

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2025. № 6.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.6.105>

УДК 656.5

А. О. Будник,

аспірант, Київський національний університет будівництва і архітектури

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-9530-2679>

УПРАВЛІНСЬКА ОЦІНКА ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРАНСПОРТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

A. Budnyk,

Postgraduate student,

The Kyiv National University of Construction and Architecture

MANAGERIAL EVALUATION OF URBAN PASSENGER TRANSIT DEVELOPMENT PROJECTS USING TRANSPORT MODELING

Стаття присвячена розгляду актуального для Києва питання обґрунтування варіантів обслуговування міським пасажирським транспортом віддаленого від інших районів північного лівобережжя міста, де розташований найбільший за населенням житловий масив столиці – Вигурівщина-Троєщина. Досліджено деталі альтернативного класичному метрополітену варіанту виконання цієї задачі за допомогою швидкісного трамваю, який зазвичай є більш дешевим у будівництві. На основі прогнозів транспортної моделі міста здійснено розрахунок максимального попиту в

години «пік» на транспортний коридор між північним лівобережжям Києва і його центром на правому березі. Отримані дані дозволили порівняти цей попит і провізну спроможність метрополітену та різних видів трамвайного рухомого складу, щоб визначити їхню здатність забезпечити перевезення пасажирів у комфортних умовах. У статті розроблено підхід до визначення відповідності провізної спроможності транспорту і прогнозованого навантаження на транспортному коридорі, що дозволяє обрати доцільний вид міського пасажирського транспорту і рухомий склад. Сформований підхід може використовуватися у подальших дослідженнях, присвячених удосконаленню міських пасажирських перевезень.

The article examines the relevant issue for Kyiv of substantiating options for urban passenger transport service in the northern left-bank part of the city, which is remote from other districts of the city, where the largest residential area of the capital is located – Vygurivshchyna-Troyeshchyna. Literature review showed the lack of research on this exact topic and overall on topic of determining the rush hour passenger flow based on transport modelling and choosing the optimal urban transit mode and its rolling stock to satisfy passenger's demand. The details of an alternative to the classic metro option for performing this task using a high-speed tram, which is usually cheaper to build, are studied. Based on the forecasts of the city's transport model, the maximum demand during rush hours for the transport corridor between the northern left-bank part of Kyiv and its center on the right bank was calculated. The data obtained allowed to compare this demand and the carrying capacity of the metro and various types of tram rolling stock in order to determine their ability to provide passenger transportation in comfortable conditions. The study that was carried out showed that demand in Podilsko-Vygurivska metro line corridor between left bank of Kyiv and its center on the right bank greatly exceeds the capacity of tram vehicles and can be satisfied only with a classic metro. However, if a tendency of reduction in urban transit demand due to remote jobs remains the same, speed tram line with a frequency of 40

vehicles per hour and rolling stock that carries more than 200 passengers, combined with new additional bus routes can satisfy that demand. An approach to determining the correspondence between the carrying capacity of transit and the predicted passenger demand in the transit corridor was formed in this article, which allows to choose the optimal urban transit mode and rolling stock. The invented approach can be used in further similar studies.

In the context of rapid changes in the socio-economic situation, it is advisable to use adaptive, flexible project management models (e.g., Agile), which allow to quickly respond to and adjust solutions in accordance to the current needs and capabilities of the city.

Ключові слова: міський пасажирський транспорт, провізна спроможність транспорту, транспортне моделювання, проекти розвитку транспортної інфраструктури, швидкісний трамвай, метрополітен.

Keywords: urban transit, transit capacity, transport modelling, transport infrastructure development projects, speed tram, metro.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Можливість заміни запланованих ліній метрополітену швидкісним трамваєм є розповсюдженим питанням у багатьох містах, які не мають достатньо коштів, щоб забезпечити швидкий розвиток метро. Швидкісний трамвай у певних випадках може стати більш ефективною альтернативою метро з точки зору співвідношення витрат до вигоди, адже він також спроможний забезпечувати перевезення великої кількості пасажирів із високою швидкістю, при цьому його впровадження є більш простим і дешевим.

Останні десять років серед транспортних експертів Києва активно обговорюється ідея заміни проєктованої четвертої, Подільсько-Вигурівської лінії столичного метрополітену (далі – ПВЛ), яку неофіційно часто називають «Метро на Троєщину», швидкісним трамваєм задля забезпечення

Вигурівщини-Троєщини якісним транспортним зв'язок з правим берегом Києва. Це аргументується значно меншою вартістю будівництва трамвайних ліній порівняно з метрополітеном, а також наявністю розвинутої трамвайної мережі на Троєщині і Подолі, для з'єднання яких треба лише прокласти колії через Подільський мостовий перехід (далі – ПМП) і зробити певну реконструкцію колій на Подолі, тоді як для метрополітену необхідно будувати повністю нову інфраструктуру. Однак обґрунтування такого рішення розрахунками, окрім порівняння приблизних вартостей проєктів, не було здійснено.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Транспортна проблема Вигурівщини-Троєщини частково згадується у праці С. Машкевича [1], де вона відзначається як найбільша транспортна проблема Києва, яка залишається невирішеною. Також у цій роботі розглянуто питання альтернатив метро на Троєщину і не до кінця реалізованого потенціалу існуючої у цій місцевості лінії швидкісного трамваю.

А. Лепешко та А. Ган [2] підкреслюють, що збільшення міст — мільйонників з часом викликає необхідність не лише появи метрополітену, а і нарощування його пропускної здатності. Автори також зазначають, що будівництво метрополітену з потенціалом більшої пропускної здатності на початкових етапах дозволяє забезпечити перевезення пасажирів в майбутньому при його повному завантаженні.

У статті А. Тюткіна і Р. Бурауи [3] аналізується можливість впровадження легкого метрополітену (швидкісного трамваю) в м. Дніпро як альтернативи класичному метрополітену, який будується у місті з минулого століття.

Основні особливості транспортного моделювання як інструменту обґрунтування планів розвитку транспортної інфраструктури окреслені у роботі Є. Любого, Н. Пономарьової і О. Чернишової [4].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. В наявних наукових доробках відсутні дослідження, присвячені питанням вибору

альтернативного метрополітену виду міського пасажирського транспорту на основі прогнозованого навантаження на транспортному коридорі, зокрема, аналізу трамваю як заміни метро для зв'язку Вигурівщини-Троєщини з правим берегом Києва. Також у відкритому доступі відсутні розрахунки, які підтверджують чи заперечують здатність трамваю перевезти пасажиропотік, який прогнозується у коридорі ПВЛ від північного лівобережжя міста до центрального залізничного вокзалу через Поділ, Лук'янівку і Галицьку площу.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета дослідження полягає у формуванні підходу до вибору доцільного виду міського пасажирського транспорту за показником його провізної спроможності відповідно до максимального прогнозованого навантаження на транспортний коридор в годину «пік» та оцінці здатності швидкісного трамваю перевезти піковий пасажиропотік, який прогнозується на маршруті між північним лівобережжям Києва і його центральними районами на правому березі, на основі результатів транспортного моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Швидкісний трамвай (далі – ШТ) є рейковою транспортною системою, яка відрізняється від звичайного трамваю передусім відокремленими ділянками руху, що дозволяє розвивати високу швидкість, а також забезпечує більшу частоту руху і дотримання розкладу через незалежність від заторів на дорогах. Такі системи зазвичай запроваджують у випадках, коли потрібно збільшити швидкість перевезень пасажирів, і попит на транспортний коридор перевищує провізну здатність наземного вуличного транспорту, проте недостатній задля доцільності впровадження класичного метрополітену, або ж відсутні необхідні кошти на його будівництво. ШТ має перевагу над метрополітеном щодо більшої гнучкості маршрутів, адже такі лінії, на відміну від наземних ліній метрополітену, можуть зв'язуватися з вуличними трамвайними маршрутами, мати велику кількість розгалужень, проходити значно ближче до житлової забудови і навіть інколи перетинатися з дорогами в одному рівні. Відсутність

потреби у повністю підземних лініях значно скорочує вартість будівництва ШТ, до того ж навіть підземні ділянки цього виду транспорту можуть бути дешевшими, ніж аналогічні в метро, через коротші платформи, менші радіуси поворотів та менший вплив вібрації від трамваю на забудову зверху.

У Європі та Північній Америці системи швидкісного трамваю зазвичай називають легким рейковим транспортом (ЛРТ) або навіть легким метро. В цілому цей вид транспорту можна вважати гібридом класичного метрополітену і трамваю.

Ідея заміни ПВЛ трамваєм полягає у з'єднанні лінії швидкісного трамваю на Вигурівщини-Троєщині, якою проходять трамвайні маршрути №4 та 5, з правобережною трамвайною мережею вздовж вулиць Дмитрівської, Глибочицької, Верхній та Нижній Вал по трасі маршруту №18 через нижній ярус Подільського мостового переходу, який за оригінальним проєктом призначений для прокладання колій метрополітену.

Таке трасування майже повністю дублювало би варіант ПВЛ з трасуванням по вулиці Оноре де Бальзака на Троєщині (яке розглядалося як альтернатива трасуванню через Воскресенку і проспект Червоної Калини), проходячи на правому березі через Лук'янівку, Галицьку площу і центральний залізничний вокзал, з відмінністю у прокладанні лінії через вулиці Верхній та Нижній Вал і Глибочицьку замість півночі Подолу і схилів Татарки (рисунок 1).

Реалізація такого проєкту буде дешевшою, ніж будівництво лінії метрополітену з нуля по цьому трасуванню, через відсутність необхідності будувати станції і тунелі під землею, а також перероблювати лінію швидкісного трамваю по маршруту №4 відповідно до усіх стандартів метрополітену. Одночасно це дозволить нарешті задіяти з максимальною користю цю лінію швидкісного трамваю, яка нині не доходить до місць з високою концентрацією робочих місць та станцій метрополітену. Проте необхідно визначити, чи зможе трамвай перевезти прогнозований

пасажиропотік по маршруту 4 лінії, адже метрополітен характеризується більшою провізною спроможністю, ніж трамвай.

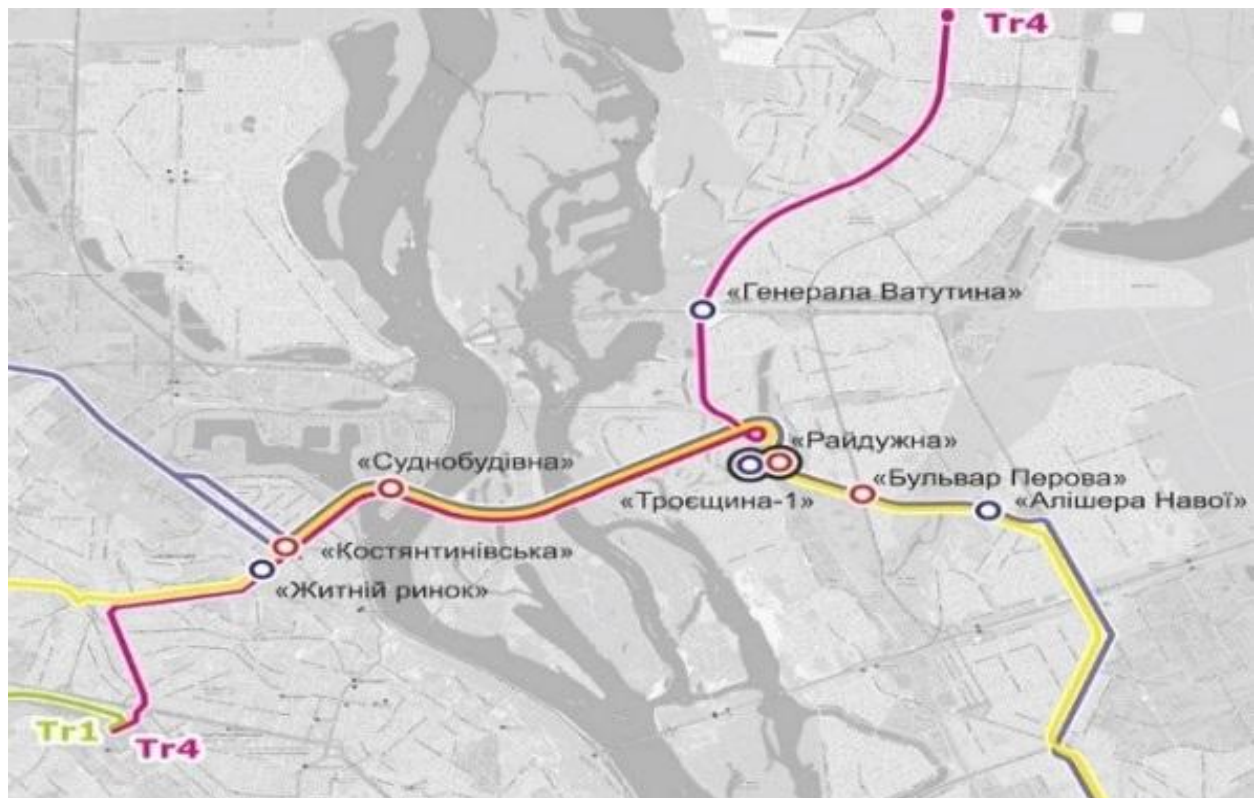


Рис. 1. Трасування маршруту ЛРТ від Троєщини до вокзалу (Tr4 на схемі)

Джерело: [5]

Альтернативи ПВЛ деякий час обговорювалися і на рівні керівництва міста. У 2014 році КМДА заявляла, що спочатку потрібно побудувати трамвайну лінію на Троєщину, адже за приблизними розрахунками вона буде коштувати майже в 7 разів менше, ніж лінія метро [6]. При цьому варіант розглядався як тимчасовий, щоб полегшити транспортну проблему Троєщини у близькому майбутньому, а у далекій перспективі, коли на це будуть кошти, замінити трамвай метрополітеном.

У червні 2019 року мер Києва Віталій Кличко підписав з Міжнародною фінансовою корпорацією (IFC) угоду щодо розвитку швидкісного транспортного коридору на Троєщину. IFC є однією з п'яти інституцій Світового банку, яка сприяє економічному зростанню країн, що розвиваються, через заохочення приватного підприємництва у виробничому

секторі. Корпорація зобов'язалась надати консультативні послуги щодо розвитку транспортної інфраструктури столиці.

Мер Кличко тоді говорив про систему Troyeshina Rapid Transit: «Для нас дуже важливо створити оптимальну транспортну модель, що зможе поліпшити сполучення між різними районами столиці. І в цьому напрямку ми раді співпрацювати і використовувати досвід наших партнерів, світовий досвід, щоб максимально ефективно використовувати ті можливості, які є в нашому місті. Ми говоримо про систему TRT (Troyeshina Rapid Transit)» [7].

Щоправда, не було уточнено, який конкретно вид транспорту це має бути і якою трасою він пройде, адже це могли бути інші альтернативи метро на Троєщину у формі трам-трейну або швидкісного автобусу. Врешті-решт, серйозно проєкт швидкісного трамваю на Троєщину на вищому рівні ніхто не розглядав, і його техніко-економічне обґрунтування не замовлялося. Відповідно не було здійснено розрахунків щодо здатності трамваю обслужити пасажиропотік четвертої лінії метрополітену.

Щоб розглянути це питання, для початку необхідно визначити прогнозований попит на пасажирські перевезення за Подільсько-Вигурівською лінією метрополітену, що можна зробити за допомогою транспортного моделювання.

Транспортне моделювання – це математичне моделювання транспортних систем (перехрестя автомобільних шляхів, мережа громадського транспорту, вулично-дорожня мережа міста тощо) з використанням спеціального програмного забезпечення. Макромоделювання, що здійснюється на рівні великих районів, міст та навіть країни, дозволяє моделювати існуючу та прогнозовану інтенсивність пасажирських та транспортних потоків для оцінки ефекту від впровадження проєктів на стадії їхнього планування.

Транспортна модель Києва була розроблена у 2015 році, у тому ж році на замовлення КМДА була змодельована ділянка ПВЛ від північно-східної околиці Вигурівщини-Троєщини до центрального залізничного вокзалу, яка

покрила б велику частину Троєщини й забезпечила нову лінію пересадками на три існуючі (рисунк 2).

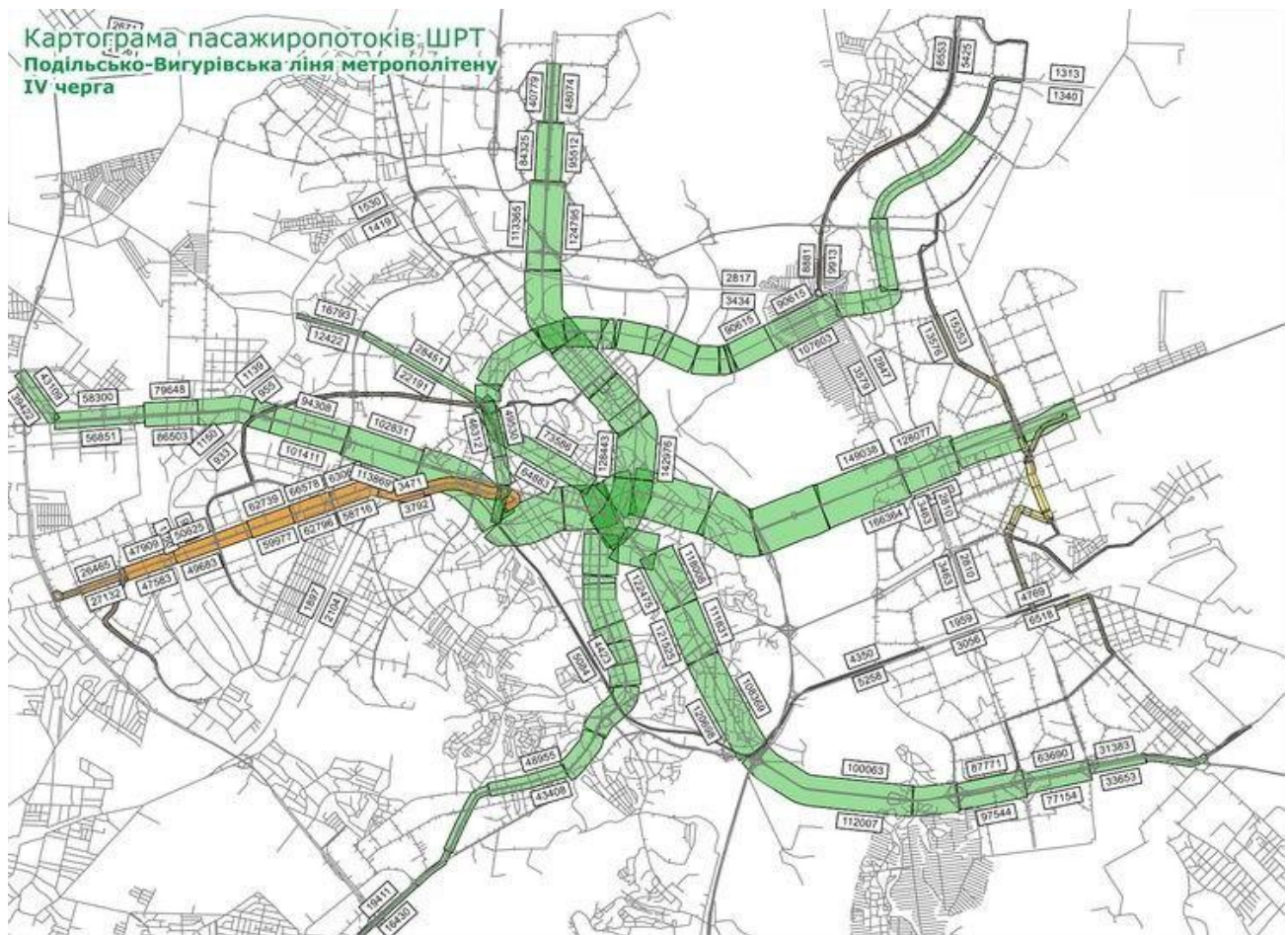


Рис. 2. Прогнозний добовий пасажиропотік рейкового транспорту після завершення будівництва ПВЛ (ділянки «Пухівська» – «Вокзальна»)

Джерело: [5]

Результати цього моделювання демонструють, що прогнозований попит на критичному перегоні лінії між лівим і правим берегом становить 107 603 пасажирів на добу. Для порівняння, за результатами того ж моделювання попит на критичному перегоні першої, Святошинсько-Броварської лінії метро, між станцією «Лівобережна» і правим берегом становив майже 200 тис. пас./добу, а після появи ПВЛ прогнозується його зменшення до 166 тисяч. Попит на критичних перегонах другої і третьої ліній становив 151 і 115 тис. пас./добу відповідно, на правобережній лінії швидкісного трамваю – 59 тис. пас./добу [5]. Отримані результати вже свідчать про те, що очікувані

пасажиропотоки на ПВЛ є наближеними до показників існуючих ліній, попередньо обґрунтовуючи потребу саме у метрополітені в цьому транспортному коридорі.

Визначити найбільше навантаження в годину «пік» можна за допомогою коефіцієнту нерівномірності розподілу пасажиропотоків по годинам, який характеризується як «відношення кількості користувачів, що одночасно перебувають в транспортній мережі в певний проміжок часу, до загальної кількості транспортних відправлень за добу» [8, с. 4-5]. Цей показник стосується як індивідуального, так і громадського транспорту. Наведені на рисунку 3 дані свідчать, що у Києві найбільший обсяг відправлень пасажирів припадає на ранкову годину «пік» з 8:00 до 9:00 – і він становить 16,18 % від добового навантаження. На основі цього можна прогнозувати, що критичне навантаження на ПВЛ буде становити:

$$107\,503 * 0,1618 = 17\,394 \text{ (пас./год)}$$

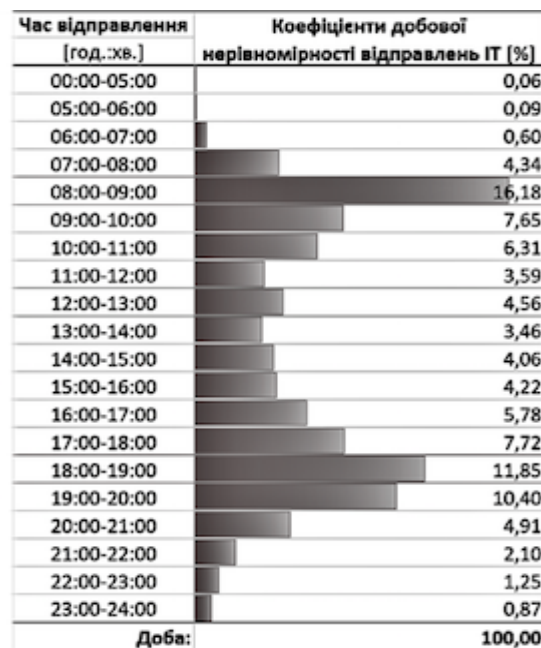


Рис. 3. Коефіцієнти добової нерівномірності розподілу пасажиропотоків у Києві

Джерело: [8]

Місткість рухомого складу метрополітену і трамваю відповідно до нормативів заповнення вільної площі салону було розраховано в попередньому дослідженні [9]. Для розрахунків варто взяти до уваги

найдовший у світі трамвайний вагон – CAF Urbos 3/9, який складається з 9 секцій, має довжину 56 метрів і вміщує 562 пасажирів, з яких 82 забезпечені сидячими місцями [10]. Оскільки це значення місткості було розраховано за умови заповнення вільного простору салону 8 пасажирів на квадратний метр, відповідно до нормативу 3 особи/м² для швидкісних видів транспорту, трамвай CAF Urbos 3/9 зможе вмістити 262 пасажирів.

Для наочної демонстрації до розрахунків також додано автобус, адже в рамках пошуку альтернатив метрополітену були пропозиції створення швидкісного автобусного коридору. Крім цього, автобусний коридор може доповнювати лінію метрополітену, а не замінити її, адже його можна прокласти автомобільною частиною ПМП.

Визначити провізну спроможність видів транспорту як кількість пасажирів за годину при частоті руху 40 пар/годину можна шляхом множення значення місткості на 40. Результати розрахунків наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Співвідношення провізної спроможності міського транспорту з різними видами рухомого складу до прогнозованого попиту на критичному перегоні Подільсько-Вигурівської лінії метрополітену

Тип рухомого складу	Місткість рухомого пас.	одиниці складу,	Провізна спроможність, пас. за годину	Частка від прогнозованого попиту, %
Потяг метрополітену з 5 вагонів	622		24880	143
Потяг метрополітену з 6 вагонів	750		30000	172
Трамвай CAF Urbos 3/9	262		10480	60
Трамвай Tatra T3 з 3 вагонами	234		9360	54
Семисекційний трамвай Електрон T7B86	212		8480	49
П'ятисекційний трамвай Електрон T5B64	151		6040	35
Автобус ЛАЗ А292	98		3920	23

Джерело: розраховано автором

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що лише метрополітен може задовольнити попит на поїздки з північного лівого бережжя Києва. Провізна спроможність швидкісного трамвая за умови заповнення вільного простору рухомого складу 3 людини/м² менша від прогнозованого попиту четвертої лінії метро приблизно у два рази. Провізна спроможність лінії швидкісного трамвая з п'ятисекційними вагонами Електрон Т5В64, які використовуються на маршрутах київського швидкісного трамвая, задовольняє прогнозований попит усього лише на 35%.

Необхідно враховувати вплив пандемії Covid-19, а також повномасштабного вторгнення РФ, які призвели до перенесення багатьох робочих і навчальних процесів на дистанційний формат, через що у 2023 році пасажиропотік київського комунального транспорту становив лише 56,1% від показників 2019 року [11]. Якщо брати до уваги цю тенденцію і припустити, що усі пасажиропотоки в будь-які години дня становлять таку частку показників до 2019 року, то провізної спроможності трамвая з подовженим рухомим складом (49-60% від необхідного показника) майже вистачає, щоб задовольнити попит на маршрут ПВЛ. За умови створення альтернативних маршрутів до центру правого берегу або підсилення існуючих (автобусів №110 і 114, тролейбусів №30 і 31) зі зменшенням інтервалів та збільшенням швидкості руху, вони зможуть перейняти частину прогнозованого пасажиропотоку на себе.

Варто також зазначити, що пропоноване трасування швидкісного трамвая дещо відрізняється від метро, адже воно не охоплює житловий масив Воскресенка, через що попит на його маршрут буде меншим. Це, ймовірно, дозволить семисекційним або навіть п'ятисекційним трамваям повністю задовольнити попит, перерахований відповідно до пасажиропотоків київського міського транспорту станом на поточний час.

При запровадженні нових видів міських пасажирських перевезень доцільно застосовувати адаптивні гнучкі моделі управління проєктами, наприклад, Agile, що дозволяють швидко реагувати на зміни соціально-

економічної ситуації та коригувати рішення відповідно до актуальних потреб і можливостей міста. Можна виділити такі переваги використання підходу Agile в управлінні проектами розвитку пасажирського транспорту як складової міської інфраструктури:

- розподіл масштабних проектів на невеликі частки, якими легше керувати;
- організація взаємодії між усіма зацікавленими сторонами (стейкхолдерами) і учасниками проекту з різних сфер;
- оцінка пріоритетів та зміна стратегії залежно від мінливих потреб і можливостей [12, с. 9-10].

Задля швидкого вирішення транспортної проблеми Троєщини у найближчій перспективі доцільно прокласти лінії швидкісного трамваю Подільським мостовим переходом, при цьому зберігши можливість переробити її в класичне метро, коли на це будуть необхідні кошти і більший попит пасажирів, адже за генпланом четверта лінія метро має пройти не лише від північного лівого бережжя Києва до центрального залізничного вокзалу, а й до Чоколівки та Жулян з виходом до великих передмість (Вишневе, Софіївська Борщагівка), що, ймовірно, збільшить пасажиропотік на лінії до значень, які будуть значно перевищувати провізну спроможність трамваю.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Результати дослідження показали, що швидкісний трамвай здатен задовольнити до 60% прогнозованого попиту на Подільсько-Вигурівську лінію метрополітену за умов збереження пасажиропотоків, зафіксованих до пандемії COVID-19 та початку повномасштабної війни. Водночас у нинішніх умовах, коли загальний рівень пасажирських перевезень у місті знизився майже на 46%, альтернатива у формі швидкісного трамваю може великою мірою компенсувати відсутність метрополітену в найближчій перспективі, враховуючи обмеженість ресурсів в умовах війни та післявоєнної відбудови. При цьому необхідно зберегти можливість будівництва лінії метрополітену в далекому майбутньому, чого можна досягти шляхом прокладання лінії

швидкісного трамваю Подільським мостовим переходом таким чином, щоб її потім з мінімальними витратами можна було переробити в класичне метро.

Сформований у дослідженні підхід може бути застосований як загальноприйнятий під час планування проєктів розвитку міського пасажирського транспорту, дозволяючи обрати доцільний вид транспорту та рухомий склад відповідно до попиту, який визначається на основі транспортного моделювання.

Література

1. Машкевич, С.В. Київський міський транспорт у другій половині ХХ–на початку ХХІ століття. *Етнічна історія народів Європи*, 2016. № 50, С. 111-119.

2. Лепешко А. А., Ган А. Л. Вплив урбанізації на розвиток будівництва метрополітену. *In The 1st International scientific and practical conference «Progressive research in the modern world» (October 5-7, 2022) BoScience Publisher, Boston, USA. 2022 (660). С. 79–84.*

3. Тютюкін А. Л., Бурауи Р. Основи концепції комбінованого наземного метрополітену в м. Дніпрі з позиції туніського досвіду. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 2018. №14 (53), С. 71-80. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2019/152916>

4. Любий, Є. В., Пономарьова, Н. В., Чернишова, О. С. Транспортне планування міст: сучасні інструменти транспортного моделювання автотранспортних систем. *Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура*, 2016. №128, С. 76-82.

5. Роги і рейки: яке транспортне рішення потрібно Троєщині. URL: <https://mind.ua/publications/20193830-rogi-i-rejki-yake-transportne-rishennya-potribno-troeshchini> (дата звернення: 11.05.2025).

6. Кличко згоден будувати трамвайну гілку на Троєщину замість метро. URL:

https://lb.ua/economics/2014/06/12/269538_klichko_soglasen_stroit_tramvaynuyu.html (дата звернення: 11.05.2025).

7. Віталій Кличко підписав угоду з Міжнародною фінансовою корпорацією щодо розвитку швидкісного транспортного коридору на Троєщину (+фото). URL: https://kyivcity.gov.ua/news/vitaliy_klichko_pidpisav_ugodu_z_mizhnarodnoyu_finansovoyu_korporatsiyeyu_schodo_rozvitku_shvidkisnogo_transportnogo_koridoru_na_troyeschinu/ (дата звернення: 12.05.2025).

8. Осетрін, М. М., Беспалов, Д. О., Дорош, М. І., Петрук, В. Б., Королевська, І. В. Коефіцієнти добового приведення інтенсивності руху транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста (на прикладі м. Києва). Містобудування та територіальне планування : науково-технічний збірник. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2017. №. 65, С. 418-425. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5612f02e-f339-4924-bc05-90b55498b887/content> (дата звернення: 22.05.2025).

9. Бушуєва, Н. С, Будник, А. О. Оцінювання нормативної відповідності провізної спроможності міського пасажирського транспорту України. *Економіка та суспільство*, 2025, (71). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-53>.

10. Urbos 3, here are the new CAF trams for Budapest. URL: <https://www.sustainable-bus.com/trolleybus-tramway/urbos-3-here-are-the-new-caf-trams-for-budapest/> (дата звернення: 25.05.2025).

11. Будник А.О. Тенденції розвитку транспортної інфраструктури: як пандемія COVID-19 та повномасштабна війна вплинули на обсяги перевезень комунальним громадським транспортом у Києві. *Управління проектами у розвитку суспільства. Тема: «Управління проектами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / відп. за вип. С. Д.Бушуєв*. Київ : КНУБА, 2024. С. 58-61.

12. Єгорченкова, Н., Єгорченков, О. Інтеграція методологій Agile в проєктах міської трансформації. *Управління розвитком складних систем*, 2024, № 59. С. 6–11. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.6-11>.

References

1. Mashkevych, S.V. (2016), “Kyiv Urban Transport in the Second Half of the 20th–Early 21st Century”, *Etnichna istoriia narodiv Yevropy*, vol. 50, pp. 111–119.

2. Lepeshko, A.A. and Gan, A.L. (2022), “The impact of urbanization on the development of metro construction”, the 1 st International scientific and practical conference “Progressive research in the modern world”, (October 5-7, 2022), BoScience Publisher, Boston, USA, pp. 178.

3. Tiutkin, A.L. and Bouraoui, R. (2018), “Fundamentals of the concept of a combined surface metro in Dnipro city from the perspective of Tunisian experience”, *mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, vol. 14, no. 102, pp. 71–80. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2019/152916>

4. Liubyi, Y.V. Ponomareva, N.V. and Chernysheva, H.S. (2016), “Urban transportation planning: current instruments modeling of motor transport systems”, *Komunalne hospodarstvo mist. Seriia: Tekhnichni nauky ta arkhitektura*, vol. 128, pp. 76–82.

5. Riabova, S. (2019), “Horns and rails: what transit solution does Troyeschyna need”, available at: <https://mind.ua/publications/20193830-rogi-i-rejki-yake-transportne-rishennya-potribno-troeshchini> (accessed: 05/11/2025).

6. lb.ua (2014), “Klitschko agrees to build a tram line to Troyeshchyna instead of the metro”, available at: https://lb.ua/economics/2014/06/12/269538_klichko_soglasen_stroit_tramvaynuyu.html (accessed: 05/11/2025).

7. Kyivcity (2019), “Vitali Klitschko signed an agreement with the International Finance Corporation on the development of a high-speed transport corridor to Troyeschyna (+photo)”, available at:

https://kyivcity.gov.ua/news/vitaliy_klichko_pidpisav_ugodu_z_mizhnarodnoyu_finansovoyu_korporatsiyeyu_schodo_rozvitku_shvidkisnogo_transportnogo_koridoru_na_troyeschinu/ (accessed: 05/12/2025).

8. Osetrin, N.N. Besspalov, D.O. Dorosh, M.I. Petruk, V.B. and Korolevska, I.V. (2017), “The factors of the conversion of urban highway peak hour traffic volumes into daily values within the case study of Kyiv, Ukraine”, *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: naukovo-tekhnichnyi zbirnyk. Kyivskyi natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury*, vol. 65 pp. 418–425, available at: <https://repository.knuba.edu.ua/items/6b7fe07c-5a4f-4265-b0a4-cac8b4af3e54> (accessed: 05/22/2025).

9. Bushueva, N.S. and Budnyk, A.O. (2025), “Assessment of regulatory compliance of the carrying capacity of urban transit in Ukraine”, *Ekonomika ta suspilstvo*, vol. 71. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-53>

10. Sustainable BUS (2023), “Urbos 3, here are the new CAF trams for Budapest”, available at: <https://www.sustainable-bus.com/trolleybus-tramway/urbos-3-here-are-the-new-caf-trams-for-budapest/> (accessed: 05/22/2025).

11. Budnyk A.O. (2024), “Trends in the development of transport infrastructure: how the COVID-19 pandemic and full-scale war affected the ridership of municipal public transit in Kyiv”, *Upravlinnia proektamy u rozvytku suspilstva. Tema: «Upravlinnia proiektamy pisliavoiennoi rozbudovy Ukrainy»* [Project management in the development of society. Topic: “Project management of post-war development of Ukraine], KNUBA, Kyiv, Ukraine, pp. 58–61.

12. Yehorchenkova, N., Yehorchenkov O. (2024), “The integration of Agile methodologies in urban transformation projects”, *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, vol. 59, pp. 6–11.

Стаття надійшла до редакції 04.06.2025 р.