

ЕВОЛЮЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ РЕЙКОВОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ КИЄВА

¹Олександр КОЛОТУХА, ²Igor КОЛОТУХА

¹Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
¹okolotuh@ukr.net, ²kolotuha.igor@gmail.com

Анотація:

Міські транспортні системи потребують підвищеної уваги як сполучні елементи, що впливають на ефективність функціонування міст в цілому та окремих районів. Громадський пасажирський транспорт великого міста, яким є столиця держави – м. Київ, є однією з галузей його життєзабезпечення, від функціонування якої залежить як розвиток господарського комплексу, так і спосіб життя населення. Проблема раціонального функціонування громадського транспорту, його територіальна організація постають одними з основних для нашої столиці під час воєнного стану та критично постане після Перемоги. Розвиток рейкового транспорту – пріоритет будь-якого європейського міста, адже у нього найвища провізна здатність, він екологічний і комфортний для пасажирів, і головне – він не залежить від кількості заторів на дорогах. В Києві представлені чотири види рейкового громадського транспорту – метрополітен, трамвай (в тому числі швидкісний трамвай), міська електричка та фунікулер.

Аналіз еволюції територіальної структури системи міського рейкового громадського транспорту, здійснений за допомогою методів теорії графів та історико-географічних зрізів, свідчить про те, що ця структура динамічно розвивалася разом із розвитком Києва. Обґрунтовано, що пріоритетні напрями розвитку транспортної системи Києва спрямовані на формування високоефективного транспортного комплексу, здатного забезпечити потреби населення у відповідних послугах та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Для досягнення цієї мети основними напрямками розвитку системи рейкового громадського транспорту Києва визначено: пріоритет громадського пасажирського транспорту у виконанні міських перевезень; розвиток швидкісних позавуличних видів громадського рейкового транспорту (метрополітену, швидкісного трамвая, міської залізниці); забезпечення швидкого, комфортного і безпечного транспортного сполучення між усіма функціональними зонами столиці на основі збільшення щільності вуличної мережі, створення системи комплексних пересадочних вузлів на станціях ліній метрополітену та міської залізниці.

Ключові слова: громадський транспорт міста, рейковий транспорт, функціонально-територіальна структура, методи теорії графів, метод історико-географічних зрізів, Київ

EVOLUTION OF THE FUNCTIONAL AND TERRITORIAL STRUCTURE OF PUBLIC RAIL TRANSPORT IN KYIV

¹Oleksandr KOLOTUKHA, ²Igor KOLOTUKHA

¹National Aviation University, Kyiv, Ukraine
¹okolotuh@ukr.net, ²kolotuha.igor@gmail.com

Abstract:

Urban transport systems require increased attention as connecting elements that affect the efficiency of the functioning of cities as a whole and individual districts. Public passenger transport of a large city, which is the capital of the state – Kyiv, is one of the branches of its life support, on the functioning of which both the development of the economic complex and the lifestyle of the population depend. The problem of the rational functioning of public transport and its territorial organization become one of the main ones for our capital during the martial law and will become critical after the Victory. The development of rail transport is a priority for any European city: it has the highest carrying capacity, it is environmentally friendly and comfortable for passengers, and most importantly, it does not depend on the amount of traffic jams. In Kyiv, there are four types of rail public transport - metro, tram (including high-speed tram), city electric train and funicular.

The analysis of the evolution of the territorial structure of the urban rail public transport system, carried out using the methods of graph theory and historical-geographic sections, shows that this structure developed dynamically along with the development of Kyiv. It is substantiated that the priority directions of the development of Kyiv's transport system are aimed at the formation of a highly efficient transport complex capable of meeting the needs of the population in relevant services and minimizing the negative impact on the environment. To achieve this goal, the main directions of the development of Kyiv's rail public transport system have been determined: the priority of public passenger transport in the performance of city transportation; development of high-speed off-street types of public rail transport (metropolitan, high-speed tram, city railway); provision of fast, comfortable and safe transport connections between all functional zones of the capital on the basis of increasing the density of the street network, creating a system of complex transfer nodes at the stations of the metro and city railway lines.

Key words: city public transport, rail transport, functional-territorial structure, methods of graph theory, method of historical-geographic sections, Kyiv.

DOI: <https://doi.org/10.17721/2413-7154/2023.90.47-60>

UDC: 911.3:[656.025.2:656.34] (477-25)

Вступ. Надзвичайно важливою складовою функціонування великих міст виступає їх транспортна інфраструктура, передусім – система громадського транспорту (ГТ). Роль міського ГТ в житті сучасного міста важко переоцінити, адже нормальна діяльність міських суб'єктів господарювання та комфортне життя міського населення неможливі без забезпечення якісними транспортними послугами. Власне міський ГТ є «кровоносною системою» міста і тому сталий розвиток міст напряду пов'язаний з розвитком та удосконаленням цієї системи. Актуальним аспектом дослідження системи міського ГТ, що подекуди залишається поза увагою, є його територіальна організація.

Показниками для суспільно-географічного аналізу міського ГТ виступають: географія мережі маршрутів міського ГТ; експлуатаційна протяжність одиничних трамвайних колій, тролейбусних ліній, ліній метрополітену; парк машин міського транспорту різних видів; кількість перевезених пасажирів за різними видами транспорту та їх динаміка протягом останніх років. Головним практичним значенням досліджень географії міського ГТ є напрацювання планів і рекомендацій щодо вдосконалення розміщення виробництва і розселення населення з точки зору мінімізації транспортних витрат, оптимізації транспортних потоків в рамках наявних територіальних транспортних систем міст, розвитку транспортних систем всіх рівнів.

Існуюча в столиці система міського ГТ в процесі свого історичного розвитку зазнала значної диверсифікації. Так, в Києві представлені чотири види рейкового громадського транспорту – метрополітен, трамвай (в т.ч. швидкісний трамвай), міська електричка та фунікулер. Крім того представлені міський автобус, тролейбус, маршрутні таксі, певне значення може відігравати річковий трамвай.

Існуюча, на сьогоднішній день, система рейкового ГТ Києва представляється недостатньо розвиненою. Так, якщо на початок 1990-х рр. місто мало одну з найрозвиненіших трамвайних мереж Європи, то після цього внаслідок стрімкої автомобілізації відбулася деградація трамвайної інфраструктури. А з ліквідацією сполучення між лівобережною та правобережною частинами міста, трамваю була надана непритаманна йому функція – підвезення пасажирів до станцій метрополітену та міської електрички, у якій він не може конкурувати, в першу чергу, з маршрутними таксі.

При тому, що Київський метрополітен залишається найбільш швидким та завантаженим видом міського ГТ, його мережа і протяжність поки що не відповідає визначеним світовим стандартам (експлуатаційна довжина трьох ліній Київського метрополітену становить 67,6 км) – на 1 млн. жителів міста повинно припадати 40-50 км ліній метрополітену. Тобто на майже 3-мільйонний Київ відповідно – 120-150 км мережі. При цьому, вихід

на світові стандарти можливий завдяки повноцінній експлуатації Київської міської електрички довжиною 50,8 км, яка поки що перевозить близько 20 тис. пасажирів у день (1,4% міського пасажиропотоку), і за весь час експлуатації не організувала належного підвезення пасажирів та не влаштувала зручних пересадкових вузлів з іншими видами ГТ, не побудовано жодної нової платформи в зонах істотного тяжіння пасажиропотоку. Саме, внаслідок незадовільного попиту експлуатація міської електрички призводить до значних збитків. В європейських мегаполісах міські електрички використовуються ефективніше – там вони перевозять великі потоки людей.

Основними інфраструктурними проблемами сучасного розвитку ГТ Києва є – високий рівень завантаженості міських автодоріг, дисбаланс в системі розселення і можливостями працевлаштування між правобережною і лівобережною частинами міста, низька транспортна ефективність мостових переходів через р. Дніпро, недостатньо розвинена система рейкового транспорту, недостатня протяжність мережі метрополітену, низька ефективність використання міської електрички тощо.

Особливого значення територіальна організація міського ГТ набула в умовах повномасштабної агресії росії у 2022 році, небезпеки окупації міста, ускладнення комунікації між право- та лівобережною частинами міста. Так під час повітряних тривог, коли зупиняється увесь наземний ГТ, тягар перевезень лягає на маршрутні таксі, правобережні підземні станції метрополітену відіграють роль бомбосховищ тощо.

Для більш глибокого пізнання функціональної структури ГТ столичного міста важливо проаналізувати його функціонально-територіальну структуру, зокрема з точки зору її еволюції. *Функціонально-територіальна структура системи міського ГТ* – це взаєморозташування та взаємозв'язки просторово виражених об'єктів транспортної мережі міста. Вона являє собою територіальну «проекцію» функціонально-компонентної структури, з якою вона перебуває в діалектичній єдності.

Теоретико-методологічні основи дослідження. Теоретико-методологічну основу дослідження становлять праці вітчизняних та зарубіжних вчених з теорії суспільної географії, географії транспорту, урбаністичної географії, зокрема, І. Дудника, К. Мезенцева, Л. Немець, В. Нудельмана, Я. Олійника, Н. Пашинської, Г. Підгрушного, М. Пістун, Ю. Пітюренка, І. Рудакевича, Л. Руденка, Д.-П. Родріго, І. Савчука, А. Степаненка, Е. Таафе, С. Тархова, О. Топчієва, Е. Ульмана, О. Шаблія та інших.

Для дослідження просторово-часового розвитку громадського рейкового транспорту Києва використовувалась ціла низка методів дослідження, а саме – аналітико-статистичний та порівняльно-

географічний (для визначення та аналізу соціально-економічних показників і пріоритетів розвитку різних видів ГТ в Києві, співставлення показників розвитку різних видів міського ГТ, в першу чергу – рейкового), історичного аналізу (для ретроспективного аналізу транспортно-географічних досліджень та аналізу ретроспективи розвитку ГТ в Києві), картографічний (для аналізу картографічних джерел та синтезу отриманих результатів дослідження), методів теорії графів у поєднанні із методом історико-географічних зрізів (для аналізу територіальної структури міського ГТ, еволюції транспортно-географічної мережі).

Інформаційну базу дослідження становили результати наукових транспортно-географічних досліджень в Україні та світі, нормативно-правові документи, дані Головного управління статистики в м. Києві, а також результати власних досліджень авторів, здійснені у 2015-2023 рр.

Методика дослідження та дані. Для аналізу зміни структури рейкової транспортної мережі великого міста у просторі та часі було застосовано методику дослідження, у якій поєднуються використання методів графів та історико-географічних зрізів.

Для побудови графів був використаний поділ міста на сельбищні утворення, виконаний О. Драпівським та І. Івановою (Drapikovskiy & Ivanova, 2013). Кожне сельбищне утворення вважалось вершиною графу, і якщо у мешканців була можливість переміщення із одного утворення до іншого за допомогою ГТ, то між ними проводилося ребро. Далі граф аналізувався за основними показниками: кількість задіяних вершин у графі (v); кількість ребер (e); кількість компонентів зв'язності (p); кількість топологічних ярусів. Також проводився аналіз за індексами К. Канського (α -індекс, β -індекс, ϕ -індекс, μ -індекс та π -індекс) (Kansky, 1963). Ці індекси запозичені з нової гілки теоретичної географії – геомережевого аналізу. Його основоположником можна вважати К. Канського, який в 1963 р. опублікував книгу «Структура транспортних мереж: взаємозв'язки між геометрією мережі і характеристиками районів», у якій за допомогою кореляційного і регресійного аналізу були вивчені статистичні взаємозв'язки між типами малюнка транспортних мереж різних країн і рівнем їх економічного розвитку (Kansky, 1963). Використовуючи поняття теорії графів, К. Канський запропонував 17 показників, що описують особливості просторової структури транспортної мережі, представленої у вигляді математичного графа, які в наукову літературу увійшли під назвою «індексів Канського» (Kansky, 1963). Індеси Канського, що мають негеографічне походження, С. Тарховим були адаптовані для географічних завдань. До них відносяться зв'язність мережі $\beta = e / v$ (показує, скільки в середньому ребер виходить з однієї вершини); надмірність зв'язків $\alpha = \mu / 2v - 5$; досягнутий рівень зв'язності мережі $\gamma = e / 3 (v - 2)$; ступінь зв'язності мережі $\epsilon = v (v - 1) / 2e$; ступінь розвиненості мережі $\lambda = 1 - 2e / v (v - 1)$; форма мережі $\pi = e / \delta$ (відображає ступінь витягнутості і округлості мережі, тобто скільки разів у протяжності

мережі укладається у її топологічний діаметр) (Kolotukha, 2019a).

У роботі було виділено вісім історико-географічних зрізів: 1900 рік, 1913 рік, 1936 рік, 1947 рік, 1964 рік, 1985 рік, 2018 рік та 2025 рік (як перспективний стан за генеральним планом міста).

Виклад результатів дослідження. Просторово-часовий аналіз рейкового ГТ Києва проведений нами за черговістю появи тих чи інших видів пасажирського ГТ.

Трамвайний транспорт. Найстарішим видом ГТ міста, який функціонує і у наші дні, є київський електричний трамвай. Нині у столиці працює три трамвайних депо, які обслуговують 21 трамвайний маршрут, 5 з яких вважаються швидкісними. Довжина трамвайних колій в одноколінному обчисленні становить 230,2 км (Official website of Kyivpastrans).

На сьогодні трамвайним транспортом забезпечено 37,5% сельбищних утворень міста. Трамвайна мережа міста розділена на дві незалежно функціонуючі мережі – Правобережну та Лівобережну. Правобережна частина зосереджена у Північно-Західній частині міста, об'єднуючи такі райони міста, як Поділ, Оболонь, Пуща-Водиця, Борщагівка, Лук'янівка, Куренівка, Пріорка, Залізничний вокзал та інші. Лівобережна мережа є витягнутою вздовж Дніпра, об'єднуючи Троєщину, Воскресенку, Лісовий масив, Дарницю, ДВРЗ та Позняки. Густота мережі трамвайного транспорту вища у місцях перетину кількох трамвайних маршрутів (Поділ, район Дарницької площі). У сельбищних утвореннях забезпечених трамваєм, елементи мережі мають просту форму, не маючи відгалужень, відростків, чи інших ускладнень.

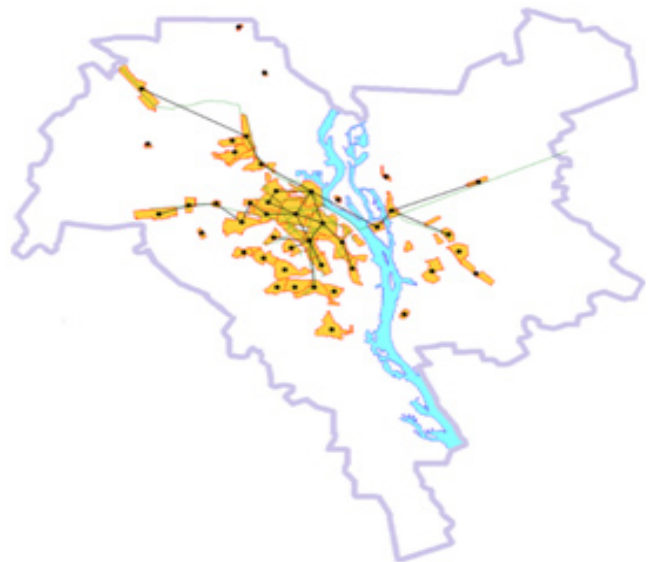
Станом на перший історико-географічний зріз 1900 р. у Києві виділялося 14 сельбищних утворень, з яких лише 4 не були забезпечені доступом до трамваю. 71,4% сельбищних утворень були забезпечені трамвайним транспортом (табл. 1). Граф, побудований на основі тодішньої мережі, має 10 ребер та один незалежний цикл (рис. 1.1). Трамвай займав безальтернативне домінуюче положення серед інших видів транспорту.

У 1913 р. в порівнянні із попереднім часовим зрізом, можна виділити вже 14 сельбищних утворень, залучених до системи. Трамвайна мережа за цей період активно зростала та розвивалася. Забезпеченість міських районів трамвайним транспортом зросла до 77,8%. Кількість ребер графа переважає над кількістю задіяних вершин, та зрівнюється із загальною кількістю вершин ($\beta=1,0$). Граф даного періоду має 5 незалежних циклів ($\mu=5$) (табл. 1).

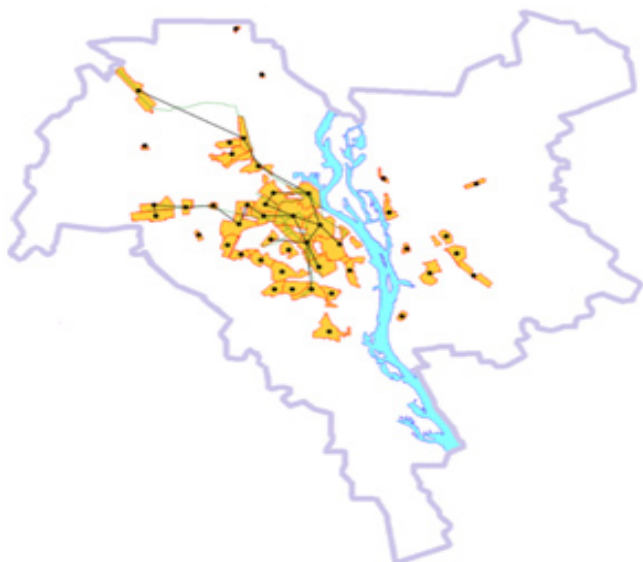
У період наступного історичного зрізу, до 1936 р., в результаті революційних подій в місті, ріст трамвайної мережі дещо уповільнився, але не зупинився. Місто через острів Венеціанський з'єдналося із Лівим берегом, а, згодом, і з містом Бровари. Кількість задіяних ребер та задіяних вершин зросла. Натомість рівень забезпеченості сельбищних утворень трамвайним транспортом зменшився до 55,6% (табл. 1). Також зменшилась кількість незалежних циклів ($\mu=3$) (рис. 1.2).



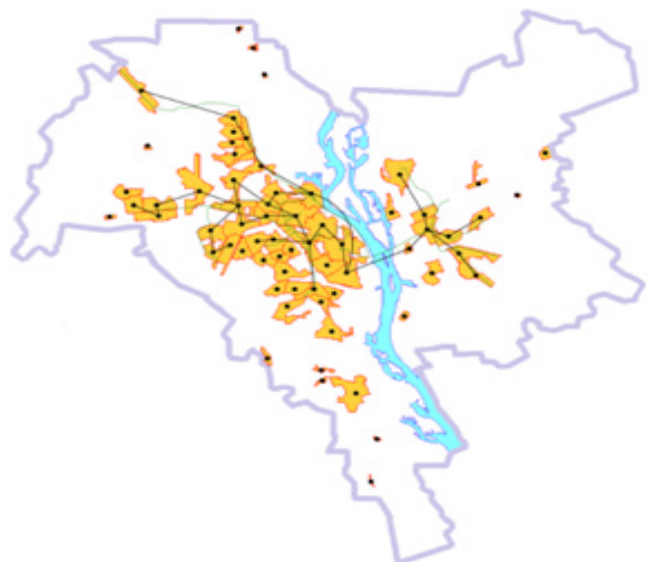
Граф трамвайної мережі Києва 1900 р.



Граф трамвайної мережі Києва 1936 р.



Граф трамвайної мережі Києва 1947 р.



Граф трамвайної мережі Києва 1964 р.



Граф трамвайної мережі Києва 1985 р.



Граф трамвайної мережі Києва 2018 р.

Рис. 1. Динаміка зміни графу трамвайної мережі Києва у період 1900-2018 рр. (Kolotukha, 2019a)

У часовий період до 1947 р. розвитку мережі не відбулося. Місто намагалося зберегти існуючу мережу та відновити довоєнний стан. Окремі відрізки мережі так і не було відновлено, або в наступні часові періоди було замінено перспективними, на погляд радянської влади, тролейбусним та автобусним транспортом. Починаючи із цього часу, трамвай поступово перестає бути домінуючим видом транспорту, хоча і продовжує зберігати важливі позиції у пасажирських перевезеннях в місті. Хоча морфологія міста зазнала помітних змін після війни, сумарно кількість сельбищних утворень залишилася незмінною ($v=45$), тоді як кількість задіяних вершин, та відповідно забезпеченість районів міста трамвайним транспортом зменшилась до 44,4% (табл. 1). Кількість незалежних циклів зменшилась до двох ($\mu=2$) (рис. 1.3).

Станом на 1964 р. відновився активний розвиток мережі. Було поновлено трамвайний зв'язок із лівим берегом (але вже через міст Патона), кількість задіяних у графі вершин, як і кількість ребер зросла. На цьому фоні зросла і забезпеченість сельбищних територій міста трамвайним транспортом – до 50,7% (табл. 1). Не зважаючи на вищезазначені зрушення у розвитку мережі, кількість циклів

у ній не змінилася ($\mu=2$) (рис. 1.4). Окремі колії у центральній частині міста були демонтовані, та замінені тролейбусними лініями. З трамваєм почав конкурувати новостворений вид транспорту – Київський метрополітен.

У 1985 р. за окремими показниками трамвайна мережа сягнула свого максимального рівня розвитку. З'явилися Борщагівська лінія швидкісного трамваю та трамвайна гілка в районі Оболоні. Кількість задіяних вершин та кількість ребер дещо зросли, але місто розвивалося значно динамічніше трамвайної мережі. Забезпеченість сельбищних утворень трамвайним транспортом скоротилася до 46,8% (табл. 1). Кількість незалежних циклів у графі залишилася незмінною ($\mu=2$) (рис. 1.5). Трамвай вже остаточно став додатковим та «підвізним» видом транспорту. Основний пасажиропотік на себе взяв Київський метрополітен, що мав у своєму складі 2 гілки та 27 станцій. Тенденція заміни окремих трамвайних ліній іншими видами транспорту зберіглася. Були демонтовані колії з проспекту Перемоги в зв'язку із побудовою низки станцій метрополітену.

За період незалежності трамвайна мережа столиці вступила в стадію активної інволюції.

Таблиця 1

Основні показники розвитку графу трамвайної мережі міста Києва

Рік	Всього точок (V)	Задіяних вершин (V')	Кількість ребер (E)	Діаметр (D)	α -індекс	β -індекс	ϕ -індекс	μ -індекс	π -індекс	Забезпеченість, %
1900	14	10	10	5	0,043	0,714	0,278	1	2,000	71,43
1913	18	14	18	7	0,161	1,000	0,375	5	2,571	77,78
1936	45	25	27	10	0,035	0,600	0,209	3	2,700	55,56
1947	45	20	21	12	0,024	0,467	0,163	2	1,750	44,44
1964	67	34	35	13	0,016	0,522	0,179	2	2,692	50,75
1985	79	37	38	15	0,013	0,481	0,165	2	2,533	46,84
2018	88	33	32	12	0,006	0,364	0,124	1	2,667	37,50
У т.ч.										
Правий берег	65	19	19	12	0,008	0,292	0,101	1	1,583	29,23
Лівий берег	23	14	13	10	0,000	0,565	0,206	0	1,300	60,87

Трамвайні маршрути скасовувалися та іноді навіть не замінювалися іншими видами транспорту. Станом на 2020 р. в результаті демонтажу колій із моста Патона трамвайна мережа розділена на дві окремо функціонуючі мережі. Правобережна мережа зазнавала лише демонтажу колій, нові з'єднання сельбищних утворень трамвайним транспортом тут не спостерігалися. Лівобережна система з'єдналася із такими житловими масивами, як Троєщина, Позняки та Осокорки. Також на лівому березі була відкрита своя лінія швидкісного трамвая. На лівому березі нових незалежних циклів утворено не було ($\mu\text{ЛБ}=0$). У правобережній системі зберігся лише один незалежний цикл ($\mu\text{ПБ}=1$). Рівень забезпеченості сельбищних утворень трамвайним транспортом сягнув мінімальних значень $-37,5\%$ ($\text{ПБ} = 29,2\%$, $\text{ЛБ} = 60,9\%$) (рис. 1.6) (табл. 1).

Динаміку основних показників графу трамвайної мережі Києва з 1900 до 2025 р. відображено на рис. 2.

На думку низки фахівців, за оптимізації маршрутів трамваї могли б збільшити свій пасажиропотік. За їх розрахунками, якщо знову об'єднати лівобережну і правобережну трамвайні мережі через Подільсько-Воскресенський міст та міст Патона, то пасажиропотік трамвайної системи досягне 1,1 млн. пасажирів на добу. Частково це б розвантажило метрополітен і зробило його більш комфортним (Website of the official portal of Kyiv). За попередніми розрахунками, лише продовження Борщагівської лінії швидкісного трамвая від Старовокзальної площі до станції метро «Палац спорту» збільшить пасажиропотік на 60 тис. осіб на день – до 180 тис. Розглядаються два варіанти проходження лінії: вул. Саксаганського та вул. Жиланська. Передбачається також продовження будівництва Лівобережної лінії швидкісного трамвая від житлового масиву Вигурівщина-Троєщина до Південних Осокорків.

На нашу думку, слід зупинити необґрунтовану практику зняття трамвайних ліній при реконструкції вуличної мережі для того, щоб збільшити її пропускну здатність. Трамвайні лінії слід реконструювати з приведенням їх до європейських стандартів з використанням сучасних конструкцій колійного полотна, що дасть можливість проїзду автотранспорту, там, де це необхідно виділити їх на відособлене полотно зі створенням умов для організації маршрутів з прискореним рухом.

Трамвайний транспорт Києва на даному етапі переживає не найкращі часи: мережа залишається розділеною, рухомий склад застарілий, колії та депо потребують оновлення. Плани розвитку існують лише щодо швидкісної лінії трамвая. На період до 2025 р. передбачається будівництво трамвайних ліній Відрадним проспектом, вул. Привокзальною – вул. Празькою з будівництвом тунельного переходу під залізничними коліями, вул. Бориспільською (Master Plan). Зняття трамвайних шляхів є доцільним лише за напрямками з невеликими пасажиропотоками або там, де їх зняття пов'язано з містобудівними умовами: Набережним шосе, вул. Братською, Харківським шосе тощо.

Метрополітен. Київський метрополітен на момент свого відкриття був 27-им метрополітеном у світі та першим в Україні. Зараз він має у своєму складі 3 окремі гілки, 3 електродепо, 52 функціонуючі станції та 5 недобудованих. Довжина експлуатаційних колій становить 69,648 км. Власником мережі метрополітену є КП «Київський метрополітен». До складу Святошинсько-Броварської лінії метрополітену входить станція Арсенальна, яка вважається найглибшою у світі ($-105,5$ м).

Метрополітен охоплює 34,1% сельбищних утворень міста. Усі три лінії проходять через його центральну частину. Дві з них перетинають річку Дніпро і виходять на Лівий берег (Святошинсько-

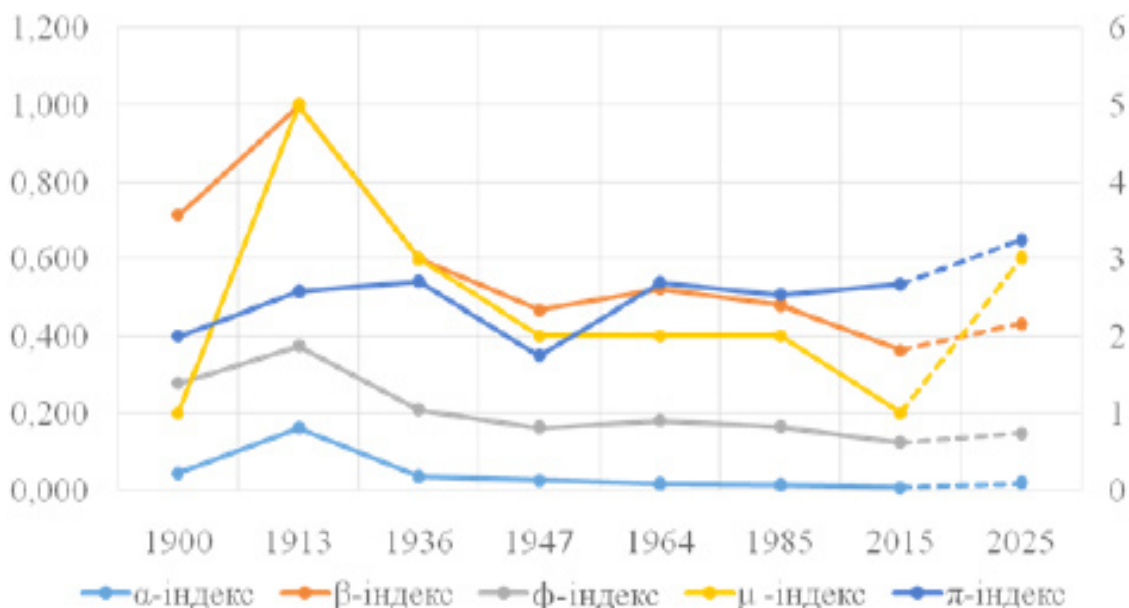


Рис. 2. Динаміка основних показників графу трамвайної мережі Києва (Kolotukha, 2019a)



Граф мережі метрополітену Києва 1964 р.



Граф мережі метрополітену Києва 1985 р.



Граф мережі метрополітену Києва 2018 р.

Рис. 3 Динаміка зміни графу мережі метрополітену Києва у період 1964-2018 рр. (Kolotukha, 2019a)

Броварська та Сирецько-Печерська лінії). У цілому мережа має зіркоподібну форму. Гілки метрополітену, зустрічаючись у центральній частині міста, розходяться окремими відростками на периферійні частини міста. Відповідно густота мережі метрополітену найвища у центральній частині міста.

Перша черга київського метрополітену була відкрита 1960 р., завдовжки 5,2 км у складі п'яти станцій. До 1964 р. було завершено будівництво другої черги метрополітену у складі двох станцій. Граф мережі метрополітену охоплював 6 сельбищних територій і мав форму витягнутого з заходу на схід ланцюга (рис. 3.1). Він охоплював центральні сельбищні утворення Правого берегу. Забезпеченість даним видом транспорту сягала 9,0%. Незалежні цикли у графі були відсутні ($\mu=0$) (табл. 2).

Станом на 1985 р. метрополітен складався з 2 функціонуючих гілок та 27 станцій, що забезпечувало доступність для 17,7% сельбищних утворень міста. Попри те, що граф мережі мав лише 14 ребер та один незалежний цикл (рис. 3.2), метрополітен можна було вважати основним видом транспорту столиці з огляду на його швидкість та провізну спроможність. У порівнянні із попереднім історико-географічним зрізом усі показники розвитку графа мережі зросли (табл. 2). Незалежний цикл графа утворився за рахунок особливостей проходження Святошинсько-Броварської та Оболонсько-Теремківської ліній метрополітену через сельбищні утворення центральної частини міста.

До 2018 р. кількість ліній зросла до 3, а кількість станцій сягнула 52. Це зумовило збільшення кількості ребер у графі більш ніж удвічі, подвоєння індексів α , β , ϕ , та μ , зростання π -індексу (табл. 2). Забезпеченість сельбищних утворень метрополітеном зросла до 34,1% (рис. 3.3). У період незалежності метрополітен лише збільшував пасажирооборот і остаточно утвердився як головний вид транспорту в столиці.

Не зважаючи на певну кількість надзвичайних ситуацій впродовж року, метрополітен традиційно вважається найнадійнішим видом ГТ із стабільно

виконуваним графіком роботи. Серед мінусів можна зазначити окремі помилки проектування системи метрополітену, закладені ще у 1960 р. Зокрема, це стандартна довжина платформ, яка дозволяє використовувати лише склади із 5 вагонів (у години пік існує потреба у більшій кількості).

Якщо метрополітен на правому березі Дніпра розташований під землею і не потребує значного землевідведення під свої комунікації, то лівобережна частина міста, а також міські мережі швидкісного трамвая і залізниці мають потребу в цьому. Отже, метрополітен, на сьогоднішній день, незважаючи на розвиток інших видів ГТ, залишається і, без сумніву, залишиться найшвидшим і найзручнішим транспортом. Схема розвитку метрополітену передбачає продовження трьох наявних ліній і будівництво однієї нової (загальна довжина ліній – 103,0 км, кількість станцій 81, пересадочних вузлів між лініями метрополітену – 6) (Official website of КР “Kyiv Metro”). На сьогоднішній день існує та впроваджується проєкт побудови четвертої гілки метрополітену, яка повинна з'єднати з мережею такі райони, як Троєщина, Райдужний масив, Солом'янка та аеропорт «Київ». Це один із найбільших інфраструктурних проєктів міста на даний час.

На даний момент в розвитку підземки два пріоритети – проведення ліній метрополітену на житлові масиви Троєщина і Виноградар.

Проєкт будівництва трьох станцій метро у напрямку житлового масиву Виноградар перебуває на державній експертизі, а закінчити дві станції – «Проспект Правди» і «Мостицька» – планують через три роки. Користуватися станціями на перших порах буде близько 60 тис. пасажирів. З огляду на те, що, кількість населення в найближчі роки на Виноградарі значно зростає, а значить, збільшиться і число пасажирів нових станцій метро.

Підвести лінію метро до найбільшого житлового масиву – Троєщини – заважає недобудований Подільсько-Воскресенський міст. Тільки коли завершать його будівництво, можна буде говорити, скільки років потрібно для вирішення вічної київської проблеми – побудувати метро на Троєщину. Автомобільний рух мостом міська влада планує

Таблиця 2

Основні показники розвитку графу мережі метрополітену міста Києва

Рік	Всього точок (V)	Задіяних вершин (V')	Ребер (E)	Діаметр (D)	α -індекс	β -індекс	ϕ -індекс	μ -індекс	π -індекс	Забезпеченість
1964	67	6	5	5	0,000	0,075	0,026	0	1,000	8,96%
1985	79	14	14	9	0,007	0,177	0,061	1	1,556	17,72%
2018	88	30	31	13	0,012	0,352	0,120	2	2,385	34,09%

відкрити через 3-4 роки. За останніми оцінками фахівців, будівництво четвертої лінії метрополітену буде коштувати 31,5 млрд. грн. При річному бюджеті Києва в 2021 р. у 68 млрд. грн. зрозуміло, що таких коштів у міста немає (Website of the official portal of Kyiv).

Відповідно до основних напрямків розвитку Київського метрополітену до 2025 р. планувалося значно збільшити темпи будівництва ліній і станцій метрополітену та ввести в експлуатацію близько 40,0 км ліній, 32 станції, 5 додаткових входів-виходів з наявних станцій і 3 електродепо (Official website of KP "Kyiv Metro").

Міський залізничний транспорт. Під поняття міського залізничного транспорту слід віднести київську міську електричку. Даний вид транспорту виокремлюється поза мережею метрополітену, оскільки він не має окремо виділених колій для функціонування та має непостійний графік руху.

Міська електричка використовує 50,8 км залізничних колій міста. Має у своєму складі 15 станцій, та два напрямки руху – за годинниковою стрілкою і проти. Електричка охоплює лише 15,9% сельбищних утворень столиці. За конфігурацією мережа міської електрички представляє собою коло, що двічі перетинає Дніпро.

Новий вид ГТ у місті – міська електричка – почав функціонувати з вересня 2009 р. Станом на 2018 р. граф мережі електрички мав один великий цикл, що складався із 14 вершин та ребер, та мав один із найменших рівнів забезпечення серед сельбищних утворень – лише 15,9% (табл. 3). Хоча графік міського поїзда покриває лише години пік, він виконує важливу функцію з'єднання Лівого та Правого берегів у місті (рис. 4).

Основні показники розвитку графу мережі

До позитивних сторін функціонування даного виду транспорту можна віднести його велику місткість, незалежність від завантаженості вуличної мережі міста, та допомогу у розвантаженні пасажиропотоку у години пік (а саме покращення зв'язності Лівого та Правого берегів Дніпра). До негативів можна віднести регулярні зміни та невідповідність графіку руху, малу кількість рейсів, великі проміжки часу між рейсами, залежність від завантаженості Київського залізничного вузла, віддаленість станцій електрички від споживачів та ціла низка інших організаційних проблем.

Натомість, при всіх недоліках міська електричка може стати вагомим перевізником у транспортній системі Києва. Адже, щодня до столиці приїздить близько 500 тис. жителів передмістя, частину з яких може підвозити електричка, якщо буде організоване

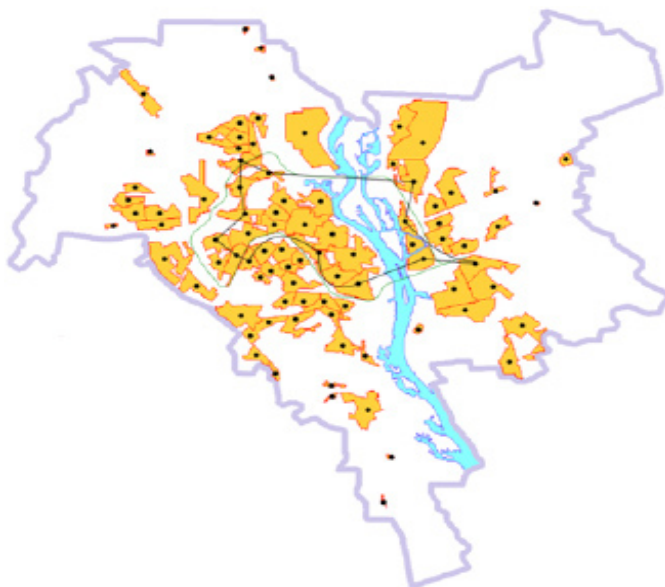


Рис. 4. Картохема графу мережі міської електрички Києва 2018 р. (Kolotukha, 2019a)

Таблиця 3

Основні показники розвитку графу мережі міської електрички Києва

Рік	Всього точок (V)	Задіяних вершин (V')	Ребер (E)	Діаметр (D)	α -індекс	β -індекс	ϕ -індекс	μ -індекс	π -індекс	Забезпеченість
2018	88	14	14	6	0,006	0,159	0,054	1	2,333	15,91%

підвезення до неї та створена для цього необхідна інфраструктура. Електричка могла б узяти на себе функції четвертої лінії метрополітену – Подільсько-Вигурівської, адже попит на човникову лінію Троєщина - Караваєві дачі – 256 тис. пасажирів на добу. Максимальна пропускна здатність однієї електрички становить 50 тис. пасажирів на добу. Але поки всі електропоїзди разом перевозять лише близько 20 тис. пасажирів на добу (Website of the official portal of Kyiv).

Важливим, на нашу думку, вбачається запровадження у місті нових швидкісних позавуличних видів рейкового ГТ з використанням та модернізацією наявних трамвайних та залізничних колій. Це – трамвай-поїзд та метробус BRT (bus rapid transit).

Трамвай-поїзд (tram-train) – вид легкорейкового ГТ, де трамваї рухаються колією залізниці нарівні зі звичайними потягами. Це дає можливість створення комбінованих транспортних систем, поєднуючи переваги обох видів транспорту (трамваїв і поїздів). Перша система такого типу почала діяти у 1992 р. в німецькому м. Карлсруе. За попередніми даними, загальна протяжність лінії трамвай-поїзда в Києві може скласти 37,2 км, з яких 14,7 км – інфраструктура швидкісного трамвая, решта – залізниці. Трамвай-поїзд може розвивати швидкість до 120 км/год. Лінія трамвай-поїзда включатиме два маршрути: «Милославська»-«Північна» і «Дарниця»-«Кільцева дорога». Обидва маршрути пройдуть через Дарницький залізничний міст. На лівобережній частині міста трамвай-поїзд пройде лінією швидкісного трамвая, у районі станції «Троєщина-2» перейде на залізничне полотно. Реалізація проекту має тривати 3-4 роки. Планується, що щодня таким видом транспорту користуватимуться близько 240 тис. пасажирів – це приблизно 60% тих обсягів, які за добу перевозять усі трамваї в Києві. Під цей проект планується придбання нового рухомого складу – 80 п'ятисекційних вагонів з низькою підлогою (Website of the official portal of Kyiv).

Київський фунікулер. Це рейковий вид транспорту, що з'єднує Поділ із історичним Верхнім містом. Фунікулер має дві станції – Верхню та Нижню. Розташовується на Володимирській горці. Довжина траси сягає 222 м, різниця висот між станціями становить 75 м. Перевезення здійснюється двома вагонами, загальною місткістю у 100 осіб (з них 30 сидячих). Середня швидкість руху становить 2 м/с.

Фунікулер було відкрито у 1905 р. До середини 1930-х рр. він був частиною трамвайного маршруту, та вважався частиною трамвайної мережі. Згодом, в зв'язку із реорганізацією трамвайної мережі він був виділений як окремий вид транспорту. З 1929 р. траса фунікулеру лишалася незмінною. При побудові графу мережі даного виду транспорту він з'єднує лише два сельбищні утворення, і має у своєму складі лише одне ребро. Протягом часових зрізів 1947, 1964, 1985 та 2018 рр. граф мережі лишався незмінним. Забезпеченість сельбищних утворень міста фунікулером зменшувалась, з огляду на ріст та розвиток міста та стабільність мережі фунікулера. Так, у 1947 р. вона складала 4,4%, а у 2018 р. складала вже 2,3% (табл. 4).

На сьогоднішній день цей традиційний для Києва вид транспорту перестав бути основною ланкою у транспортному зв'язку Подолу та Верхнього міста – пасажирів частіше обирають більш швидкісні та доступні види транспорту, такі як метро. Але фунікулер набув нових функцій, зокрема як туристичний об'єкт. Розташування між двома великими історичними районами міста, та близьке розташування до метрополітену позитивно впливають на пасажиропотік та потік туристів зокрема.

Поєднавши графи усіх доступних видів ГТ (до рейкових видів транспорту слід додати автобус, тролейбус та маршрутні таксі), ми отримали каркас мережі ГТ міста. Графи мережі ГТ Києва 1900, 1936, 1947, 1964, 1985 та 2018 років представлені на рис. 5.

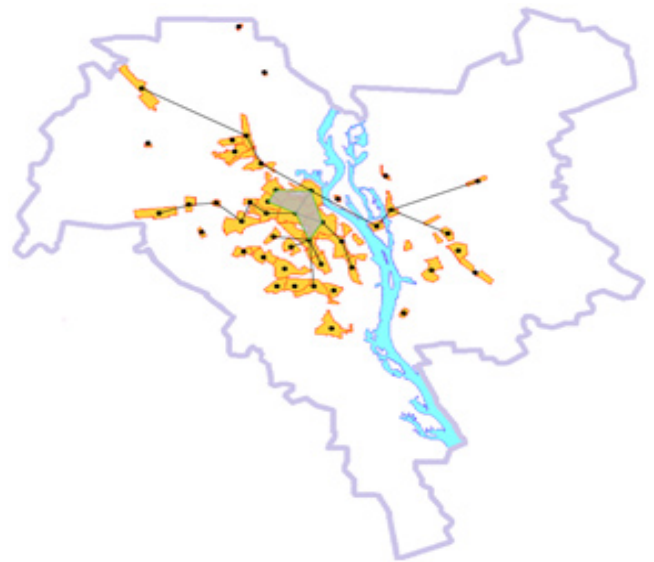
Таблиця 4

Основні показники розвитку графу фунікулера міста Києва

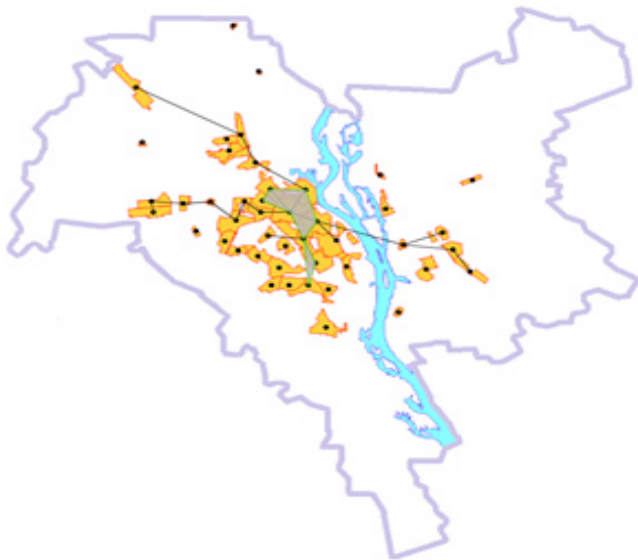
Рік	Всього точок (V)	Задіяних вершин (V')	Ребер (E)	Діаметр (D)	α -індекс	β -індекс	ϕ -індекс	μ -індекс	π -індекс	Забезпеченість
1947	45	2	1	1	0,000	0,015	0,005	0	1,000	4,44%
1964	67	2	1	1	0,000	0,013	0,004	0	1,000	2,99%
1985	79	2	1	1	0,006	0,011	0,004	1	1,000	2,53%
2018	88	2	1	1	0,000	0,015	0,005	0	1,000	2,27%



Граф мережі ГТ Києва 1900 р.



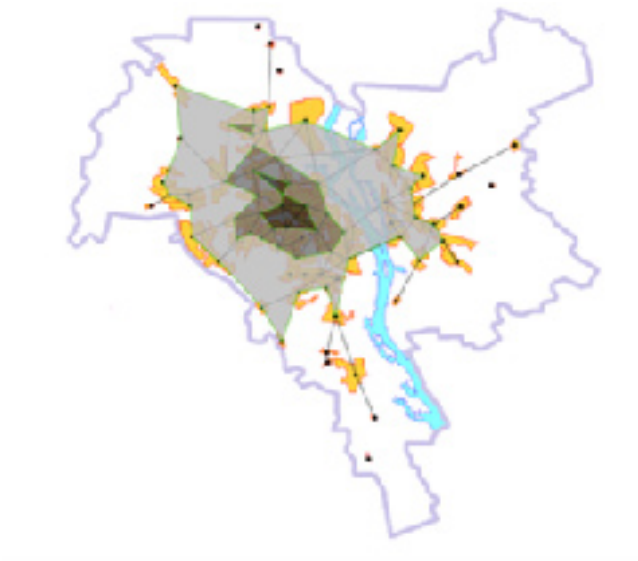
Граф мережі ГТ Києва 1936 р.



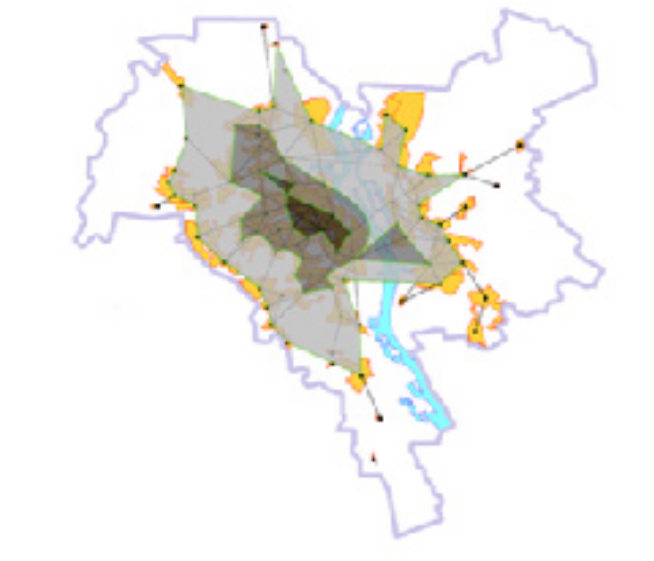
Граф мережі ГТ Києва 1947 р.



Граф мережі ГТ Києва 1964 р.



Граф мережі ГТ Києва 1985 р.



Граф мережі ГТ Києва 2018 р.

Рис. 5. Графи мереж громадського транспорту Києва визначених років з виділенням топологічних рівнів (Kolotukha, 2019a)

Порівняємо графи розвитку мереж ГТ Києва у двох останніх історичних зрізах – 1985 р. (радянському) та 2018 р. (сучасному). У каркасі ГТ Києва як радянського, так і сучасного періодів можна виділити три топологічні яруси. Але у 2018 р. усі яруси займали більшу площу, а цикл-петля другого топологічного рівня охопив декілька вершин графа на Лівому березі (рис. 5.5). Це дозволяє оцінювати граф каркасу ГТ у 2018 р. як більш складний (рис. 5.6).

Якщо оцінити покриття усіма доступними видами ГТ сельбищних утворень міста у двох історичних зрізах, то можна спостерігати як ця забезпеченість зросла. У 1985 р. сельбищні утворення міста були забезпечені ГТ на 94% (74 з 79), тоді як у 2018 р. цей показник зріс до 98% (86 з 88).

У 1985 р. Київ функціонував за законами планової економіки. Не був винятком і ГТ міста, основна функція якого зводилась до того, щоб доставити робітників на свої робочі місця вранці, а ввечері повернути їх додому. Рівень автомобілізації міста у радянський час був набагато меншим, ніж за часів незалежності. Затори були нечастим і менш кризовим явищем, ніж сьогодні. Основним способом добирання на роботу був ГТ. З іншого боку, транспортна пропозиція не завжди відповідала транспортному попиту, графік руху часто не задовольняв потреби населення у години пік. Люди, не маючи іншої альтернативи, часто були прив'язані лише до одного маршруту ГТ.

До 2018 р. місто вже пройшло декілька стадій економічних та суспільних трансформацій. На ринок міських пасажирських перевезень зайшли приватні перевізники. Маршрутні таксі з «непомітного» допоміжного виду транспорту стали одним із домінуючих видів ГТ. Приватні перевізники часто дублювали маршрути інших видів ГТ, вигравши конкурентну боротьбу за рахунок швидкості перевезень. У столиці почала змінюватись конфігурація місць проживання населення та основних місць прикладання праці. Ряд великих промислових гігантів міста припинили свою роботу. У місті, зокрема на Лівобережжі, почали виникати нові великі житлові масиви. Різко зріс рівень автомобілізації населення столиці, в зв'язку з чим дорожньо-вулична мережа міста почала сильно перевантажуватись. Затори стали типовим явищем для столиці. Загострилась проблема зв'язності лівого та правого берегів столиці, особливо у «години пік». Це ще більше підвищило роль позавуличного рейкового ГТ.

Порівнюючи каркаси мережі ГТ Києва у радянський та сучасний періоди, можна побачити зміни у структурі графів окремих видів ГТ. Найбільшу деградацію демонструє граф трамвайної мережі, частина якої було ліквідовано рішенням місцевої влади. Каркас мережі метрополітену можна охарактеризувати повільним та стабільним зростанням цієї мережі. Крім того, до нього можна додати новий вид важкого міського залізничного транспорту – міську залізницю, яка має низку пересадочних вузлів із метро. Аналіз функціонально-

територіальної структури системи міського ГТ, здійснений за допомогою методу графів та методу історико-географічних зрізів, свідчить про те, що ця структура графів рейкових видів ГТ динамічно розвивалася разом із розвитком Києва.

Висновки. Проведений історико-географічний аналіз аспектів функціонування та розвитку ГТ Києва свідчить, що протягом тривалого часу розвиток транспортної інфраструктури Києва відбувався методами адміністративно-командної економіки, пріоритетом якої була розбудова нових транспортних шляхів, що повністю суперечить сучасним урбаністичним концепціям. Недоліками такого підходу є нераціонально організована мережа ГТ Києва, постійні затори, хаотичне паркування, відсутність культури транспортної поведінки на вулицях міста. Тому, пріоритетним в цьому контексті виглядає розвиток рейкового транспорту – у нього найвища провізна здатність, він екологічний і комфортний для пасажирів, і головне – він не залежить від кількості заторів на дорогах. В Києві представлені чотири види рейкового ГТ – метрополітен, трамвай (в т.ч. швидкісний трамвай), міська електричка та фунікулер.

Аналіз функціонально-територіальної структури системи міського ГТ виявив наступне. У каркасі ГТ Києва як радянського, так і сучасного періодів можна виділити три топологічні яруси. Але у 2018 р. усі яруси займали більшу площу, а цикл-петля другого топологічного рівня охопив декілька вершин графа на Лівому березі. Це дозволяє оцінювати граф каркасу ГТ як більш складний. Якщо оцінити покриття усіма доступними видами ГТ сельбищних утворень міста у двох останніх історичних зрізах (1985 та 2018 рр.), то можна спостерігати його зростання: у 1985 р. сельбищні утворення міста були забезпечені ГТ на 94%, тоді як у 2018 р. – на 98%. При цьому можна побачити зміни у структурі графів окремих видів ГТ.

З усіх видів рейкового транспорту в Києві на достатньому рівні розвинене лише метро. Трамваї та міська електричка, незважаючи на свій потенціал, на сьогоднішній день, непопулярні у містян. Нерівномірний підхід до розвитку ГТ привів до істотних перекосів – трамваї та електрички ходять напівпорожніми, тоді як метро працює на межі своїх потужностей. Щодня київський метрополітен перевозить близько 1,5 млн. пасажирів – це найбільший перевізник у столиці. Натомість, на трамваї, міську електричку і фунікулер у сукупності не припадає навіть третьої частини обсягів підземки. Так, трамваї перевозять близько 380 тис. пасажирів (25% пасажиропотоку метро). Для порівняння: у 2001 р. київські трамваї перевозили близько 750 тис. пасажирів на день. Ще менш ефективною є робота міської електрички, яка перевозить менше 20 тис. пасажирів на день, що становить лише 1,3% від щоденного пасажиропотоку метро. Натомість за розрахунками фахівців Департаменту транспортної інфраструктури КМДА, міська електричка може протягом двох років вийти на обсяги перевезень 250 тис. пасажирів на добу. У сукупності, якщо об'єднати

систему міських трамваїв і tram-train з міською електричкою, рейковий вид транспорту міг би перевозити близько 1,1 млн осіб. Такий перерозподіл потоків значною мірою розвантажив би метрополітен. Якщо міську електричку інтегрують в систему залізничного сполучення з містами-супутниками вона змогла б перевозити близько півмільйона пасажирів на добу. Обмеженням є те, що міську електричку запускали як допоміжного перевізника на період будівництва Подільсько-Воскресенського мостового переходу. Розвиток нових маршрутів не передбачено в Генеральному плані Києва, що ускладнює реалізацію проекту (Strategy, 2017).

Очевидно, що проблеми розвитку системи ГТ Києва слід вирішувати в комплексі з розвитком всієї транспортної системи столичного міста. Основні ж напрямки розвитку загальної транспортної системи Києва спрямовані на формування високоефективного транспортного комплексу, здатного забезпечити потреби населення у відповідних послугах та

мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Для досягнення цієї мети основними напрямками розвитку системи ГТ Києва в числі загальних напрямків має стати: пріоритет пасажирського ГТ у виконанні міських перевезень; розвиток швидкісних позавуличних видів рейкового ГТ (метрополітену, швидкісного трамвая, міської залізниці); забезпечення швидкого, комфортного і безпечного транспортного сполучення між усіма функціональними зонами столиці на основі збільшення щільності вуличної мережі, будівництва транспортних переходів через р. Дніпро, ліквідації диспропорцій між їх пропускною спроможністю і необхідністю збільшення інтенсивності руху; створення системи комплексних пересадочних вузлів на станціях міської залізниці та лініях метрополітену; розвантаження міської вуличної мережі від транзитних транспортних потоків зі створенням системи обхідних магістралей (Master Plan).

Список використаних джерел / References:

- Bashinska, I., & Filippov, V. (2018). *Smart System of Urban Passenger Transport as a Component of Smart City*. Kharkiv: Disa Plus. [In Ukrainian]. [Башинська І.О., Філіппов В.Ю. Розумна система міського пасажирського транспорту як складова Smart City: монографія. Харків: видавництво «Діса плюс», 2018. 220 с.].
- City target program for the development of transport infrastructure in Kiev for 2019-2023 (project) (2018). [In Ukrainian]. [Міська цільова програма розвитку транспортної інфраструктури м. Києва на 2019-2023 роки (проект). Київ, 2018. 49 с.].
- Drapikovsky, O., & Ivanova, I. (2013). New trends in the development of the land use system in Kyiv. *Cartography Magazine*, 9, 48-62. [In Ukrainian]. [Драпіковський О.І., Іванова І.Б. Нові тенденції в розвитку системи землекористування Києва. *Часопис картографії*. Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2013. Вип. 9. С. 48-62].
- Dudnik, I. (2016). *Transport Geography*. Kyiv: NAU. [In Ukrainian]. [Дудник І.М. Транспортна географія: підручник. Київ: НАУ, 2016. 288 с.].
- Gorbachev, P., & Svichinsky, S. (2016). *Integral Modeling of the Needs of the Population of Cities in Transportation by Public Transport Based on the Resettlement Function*. Kharkiv: KHNADU. [In Ukrainian]. [Горбачов П.Ф., Свічинський С.В. Інтегральне моделювання потреб населення міст у перевезеннях громадським транспортом на основі функції розселення: монографія. Харків: ХНАДУ, 2016. 147 с.].
- Hanson, S. (Ed.) (1986). *The Geography of Urban Transportation*. New York, London: The Guilford Press.
- Kansky, K.J. (1963). *Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics*. Chicago University, Department of Geography, Research Paper № 84.
- Kolotukha, I. (2016a). Methodology for calculating the population of residential areas (on the example of the city of Kyiv). In *Materials of the international interdisciplinary scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists "Shevchenkinska Vesna"*, issue XIV (pp. 118-120). Kyiv: Print Service. [In Ukrainian]. [Колотуха І. Методика обрахування чисельності населення житлових районів (на прикладі міста Києва). *Матеріали Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна»*. Київ: ПрінтСервіс, 2016. Вип. XIV. С. 118-120].
- Kolotukha, I. (2016b). Historical and geographical analysis of the connectivity of residential areas of the city of Kiev by light rail transport in the XX-XXI century. *Ekonomichna ta Sotsialna Geografiya*, 76, 27-31. [In Ukrainian]. [Колотуха І.О. Історико-географічний аналіз зв'язності житлових районів міста Києва легкорейковим транспортом у XX-XXI сторіччі. *Економічна та соціальна географія*. Київ, 2016. Вип. 76. С. 27-31].
- Kolotukha, I. (2017). Urban public transport as an object of socio-geographical research. *Geography and Tourism*, 35, 179-188. [In Ukrainian]. [Колотуха І. Міський громадський транспорт як об'єкт суспільно-географічного дослідження. *Географія та туризм: науковий збірник*. 2017. Вип. 35. С. 179-188].
- Kolotukha, I. (2019a). *Public transport of the city of Kiev: socio-geographical research*: PhD Thesis. Taras Shevchenko National University of Kyiv. [In Ukrainian]. [Колотуха І.О. Громадський транспорт міста Києва: суспільно-географічне дослідження : дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.02. Київський національний університет імені Тараса Шевченка МОН України. Київ, 2019. 227 с.].
- Kolotukha, I. (2019b). Conditions and factors of placement and development of public transport in a large city. *Scientific Notes of the Mykhailo Kotsyubynskiy Vinnytsia State Pedagogical University. Series: Geography*, 31(1-2),

109-117. [In Ukrainian]. [Колотуха І.О. Умови і фактори розміщення та розвитку громадського транспорту великого міста. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. 2019. Вип. 31. № 1-2. Вінниця, 2019. С. 109-117].

Kolotukha, I., & Kolotukha, O. (2022). Classification of spatial transport formations of a large city (on the example of Kyiv). *Bulletin of the Odessa National University. Series: Geographical and Geological Sciences*, 27(1), 100-113. [In Ukrainian]. [Колотуха І., & Колотуха О. Класифікація просторових транспортних утворень великого міста (на прикладі Києва). *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2022. Т. 27. Вип. 1(40). С. 100-113].

Kolotukha, I., & Kolotukha, O. (2023). Main directions of development of the public transport system of a large city (on the example of Kyiv). In Zapototsky, S., & Mezentsev, K. (Eds.), *Cities and Regions in the Epicenter of Spatial Changes* (pp. 39-40). Kyiv: Kyiv University. [In Ukrainian]. [Колотуха І., Колотуха О. Основні напрями розвитку системи громадського транспорту великого міста (на прикладі Києва). *Міста та регіони в епіцентрі просторових змін* : зб. наук. праць / за ред. С. П. Запотоцького та К. В. Мезенцева. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2023. С. 39-40].

Kyiv Smart City Initiative. [Ініціатива Kyiv Smart City. URL: www.kyivsmartcity.com].

Master Plan of Kyiv. Main provisions (2015). [In Ukrainian]. [Генеральний план м. Києва. Основні положення / Департамент містобудування та архітектури КМДА, КО «Інститут генерального плану м. Києва». Київ, 2015. 103 с.].

Master Plan of the city of Kyiv until 2025. [Генеральний план міста Києва до 2025 року. [Електронний ресурс]. URL: <http://kga.gov.ua/generalnij-plan/genplan2025>].

Mezentsev, K., & Mezentseva, N. (2016). Modern challenges of spatial development of urban territories in Ukraine. In *Ukrainian Geography: Modern Challenges* (Vol. III, pp. 197-198). Kyiv: Print-Service. [In Ukrainian]. [Мезенцев К.В., Мезенцева Н.І. Сучасні виклики просторового розвитку міських територій в Україні. *Українська географія: сучасні виклики*. Зб. наук. праць у 3 томах. К.: Прінт-Сервіс, 2016. Т. III. С. 197-198].

Official website of KP "Kyiv Metro" [Офіційний сайт КП «Київський метрополітен». URL: itz@metro.kiev.ua].

Official website of Kyivpastrans [Офіційний сайт Київпастрансу. URL: www.kpt.kiev.ua].

Otechko, S. (2016). Problems and prospects of development of passenger transport in Kharkiv: socio-geographical aspect. *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Geology. Geography. Ecology"*, 44, 143-148. [In Ukrainian]. [Отечко С.А. Проблеми та перспективи розвитку пасажирського транспорту міста Харкова: суспільно-географічний аспект. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2016. Вип. 44. С. 143-148].

Palant, O. (2016). *Strategy of System Modernization of Urban Electric Transport*. Kharkiv: Zoloti Storinky. [In Ukrainian]. [Палант О.Ю. Стратегія системної модернізації міського електричного транспорту: монографія. Харків: Золоті сторінки, 2016. 360 с.].

Pidgrushnyi, G., & Denysenko, O. (2010). Metropolitan cities as the newest form of territorial organization of society. *Experience and Prospects of Development of Ukrainian cities*, 18, 65-77. [In Ukrainian]. [Підгрушний Г., Денисенко О. Міста-метрополіси як новітня форма територіальної організації суспільства. *Досвід та перспективи розвитку міст України*. 2010. № 18. С. 65-77].

Rodrigue, J.-P. (2017). *The Geography of Transport Systems*. Fourth edition. New York: Routledge.

Rudakevich, I. (2010). *Socio-Geographical Problems of Development of Transport Infrastructure of a Large City (Based on the Materials of Regional Centers of the Western region of Ukraine)*: abstract of PhD Thesis. Ivan Franko National University of Lviv. [In Ukrainian]. [Рудакевич І.Р. Суспільно-географічні проблеми розвитку транспортної інфраструктури великого міста (на матеріалах обласних центрів Західного регіону України): автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.02. Львів: нац. ун-т ім. І. Франка. Л., 2010. 20 с.].

Savchuk, I., & Nagorny, T. (2018). Spatial organization of tram transport in a large city (on the example of Kyiv). *Ukrainian Geographical Journal*, 2, 56-62. [In Ukrainian]. [Савчук І.Г., Нагорний Т.В. Просторова організація трамвайного транспорту великого міста (на прикладі Києва). *Український географічний журнал*. 2018. № 2. С. 56-62].

Strategy for the development of the city of Kyiv until 2025 (2017). Kyiv: Kyiv City State Administration. [In Ukrainian]. [Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року. Київ: Київська міська державна адміністрація, 2017. 144 с.].

Taaffe, E.J., Gauthier, H.L., & O'Kelly, M.E. (1998). *Geography of Transportation*. 2nd ed. Upper Saddle River. N.Y.

Vdovichenko, V. (2017). *Methodological Foundations of the Formation of System Efficiency of Urban Public Passenger Transport in the Conditions of Sustainable Development*. Kharkiv: KHNADU. [In Ukrainian]. [Вдовиченко В.О. Методологічні основи формування системної ефективності міського громадського пасажирського транспорту в умовах сталого розвитку: монографія. Харків: ХНАДУ, 2017. 211 с.].

Virchenko, P., & Mazurova, A. (2013). Some problems of functioning of transport of a large city (socio-geographical aspect). In *Regional problems of Ukraine: Geographical Analysis and Search for Solutions* (pp. 27-30). Kherson: PP Vyshemirsky. [In Ukrainian]. [Вірченко П.А., Мазурова А.В. Деякі проблеми функціонування транспорту великого міста (суспільно-географічний аспект). *Регіональні проблеми України: Географічний аналіз та пошук шляхів вирішення*: зб. наук. праць. Херсон: ПП Вишемирський, 2013. С. 27-30].

Website of the official portal of Kyiv [Сайт Офіційного порталу Києва. URL: www.kyivcity.gov.ua].