

ДО ВИБОРУ МАРШРУТА МЕТРОБУСА У МІСТІ КИЄВІ

Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, svp_40@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, akorpach@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Корпач О.А., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, korpach1988@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2496-4395

METROBUS ROUTE SELECTION IN KYIV

Sakhno V.P., Ph.D, Engineering (Dr.), National Transport university, Kyiv, Ukraine, svp_40@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Korpach A.O., Ph.D., National Transport university, Kyiv, Ukraine, akorpach@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Korpach O.A., Ph.D., National Transport university, Kyiv, Ukraine, korpach1988@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2496-4395

К ВЫБОРУ МАРШРУТА МЕТРОБУСА В ГОРОДЕ КИЕВЕ

Сахно В.П., доктор технических наук Национальный транспортный университет, Киев, Украина, svp_40@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Корпач А.А., кандидат технических наук Национальный транспортный университет, Киев, Украина, akorpach@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Корпач А.А., кандидат технических наук Национальный транспортный университет, Киев, Украина, korpach1988@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2496-4395

Постановка проблеми.

Транспорт є основоположною галуззю, яка забезпечує потребу людей у перевезеннях. Соціальне значення транспорту зводиться до підвищення працездатності й продуктивності праці громадян за рахунок знижень транспортної втоми при щоденних поїздках. Розвиток транспорту прискорює переміщення населення, поліпшує культурний рівень і суспільний настрій. Основною рисою сучасної цивілізації стала урбанізація: починаючи з 2000 р. половина населення світу проживає в містах. Міст мільйонників стає все більше, а однією з головних проблем сучасного великого міста стала глобальна криза нормального функціонування міського середовища внаслідок структурного росту рівня автомобілізації, перенасичення дорожньо-вуличної мережі транспортними потоками. Це приводить до різкого погіршення показників транспортного обслуговування населення, виникненню автомобільних заторів, росту рівня шуму і забруднення, зниження швидкості пересування та збільшенню числа жертв дорожньо-транспортних подій.

У великих містах спостерігається значне погіршення ситуації в пасажирських перевезеннях, інтенсивна автомобілізація призвела до різкого зниження швидкості міського транспорту. Так, громадський транспорт у середньому рухається зі швидкістю меншою ніж 30 км/год, виділені смуги часто займаються іншими учасниками дорожнього руху з метою пришвидшення проїзду або паркування.

Основне транспортне навантаження у великих містах бере на себе метрополітен, але залишається проблема «спальних» мікрорайонів, які ним не охоплені. Зокрема, в Києві таким житловим масивом є Вигурівщина-Троещина, в якому проблема транспортного сполучення стоїть дуже гостро.

В рамках Міжнародного саміту мерів (ІМС), який пройшов 9 жовтня 2018 року в Києві, концерн Daimler запропонував українським містам реалізувати систему транспорту BRT (Bus Rapid Transit або метробус), яка вже функціонує в 200 мегаполісах світу. Вона цілком може замінити дорогий метрополітен, а реалізована може бути за 1-2 роки. Також важливою складовою BRT системи є спеціальні зупинки. Посадка пасажирів в автобуси відбувається не на звичайних зупинках, а на спеціальних терміналах (станціях), які обладнані турнікетами, де відбувається оплата за проїзд.

Головною економічною перевагою швидкісного автобуса перед звичайним є значно менша витрата палива в перерахунку на перевезення одного пасажера. Цього досягають за рахунок раціональних, спеціально розрахованих режимів руху – автобус спочатку розганяється до певної швидкості, а потім «на вибігу», «накатом» під'їжджає до зупинки. Фактично витрата палива така ж, як і в міжміському режимі. Економічність підвищується ще й через те, що станції BRT віддалені одна від одної набагато більше, ніж звичайні автобусні зупинки. Якщо українськими нормативами передбачено відстань між автобусними зупинками в 400 – 600 метрів, то відстань між станціями BRT становить 800 метрів і більше [1]. Таким чином, метробус поєднує переваги метрополітену, проте має, порівняно, невелику вартість (0,4–3 млн. євро залежно від складності лінії) та високу швидкість будівництва, адже можуть використовуватися вже існуючі магістралі у містах (зазвичай така лінія будується за 1-2 роки, у порівнянні з 3-10 років для метрополітену).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню дослідження метробуса, вибору маршруту його руху, а також визначення характеристик рухомого складу, який може експлуатуватися на маршрутах метробуса, та його експлуатаційних властивостей присвячено ряд робіт.

Так в роботі [1] визначено перспективи використання системи BRT в Україні та встановлено, що вона відрізняється вищими експлуатаційними характеристиками порівняно зі звичайними автобусними маршрутами (швидкість, надійність, провізна здатність), а за деякими параметрами (зокрема, за швидкістю) порівняна з системами легкорельсового транспорту (швидкісного трамваю). В якості рухомого складу запропоновано використовувати триланкові низькопідлогові автобуси з гібридною силовою установкою та задньою керованою віссю другого причепа.

У [2] виконано порівняльний аналіз конструкції метробусів. Автором встановлено, що на лінії BRT, як правило, курсують автобуси особливо великої місткості (18 або 22, 24, 25 м), що мають 2 або 3 ланки та 3-5 осей. В якості силової установки, в основному, використовуються дизелі, рідше газові та електродвигуни.

Питанню маневреності метробусів присвячені роботи [3-4]. Так, в роботі [3] показано, що при реалізації системи BRT виникає ряд труднощів, пов'язаних, перш за все, з прокладанням траси. Визначено максимальне зміщення траєкторії причепів щодо траєкторії автобуса для дво- і триланкових метробусів, а відповідно і їх габаритна смуга руху. Для триланкових метробусів габаритна смуга руху (ГСР) складає 9,9 м, що значно перевищує допустиму за DIRECTIVE 2002/7/EC. Зменшити ГСР метробуса можна за рахунок керованих коліс (осі) причепа.

У роботі [4] визначено показники маневреності триланкового метробуса різних компоувальних схем, за якими встановлено, що метробус з першим причепом з рознесеними осями і передньою керованою віссю і другим причепом з наближеними осями значно кращий порівняно з автопоїздом з двома причепами з наближеними осями.

Питання щодо проектування, планування, реалізації та функціонування систем швидкісного автобусного сполучення розглянуто в роботі [5]. Автором проаналізовано системи BRT у великій кількості міст на шести континентах, зокрема, Аделаїді, Оттаві, Окленді, Ахмедабаді та ін.

У роботі [6] розглянуто проблеми, які виникають при впровадженні систем BRT, на основі п'ятирічних досліджень у Чилі.

Метою роботи є вибір і обґрунтування маршруту метробуса в місті Києві.

Виклад основного матеріалу.

Вигурівщина-Троєщина – житловий масив у Деснянському районі міста Києва (рис.1). Чисельність населення складає близько 300 тис. осіб (на 2012 р. – 267,3 тис. осіб). Є другим за величиною житловим масивом в Україні і займає територію 3265 га. [7]

Масив є достатньо віддалений від станцій Київського метрополітену. Шлях до однієї з найближчих станцій метро «Почайна» проходить через Північний міст, який зв'язує два береги Дніпра і має обмежену пропускну здатність. Шлях до інших станцій метро «Чернігівська» та «Дарниця» проходить через великий житловий масив Воскресенка з достатньо інтенсивним рухом транспорту, внаслідок чого виникають постійні проблеми з завантаженістю транспортних шляхів, особливо в ранкові та вечірні години-пік.

Для вирішення цієї проблеми планувалося будівництво Подільсько-Вигурівської гілки метрополітену. В 1993 р. було затверджено техніко-економічне обґрунтування будівництва та встановлено термін виконання в 9 років, проте будівництво фактично не розпочалося.

Спроби відновлення будівництва були в 2004, 2008, 2012 та 2015 роках. Проте роботи велися тільки на Подільсько-Воскресеньському мостовому переході.



Рисунок 1 – Житловий масив Вигурівщина-Троєщина
 Figure 1 – Residential area Vyhurvshchyna-Troieshchyna

Існуючий проект будівництва Подільсько-Вигурівської гілки метрополітену потребує значних фінансових ресурсів, яких наразі у міської влади немає. Для реалізації першого етапу (запуск руху на Поділ) потрібно близько \$800-900 млн., а загальна вартість проекту – \$2 млрд. Міська влада шукає інвесторів, але їх участь у проекті сумнівна до того часу, поки Кабінет міністрів не дасть гарантії по кредитній лінії. При надзвичайно складній ситуації із зовнішніми запозиченнями та виплатам по вже існуючим боргам України, сподіватись на швидке та позитивне вирішення цього питання не варто.

Експерти також зазначають безперспективність прокладання метро виключно до масиву Райдужний, оскільки там відсутня вільна територія для розміщення депо, а без депо лінія не може бути введена в експлуатацію.

Тому, одним з можливих варіантів вирішення транспортної проблеми житлового-масиву Вигурівщина-Троєщина є будівництво системи BRT (метробуса).

Капітальні видатки на впровадження BRT ліній значно менші, ніж для легкого метро. Дослідження американської Урядової рахункової палати з'ясувало: капітальні видатки на мілью автобусного сполучення становлять \$13,5 млн. (\$8,5 млн на кілометр), а для рейкового транспорту цей показник становить \$34,8 млн. (\$21,6 млн на кілометр). Загальна сума інвестицій для проектів в цілому значно варіюється, оскільки залежить від вартості рейок, кількості дорожніх розв'язок, структури станцій, сигнальної системи та вартості автобусів. Враховуючи, що вартість робочої сили в Україні буде значно нижчою ніж в США, можна передбачити, що вартість будівництва одного кілометра буде в межах 5-6 млн. дол.

У табл. 1 наведено дані щодо вартості впровадження BRT систем у порівнянні з метрополітеном [8].

Як видно з табл. 1, вартість будівництва 1 км BRT-лінії (2,9-8,7 млн. дол.) значно нижча від лінії метро (125,0-181,3 млн. дол.). Існуючі проекти будівництва в м. Києві також говорять на користь метробусів. Різниця в вартості складає майже 20 разів (5,1 проти 97,1 млн. дол.)

Крім того, будівництво ліній BRT відбувається набагато швидше. Час будівництва складає, зазвичай, 1-2 роки у порівнянні з 5-10 роками у метрополітену.

Система громадського транспорту з використанням метробуса дозволяє суттєво зменшити час руху на маршруті за рахунок наявності виділеної полоси без інших учасників дорожнього руху, зменшення часу на посадку-висадку пасажирів за рахунок використання пропускнуої системи по аналогії з метрополітеном чи швидкісним трамваем та надання пріоритету руху автобусам.

Таблиця 1 – Вартість впровадження BRT систем у порівнянні з метрополітенем.
Table 1 – Costs of implementing BRT systems compared to metro.

Назва проекту	Довжина, км	Загальна вартість, млн. дол.	Вартість 1 км, млн. дол. / км
Transcarioca BRT – Ріо де Жанейро (Бразилія)	58,0	504,6	8,7
Mexico City Metrobus – Мехіко (Мексика)	125,0	362,5	2,9
Metrobus – Стамбул (Туреччина)	51,2	275,2	5,4
Метробус, Троєщина-Севастопольська площа – Київ (Україна) *	22,4	115,0	5,1
Metro Rio de Janeiro, Line 4 – Ріо де Жанейро (Бразилія)	16,0	2,900	181,3
Metro San Paulo, Line 4 – Сан Пауло (Бразилія)	12,8	1,600	125,0
Київський метрополітен, Подільсько-Вигурівська гілка – Київ (Україна) *	20,6	2,000	97,1

* – дані за результатами техніко-економічної оцінки вартості проекту

З метою оцінки можливої економії часу, за рахунок уникнення руху автобусів у заторах, було використано геоінформаційний сервіс Google Карти, який дозволяє прогнозувати час руху автомобільних транспортних засобів по певному маршруті у визначений час доби (рис. 2).

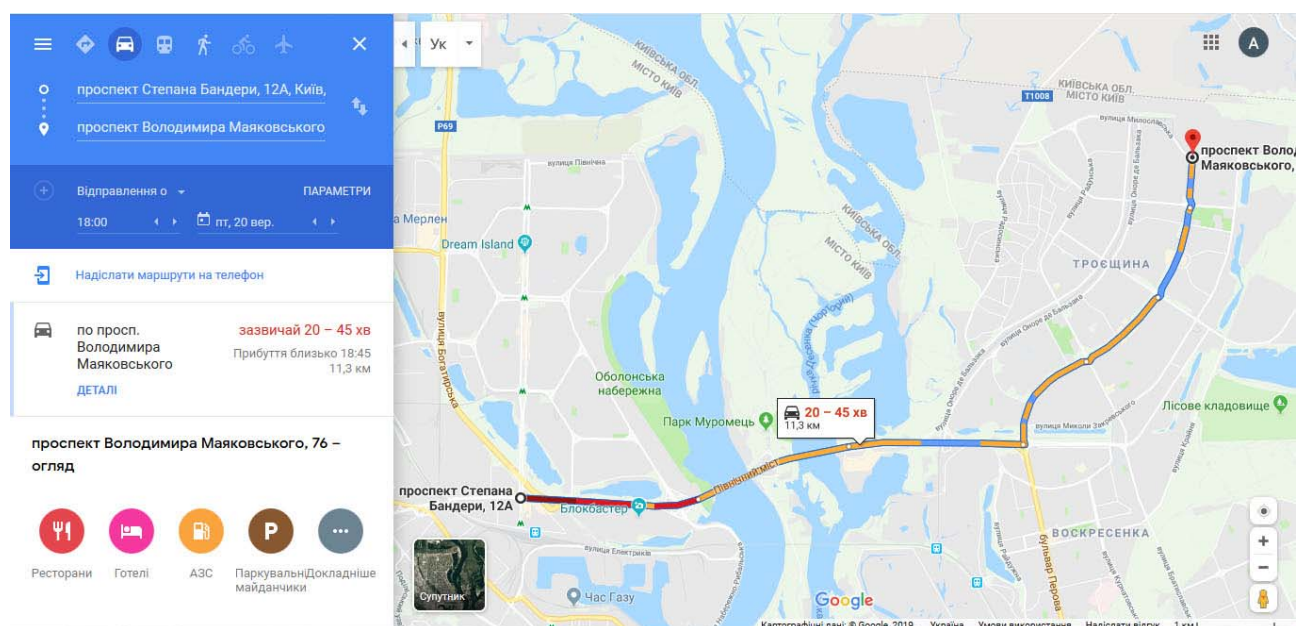


Рисунок 2 – Прогноз часу руху на маршруті з використанням сервісу Google Карти
Figure 2 – Prediction of travel time using Google Maps

Робота сервісу базується на даних, отриманих від реальних учасників дорожнього руху, що користуються додатком Google Карти, на основі яких прогнозується мінімальний та максимальний час руху на обраному маршруті в різні періоди доби.

Проаналізувавши дані на маршруті просп. С. Бандери (ст. метро «Почайна») – просп. В. Маяковського (перетин з вул. Милославською) в прямому та протилежному напрямі в робочі дні тижня, було побудовано графіки мінімального, максимального та середнього прогнозованого часу руху автотранспортних засобів в залежності від часу доби, які приведені на рис. 3 та рис. 4.

Як видно з графіків, спостерігається чітка залежність тривалості руху від часу доби з наявністю зростання тривалості руху в ранкові (з 7:00 до 10:00 год.) в напрямку ст. метро «Почайна» та вечірні (з 16:00 до 20:00 год.) в напрямку житлового масиву Вигурівщина-Троєщина години-пік. Так, час руху, в наслідок збільшення трафіку, зростає на 10-27 хв. у порівнянні з нічними годинами, коли трафік незначний. Причому, враховуючи постійно зростаючу кількість транспорту, варто орієнтуватися на максимальний час руху, а виникнення аварійних ситуацій або проведення дорожніх робіт може ще додатково його збільшити.

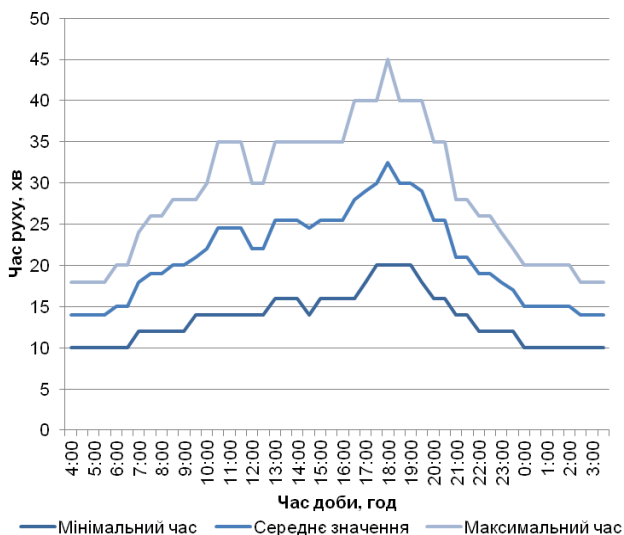


Рисунок 3 – Час руху автотранспортного засобу на маршруті просп. С. Бандери (ст. метро «Почайна») – просп. В. Маяковського (перетин з вул. Милославською)

Figure 3 – The vehicle driving time along the route ave. S. Bandery (metro station «Pochayna») – ave. V. Maiakovskoho (intersection with Miloslavska St.)

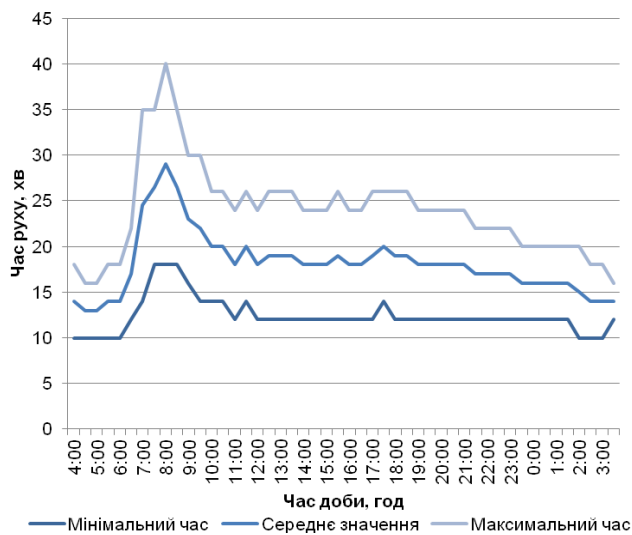


Рисунок 4 – Час руху автотранспортного засобу на маршруті просп. В. Маяковського (перетин з вул. Милославською) – просп. С. Бандери (ст. метро «Почайна»)

Figure 4 – The vehicle driving time along the route ave. V. Maiakovskoho (intersection with Miloslavska St.) – ave. S. Bandery (metro station «Pochayna»)

Використання метробуса нівелює вплив трафіку, аварійних ситуацій та дорожніх робіт на час руху. Так, на маршруті просп. С. Бандери (ст. метро «Почайна») – просп. В. Маяковського (перетин з вул. Милославською) дозволяє скоротити тривалість руху в середньому до 18,5 хв. тільки за рахунок використання виділених смуг руху.

Вибір оптимального маршруту руху для системи громадського транспорту з використанням метробуса полягає у визначенні такого маршруту, який би забезпечував можливість перевезення максимальної кількості пасажирів при умові мінімальних затрат на облаштування транспортної інфраструктури та без дублювання існуючого швидкісного транспорту (трамваїв, метро).

У 2017 році Київська міська державна адміністрація (КМДА) оголосила тендер на розробку техніко-економічного обґрунтування для системи громадського транспорту з використанням метробуса.

У першу чергу, в планах було вирішення найгострішої транспортної проблеми в столиці – сполучення між лівим і правим берегом. У зв'язку з цим першочерговим перспективним коридором було визначено маршрут від житлового масиву Троєщина через Північний міст, проспект С. Бандери, вул. О. Теліги, Шулявський шляхопровід, проспект Чоколівський – до Севастопольської площі (рис. 5). Довжина лінії – 22,38 км. Прогнозований пасажирообіг метробуса на цьому маршруті близько 141 тис. осіб на добу. Прогнозована вартість проекту мала скласти 2,5-3 млрд. гривень.[9]

Система BRT мала бути побудована на основі автобусного або тролейбусного рухомого складу з фізично відгородженою смугою для громадського транспорту, на яку немає можливості заїхати іншим учасникам дорожнього руху. Перехрестя на маршруті повинні бути в два рівні, або відсутній лівий поворот з зеленою хвилиною для метробуса. Проект планувалося фінансувати з залученням коштів Всесвітнього банку.

Другу лінію BRT пропонувалося побудувати на лівому березі – від Троєщини до Лісового масиву і, в подальшому, Дарницької площі, її ємність оцінюють в 160 тисяч осіб на добу.

Надалі, окрім цих двох маршрутів, планувалося створити ще: Дарниця – пл. Севастопольська, пл. Тараса Шевченка – пл. Льва Толстого, Виноградар – пл. Льва Толстого, Троєщина – мас. Харківський, ст. м. «Чернігівська» – пл. Севастопольська, Дарниця – пл. Льва Толстого, мас. Харківський – пл. Льва Толстого, Святошин – Видубичі, Троєщина – Дарниця, Дарниця – Нивки. Дані маршрути дозволять перевозити більше 290 тисяч пасажирів щодня.

Проте, цей проект так і не був реалізований, хоча дискусії навколо нього продовжуються і досі.



Рисунок 5 – Проект метробуса в місті Києві (2017 р.)
 Figure 5 – Kyiv metrobus project (2017)

Тому, проаналізувавши існуюче транспортне становище у м. Києві, а також попередні проекти його поліпшення з використанням системи BRT, було обрано для подальшого впровадження маршрут вул. Милославська – ст. метро «Почайна». Цей маршрут, по суті, є першою чергою будівництва згідно проекту 2017 року, за виключенням продовженої лінії до вул. Милославської.

Маршрут проходить від вул. Милославської по просп. В. Маяковського, просп. Генерала Ватутіна, Північний міст, просп. С. Бандери до перетину з Оболонським проспектом біля ст. метро «Почайна» (рис 6).



Рисунок 6 – Запропонований маршрут руху метробуса
 Figure 6 – Proposed metrobus route

Маршрут має загальну довжину 11,1 км та налічує 13 зупинок. Перелік зупинок та відстань між ними наведено в табл. 2. Середня відстань між зупинками становить 854 м та вписується в загальноприйняті норми, які застосовуються при проектуванні ліній метробусів (800-1200 м). На ділянці маршруту, що проходить житловим масивом Вигурівщина-Троєщина (від зупинки

вул. Милославська до зупинки ж/м Райдужний), відстань між зупинками менша від середньої. Це пов'язано з необхідністю забезпечення якомога більш зручного та близького доступу жителів масиву до зупинок метробуса.

Таблиця 2 – Характеристика маршруту вул. Милославська – ст. метро «Почайна»
Table 2 – Route description Miloslavska St. – Pochayna metro station

Назва зупинки	Відстань від попередньої зупинки, м	Відстань від початкової зупинки, м
вул. Милославська	0	0
вул. Марини Цветаєвої	560	560
Торговий центр (ТЦ «Маяк»)	700	1260
вул. Сержа Лифаря	540	1800
Універсам (ТЦ «Фестивальний»)	620	2420
вул. Теодора Драйзера	620	3040
Мікрорайон №1	700	3740
ж/м Райдужний	1350	5090
Торгово-розважальний центр (ТРЦ «Skymall»)	1340	6430
Парк «Муромець»	1330	7760
Супермаркет (ТРЦ «Блокбастер»)	1820	9580
вул. Йорданська	830	10410
ст. метро «Почайна»	690	11100

Запропонований маршрут метробуса проходить 6-ти (вул. Володимира Маяковського) та 8-ми смуговими дорогами (просп. Романа Шухевича, Північний міст, просп. Степана Бандери), які в деяких місцях мають додаткову центральну розділювальну смугу. Для організації руху метробуса, в такому випадку, найбільш доцільно влаштування фізично відокремлені смуги руху для автобусів по середині проїжджої частини в обох напрямках шириною 3,25-3,5 метра (рис. 7).

Полоси, по яким будуть рухатися автобуси, мають бути відділені за допомогою відбійників, бетонних бордюрів або декоративних клумб.

Окрім того, на запропонованому маршруті присутні ділянки з круговим рухом. Це пересічення вул. Володимира Маяковського з вул. Марини Цветаєвої, Сержа Лифаря та Теодора Драйзера. В такому випадку, найбільш доцільно обмежувати виїзд автобусів на круг за рахунок побудови естакад, на яких будуть влаштовані зупинки (рис. 8).

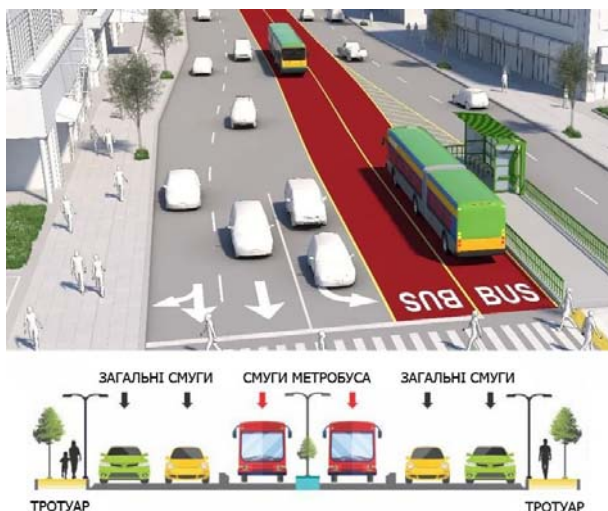


Рисунок 7 – Відокремлені смуги руху метробуса
Figure 7 – Dedicated metrobus lanes



Рисунок 8 – Схема організації руху метробуса на перехресті з круговим рухом
Figure 8 – Scheme of metrobus movement organization at roundabout

Станції можуть облаштовуватися двома основними способами – центральні (острівні) (рис. 2.8, а) та рознесені зупинки (рис. 2.8, б). У зв'язку з тим, що виділені смуги для автобуса розташовані по осі автомобільних магістралей, то варто виконувати острівні станції. Потрапити на них можна по підземним або надземним переходами. Як і станції метрополітену, вони мають бути оснащені вхідними та вихідними турнікетами.



а)



б)

Рисунок 9 – Станції метробуса: а) центральна (острівна); б) рознесена
Figure 9 – Metrobus stations: a) central (island) b) spaced

Висновки.

Проведеними дослідженнями проаналізовано поточний стан громадського транспорту м. Києва та встановлено, що найбільш гостро проблема з транспортним сполученням стоїть у житловому масиві Вигурівщина-Троещина. Так, час руху в години-пік від ст. метро «Почайна» в напрямку житлового масиву Вигурівщина-Троещина зростає на 10-27 хв. у порівнянні з нічними годинами, коли трафік незначний, а виникнення аварійних ситуацій або проведення дорожніх робіт може ще додатково його збільшити.

Запропоновано маршрут метробуса вул. Милославська – ст. метро «Почайна». Маршрут має загальну довжину 11,1 км та налічує 13 зупинок. Середня відстань між зупинками становить 854 м та вписується в загальноприйняті норми, які застосовуються при проектуванні ліній метробусів (800-1200 м). Це дозволить вирішити транспортну проблему на цьому маршруті та скоротити тривалість руху в середньому до 18,5 хв. тільки за рахунок використання виділених смуг руху.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сахно В.П. Перспективи використання метробусів в Україні / В.П. Сахно, В.М. Поляков, О.Є. Омельницький // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (13.09-14.09.2020) : Матеріали 9-ї Міжнародної науково-практичної конференції. – Херсон: ХДМА, 2018. – С.313-318.
2. Омельницький О.Є. Який транспорт зможе стати альтернативою метрополітену в Україні та швидко витіснити «маршрутки» з наших міст / О.Є. Омельницький // Автошляховик України. – 2018. – №3, – С.7-11.
3. Сахно В.П. Маневреність метробусів / В.П. Сахно, В.В. Біліченко, В.М. Поляков, О.Є. Омельницький // Вісник машинобудування та транспорту. – 2018. – № 2. – С. 106-118.
4. Сахно В.П. Вплив конструктивних і експлуатаційних факторів на показники маневреності метробуса / В.П. Сахно, В.М. Поляков, С.М. Шарай, О.Є. Омельницький // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. – 2018. – № 2. – С. 144-151.
5. Ferbrache F. Developing Bus Rapid Transit: The Value of BRT in Urban Spaces / F. Ferbrache. – UK : Edward Elgar Publishing, 2019. – 288 p.
6. Munoz J.C. Restructuring public transport through Bus Rapid Transit: An international and interdisciplinary perspective / J.C. Munoz, L. Paget-Seekins // – Bristol, UK : Policy Press. – 320 p.
7. Население жилых районов Киева [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://interesniy-kiev.livejournal.com/4321836.html>
8. Mercedes-Benz предложил украинским городам быстро реализовать альтернативу метро [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://autoconsulting.ua/article.php?sid=42551>

9. Троєщині запропонували проєкт Метробусу [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://kievinform.com/archives/1979>

REFERENCES

1. Sakhno, V.P., Polyakov, V.M., & Omelnytskyi O.Y. (2018). Perspektyvy vykorystannia metrobusiv v Ukraini [Prospects for use of metrobuses in Ukraine]. Materialy 9-yi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Suchasni enerhetychni ustanovky na transporti i tekhnolohii ta obladnannia dlia yikh obsluhovuvannia(13.09-14.09.2020)» – Materials of international research and practice conference «Modern power plants in transport and technologies and the equipment for their service», Kherson, 2018, 313-318 [in Ukrainian].
2. Omelnytskyi, O.Y. (2018). Yakyi transport zmozhe staty alternatyvoiu metropolitenu v Ukraini ta shvydko vytisnyty «marshrutky» z nashykh mist [What kind of transport can become an alternative to metro in Ukraine and quickly displace buses from our cities]. Avtoshliakhovyk Ukrainy – «Road Transporter and Road Constructor of Ukraine» journal, 3, 7-11 [in Ukrainian].
3. Sakhno, V.P., Bilichenko, V.V., Polyakov, V.M., & Omelnytskyi O.Y. (2018). Manevrenist metrobusiv [Manoeuvrability of metrobuses]. Visnyk mashynobuduvannia ta transportu – Journal of Mechanical Engineering and Transport, 2, 106-118 [in Ukrainian].
4. Sakhno, V.P., Sharai, S.M., Polyakov, V.M., & Omelnytskyi O.Y. (2018). Vplyv konstruktyvnykh i ekspluatatsiinykh faktoriv na pokaznyky manevrenosti metrobusa [The influence of constructional and operational factors on indicators of maneuverability of the metrobus]. Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnogo tekhnolohichnogo universytetu. Seriya : Tekhnichni nauky – The Journal of Zhytomyr State Technological University / Engineering, 2, 144-151 [in Ukrainian].
5. Ferbrache, F. (2019). Developing Bus Rapid Transit: The Value of BRT in Urban Spaces. United Kingdom: Edward Elgar Publishing [in English].
6. Munoz, J.C., & Paget-Seekins, L. (2016). Restructuring public transport through Bus Rapid Transit: An international and interdisciplinary perspective. Bristol, United Kingdom: Policy Press [in English].
7. Naselenie zhilykh rayonov Kieva [The population of residential areas of Kiev]. Retrieved from <https://interesniy-kiev.livejournal.com/4321836.html> [In Russian].
8. Mercedes-Benz predlozhl ukrainskim gorodam bystro realizovat alternativu metro [Mercedes-Benz invited Ukrainian cities to quickly implement an alternative to metro]. Retrieved from <http://autoconsulting.ua/article.php?sid=42551> [In Russian].
9. Troieshchyni zaproponuvaly proekt Metrobusu [Troieshchyna region offered metrobus project]. Retrieved from <https://kievinform.com/archives/1979> [in Ukrainian].

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. До вибору маршруту руху метробуса в місті Києві / В.П. Сахно, А.О. Корпач, О.А. Корпач // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2021. – Вип. 1 (48).

В статті проведено вибір та обґрунтування маршруту метробуса в місті Києві.

Об'єкт дослідження – транспортна система міста Києва.

Мета роботи – вибір і обґрунтування маршруту метробуса в місті Києві.

Метод дослідження – статистичний аналіз, синтез, формалізація та узагальнення.

Метробус є перспективною системою громадського транспорту в містах, адже він має невелику вартість та високу швидкість будівництва лінії в порівнянні з рейковим транспортом, високу швидкість пересування при русі по виділених смугах, можливість гнучко змінювати пасажиропотік за рахунок зміни інтенсивності руху автобусів, можливість частково використовувати смугу метробусу для іншого спецтранспорту, недорогий проїзд внаслідок високої пасажиромісткості і ефективних платіжних систем, зменшення забруднення повітря в місті, а при використанні електричних автобусів взагалі його відсутність.

Проаналізовано поточний стан громадського транспорту м. Києва, встановлено, що найбільш гостро проблема з транспортним сполученням стоїть в житловому масиві Вигурівщина-Троєщина. Так, час руху в години-пік від ст. метро «Почайна» в напрямку житлового масиву Вигурівщина-Троєщина зростає на 10-27 хв. у порівнянні з нічними годинами, коли трафік незначний, а виникнення аварійних ситуацій або проведення дорожніх робіт може ще додатково його збільшити.

Запропоновано маршрут метробуса вул. Милославська – ст. метро «Почайна». Маршрут має загальну довжину 11,1 км та налічує 13 зупинок. Середня відстань між зупинками становить 854 м та

вписується в загальноприйняті норми які застосовуються при проектуванні ліній метробусів (800-1200 м). Це дозволить вирішити транспортну проблему на цьому маршруті та скоротити тривалість руху в середньому до 18,5 хв. тільки за рахунок використання виділених смуг руху.

Результати висвітлені у статті можуть бути використані при проектуванні ліній метробусів, а також визначенні показників експлуатаційних властивостей рухомого складу, який буде використовуватися на них.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МЕТРОБУС, ШВИДКІСНИЙ АВТОБУС, МАРШРУТ, ВИГУРІВЩИНА-ТРОЕЩИНА, ГРОМАДСЬКИЙ ТРАНСПОРТ

ABSTRACT

Sakhno V.P., Korpach A.O., Korpach O.A. Metrobus route selection in Kyiv. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 1 (48).

The paper describes selection and justification of metrobus route in Kyiv.

Object of the study – Kyiv transport system.

Purpose of the study – selection and justification of metrobus route in Kyiv.

Method of the study – statistical analysis, synthesis, formalization and generalization.

Metrobus is a promising public transport system in cities, because it has low cost and high speed of construction of line compared to rail transport, high speed of movement in dedicated lanes, ability to flexibly change the passenger flow due to changes in bus traffic, ability to partially use metrobus lane for other special vehicles, low-cost travel due to high passenger capacity and efficient payment systems, reduction of air pollution, and its absence when using electric buses.

Analyzed the current state of public transport in Kyiv. It was found that the most acute problem with transport is in the residential area Vyhurivshchyna-Troieshchyna. Driving time in rush hours from Pochayna metro station in the direction of Vygurovshchina-Troeshchina is increases by 10-27 min. compared to nighttime hours, when traffic is low, and the accidents or road works can further increase it.

Metrobus route Miloslavska St. – Pochayna metro station was proposed. The route has a total length of 11.1 km and has 13 stops. Average distance between stops is 854 m and fits into the generally accepted norms used in construction of metrobus lines (800-1200 m). This will solve transport problem on this route and reduce average driving time to 18.5 minutes only using dedicated lanes.

The results of the article can be used to design metrobus line and to determine of vehicles performance properties that will be used on them.

KEYWORDS: METROBUS, BUS RAPID TRANSIT, ROUTE, VYGUROVSHCHINA-TROESHCHINA, PUBLIC TRANSPORT

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. К выбору маршрута движения метробуса в городе Киеве / В.П. Сахно, А.А. Корпач, А.А. Корпач // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2021. – Вып. 1 (48).

В статье проведен выбор и обоснование маршрута метробуса в городе Киеве.

Объект исследования – транспортная система города Киева.

Цель работы – выбор и обоснование маршрута метробуса в городе Киеве.

Метод исследования – статистический анализ, синтез, формализация и обобщения.

Метробус является перспективной системой общественного транспорта в городах, так как он имеет небольшую стоимость и высокую скорость строительства линии по сравнению с рельсовым транспортом, высокую скорость передвижения при движении по выделенным полосам, возможность гибко менять пассажиропоток за счет изменения интенсивности движения автобусов, возможность частично использовать полосу метробуса для другого спецтранспорта, недорогой проезд вследствие высокой пассажироместимости и эффективных платежных систем, уменьшение загрязнения воздуха в городе, а при использовании электрических автобусов вообще его отсутствие.

Проанализировано текущее состояние общественного транспорта г. Киева, установлено, что наиболее остро проблема с транспортным сообщением стоит в жилом массиве Выгуровщина-Троещина. Так, время движения в часы пик от ст. метро «Почайна» в направлении жилого массива Выгуровщина-Троещина растет на 10-27 мин. по сравнению с ночными часами, когда трафик незначительный, а возникновение аварийных ситуаций или проведения дорожных работ может еще дополнительно его увеличить.

Предложено маршрут метробуса ул. Милославская – ст. метро «Почайна». Маршрут имеет общую длину 11,1 км и насчитывает 13 остановок. Среднее расстояние между остановками составляет 854 м и вписывается в общепринятые нормы применяемые при проектировании линий метробуса (800-1200 м). Это позволит решить транспортную проблему на этом маршруте и сократить продолжительность движения в среднем до 18,5 мин. только за счет использования выделенных полос движения.

Результаты освещены в статье могут быть использованы при проектировании линий метробуса, а также определении показателей эксплуатационных свойств подвижного состава, который будет использоваться на них.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МЕТРОБУС, СКОРОСТНОЙ АВТОБУС, МАРШРУТ, ВИГУРОВЩИНА-ТРОЕЩИНА, ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ

АВТОРИ:

Сахно Владимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, e-mail: svp_40@ukr.net, тел. +380442804252, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1. к.301, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Корпач Анатолій Олександрович, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри двигунів і теплотехніки, e-mail: akorpach@ukr.net, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1. к.303, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Корпач Олексій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри автомобілів, e-mail: korpach1988@gmail.com, тел. +380442804252, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1. к.306, orcid.org/0000-0002-2496-4395.

AUTHORS:

Sakhno Volodymyr P., Ph.D, Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of department of automobiles, e-mail: svp_40@ukr.net, tel. +380442804252, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhaila Omelianovycha – Pavlenka Str. 1, of. 301, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Korpach Anatolii O., Ph.D., professor, National Transport University, professor department of engines and heating engineering, e-mail: akorpach@ukr.net, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhaila Omelianovycha – Pavlenka Str. 1, of. 303, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Korpach Oleksii A., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of automobiles, e-mail: korpach1988@gmail.com, тел. +380442804252, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhaila Omelianovycha-Pavlenka Str. 1, of. 306, orcid.org/0000-0002-2496-4395.

АВТОРЫ:

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой автомобилей, e-mail: svp_40@ukr.net, тел. +380442804252, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1., к.301, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Корпач Анатолій Александрович, кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: akorpach@ukr.net, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1., к.303, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Корпач Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры автомобилей, e-mail: korpach1988@gmail.com, тел. +380442804252, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1., к.306, orcid.org/0000-0002-2496-4395.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кравченко О.П., доктор технічних наук, професор, Державний університет «Житомирська політехніка», завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій, Житомир, Україна.

Ковбасенко С.В., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри дорожніх машин, Київ, Україна.

REVIEWER:

Kravchenko O.P., Ph.D, Engineering (Dr.), professor, Zhytomyr Polytechnic State University, head of the department of automobiles and transport technologies, Zhytomyr, Ukraine.

Kovbasenko S.V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of road building machines, Kyiv, Ukraine.