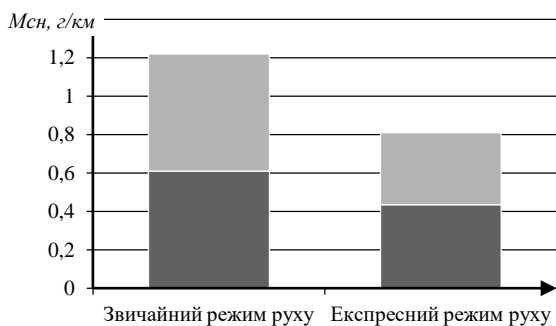


Рис. 10. Зміна кількості викидів  $CH$  при зміні режиму руху на ділянках:

■ - Просп. Л.Ландау ■ - Просп. Героїв Сталінграда

Зменшення кількості викидів шкідливих речовин свідчить про доцільність впровадження комбінованого режиму руху. Норма кількості викидів  $CO$  при звичайному режимі руху перевищила дозволені 2,7 г/км [17] і досягла норми при впровадженні експресного режиму.

### 3. Оцінка можливості виділення окремої (спеціалізованої) смуги руху на трасах маршрутах МПТ з урахуванням кількості смуг руху та інтенсивності транспортних потоків на вулицях м. Харкова

З точки зору забезпечення безпеки руху на маршрутах МПТ однією з головних задач є безпека пасажирів, яку слід розглядати у декількох аспектах:

- безпечний підхід до зупинки міського пасажирського транспорту;
- безпечний процес посадки/висадки на зупинці;
- безпека у салоні транспортного засобу під час здійснення поїздки по маршруту.

Аналіз статистичних даних з ДТП у м. Харкові за 2016-2017 рр. за участю транспортних засобів МПТ виявив, що найбільш поширеним видом ДТП є «зіткнення», як з транспортними засобами МПТ, так і з іншими транспортними засобами (легкові, вантажні автомобілі), на всіх видах МПТ питома вага цього виду найбільша [18]:

- тролейбус – 86,56 % (2017 рік);
- трамвай – 92,62 % (2017 рік);
- автобус – 82,63 % (2017 рік).

На підставі аналізу статистичних даних визначені найбільш аварійні місця на транспортній мережі даного Слобідського району – досить велика їх кількість розташована на трасі автобусного маршруту № 226е (перехрестя пр. Л. Ландау – пр. Героїв Сталінграда, ділянки по пр. Л. Ландау та пр. Героїв Сталінграда).

Для зниження ризику зіткнення транспортних засобів та підвищення безпеки руху пропонується організація руху транспортних засобів МПТ по окремій виділеній смузі.

Для найбільш аварійних місць на трасі маршруту розраховано зміну коефіцієнту аварійності ( $K_a$ ) за різних умов.

Для ділянок траси обраного маршруту визначено пропускну здатність ( $P$ ) та коефіцієнти завантаження смуги руху ( $K_z$ ) до впровадження і після впровадження виділеної (спеціалізованої) смуги для МПТ.

На пропускну здатність ділянки або смуги руху транспортної мережі впливає багато різноманітних факторів: кількість смуг, ширина смуги руху, тип дорожнього покриття, склад транспортного потоку, повздовжні ухили, наявність та тип перетинів та інші [6, 9, 18, 19]. Як показує аналіз складу транспортних потоків на крайніх смугах рухаються легкові

автомобілі (л.а.) (70-85 %), транспортні засоби МПТ (15-5 %) і вантажні автомобілі невеликої вантажопідйомності (5-20 %), а на інших смугах – легкові (80-95%) та вантажні автомобілі (в.а.) (5-20%). Тому при визначенні пропускної здатності та коефіцієнта завантаження рухом на трасі маршруту № 226е для крайніх смуг також враховувалась частка транспортних засобів МПТ.

Залежність коефіцієнту завантаження крайньої смуги руху (з МПТ) від інтенсивності транспортного потоку з урахуванням його складу до впровадження виділеної (спеціалізованої) смуги при різній ширині смуги наведені на рис. 11: склад транспортного потоку л.а. – 70%, МПТ – 15%, в.а. – 15% (використаний для подальших розрахунків).

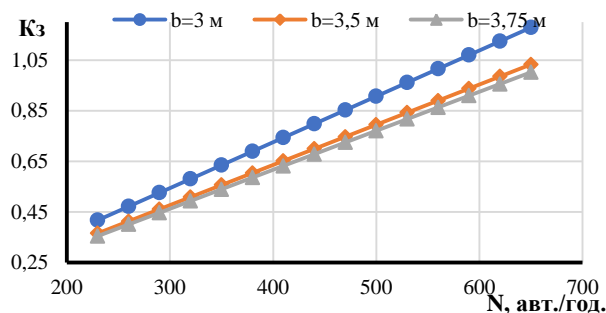


Рис. 11. Зміна коефіцієнту завантаження крайньої смуги руху (з МПТ) до впровадження виділеної (спеціалізованої) смуги при різній ширині смуги

Для інших смуг руху (без МПТ) залежність коефіцієнту завантаження при складі транспортного потоку: л.а. – 80%, в.а. – 20 % наведена на рис. 12.

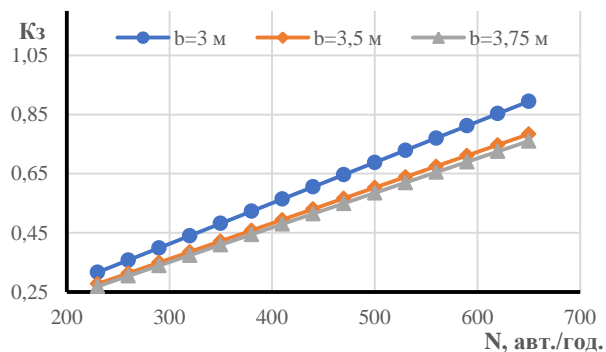


Рис. 12. Зміна коефіцієнту завантаження смуги руху (без МПТ) від інтенсивності транспортного потоку при різній ширині смуги

На смугах руху визначена ймовірність виникнення ДТП до впровадження і після впровадження виділеної (спеціалізованої) смуги руху з використанням формули [20]:

$$P_{ДТП} = 0,2272 \cdot K_3 \cdot e^{-0,2272 \cdot K_3}, \quad (1)$$

де  $P_{ДТП}$  - теоретична ймовірність виникнення ДТП;  $K_3$  - коефіцієнт завантаження дороги (смуги руху) рухом.

Оскільки по виділеній смузі передбачається рух автобусів і тролейбусів, то пропускну здатність приймаємо від 70 до 90 тролейбусів/год. [21] або 280 авт./год. (у приведених одиницях).

На основі розрахунків побудовані номограми для крайніх смуг руху (з МПТ) до впровадження виділеної смуги та на виділеній смузі руху, а також для інших смуг, що дозволяють визначити ймовірність виникнення ДТП на розглянутій ділянці та коефіцієнт завантаження рухом при врахуванні різних параметрів [16].

Проведені розрахунки свідчать про зменшення ймовірності виникнення ДТП та підвищення рівня безпеки при виділенні для руху МПТ окремої (спеціалізованої) смуги [16], але на ділянці маршруту по пр. Героїв Сталінграду (до пр. Григоренка) після впровадження виділеної смуги на іншій смузі спостерігається значне підвищення коефіцієнту завантаження (1,07), що приведе до виникнення заторових ситуацій.

Для зменшення коефіцієнту завантаження рухом та ймовірності виникнення ДТП на даній ділянці маршруту запропоновано розширення дороги на 3 м з кожної сторони (планувальні характеристики даної ділянки транспортної мережі дозволяють це зробити) з метою організації 3 смуг руху в кожному напрямку шириною 4 м, 3,5 м і 3,5 м.

Розширення дороги дозволить виділити окрему смугу руху для МПТ і знизити коефіцієнт завантаження смуги рухом та ймовірність виникнення ДТП на двох інших смугах на 49,35 % і 43,15%, відповідно.

## Висновки

Оцінка доцільності організації комбінованого режиму руху на міських маршрутах з урахуванням впровадження виділеної смуги руху вказує на те, що таке провадження сприяє зменшенню шкідливих викидів у повітря та підвищує попит на послуги міського пасажирського транспорту за рахунок підвищення якості обслуговування. Отримані результати показують, що впровадження виділеної (спеціалізованої) смуги руху для маршрутів МПТ впливає на зменшення ймовірності виникнення ДТП, підвищуючи рівень безпеки руху по маршруту.

## Література

1. Вакуленко, К. С. Управління міським пасажирським транспортом [Текст] : навч. посібник / К. С. Вакуленко, К. В. Доля; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 257 с.
2. Доля, В. К. Пасажирськи перевезення [Текст]: підручник / В. К. Доля. – Харків: «Вид-во «Форт», 2011. – 504 с.

3. Полищук, В. П. Визначення рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах загального користування [Текст] / В. П. Полищук, О. Т. Лановий, Т. В. Боднар // Вісник Національного транспортного університету : зб. наук. праць. – В 2-х ч. – Ч. 2. – К. : Вид-во НТУ. – 2008. – Вип. 17. – С. 104-107.
4. Вакуленко, К.Є. Адаптація принципів міської логістики до організації пасажирських перевезень [Текст] / К. Є. Вакуленко, Н.А. Соколова, Н.В. Шилле // Комунальне господарство міст: науково-технічний зб., серія «Технічні науки та архітектура» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – 2017. – №134 – С. 113 – 121.
5. Сучасна проблематика функціонування транспортних та логістичних систем [Текст] : монографія / О. О. Лобашов, Ю. О. Давідич, В. Ф. Харченко, К. Є. Вакуленко, Н. А. Соколова та ін. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : Видавництво «Лідер», 2018. – 222 с., С. 38-47.
6. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения [Текст] / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – Москва : Транспорт, 1992. – 207 с.
7. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст]: Учебник для вузов / В. Ф. Бабков. – Москва: Транспорт, 1993. – 271с.
8. Абрамова, Л. С. Анализ методов определения показателей безопасности дорожного движения [Текст] / Л. С. Абрамова, В.В. Ширин, Г. Г. Птица // Вестник ХНАДУ. – 2015. – Вип. 69. – С. 118 -123.
9. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов [Текст] / Е. М. Лобанов – Москва : Транспорт, 1990. – 240 с.
10. Лежнева, О. І. Організація перевезень пасажирів у містах [Текст]: навчальний посібник / О. І. Лежнева – Х.: Точка, 2010. – 311 с.
11. Вакуленко, Е.Е. Организация комбинированного режима движения на маршрутах городского пассажирского транспорта [Текст] / Е.Е. Вакуленко, Н.А. Соколова // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов : сб. науч. тр. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Ф. А. Романюк [и др.]. – Минск, 2016. – С. 3–12.
12. Лежнева, О.І. Раціональна організація руху на маршрутах міського пасажирського транспорту [Текст] / О.І. Лежнева // Вестник ХПИ. – Харків: ХПИ, 2014. – Вип. 17. – С. 37-42.
13. Ceder, A. (2007). Public transit planning and operation: theory, modeling and practice, Oxford: Elsevier, 626.
14. European cooperation in science and technology. (2011). Buses with High Level of Service. Fundamental characteristics and recommendations for decision-making and research. Results from 35 European cities, 180.
15. Bus Rapid Transit (2003). Washington. Case Studies in Bus Rapid Transit: Transportation research board, 1, 62.
16. Вакуленко, К. Є. Доцільність використання виділеної смуги руху для міських автобусних маршрутів [Текст] / К. Є. Вакуленко, О. І. Лежнева, Н. А. Соколова // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – Серія : Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – 2019. – № 911. – С. 74-78.
17. Линник, І.Е. Оцінка прогнозування екологічного стану дорожнього господарства [Текст]: монографія / І.Е. Линник. – Харків. Нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 143с.
18. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст]: Учебник для вузов. Ч.II / В. Ф. Бабков, О.В. Андреев – Москва: Транспорт, 1993. – 271с.
19. ОДМ 218.2.020-2012 "Методичні рекомендації щодо оцінки пропускної здатності автомобільних доріг" [Текст] / Москва: Росавтодор, 2012.
20. Доля, В.К. Визначення закономірностей зміни ймовірності виникнення ДТП [Текст] / В.К. Доля, О.М. Єрмак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Вип. 59. – С. 4-6.
21. Булавіна, Л.В. Розрахунок пропускної здатності магістралей і вузлів [Текст] /Л. В. Булавіна. – Екатеринбург : ДНЗ ВПО УДТУ, 2009. – 44 с.

## References

- Vakulenko, K.E. & Dolya, K.V. (2015). Upravlinnaya mіskim pasazhirskim transportom. *Navch. posibnik*, 257.
- Dolya, V.K. (2011). Pasazhirski perevezennya: *Pidruchnik*, 504.
- Polischuk, V.P., Lanoviy, O.T., Bodnar, T.V. (2008). Vznachennya rіvnev bezpeki ruhu na avtomobilnih dorogah zagalnoho koristuvannya. *Vіsник Natsionalnoho transportnoho unіversitetu*, 2, 104-107.
- Vakulenko K.E., Sokolova N.A., Shille N.V. (2017). Adaptatsiya printsipiv mіskoyi logіstiki do organіzatsiyi pasazhirskih perevez. *Komunalne gospodarstvo mіst: naukovu-tehnіchniy zb., seriya «Tehnіchni nauki ta arhitektura»*, 134, 113 – 121.
- Lobashov, O. O., Davidich, Yu. O., Harchenko, V. F., Vakulenko, K. E., ... Sokolova, N. A. (2018). Suchasna problematika funktsionuvannya transportnih ta logіstichnih sistem. *Monografiya*, 222.
- Klinkovshcheyn, G.I., Afanasev, M. B. (1992). *Moskva. Transport*, 207.
- Babkov, V.F. (1993). Dorozhnyie usloviya i bezopasnost dvizheniya. *Uchebnik dlya vuzov*, 271.
- Abramova, L. S., Shirin, V.V., Ptitsa, G.G. (2015). Analiz metodov opredeleniya pokazateley bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. *Vestnik HNADU*, 69, 118-123.
- Lobanov, E.M. (1990). *Transportnaya planirovka gorodov. Moskva : Transport*, 240.
- Lezhneva, O. I. (2010). Organіzatsiya perevezennya pasazhiriv u mіstah. *Navchalniy posibnik*, 311.
- Vakulenko, E.E., Sokolova, N.A. (2016). Organizatsiya kombinirovannogo rezhima dvizheniya na marshrutah gorodskogo passazhirskogo transporta. *Sb. nauch. tr. Sovershenstvovanie organizatsiyi dorozhnogo dvizheniya i perevozok passazhiriv i gruzov*, 3-12.
- Lezhneva, O.I. (2014). Ratsionalna organіzatsiya ruhu na marshrutah mіskogo pasazhirskogo transport. *Vestnik HPI*, 17, 37-42.
- Ceder, A. (2007). Public transit planning and operation: theory, modeling and practice, Oxford: Elsevier, 626.
- European cooperation in science and technology. (2011). Buses with High Level of Service. Fundamental characteristics and recommendations for decision-making and research. Results from 35 European cities, 180.
- Bus Rapid Transit (2003). Washington. *Case Studies in Bus Rapid Transit: Transportation research board*, 1, 62.



16. Vakulenko, K. E., Lezhneva, O. I., Sokolova, N. A. (2019). DotsInIst vikoristannya vidIlenoYi smugi ruhu dlya mIskih avtobusnih marshrutIv, *VIsnik NatsIonalnogo unIversitetu «LvIvska polltehnIka»*, 911, 74-78.
17. Linnik, I.E. (2017). OtsInka prognozuvannya ekologIchnogo stanu dorozhnogo gospodarstva, *MonografIya*, 143.
18. Babkov, V. F. & Andreev, O.V. (1993). Dorozhnyie usloviya i bezopasnost dvizheniya, *Uchebnik dlya vuzov*, 2, 271.
19. MetodichnI rekomendatsIYi schodo otsInki propusknoYi zdatnostI avtomobIlnih dorIg. (2012). (ODM 218.2.020-2012). Moskva: Rosavtodor.
20. Dolya, V.K. & Ermak, O.M. (2012). Vznachennya zakonmIrnostey zmlni ymovIrnostI viniknennya DTP, *Vos-tochno-Evropeyskiy zhurnal peredovyih tehnologiy*, 59, 4-6.
21. BulavIna, L.V. (2009). Rozrahunok propusknoYi zdatnostI magIstraley I vuzlIv, *DNZ VPO UDTU*, 44.

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. Н. У. Гюлев, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна

**Автор:** ВАКУЛЕНКО Катерина Євгеніївна  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
«Транспортні системи і логістика»  
Харківський національний університет міського  
господарства імені О.М. Бекетова.  
E-mail – vakulenko.e@ukr.net  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0164-9437>

**Автор:** СОКОЛОВА Надія Анатоліївна  
асистент кафедри «Транспортні системи і  
логістика»  
Харківський національний університет міського  
господарства імені О.М. Бекетова  
E-mail – nad\_s@ukr.net

**Автор:** ШИЛЛІЄ Наталя Вікторівна  
асистент кафедри «Транспортні системи і  
логістика»  
Харківський національний університет міського  
господарства імені О.М. Бекетова  
E-mail – vakulenko.e@ukr.net

**Автор:** ЛЕЖНЕВА Олена Іванівна  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
«Екології»  
Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет  
E-mail – legnevaelena@gmail.com  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7743-6588>

## ASSESSMENT THE IMPLEMENTATION THE COMBINED MODE OF MOVEMENT ON THE URBAN PUBLIC TRANSPORT ROUTES WITH IMPLEMENTATION THE PRIORITY LANE ON FOR TRAFFIC

K. Vakulenko<sup>1</sup>, N. Sokolova<sup>1</sup>, N. Shyllie<sup>1</sup>, E. Lezhneva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

*The expediency of the organization of the combined mode of traffic on city bus routes with taken into account the introduction allocating a priority lane in order to increase transport demand, due to involving interests of transport companies and the requests of passengers in terms of quality, reliability and safety are considered.*

*As the level of motorization increases, a significant number of road accidents (accidents) are recorded by the Road Traffic Safety Administration in Ukraine, with not only an increase in their number but also their severity. Most road traffic accidents occur with the participation of city buses.*

*In order to reduce the risk of vehicle collision and improve traffic safety, it is proposed to organize the movement of urban transport vehicles on a dedicated lane. To assess the possibility of implementing high-speed traffic or BRT-like systems by allocating a lane for urban transport routes, Kharkiv city route system was considered with various factors in mind. From the considered urban routes for further consideration regarding the implementation of the dedicated (specialized) lane for routes of the urban transport, the route network of the Slobidsky district of Kharkiv city was selected.*

*Obtained indicators of the route № 226e of Kharkiv during full-time observations in the peak period and the use of the objective function of the feasibility of introducing a combined mode of traffic on city routes indicate that when organizing a combined mode of traffic on the route № 226e, a rational ratio of the number of vehicles is 4 buses operating normally and 2 in express mode. In this ratio, the total cost is minimal, which satisfies both the interests of the transport company and the interests of passengers.*

*The assessment of the feasibility of organizing a combined mode of traffic on urban routes, taking into account the implementation of a dedicated lane indicates that such a process contributes to the reduction of harmful emissions into the air and increases the demand for urban passenger transport services by improving the quality of service. The results show that the implementation of a dedicated (specialized) lane for urban transport routes has the effect of reducing the likelihood of an accident, increasing the level of traffic safety along the route.*

**Keywords:** traffic safety, urban public transport, priority traffic lane, city transit service.