

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-53>

УДК 656.07: 629.01

# ОЦІНЮВАННЯ НОРМАТИВНОЇ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОВІЗНОЇ СПРОМОЖНОСТІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

## REGULATORY COMPLIANCE ASSESSMENT OF CAPACITY OF URBAN PASSENGER TRANSIT IN UKRAINE

**Бушуєва Наталія Сергіївна**

доктор технічних наук, професор,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4969-7879>**Будник Андрій Олександрович**

аспірант,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9530-2679>**Bushueva Natalia, Budnyk Andrii**

Kyiv National University of Construction and Architecture

Стаття присвячена розгляду провізної спроможності видів міського пасажирського транспорту відповідно до нормативу заповнення його рухомого складу пасажирами як важливого експлуатаційного показника транспорту. Підкреслено фактори, які доводять важливість знання точної провізної спроможності кожного виду транспорту відповідно до норм перед впровадженням проєктів розвитку міського транспорту, щоб гарантувати їхню економічну ефективність і високу якість обслуговування пасажирів. Проаналізовано нормативи заповнення вільного простору рухомого складу міського транспорту і проведено оцінку відповідності зазначеної у ДБН провізної спроможності видів транспорту цим нормативам. Здійснено розрахунок місткості різних типів рухомого складу, який використовується в Україні, з урахуванням нормативів заповнення його вільного простору. Розраховано провізну спроможність видів міського пасажирського транспорту відповідно до місткості рухомого складу та максимально можливої частоти руху.

**Ключові слова:** міський пасажирський транспорт, рухомий склад, види міського пасажирського транспорту, провізна спроможність транспорту, якість обслуговування.

This article is dedicated to reconsidering the capacity of urban transit modes according to different types of rolling stock and standards for filling the free space. Compliance of the capacity of the types of urban transit specified in the DBN (State Construction Norms) with these standards was checked. Often rolling stock capacity is measured according to its free space being filled by passengers in density of 8 passengers per square meter, however, state regulations in Ukraine require this indicator to be 4 passengers per square meter for regular urban transit and 3 passengers per square meter for high-speed urban transit. Research showed that there is a gap in literature in theme of relevant capacity of urban transit modes according to types of rolling stock and their passenger load. In this article the capacity of urban transit modes (measured in passengers per hour per direction) was calculated in accordance with the capacity of the rolling stock commonly used in Ukraine and maximal frequency of movement possible (in vehicles per hour in one direction) of each transit mode. The practical value of the article lies in providing the relevant capacity of different urban transit modes and its rolling stock according to the quality standards for filling the free space of rolling stock. If transit capacity heavily exceeds its demand, it makes the operation less profitable because of unnecessary additional expenses on rolling stock, worker's salaries, infrastructure and its service. If transit capacity is below its demand, it creates uncomfortable and even dangerous conditions for passengers. All those factors underline the importance of knowing the precise capacity of each transit mode according to the norms before implementing urban transit projects to guarantee their cost effectiveness and high quality of service for passengers. Research that was carried out shows that relevant capacity of urban transit modes does not entirely match the indicators provided in DBN, implying that it needs updates. Data that was obtained in this article could be used in urban transit project management at the planning and evaluation stage.

**Keywords:** urban transit, rolling stock, urban transit modes, transit capacity, quality of service.



**Постановка проблеми.** Провізна спроможність є важливою характеристикою міського пасажирського транспорту (МПТ), яка впливає на вибір того чи іншого виду транспорту відповідно до прогнозованого чи наявного пасажиропотоку в транспортному коридорі. Від рівня заповнення рухомого складу залежить якість обслуговування пасажирів – чим він більше, тим менш комфортними є умови поїздки.

Неправильний вибір виду транспорту для маршруту може спричинити багато проблем. Якщо провізна спроможність маршруту менша, ніж попит на нього, то це призводить до великих скупчень людей в салонах і на платформі, погіршуючи якість поїздок для пасажирів і створює загрозу їхній безпеці. Якщо ж провізна спроможність маршруту суттєво більша, ніж попит на нього, то це призведе до неефективної витрати коштів на його створення і обслуговування. Особливо це стосується видів транспорту, які потребують будівництва і обслуговування великого обсягу окремої інфраструктури: залізниця, метрополітен, швидкісний трамвай.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нормативи наповнення рухомого складу міського пасажирського транспорту як фактор якості обслуговування пасажирів розглянуто в роботах О. Кузькіна [2], Д. П. Понкратова,

Н. В. Давідіча [3] та ін. Вплив щільності наповнення рухомого складу МПТ на функціональний стан пасажирів досліджено в роботі Бойківа М. В., Марія Р. А [4]. У вищезазначених дослідженнях згадується, що нормативи наповнення рухомого складу становлять до 4 осіб/м<sup>2</sup> вільної площі підлоги салону, проте часто в години «пік» щільність пасажирів в транспорті може перевищувати ці значення.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Загалом в літературних джерелах відсутні дослідження з розрахунками, які підтверджують чи заперечують актуальність наведених в ДБН показників провізної спроможності видів міського пасажирського транспорту з урахуванням нормативів заповнення вільної площі рухомого складу.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Мета дослідження полягає в оцінюванні відповідності зазначеної у ДБН провізної спроможності видів міського пасажирського транспорту нормативам заповнення вільного простору рухомого складу як важливому елементу управління громадським транспортом, що безпосередньо впливає на якість перевезень, комфорт пасажирів, безпеку руху та ефективність використання ресурсів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Провізна спроможність транспорту

Таблиця 1

Орієнтовна провізна спроможність різних видів МПТ за ДБН

Вид транспорту	Максимальна частота руху, пар поїздів в годину "пік" або одиниць рухомого складу	Кількість вагонів у потязі	Орієнтовна провізна спроможність, тис. пас. в годину «пік»	Середня швидкість сполучення, км/год
Автобус звичайний	Визначається умовами організації дорожнього руху	1	3-5	18-20
Автобус-експрес		1	до 10	25-30
Тролейбус	40	1	3,5-4,7	18-20
Трамвай	30	1-2	6-12	15-20
Трамвай швидкісний	30	1-2	10-20	25-30
Метрополітен	40	5-6	20-45	40-45
Швидкісний позавуличний рейковий транспорт (мініметро, наземне легке метро)	14-30	4-6	15-30	25-35
Примісько-міська залізниця (2-х - 4-х колійна)	14-28	10-12	30-50	45-50
Монорейковий транспорт	14	3-5	10-30	60-70

Джерело: сформовано на основі [1]

залежить від місткості рухомого складу, кількості вагонів (при наявності) і частоти руху.

В ДБН «Планування і забудова територій» (пункт 10.4.2) ці показники, а також середня швидкість сполучення мають значення, наведені в таблиці 1.

Згідно з вищезазначеним пунктом ДБН норма наповнення рухомого складу становить 4 особи/м<sup>2</sup> вільної площі підлоги пасажирського салону (при повністю зайнятих місцях для сидіння) для звичайних видів транспорту і 3 особи/м<sup>2</sup> для швидкісних.

Слід зазначити, що в таблиці не вказаний тип рухомого складу, його місткість і рівень заповнення вільного простору салону, отже достеменно невідомо, як здійснювалися розрахунки. Це обґрунтовує необхідність розрахувати, чи відповідає наведена провізна спроможність актуальній місткості рухомого складу, який розповсюджено використовується в Україні, при дотриманні норми наповнення вільної площі салону. Для початку необхідно визначити місткість розповсюдженого в Україні рухомого складу з урахуванням нормативів, а потім визначити добуток цих значень та можливої частоти руху.

У технічних паспортах рухомого складу місткість салону зазвичай розраховується виходячи із заповнення вільного простору 8 осіб/м<sup>2</sup>, значення показників наведено в таблиці 2.

На основі цих даних можна розрахувати місткість рухомого складу з дотриманням норм ДБН, поділивши зазначену кількість місць для стояння при умові заповнення вільної площі 8 осіб/м<sup>2</sup> на 2 для звичайних видів транспорту і на 2,66 для швидкісних видів транспорту. До швидкісних видів транспорту віднесено такі види: метрополітен, швидкісний трамвай, міська залізниця і автобус-експрес. Результати розрахунків наведено в таблиці 3.

Поїзди метрополітену можуть складатися з різної кількості вагонів – в київському та харківському метрополітені курсують потяги з 5 вагонів, а для проекрованої Подільсько-Вигурівської лінії у Києві планується використання 6-вагонних потягів. Оскільки потяги в метро складаються з двох головних і кількох проміжних вагонів, розрахунок місткості потягів з 5 і 6 вагонів виглядатиме наведеним в таблиці 4 чином.

Надалі можна розрахувати максимальну провізну спроможність кожного з цих видів транспорту залежно від типу рухомого складу відповідно до чинних нормативів заповнення вільної площі рухомого складу. Варто також додати, що максимальна частота руху у наведених в ДБН таблиці теж не зовсім відповідає дійсності – наприклад, лінія швидкісного трамваю з системою автоматичного регулювання швидкості, яка була на правобережній

Таблиця 2

Показники місткості МПТ за умови заповнення вільного простору 8 осіб/м<sup>2</sup>

Вид МПТ	Тип рухомого складу	К-сть місць для сидіння	К-сть місць для стояння, 8 осіб/м <sup>2</sup>	Загальна к-сть місць
Метрополітен	Головний вагон 81-7080	36	220	256
	Проміжний вагон 81-7081	36	245	281
Міська залізниця	Електропоїзд ЕПЛ9Т (8 вагонів)	964	482	1446
Трамвай	Tatra T3 (1 вагон)	38	107	145
	Tatra T3 (3 вагони)	114	321	435
	П'ятисекційний Електрон Т5В64	70	217	287
	Семисекційний Електрон Т7В86	99	301	400
Тролейбус	ЛАЗ Е183	30	70	100
	ЛАЗ Е301	46	134	180
Автобус	Богдан А092	22	21	43
	ЛАЗ А183	24	76	100
	ЛАЗ А292	46	136	182

Джерело: сформовано авторами на основі [5–13]

Таблиця 3

Показники місткості МПТ за умови заповнення вільного простору 3/4 особи/м<sup>2</sup>

Вид МПТ	Тип рухомого складу	К-сть місць для сидіння	К-сть місць для стояння, ¼ осіб/м <sup>2</sup>	Загальна к-сть місць
Метрополітен	Головний вагон метро 81-7080	36	83	119
	Проміжний вагон метро 81-7081	36	92	128
Міська залізниця	Електропоїзд ЕПЛ9Т (8 вагонів)	964	181	1145
Трамвай	Tatra T3 (1 вагон)	38	54	92
	Tatra T3 (3 вагони)	114	161	275
	П'ятисекційний Електрон Т5В64	70	109	179
	Семисекційний Електрон Т7В86	99	151	250
Трамвай швидкісний	Tatra T3 (1 вагон)	38	40	78
	Tatra T3 (3 вагони)	114	120	234
	П'ятисекційний Електрон Т5В64	70	81	151
	Семисекційний Електрон Т7В86	99	113	212
Тролейбус	ЛАЗ Е183	30	35	65
	ЛАЗ Е301	46	67	113
Автобус	Богдан А092	22	11	33
	ЛАЗ А183	24	44	68
	ЛАЗ А292	47	68	115
Автобус-експрес	ЛАЗ А292	47	51	98

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 4

## Показники місткості потягів метрополітену залежно від кількості вагонів

Загальна кількість вагонів в потязі, од.	Місткість одного головного вагону, пас.	К-сть головних вагонів, од.	Місткість одного проміжного вагону, пас.	К-сть проміжних вагонів, од.	Загальна місткість потягу, пас.
5	119	2	128	3	622
6	119	2	128	4	750

Джерело: сформовано авторами

лінії київського швидкісного трамваю, може пропускати до 50 пар поїздів за годину [14].

Приклад експрес-автобусу можна взяти з маршруту №2М, який заміняв перекриту ділянку київського метрополітену в Голосіївському районі м. Києва з грудня 2023 до вересня 2024 року, маючи інтервали руху 1 хв і, відповідно, частоту 60 одиниць за годину. Також він мав середню відстань між зупинками, як в метрополітені (понад 1 км), оскільки зупинявся лише біля існуючих станцій метро.

Місткість для цього виду транспорту буде розрахована з показником заповнення вільної площі салону 3 особи/м<sup>2</sup>, як у швидкісного виду транспорту.

Для звичайного автобусу, тролейбусу і трамваю доцільно взяти при розрахунку максимальну частоту руху 40 одиниць за годину, що становить інтервали руху 90 секунд і відповідає середньому циклу світлофорів, дозволяючи пропускати як раз один транспортний засіб під час горіння зеленого світла.

Таблиця 5

## Актуальні показники провізної спроможності різних видів МПТ

Вид транспорту	Максимальна частота руху, пар поїздів в годину "пік" або одиниць рухомого складу	Кількість вагонів у потязі, од.	Місткість одиниці рухомого складу, пас.	Провізна спроможність, пас. за годину «пік»
Автобус звичайний	40	1	36-115	1440-4600
Автобус-експрес	60	1	до 98	До 5880
Тролейбус	40	1	65-113	2600-4520
Трамвай	40	1-3	92-275	3680-11000
Трамвай швидкісний	50	1-3	78-234	3900-11700
Метрополітен	40	5-6	622-750	24880-30000
Примісько-міська залізниця (2-х - 4-х колійна)	14-28	8	1145	16030-32060

Джерело: сформовано авторами

**Висновки.** Виконане дослідження заповнило прогалину в існуючих джерелах з розрахунком провізної спроможності різних видів міського пасажирського транспорту відповідно до актуальної місткості розповсюдженого в Україні рухомого складу і нормативу заповнення його вільної площі, а також максимальної допустимої частоти руху. Дотримання нормативів заповнення рухомого складу є важливим для забезпечення комфортних та безпечних умов перевезень, особливо у години «пік», коли навантаження на транспортну систему досягає максимальних значень.

Було виявлено, що наведені в ДБН показники провізної спроможності перевищують реальні значення з урахуванням норми заповнення рухомого складу, зазначеної у цьому ж самому нормативі. Це підкреслює необхідність перегляду нормативних документів та актуалізації розрахункових показників, що дозволить більш точно оцінювати реальну провізну спроможність транспортних систем

і уникати як перевантаження маршрутів, так і неефективного використання транспортних ресурсів.

Отримані результати слід використовувати при плануванні нових транспортних коридорів і реорганізації існуючих для визначення підходящого виду міського транспорту і його рухомого складу відповідно до прогнозованого попиту, який можна визначити за допомогою розрахунків на транспортних моделях. Володіння точними показниками місткості рухомого складу сприяє оптимізації структури рухомого парку та інфраструктури міського транспорту, підвищенню безпеки, комфорту пасажирів, ефективності роботи перевізників та якості транспортних послуг. Окрім цього, оптимізація роботи міського пасажирського транспорту на основі точних експлуатаційних показників здатна зменшити витрати на його обслуговування і знизити рівень викидів вихлопних газів, які негативно впливають на якість повітря у містах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», затверджені Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 26.04.2019 № 104.
2. Кузькін, О. Ф. Нормативно-правові аспекти оцінки якості послуг міського маршрутного пасажирського транспорту загального користування. *Вісник ЖДТУ. Серія «Технічні науки»*. 2016. № 2 (53). С. 79–84. DOI: [https://doi.org/10.26642/tn-2010-2\(53\) T.2-79-84](https://doi.org/10.26642/tn-2010-2(53) T.2-79-84).
3. Понкратов, Д. П., Давідіч, Н. В. Диференційовані рекомендації щодо нормування рівня заповнення салону автобусів при здійсненні міських пасажирських перевезень. *Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура* 2019. (147). С. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2019-1-147-46-53>.

4. Бойків М. В., Марій Р. А. Зміна функціонального стану пасажира залежно від умов руху громадського транспорту. *Збірник наукових праць VII-ї міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспорту і логістики»*, 2017. № 317. С. 172–174. <http://sazt-snu.in.ua/data/Zbornik2017.pdf#page=172>.
5. Інформація про Вагони метро Крюківського вагонобудівного заводу. URL: <https://www.kvsz.com/index.php/ua/produksiya/produksiya-dlya-metropoliteniv/vagoni-metro> (дата звернення: 25.01.2025).
6. Про електропоїзд ЕПЛ9Т. URL: [https://www.facebook.com/Ukrzaliznytsia/posts/6117664344933969?ref=embed\\_post](https://www.facebook.com/Ukrzaliznytsia/posts/6117664344933969?ref=embed_post)
7. Трамвай. Рухомий склад. Tatra-T3. URL: [https://gortransport.kharkov.ua/ps\\_models/49](https://gortransport.kharkov.ua/ps_models/49) (дата звернення: 25.01.2025).
8. Продукція виробника трамваїв «Електрон». URL: [http://eltrans.electron.ua/trammodels\\_1524](http://eltrans.electron.ua/trammodels_1524) (дата звернення: 25.01.2025).
9. Тролейбуси ElectroLAZ-12 (ЛАЗ Е183). URL: [https://lvivzaet-in-ua.translate.google.com/interes/rukh\\_sklad\\_trolley/electrolaz-12/?\\_x\\_tr\\_sl=uk&\\_x\\_tr\\_tl=en&\\_x\\_tr\\_hl=en&\\_x\\_tr\\_pto=sc&\\_x\\_tr\\_sch=http](https://lvivzaet-in-ua.translate.google.com/interes/rukh_sklad_trolley/electrolaz-12/?_x_tr_sl=uk&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=en&_x_tr_pto=sc&_x_tr_sch=http) (дата звернення: 25.01.2025).
10. Тролейбус ЛАЗ Е-301А1. URL: <https://old.dsbt.gov.ua/uk/storinka/trolleybus-laz-e-301a1> (дата звернення: 25.01.2025).
11. Міський автобус Богдан А-09202 2008 року випуску – технічні параметри та опис. URL: <https://bus-truck.com.ua/avtobusy/katalog/misky-avtobus-bohdan-a-09202-2008-roku-vypusku-tehnichni-parametry-ta-opys> (дата звернення: 25.01.2025).
12. Автобус ЛАЗ А-183 «СітіЛАЗ». URL: [https://gortransport.kharkov.ua/ps\\_models/182/](https://gortransport.kharkov.ua/ps_models/182/) (дата звернення: 25.01.2025).
13. ЛАЗ-А292D1 (А292N1). URL: <http://old.kievbus.info/buses/80-a292.html> (дата звернення: 25.01.2025).
14. Як в Києві з'явилася перша в СРСР лінія швидкісного трамваю. Історичні фото. URL: <https://www.autoconsulting.ua/article.php?sid=35059> (дата звернення: 25.01.2025).

## REFERENCES:

1. DBN В.2.2-12:2019 «Planning and development of territories», approved by Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine dated April 26, 2019 No. 104.
2. Kuzkin, O.F. (2016) Normatyvno-pravovi aspekty otsinky yakosti posluh miskoho marshrutnoho pasazhyrskoho transportu zahalnoho korystuvannya [Legislative aspects of an estimation of quality of services of the urban public transport]. *Visnyk ZhDTU. Seriya «Tekhnichni nauky» – Bulletin of ZhDTU. Series «Technical sciences»*, vol. 2 (53), pp. 79–84. DOI: [https://doi.org/10.26642/tn-2010-2\(53\) T.2-79-84](https://doi.org/10.26642/tn-2010-2(53) T.2-79-84)
3. Ponkratov D. P., Davidich N. V. (2019) Dyferentsiiovani rekomendatsii shchodo normuvannya rivnia zapovnennia salonu avtobusiv pry zdiisnenni miskykh pasazhyrskykh perevezhen [Differentiated guidance for in-vehicle crowding limitation in urban bus services]. *Komunalne hospodarstvo mist. Seriya: Tekhnichni nauky ta arkhitektura – Municipal economy of cities. Series: Engineering and Architecture*, vol. 1 (147), pp. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2019-1-147-46-53>.
4. Boykiv M. V., Mariy R. A. (2017) Zmina funktsionalnoho stanu pasazhyra zalezno vid umov rukhu hromadskoho transportu [Change in the functional state of a passenger depending on the conditions of public transport movement]. *Zbirnyk naukovykh prats VII-yi mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Problemy rozvytku transportu i lohistyky» – Collection of scientific papers of the 7th international scientific and practical conference «Problems of transport and logistics development»*, vol. 317, pp. 172–174. URL: <http://sazt-snu.in.ua/data/Zbornik2017.pdf#page=172> (accessed: 01/25/2025).
5. Information about Metro cars of the Kriukiv Railway Car Manufacturing Plant. URL: <https://www.kvsz.com/index.php/ua/produksiya/produksiya-dlya-metropoliteniv/vagoni-metro> (accessed: 01/25/2025).
6. Post by Ukrzaliznytsia about the electric train EPL9T. URL: [https://www.facebook.com/Ukrzaliznytsia/posts/6117664344933969?ref=embed\\_post](https://www.facebook.com/Ukrzaliznytsia/posts/6117664344933969?ref=embed_post)
7. Tram. Rolling stock. Tatra-T3. URL: [https://gortransport.kharkov.ua/ps\\_models/49](https://gortransport.kharkov.ua/ps_models/49) (accessed: 01/25/2025).
8. Products of the tram manufacturer "Electron". URL: [http://eltrans.electron.ua/trammodels\\_1524](http://eltrans.electron.ua/trammodels_1524) (accessed: 01/25/2025).
9. Trolleybuses ElectroLAZ-12 (LAZ E183). URL: [https://lvivzaet-in-ua.translate.google.com/interes/rukh\\_sklad\\_trolley/electrolaz-12/?\\_x\\_tr\\_sl=uk&\\_x\\_tr\\_tl=en&\\_x\\_tr\\_hl=en&\\_x\\_tr\\_pto=sc&\\_x\\_tr\\_sch=http](https://lvivzaet-in-ua.translate.google.com/interes/rukh_sklad_trolley/electrolaz-12/?_x_tr_sl=uk&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=en&_x_tr_pto=sc&_x_tr_sch=http) (accessed: 01/25/2025).
10. Trolleybus LAZ E-301A1. URL: <https://old.dsbt.gov.ua/uk/storinka/trolleybus-laz-e-301a1> (accessed: 01/25/2025).

11. City bus Bogdan A-09202 2008 release - technical parameters and description. URL: <https://bus-truck.com.ua/avtobusy/katalog/misky-avtobus-bohdan-a-09202-2008-roku-vypusku-tehnichni-parametry-ta-opys> (accessed: 01/25/2025).
12. Bus LAZ A-183 "CityLAZ". URL: [https://gortransport.kharkov.ua/ps\\_models/182/](https://gortransport.kharkov.ua/ps_models/182/) (accessed: 01/25/2025).
13. LAZ-A292D1 (A292N1). URL: <http://old.kievbus.info/buses/80-a292.html> (accessed: 01/25/2025).
14. How the first light rail transit line in the USSR appeared in Kyiv. Historical photos. URL: <https://www.autoconsulting.ua/article.php?sid=35059> (accessed: 01/25/2025).