

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТАТНЬОГО РІВНЯ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ М. КИЄВА

THEORETICAL RATIONALE FOR ENSURING A SUFFICIENT LEVEL OF PUBLIC TRANSPORT SERVICES IN KYIV

УДК 330.342.3

Водовозов Є.Н.

к.е.н., доцент кафедри економіки підприємств, бізнес-адміністрування і регіонального розвитку Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Палант О.Ю.

д.е.н., доцент кафедри економіки підприємств, бізнес-адміністрування і регіонального розвитку Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Vodovozov Yevgeniy

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Palant Oleksii

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

У статті подано теоретичне обґрунтування щодо забезпечення належного рівня громадського транспортного обслуговування міста Києва за розробленими та запропонованими коротко-, середньо- та довгостроковими сценаріями, що передбачають перетворення громадської транспортної мережі шляхом створення нових, видалення та модифікації існуючих маршрутів та вдосконалення наявної дорожньо-транспортної системи та транспортної моделі міста. Такі перетворення значно підвищать не тільки економічну ефективність функціонування транспортних підприємств, а й позитивно вплинуть на навколишнє середовище, зроблять громадський міський пасажирський транспорт більш привабливим для пасажирів, підвищать соціальний добробут громадян. Пропонується розбити місто на 12 умовних транспортних районів, до яких поступово застосовувати процес запропонованої оптимізації. Винайдено критерії оцінки і цільові показники, що якнайкраще описують транспортне сполучення міста, подано пропозиції щодо їх оптимізації.

Ключові слова: міський громадський транспорт, маршрутна мережа, транспортна модель, дорожньо-транспортна система, оптимізація.

В статье дано теоретическое обоснование достижения экономически устойчи-

вого уровня функционирования пассажирского транспортного сообщения города Киева. Разработаны и предложены кратко-, средне- и долгосрочные сценарии, предусматривающие преобразование общественной транспортной системы путем создания новых, изъятия и модификации существующих маршрутов с одновременным усовершенствованием существующей дорожньо-транспортной сети и транспортної модели столицы. Такие преобразования значительно повысят не только экономическую эффективность функционирования транспортных предприятий, но и положительно скажутся на состоянии окружающей среды, сделают общественный городской пассажирский транспорт значительно более привлекательным, повысят социальное благополучие горожан. Предлагается разбить город на 12 условных транспортных районов, к которым последовательно применит процесс предложенной оптимізації. Выявлены критерии оценки и целевые показатели, которые наилучшим образом с экономической точки зрения описывают состояние транспорта города, поданы предложения по их оптимізації.

Ключевые слова: городской общественный транспорт, маршрутная сеть, транспортная модель, дорожньо-транспортная система, оптимізація.

The article provides a theoretical and methodological rationale for the modernization of the public urban transport system in the capital of Ukraine. The emphasis is on the transformation of the current imperfect from the economic point of view route network. Having optimized it, the goal of bringing the rolling stock in compliance with the standards will be achieved, the time spent by passengers in transport will be significantly reduced, and the comfort, safety and reliability of transportation will increase. The proposed methodological approach is needed to substantiate and implement the modernization mechanism of the city's public transport system in Kyiv, scientific management of the process of bringing the industry out of a protracted crisis and achieving an economically sustainable level of passenger transport in the capital of Ukraine. Short-term, medium-term and long-term scenarios have been developed and proposed for transforming the passenger transport system in Kyiv. The ways of implementing the necessary transformations are indicated, in particular, a methodical approach to the creation of new ones, the withdrawal and modification of existing urban transport routes with the simultaneous improvement of the existing road-transport network and the existing transport model of the capital has been proposed. All scenarios involve the purchase of new units of rolling stock. Such transformations will significantly increase not only the economic efficiency of transport enterprises, but also have a positive impact on the state of the environment, will make public urban passenger transport much more attractive, will increase the social well-being of citizens. In the described model, it is proposed to divide the city into 12 conditional transport areas, to which the proposed optimization process is consistently applied. The evaluation criteria and target indicators that best describe the state of the transport system of the city of Kyiv from an economic point of view are identified. The article considers proposals for optimizing the identified criteria and target indicators.

Key words: urban public transport, route network, transport model, road-transport network, optimization.

Постановка проблеми. Збитковість міського громадського транспорту в крупних містах України є наслідком не тільки глобальної проблеми – неефективного управління галуззю, а й низки конкретних проблем, що роками залишаються невіршеними попри всі зусилля міських рад та підприємств-перевізників. Одне з невіршених питань, що залишається без розгляду, – застаріла нераціональна маршрутна мережа міського пасажирського транспорту.

Маршрутна мережа повинна мати за мету забезпечувати населення можливістю вибору шляху пересування з декількох наявних варіантів, що мають мінімально відрізнятися від найкоротшого

за часом і відстанню між точками відправлення та призначення. Досягнення цієї мети не тільки дасть змогу привести у відповідність до норм коефіцієнт заповнення салонів рухомого складу, а й скоротити час перебування пасажирів у транспорті, підвищить комфорт, безпеку та надійність здійснення перевезень, що позитивно відіб'ється на іміджі міського громадського транспорту, підвищить його привабливість серед пасажирів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема недостатньої оптимізації діяльності міського громадського транспорту, а саме певна невідповідність між пропозицією та попитом на громадський транспорт, не оптимізована маршрутна мережа,

неузгодженість розкладів руху між різними видами громадського транспорту, дублювання маршрутів, фінансова нестабільність галузі та відсутність єдиної електронної системи оплати транспортних послуг, стала останнім часом предметом широкої дискусії як вітчизняних, так і закордонних фахівців [1–12]. Так, проблемами та перспективами розвитку міського електричного транспорту опікуються К.В. Гендіна [2] та В.С. Постніков [3], а Н.В. Добрава та ін. [4] досліджують напрями вдосконалення діяльності міського електротранспорту. Тенденції розвитку міського електротранспорту в контексті євроінтеграційних процесів в Україні досліджує д.е.н., професор, завідувач кафедри економіки підприємств, бізнес-адміністрування та регіонального розвитку Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова О.В. Димченко зі співробітниками [5]. В.П. Власова звертає увагу на особливості формування та функціонування систем пасажирського транспорту міста Києва, а Т.Г. Затонацька досліджує цю ж проблематику, але вже в рамках транспортного сектору економіки України. Автори даної статті теж не були осторонь проблематики забезпечення достатнього рівня розвитку транспортних систем громадського транспорту й її модернізації та реструктуризації як для конкретного міста, так і для України у цілому, що висвітили, зокрема, у роботах [1; 10; 12] та в низці інших.

Постановка завдання. У статті буде розглянуто питання щодо забезпечення достатнього рівня громадського транспортного обслуговування м. Києва шляхом упровадження декількох інноваційних заходів за умови, що всі транспортні райони та ділянки вулично-дорожньої мережі, включаючи мости через р. Дніпро, по яких здійснюється рух автобусів і тролейбусів, мають бути охоплені маршрутами знов сформованої маршрутної мережі.

Ключові цілі оптимізації маршрутної мережі столиці, на нашу думку, окреслено такими критеріями: 1) мережа, перш за все, відповідає потребам пасажирів; 2) мережа слугує потребам міста; 3) підвищується ефективність витрат на утримання мережі; 4) досягається мета щодо захисту довкілля та соціального добробуту громадян.

Отже, метою статті є надання теоретичних основ для розв'язання означених завдань щодо оптимізації маршрутів міського громадського транспорту столиці.

Виклад основного матеріалу дослідження. Модель функціонування міської пасажирської транспортної системи загалом складається з моделі транспортної мережі, моделі потреб в пересуваннях, моделі маршрутної мережі та моделі розподілу пасажиропотоків [10]. Модель маршрутної мережі є ключовим наголосом моделювання. Вона складається з трас маршрутів та

їхніх провізних можливостей, що в підсумку визначають показники ефективності всієї транспортної системи. Алгоритм формування маршрутної мережі докладно описаний в [11], що нині стало класичним описом. Ми розширили схему алгоритму, що приведений в [11], створивши схему моделювання маршрутної мережі з розбивкою на блоки (рис. 1). Чотири етапи алгоритму (математичний опис транспортної мережі міста; визначення ємності транспортних районів; розрахунок матриці найкоротших відстаней; розрахунок матриці кореспонденцій) належать до блоку підготовки бази моделювання маршрутної мережі. Інші три етапи (визначення ймовірності вибору шляху прямування; розподіл пасажиропотоків між маршрутами; розрахунок інтегральних показників роботи маршрутів) належать до блоку визначення показників роботи транспортних підприємств. Ці два етапи (формування трас множини маршрутів та вибір маршрутів, що входять до мережі, із множини конкурентних маршрутів) належать до блоку формування маршрутної мережі міста.

Підготовка інформаційної бази моделювання транспортної мережі передбачає збір вихідних даних про наявну транспорту мережу міста, характеристики вулично-дорожньої мережі і транспортний попит на пересування пасажирів. Аналіз попиту на автобусне сполучення м. Києва зроблений авторами в попередній публікації [12].

Вирішуючи основну мету статті – розроблення раціональної маршрутної мережі Києва, – пропонується розбити місто на 12 умовних транспортних районів, до яких поступово застосовувати процес оптимізації, але цьому передуює, як ми вже зазначили, вивчення існуючої транспортної мережі та транспортної моделі міста.

Процес вивчення кожного з визначених транспортних районів включає: оцінку існуючих маршрутів (фактичний пасажиропотік, наявність дублювання, чи потрібні подовження/скорочення, виправлення по прямоті прямування тощо); визначення нових стратегічно важливих маршрутів для перевезення на довгі відстані, що сьогодні не обслуговуються існуючими маршрутами, й які основані на аналізі переміщень між початковими та кінцевими точками та доступності їх у місцях найбільшого скупчення пасажирів; коригування маршрутів у зв'язку зі стратегічними пунктами пересадки в тих місцях, де це прийнятно пасажирам; коригування маршрутів у зв'язку з їх оптимальним об'єднанням/дрібненням, а також розвиток нових локальних (невеликих за протяжністю) маршрутів.

Критерії оцінки та цільові показники, що мають місце в сьогodenні автобусного сполучення столиці, зведено в табл. 1.

Пропонуються три сценарії перетворення громадського транспортного сполучення м. Києва:

короткостроковий, середньостроковий і довгостроковий.

1. Короткостроковий сценарій пропонує деякі зміни маршрутів перевезень, що вимагають мінімальних вкладень на перебудову наявної транспортної інфраструктури (наприклад, прості зміни до існуючих розв'язок дорожньо-вуличної мережі), потребує інвестицій в оновлення парку рухомого складу.

2. Середньостроковий сценарій пропонує зміни маршрутів перевезень, що вимагають більш суттєвих вкладень у перебудову наявної інфраструктури, надання пріоритету автобусному сполученню.

2. Середньостроковий сценарій пропонує зміни маршрутів перевезень, що вимагають більш суттєвих вкладень у перебудову наявної інфраструктури, надання пріоритету автобусному сполученню.

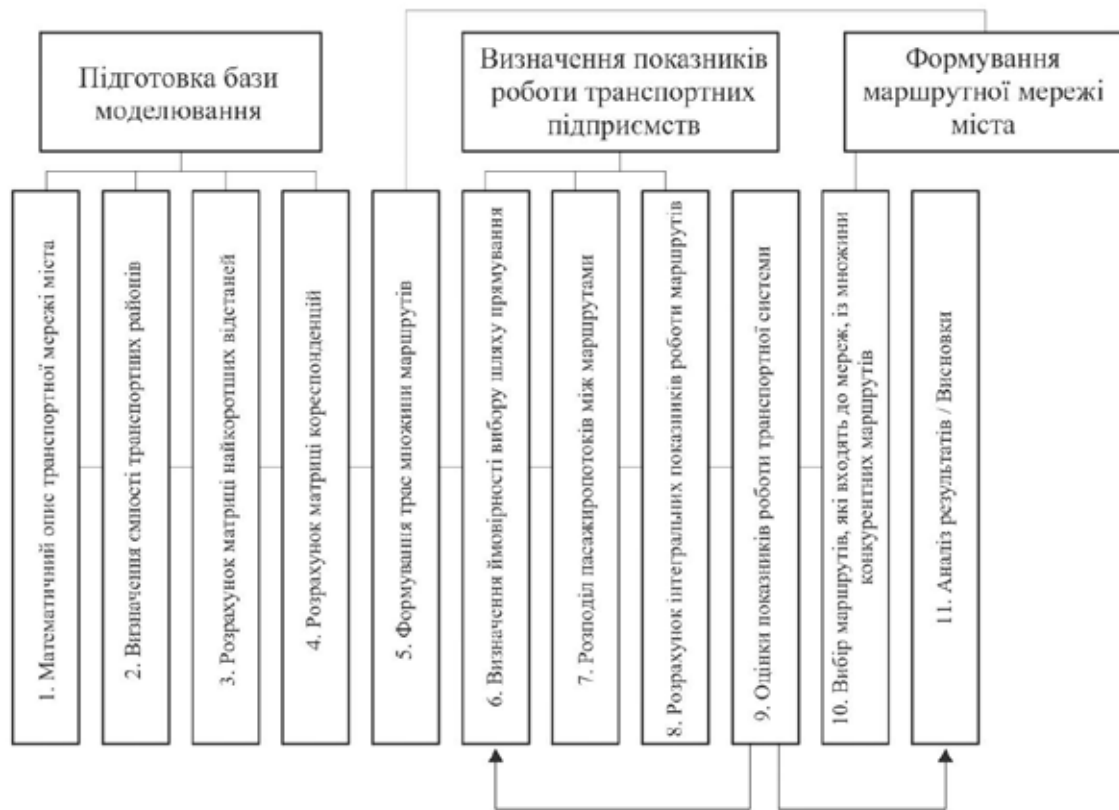


Рис. 1. Удосконалена схема моделювання маршрутної мережі

Таблиця 1

Критерії оцінки та цільові показники автобусного сполучення м. Києва

Цільові показники	Критерії вимірювання	Кількісні характеристики
Потужність	Кількість пасажирів, перевезених на 1 км пробігу транспортного засобу, осіб	5,7
	Середньоденна кількість пасажирів, перевезених одним транспортним засобом, осіб	1015
Енергоефективність	Загальнорічний обсяг споживання енергії, ТДж	2021
	Обсяг споживання енергії на пасажиро-кілометр пробігу, МДж/пас.-км	0,58
	Обсяг споживання енергії на машино-кілометр пробігу, МДж/маш.-км	11,8
Доступність до місця призначення за допомогою різних видів наземного транспорту	Відсоток населення, що за допомогою наземного громадського транспорту може протягом 60 хвилин дістатися, %:	
	– центра міста	35
	– Троєщини	30
	– Оболоні	68
	– промислової зони Відрадного	46
	– ТРЦ «Оушен Плаза»	41
Ефективність витрат на мережу	Середня операційна вартість забезпечення мережі відносно кількості перевезених пасажирів, грн/пас.	2,8
Пересадність	Середня кількість пересадок, що роблять пасажирів протягом однієї поїздки громадським транспортом, шт.	1,6

ченню в дорожньому русі, потребує інвестицій в оновлення парку рухомого складу.

3. Довгостроковий сценарій пропонує створення маршрутів для масових перевезень пасажирів, оснований на даних пасажиропотоків, включає перетворення за першим та другим сценаріями та також потребує інвестицій в оновлення парку рухомого складу.

У центрі уваги три перетворення громадської транспортної мережі: створення, видалення та модифікація маршрутів.

Наприклад, за короткостроковим сценарієм пропонується створення 16 нових маршрутів міського транспорту, зміна 38 існуючих маршрутів, видалення 107 маршрутів, 163 маршрути зберігаються, набуваючи новий план слідування. За середньостроковим сценарієм створюються три додаткові нові маршрути, шість маршрутів попереднього сценарію стають з автобусних тролейбусними та ще вісім модифікуються; 11 маршрутів видаляється додатково, 193 маршрути міського транспорту з попереднього сценарію зберігаються. За першим сценарієм загалом буде діяти 217 маршрутів, за другим – 210.

Причин видалення маршрутів може бути декілька. Наприклад, пасажирів може перебрати

на себе новий маршрут (59 маршрутів), відміна дублюючих маршрутів (34), маршрути, що є задовгими, замінюються маршрутами зі зручною пересадністю (11), маршрути з низьким пасажиропотоком (попитом) замінюють на інші маршрути (7). Для всіх видалень ураховано передачі пасажирів до інших маршрутів, а оптимізована в такий спосіб транспортна мережа стає більш прибутковою для підприємств-перевізників. Окрім того, за середньострокового сценарію передбачається подовження електромереж тролейбусного сполучення на 27,4 км, надання пріоритету смугам для руху автобусів на 62,3 км вулично-дорожньої мережі, поліпшення пунктів пересадок (шість приміських та 13 існуючих міських), створення чотирьох нових пересадок, перепроєктування 10 транспортних розв'язок.

Нами оцінено впливи оптимізації на автобусне сполучення м. Києва, цільові показники якого були приведені в табл. 1. Наведемо деякі з них, що дістали оптимізації, розмістивши в табл. 2.

Також було оцінено інші ключові показники роботи транспортних підприємств та їх зміни за умов упровадження коротко- та середньострокового сценаріїв, що наглядно показано на діаграмах рис. 2–5.

Таблиця 2

Оцінка впливів оптимізації автобусного сполучення м. Києва

Цільові показники і вплив на них заходів, що пропонуються	Критерії вимірювання	Існуючі кількісні характеристики	Короткостроковий сценарій	Середньостроковий сценарій
Потужність, збільшення на 45 %	Кількість пасажирів, перевезених на 1 км пробігу транспортного засобу, осіб	5,7	7,8	8,2
	Середньоденна кількість пасажирів, перевезених одним транспортним засобом, осіб	1015	1243	1274
Енергоефективність, суттєві поліпшення	Загальнорічний обсяг споживання енергії, ТДж	2021	1551	1494
	Обсяг споживання енергії на пасажиро-кілометр пробігу, МДж/пас.-км	0,58	0,45	0,43
	Обсяг споживання енергії на машино-кілометр пробігу, МДж/маш.-км	11,8	12,5	12,7
Доступність до місця призначення за допомогою різних видів наземного транспорту, зріс майже вдвічі	Відсоток населення, що за допомогою наземного громадського транспорту може протягом 60 хвилин дістатися, %:			
	– центра міста	35	75	
	– Троєщини	30	67	
	– Оболоні	68	63	
	– промислової зони Відрадного	46	74	
– ТРЦ «Оушен Плаза»	41	61		
Ефективність витрат на мережу, скорочення на 14 %	Середня операційна вартість забезпечення мережі відносно кількості перевезених пасажирів, грн/пас.	2,8	2,50	2,47
Пересадність, скорочення на 20%	Середня кількість пересадок, що роблять пасажирів протягом однієї поїздки громадським транспортом, шт.	1,6	1,49	1,47

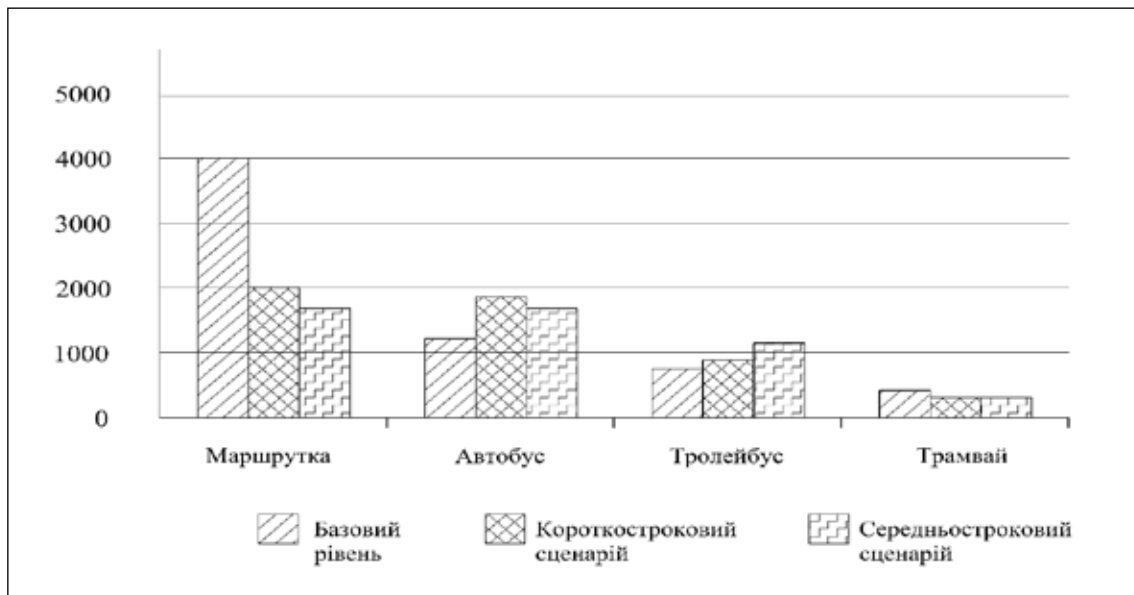


Рис. 2. Загальна довжина мережі, км

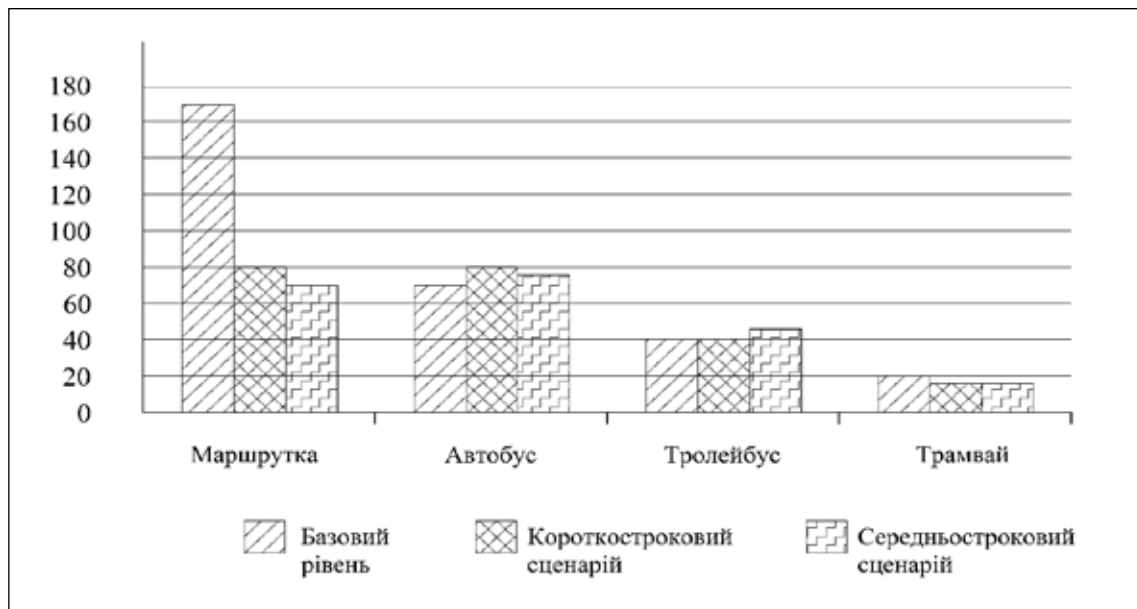


Рис. 3. Кількість маршрутів, шт.

Вплив упровадження коротко- та середньострокового сценаріїв на розмір парку рухомого складу м. Києва показаний у табл. 3.

Також оцінено вплив упровадження коротко- та середньострокового сценаріїв на енергоспоживання, показаний на діаграмах (рис. 6–8).

Так, за короткостроковим сценарієм використання дизельного палива скорочується на 36% (рис. 6), але підвищується використання електроенергії на 17% (рис. 7), але разом із тим загальне енергоспоживання зменшується на 23% (рис. 8). Обсяги викидів парникових газів від транспортних засобів за обома сценаріями зменшуються на 20% (рис. 9).

Вплив на річні операційні витрати за коротко- та середньостроковим сценаріями зведений у табл. 4.

Вплив на частку видів громадського транспорту в транспортному сполученні м. Києва за коротко- та середньостроковим сценаріями показаний на діаграмі рис. 10.

Висновки з проведеного дослідження. Існуюча мережа громадського транспорту м. Києва погано слугує потребам міста та пасажирів. Проведений аналіз показує значне поліпшення потенціалу громадського транспортного сполучення завдяки оптимізації мережі навіть за коротко- та середньостроковим сценаріями. Запропоновані сценарії можуть бути використані поступово для

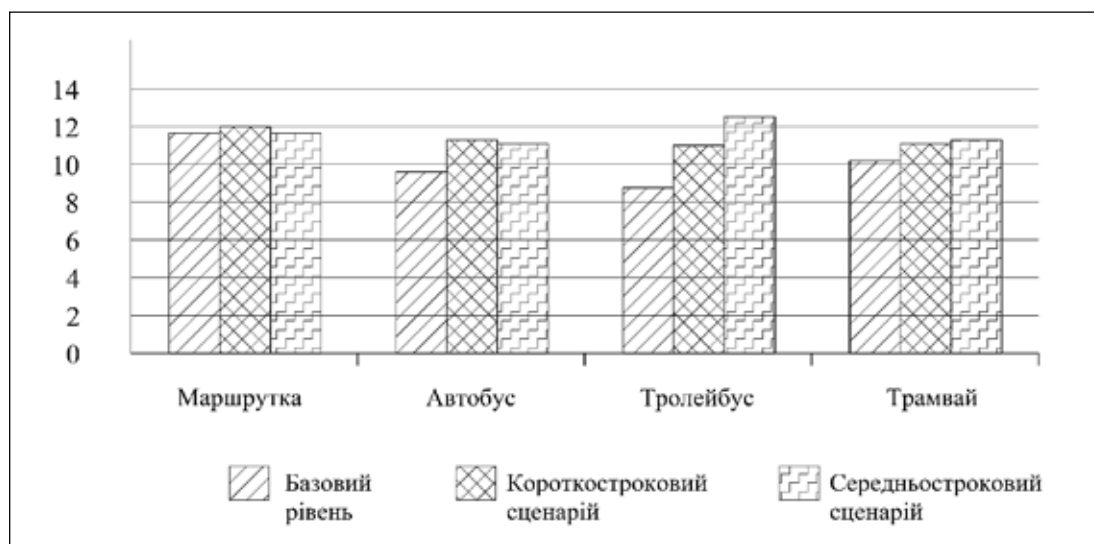


Рис. 4. Середня довжина маршруту, км

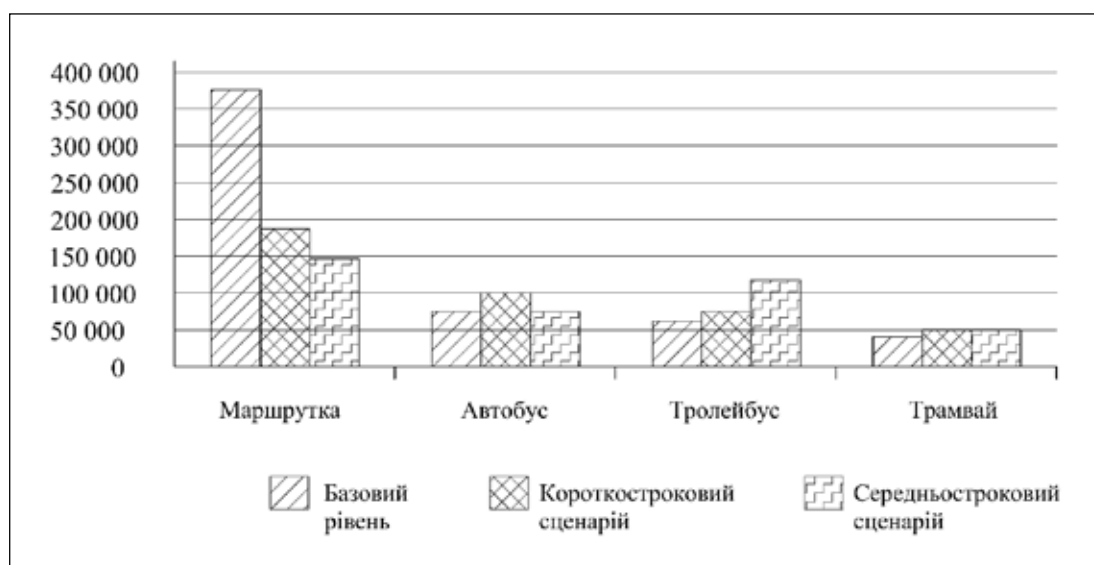


Рис. 5. Відстань, яку проїжджає транспортний засіб за день, км

Таблиця 3

Вплив упровадження коротко- та середньострокового сценаріїв на розмір парку рухомого складу м. Києва

Види міського громадського транспорту	Розмір парку рухомого складу				Зміна розміру парку рухомого складу	
	Базовий рівень		за короткостроковим сценарієм	за середньостроковим сценарієм	за короткостроковим сценарієм	за середньостроковим сценарієм
	загальна кількість рухомого складу підприємств	кількість рухомого складу, що використовується				
маршрутка	2062	1804	1051	861	-753	-943
автобус	567	370	601	474	+231	+104
тролейбус	500	369	541	787	+172	+418
трамвай	378	289	351	361	+62	+72
разом	3507	2832	2543	2483	-289	-349

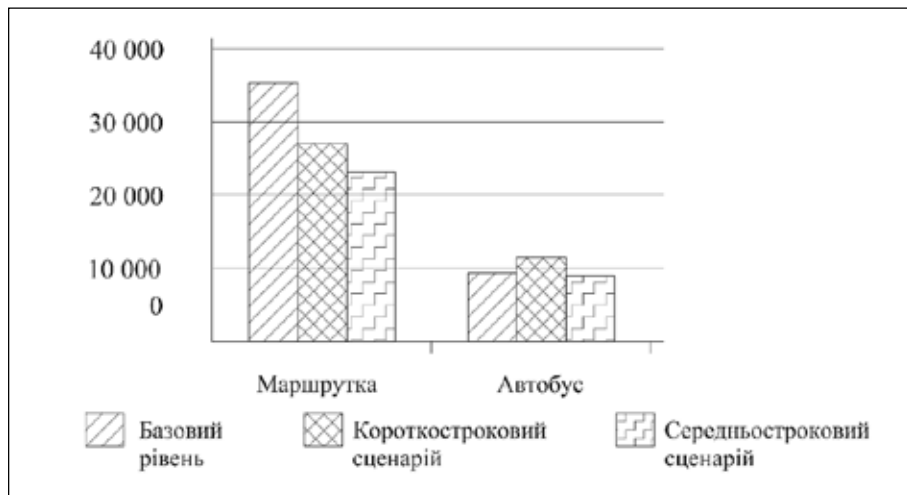


Рис. 6. Використання дизельного палива, л/рік

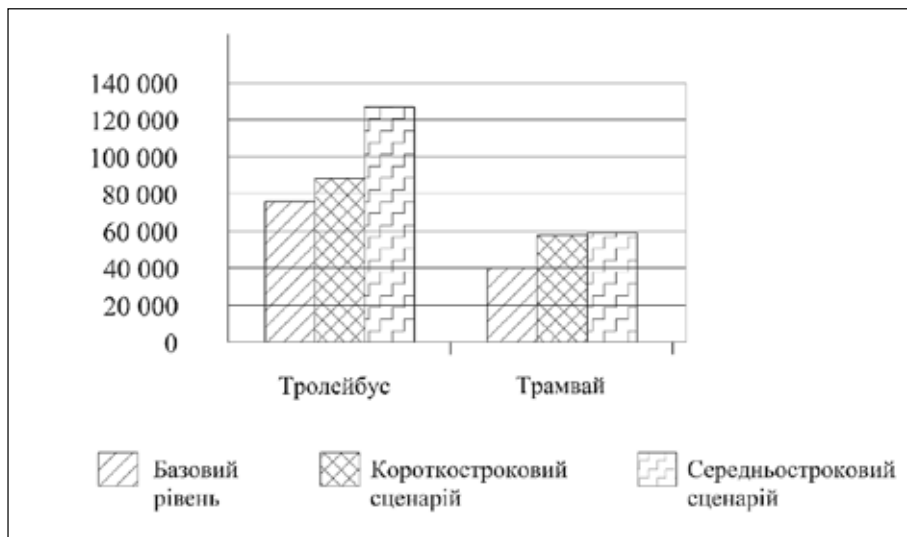


Рис. 7. Використання електроенергії, кВт-год/рік

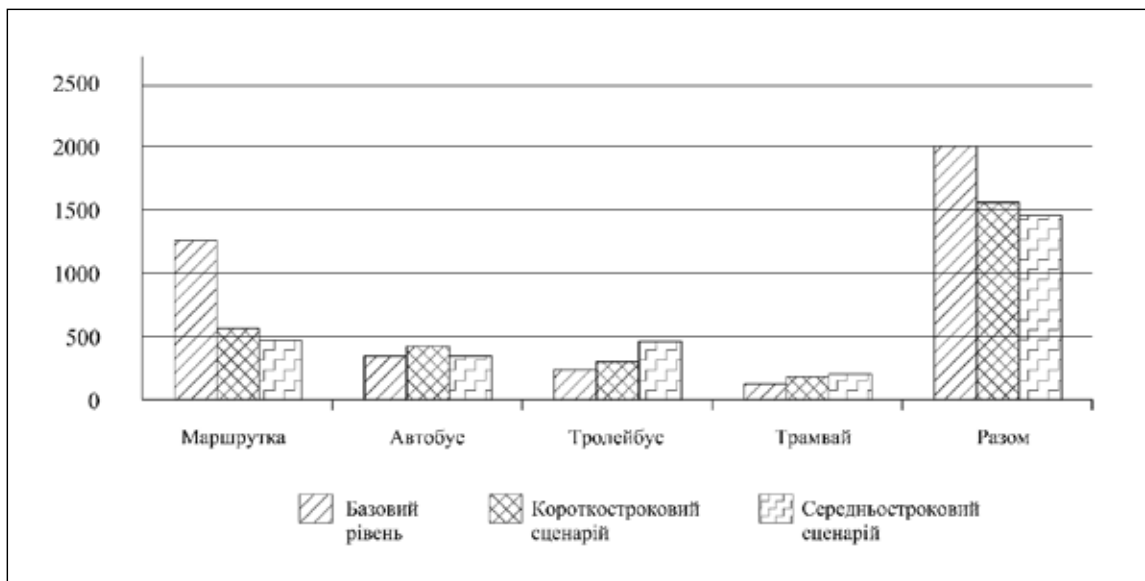


Рис. 8. Енергоспоживання, ТДж/рік

кожного з визначених транспортних районів столиці: короткостроковий із легкістю може бути реалізований просто зараз, середньостроковий вимагає інвестицій і перегляду існуючого дорожнього руху, а довгостроковий потребує більш детальної та довгої підготовки, але є, безумовно, найперспек-

тивнішим із погляду оптимізації. За запропонованими сценаріями скорочуються операційні витрати на утримання мережі, що позитивно відіб'ється на економічному ефекті від упровадження заходів, що пропонуються; крім того, ефективність заходів досягається в частині енергоспоживання, викорис-

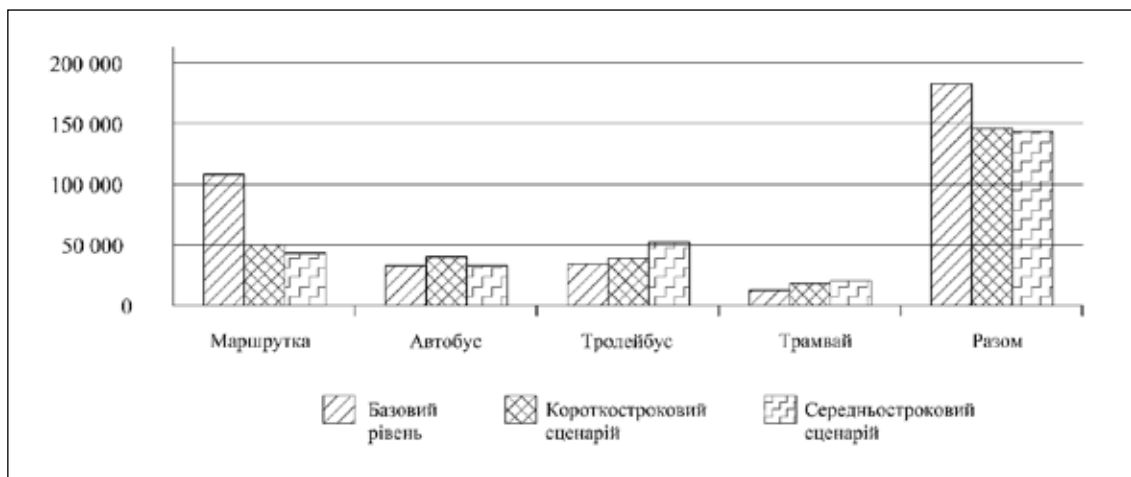


Рис. 9. Узагальнені річні викиди CO₂ (вихлопні гази + виробничі викиди)

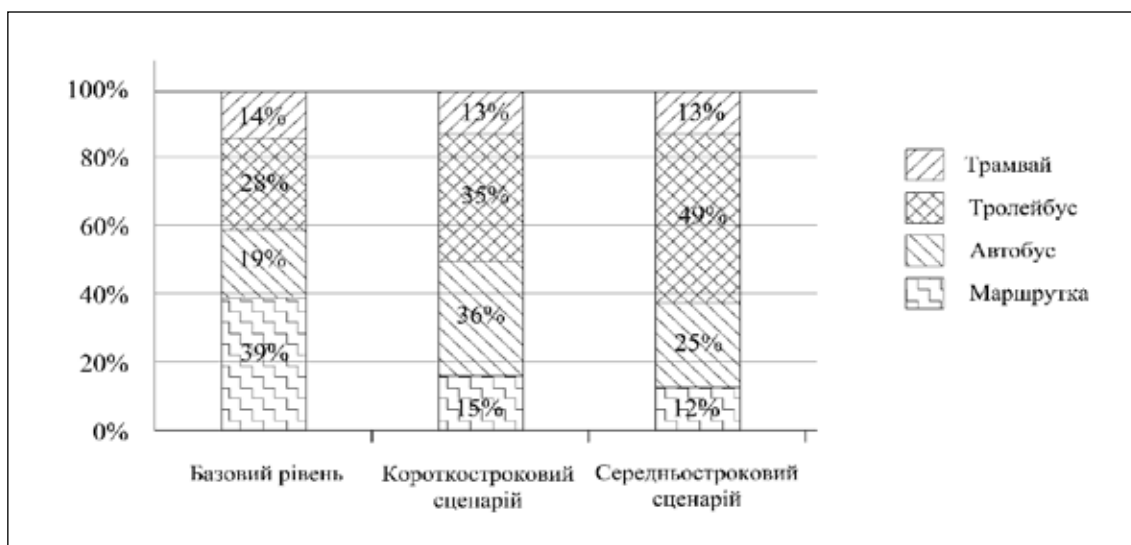


Рис. 10. Частка наземних видів громадського транспорту

Таблиця 4

Вплив на річні операційні витрати громадського транспортного сполучення м. Києва

Види міського громадського транспорту	Оцінені річні операційні витрати, млн грн		
	базовий рівень	за короткостроковим сценарієм	за середньостроковим сценарієм
маршрутка	1212	578	469
автобус	551	694	535
тролейбус	429	501	738
трамвай	245	337	345
разом	2436	2110	2088
Оцінене чисте скорочення		-326	-348

тання палива та обсягів викидів. За запропонованими сценаріями досягається мета щодо захисту довкілля та соціального добробуту громадян.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Палант О.Ю. Стратегія системної модернізації міського електричного транспорту. Харків : Золоті сторінки, 2016. 360 с.

2. Гнедина К.В. Проблеми та перспективи розвитку міського електричного транспорту. *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. 2017. № 74. С. 11.

3. Постніков В.С. Сучасні проблеми та перспективи розвитку систем міського транспорту. *Економічний аналіз*. 2018. Т. 28. № 2. С. 64–70.

4. Добрава Н.В., Осипова М.М., Нечепуренко М.С. Напрями удосконалення діяльності міського електротранспорту. *Причорноморські економічні студії*. 2017. Вип. 14. С. 58–64.

5. Димченко О.В., Курду А.С. Обґрунтування тенденцій розвитку підприємств міського електричного транспорту у контексті євроінтеграційних процесів в Україні. *Комунальне господарство міст*. 2014. № 113. С. 3–10.

6. Власова В.П. Особливості формування та функціонування системи пасажирського транспорту міста Києва. *Сталий розвиток міст. Управління проектами і програмами міського і регіонального розвитку*. 2012. URL : <http://eprints.kname.edu.ua/29813/1/82.pdf> (дата звернення: 11.06.2019).

7. Затонацька Т.Г. Розвиток транспортного сектору економіки України: існуючий стан та європейський досвід. *Економіка: реалії часу*. 2015. № 1(17). С. 180–189. URL : <http://economics.ohu.ua/files/archive/2015/n1.html> (дата звернення: 12.06.2019).

8. Who uses smart card? Understanding public transport payment preference in developing contexts, a case study of Manila's LRT-1 / Y. Lu et al. *IATSS Research*. 2019. № 43. P. 60–68. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0386111218300670> (дата звернення: 28.05.2019).

9. Olivková I. Comparison and Evaluation of Fare Collection Technologies in the Public Transport. *Procedia Engineering*. 2017. № 178. P. 515–525. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817300991> (дата звернення: 29.05.2019).

10. Палант О.Ю. Методика формування раціональної маршрутної мережі міського пасажирського транспорту із множини конкурентоздатних маршрутів. *Управління сучасним містом*. 2013. № 3–4/7–12(51–52). С. 35–39.

11. Доля В.К. Пасажирські перевезення : підручник. Харків : Форт, 2011. 504 с.

12. Водовозов Е.Н., Палант А.Ю. Оценка спроса на услуги городского транспорта г. Киева. *Держава та регіони. Серія «Економіка та підприємництво»*. 2019. № 3(108). С. 118–123.

REFERENCES:

1. Palant O. (2016) Stratehiya systemnoyi modernizatsiyi mis'koho elektrychnoho transportu [Strategy of system modernization of urban electric transport]. Kharkiv: Golden Pages. 360 p.

2. Hnedina K.V. (2017) Problemy ta perspektyvy rozvytku mis'koho elektrychnoho transportu [Problems and prospects of urban electric transport development]. *Bulletin of the Chernihiv State Technological University*, no. 74, pp. 11-19.

3. Postnikov V.S. (2018) Suchasni problemy ta perspektyvy rozvytku system mis'koho transport [Modern problems and prospects of urban transport systems development]. *Economic analysis*, vol. 28, no. 2, pp. 64-70.

4. Dobrava N.V., Osypova M.M., Nечepurenko M.S. (2017) Napryamy udoskonalennya diyal'nosti mis'koho elektrotransportu [Directions of improvement of activity of city electric transport]. *Black Sea Economic Studies*, vol. 14, pp. 58-64.

5. Dimchenko O.V., Kurdu A.C. (2014) Obgruntuvannya tendentsiy rozvytku pidpryemstv mis'koho elektrychnoho transportu u konteksti yevrointehratsiynykh protsesiv v Ukrayini [Substantiation of tendencies of development of enterprises of urban electric transport in the context of European integration processes in Ukraine]. *Municipal economy of cities*, no. 113, pp. 3-10.

6. Vlasova V.P. (2012) Osoblyvosti formuvannya ta funktsionuvannya system pasazhyrskoho transportu mista Kyieva [Features of the formation and functioning of the passenger transport system of the city of Kiev]. *Stalyi rozvytok mist. Upravlinnia proektamy miskoho i rehionalnogo rozvytku* [Sustainable urban development. Management of projects and programs of urban and regional development] (electronic journal). Available at: <http://eprints.kname.edu.ua/29813/1/82.pdf> (assessed 11 June 2019).

7. Zatonatskaya T.G. (2015) Rozvytok transportnoho sektoru ekonomiky Ukrayiny: isnuuyuchy stan ta yevropeys'kyy dosvid [Development of the transport sector of the Ukrainian economy: the current state and European experience]. *Ekonomika: realiyi chasu* [Economics: realities of time] (electronic journal), no. 1(17), pp. 180-189. Available at: <http://economics.ohu.ua/files/archive/2015/n1.html> (assessed 12 June 2019).

8. Who uses smart card? Understanding public transport payment preference in developing contexts, a case study of Manila's LRT-1. Y. Lu et al. / *IATSS Research* 43 (2019) 60–68. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0386111218300670> (assessed 28 May 2019).

9. Comparison and Evaluation of Fare Collection Technologies in the Public Transport. Ivana Olivková / *Procedia Engineering* 178 (2017) 515–525. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817300991> (assessed 29 May 2019).

10. Palant O. (2013) Metodyka formuvannya ratsional'noyi marshrutnoyi merezhi mis'koho pasazhyrskoho transportu iz mnozhyny konkurentozdatnykh marshrutiv. [Methodology of forming a rational route network of urban passenger transport from a variety of competitive route]. *Contemporary city management*, no. 3-4/7-12 (51-52), pp. 35-39.

11. Dolia V.K. (2011), Passazhirski perevezennia [Passenger transportation], textbook. Kharkiv: Fort, 504 p. (in Ukraine).

12. Vodovozov Ye., Palant O. (2019) Otsenka sprosa na uslugi gorodskogo transporta g. Kyieva [Estimation of demand for urban transport services in Kyiv]. *State and regions. Series: Economics and Business*, no. 3, pp. 118-123.