

УДК 656.021

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.6/43>**Стрелко О.Г.**

Державний університет інфраструктури та технологій

Грушевська Т.М.

Державний університет інфраструктури та технологій

Бердниченко Ю.А.

Державний університет інфраструктури та технологій

Римша О.Ю.

Державний університет інфраструктури та технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ У ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНОМУ ВУЗЛІ

У даній статті досліджено закономірності формування пасажиропотоків у транспортно-пересадочному вузлі. Описано основні напрямки розвитку пасажирських транспортних процесів у транспортних вузлах, а саме розвиток різних видів транспортних систем, інтеграція рішень у сфері інформаційних технологій та формування скоординованих розкладів руху взаємодіючих видів пасажирського транспорту. Перехід на скоординований розклад забезпечить збалансоване використання місць у всіх транспортних засобах, що беруть участь у мультимодальних перевезеннях, раціональне використання потужностей залізниці та автомобільного транспорту, а також скорочення часу очікування пасажирів у пунктах пересадок. Основними задачами транспортно-пересадочних вузлів є забезпечення зручної пересадки, збільшення ефективності транспортної системи, розвиток мультимодального транспорту, розвиток логістики, економічний розвиток, підтримка інтеграції транспортних систем, зменшення транспортних заторів, розвиток пасажирського і вантажного транспорту, забезпечення доступності та рівномірного розподілу транспортних послуг, забезпечення безпеки та комфорту. Транспортно-пересадочні комплекси мають важливе значення для розвитку транспортної системи країни. Вони виконують різноманітні функції, які сприяють покращенню продуктивності, доступності та безпеки транспортування. Ці комплекси сприяють зменшенню транспортних заторів, розвитку мультимодального транспорту, логістики та економічного зростання. Вони також сприяють інтеграції різних транспортних систем і забезпечують зручну пересадку пасажирів і вантажів між різними видами транспорту. Завдяки транспортно-пересадочним комплексам досягається оптимальне використання різних видів транспорту, збільшується рухливість населення і сприяє розвитку туризму та торгівлі. Отже, ці комплекси грають важливу роль у покращенні транспортної системи країни і сприяють рівномірному розвитку транспортної інфраструктури.

Ключові слова: пасажиропотік, транспортно-пересадочний вузол, пасажирські перевезення, інтегрований розклад руху, мультимодальні пасажирські перевезення.

Постановка проблеми. Сучасний стан пасажирських перевезень в Україні, на жаль, бажає бути набагато кращим, особливо в умовах війни та нестабільної економічної ситуації в країні. Ці проблеми є глобальними, та в основному стосуються практично всіх видів транспорту у всіх регіонах країни. Рівень обслуговування пасажирів в Україні є набагато нижчим відносно інших країн Європи, що свідчить про необхідність переймати європейський досвід та програми розвитку пасажирських перевезень задля ефективнішого та прогресивнішого надання транспортних послуг для українців [1]. Для підвищення конкурентоспроможності

пасажирських залізничних перевезень були проаналізовані чинники, які мають прямий вплив на розвиток ринку транспортних послуг. Виокремлено, що значний вплив на збільшення обсягів перевезень пасажирів залізничним транспортом в умовах конкуренції з автомобільним транспортом має оптимізація організації пасажирських перевезень. Основні аспекти цієї оптимізації включають скорочення часу очікування поїздки, збільшення швидкості руху по маршруту та покращення комфорту пасажирських перевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У розвиток досліджень організації пасажирських

перевезень, формування закономірностей пасажиропотоків у транспортно-пересадочних вузлах внесли великий вклад такі вчені: Аксьонов І.М., Бутко Т.В., Габа В.В., Грушевська Т.М., Гудков О.М., Мацюк В.І., Мироненко В.К., Торопов Б.І., Христофор О.В., Яновський П.О., Стрелко О.Г. та ін. [8–10]. Але, не зважаючи на велику кількість публікацій науковців та фахівців, що присвятили свої роботи проблемам підвищенню ефективності організації пасажирських залізничних перевезень, питання дослідження формування закономірностей формування пасажиропотоків залишається актуальним і на сьогоднішній день.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Питаннями організації пасажирських перевезень займалися багато науковців як в Україні, так і у світі. Незважаючи на те, що питаннями аналізу залізничних пасажирських перевезень присвячено безліч наукових публікацій, питання організації руху пасажирських перевезень у світі є відкритим та актуальним, особливо в нинішніх умовах. Удосконалення та покращення організації пасажирських перевезень, надання якісних транспортних послуг є цікавими питаннями сьогодення.

Метою статті є дослідження закономірностей формування пасажиропотоків у транспортно-пересадочному вузлі.

Виклад основного матеріалу. Транспортно-пересадочні комплекси відіграють важливу роль у розвитку транспортної системи країни. Вони є вузловими пунктами, де здійснюється взаємодія між різними видами транспорту (автомобільний, залізничний, міський і т.д.) і забезпечують пересадку пасажирів з одного виду транспорту на інший. У сучасних умовах переважна більшість пасажирських перевезень здійснюється з участю двох і більше видів транспорту. Процеси взаємодії, зазвичай, відбуваються у транспортних вузлах [5].

Основними задачами транспортно-пересадочних вузлів є [6]:

Забезпечення зручної пересадки. Транспортно-пересадочні комплекси створюють зручні умови для пасажирів і вантажів, які змушені змінювати транспортний засіб під час подорожі. Вони забезпечують належну інфраструктуру, таку як платформи, термінали, мости, зони очікування, де пасажирів можуть зручно пересісти з одного транспорту на інший.

Збільшення ефективності транспортної системи. Транспортно-пересадочні комплекси допомагають збільшити ефективність транспортної системи, зменшуючи час та затрати, пов'язані

з пересадками. Завдяки цим комплексам пасажирів можуть швидко та зручно пересісти з одного виду транспорту на інший, що сприяє підвищенню загальної продуктивності системи.

Розвиток мультимодального транспорту. Транспортно-пересадочні комплекси сприяють розвитку мультимодального транспорту, де різні види транспорту працюють разом у координації. Це сприяє збільшенню ефективності та вибору для пасажирів, оскільки вони можуть скористатися комбінацією транспортних засобів для досягнення своєї кінцевої точки.

Розвиток логістики. Транспортно-пересадочні комплекси виконують важливу функцію у розвитку логістики. Вони дозволяють зв'язувати різні логістичні маршрути та мережі, що сприяє оптимізації перевезень вантажів. Транспортні комплекси забезпечують зручні пункти пересування товарів з одного виду транспорту на інший, дозволяючи ефективно використовувати різні транспортні засоби залежно від потреб.

Економічний розвиток. Транспортно-пересадочні комплекси мають великий вплив на економічний розвиток країни. Вони створюють робочі місця, сприяють розвитку туризму, залученню інвестицій та торгівлі. Забезпечуючи швидкий та зручний перехід від одного виду транспорту до іншого, вони сприяють підвищенню мобільності населення та розвитку бізнесу.

Підтримка інтеграції транспортних систем. Транспортно-пересадочні комплекси відіграють важливу роль у підтримці інтеграції різних видів транспорту. Вони створюють умови для зручного та ефективного зв'язку між транспортними системами, що допомагає покращити координацію та співпрацю між ними.

Зменшення транспортних заторів. Транспортно-пересадочні комплекси відіграють важливу роль у зменшенні транспортних заторів і заторів на дорогах. Шляхи, які забезпечують пересадку пасажирів та вантажів з одного виду транспорту на інший, допомагають розподілити транспортний потік та зменшити навантаження на дороги.

Розвиток пасажирського і вантажного транспорту. Транспортно-пересадочні комплекси стимулюють розвиток пасажирського та вантажного транспорту. Вони створюють передумови для підвищення обсягів перевезень, покращення якості послуг та розширення мережі транспортних зв'язків. Це сприяє зростанню транспортного сектора країни та залученню інвестицій у розширення транспортної інфраструктури.

Забезпечення доступності та рівномірного розподілу транспортних послуг. Транспортно-пересадочні комплекси допомагають забезпечити доступність транспортних послуг для різних регіонів та населення. Вони розташовані в стратегічних місцях, що дозволяє забезпечити рівномірний розподіл транспортних зв'язків і забезпечити доступ до різних місць країни.

Забезпечення безпеки та комфорту. Транспортно-пересадочні комплекси відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки та комфорту пасажирів. Вони мають необхідну інфраструктуру та послуги для забезпечення безпеки, включаючи контроль за перевезенням вантажів та пасажирів, системи безпеки та інформаційні сервіси.



Рис. 1. Основні задачі транспортно-пересадочних вузлів

Організація пасажирських перевезень повинна забезпечувати зручний час поїздки пасажирів до місця призначення, регулярність руху, раціональне використання рухомого складу, повну безпеку й культуру обслуговування пасажирів з виправданими витратами [7].

Ефективна організація пасажирських перевезень, високоякісне обслуговування пасажирів у сучасних умовах неможливі без дослідження закономірностей формування пасажиропотоків, аналізу організаційних і технологічних факторів формування попиту на залізничні пасажирські перевезення.

У формуванні закономірностей пасажиропотоку та попиту в приміських залізничних перевезеннях визначено два типи факторів: позитивні, що сприяють зростанню, та негативні, що зменшують попит на ці послуги. Серед позитивних факторів зростання важливу роль відіграють наступні аспекти: постійне зростання цін на паливо, розвиток приміської житлової забудови, проблеми, пов'язані зі станом автомобільних

доріг і їх перевантаженість, а також питання безпеки пасажирських перевезень. Серед негативних факторів зменшення, які впливають на пасажирські залізничні перевезення, можна відзначити обмеженість доставки пасажирів до приміських залізничних станцій з необхідністю пересідання на інші види транспорту та великі інтервали між рухом електропоїздів [8].

Україна має активний ринок транспортних послуг, зокрема в сфері пасажирських перевезень. Залізничний транспорт відзначається великою потужністю, особливо в години пік, коли автомобільні дороги в місті Київ та його околицях переповнені і «пробки» стають звичайною ситуацією. Залізничний транспорт проявляє більшу надійність у виконанні графіка руху, не залежить від погодних умов, у порівнянні з автомобільним транспортом, і має більш доступні ціни на проїзд. Крім того, в порівнянні з автотранспортом, залізничний транспорт вважається безпечнішим.

Якщо аналізувати пасажирські перевезення в приміських напрямках, то бачимо, що понад 86% пасажирів користуються залізничним транспортом для приміських подорожей, що складає більше третини загального пасажиропотоку в цьому напрямку.

Автомобільний транспорт вважається найбільш мобільним і доступним видом транспорту, але варто відзначити, що вартість проїзду на автомобільному транспорті зазвичай в два або навіть три рази більше, ніж на інших видах транспорту. Основною сферою застосування автомобільного транспорту є надання послуг з перевезення пасажирів між їхніми місцями проживання в передмістях та зупинними пунктами приміських електропоїздів. Крім цього, він здійснює обслуговування приміського пасажирського транспорту поза годинами пік [8].

Власний (приватний) автомобільний транспорт вважається найзручнішим (для тих, хто може собі його дозволити мати). Однак в часи пік автомобільні дороги перевантажені, що є причиною численних заторів та автомобільних пробок.

На більшості залізниць світу спостерігається збільшення обсягів перевезень пасажирів, хоча частка пасажирського транспорту в освоєнні цих перевезень для різних країн неоднакова. Посилення конкурентної боротьби на ринку пасажирських перевезень надання транспортних послуг, вимагає від перевізників урахування в процесі якісних факторів послуги.

Поведінка пасажирів дуже впливає на експлуатаційні компоненти, такі як пасажиропотоки на

залізничних станціях, час обміну пасажиром і, отже, на пунктуальність поїздів. Для дослідження формування закономірностей пасажиропотоків у транспортно-пересадочних вузлах можна розглянути як впливає поведінка та потреби пасажирів на інфраструктурні об'єкти транспортних станцій. Якщо проаналізувати пасажиропотоки далекого сполучення, то можна відмітити факт, що пасажир далекого сполучення прибувають на вокзал раніше відправлення та хотіли б скористатися інфраструктурою вокзалів, наприклад магазинами. Зокрема, їм у цьому зазвичай заважає провезення багажу, через що виникає потреба у короткочасному зберіганні багажу. Що стосується поведінки під час використання сходів, ескалаторів та ліфтів, помітні різні впливи, особливо з погляду продуктивності. У випадку ескалаторів при параметрах з розрахунку їх розмірів, в ідеальному випадку можна досягти швидкості потоку. Однак на вокзалах з великою кількістю пасажирів та багажу пропускна спроможність може становити менше половини. Розподіл пасажирів по платформі істотно впливає на час обміну пасажиром і, отже, на час очікування та якість роботи. Це показує, що більшість пасажирів орієнтуються на ситуацію висадки, що частково призводить до дуже вираженого нерівномірного розподілу по платформі. Це, у свою чергу, призводить до переважання окремих дверей та значного збільшення часу обміну пасажиром [9].

Якість надання транспортних послуг має фундаментальний вплив на послуги пасажирського транспорту. Одним із найкорисніших методів оцінки якості обслуговування є опитування. Опитування можуть проводитися з погляду пасажирів, і навіть з погляду транспортного оператора. Протягом останнього десятиліття рівень обслуговування на регіональних залізничних лініях Хорватії є відносно стабільним із тенденцією до зниження рівня обслуговування. Один із спостережень – відсутність регулярної оцінки послуг та взаємодії з пасажиром. Результати опитувальної оцінки якості послуг пасажирського транспорту на регіональній лінії у північно-західній частині Хорватії, де комплексне дослідження визначило, як зберегти існуючий рівень обслуговування,

а також деякі пропозиції щодо підвищення рівня обслуговування послуги також представлені у роботі [10].

У сучасних умовах особливого значення набуває вдосконалення технологічної взаємодії різних видів пасажирського транспорту в транспортних вузлах, яке можливе на основі: більш повного використання досягнень розвитку інформаційної техніки та єдиної системи управління всіма видами транспорту; єдиних термінів обстеження пасажиропотоків на взаємодіючих видах транспорту; узгоджених розкладів руху; використання ефекту великих систем (розширення можливостей маневрування рухомим складом, ремонтною базою, робочою силою тощо); оптимального поєднання (за кількістю і часткою транспортної роботи) взаємодіючих видів транспорту, оптимальних структур та чисельності парків окремих видів транспорту, єдиного тарифу, що забезпечує право пересадки в межах міста на будь-який вид транспорту [8].

Головне завдання пасажирських перевезень в Україні – своєчасне, якісне та повне задоволення потреб населення в перевезеннях. Пасажирський транспорт повинен бути доступним, зручним у користуванні, забезпечувати комфортну швидкість пересування до місця призначення, безпека перевезень і, головне, економічність.

Висновки та пропозиції. Загалом транспортно-пересадочні комплекси є ключовим елементом розвитку транспортної системи країни, виконуючи різноманітні функції, що сприяють покращенню ефективності, доступності та безпеки перевезень. Вони сприяють зменшенню затворів, розвитку мультимодального транспорту, логістики та економічному зростанню. Крім того, вони сприяють інтеграції транспортних систем та забезпечують зручну пересадку пасажирів та вантажів з одного виду транспорту на інший. Завдяки транспортно-пересадочним комплексам забезпечується оптимальне використання різних видів транспорту, підвищується мобільність населення та стимулюється розвиток туризму та торгівлі. Таким чином, ці комплекси відіграють важливу роль у покращенні транспортної системи країни та сприяють забезпеченню рівномірного розвитку транспортної інфраструктури.

Список літератури:

1. Головатчик Н.А., Каширець Н.М. Оцінка якості транспортних послуг. Студентський вісник національного університету водного господарства та природокористування. Вип. 1 (7), 2017. С. 33–36.
2. Strelko O., Hrushevska T., Toropov B., Berdnychenko Y., Soloviova O. Study of the Formation of Passenger Flows in Transport Hubs. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering–2022. ICTM2022. Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, Cham. 2023. Vol 657. P. 733–744. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36201-9_60

3. Strelko O., Hrushevska T., Gaba V., Berdnychenko Y., Kyrychenko H. (). Improvement of the System of Arranging Commuter Passenger Transportation Based on the Kyiv Transport Hub. *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, Springer, Cham. 2023. Vol 536. P. 752–763. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_67
4. Strelko O., Solovyova O., Berdnychenko Y., Kyrychenko H., Solovyova L. Study of the contemporary trends in the development of transport systems of the Ukrainian railways. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*. Vol. 202322(2). P. 263–279. <https://doi.org/10.31648/aspal.8444>
5. Стрелко О.Г., Торопов Б.І., Грушевська Т.М., Войцехович В.С., Поповичук Т.О. Дослідження впливу пасажиропотоків на пропускну спроможність транспортних пересадочних вузлів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського*. Вип. 33 (72). № 4. 2022. С. 271–277. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.4/41>.
6. Мельник Т., Христофор О., Красноштан О. (2021). Роль транспортно-пересадочних комплексів у розвитку транспортної системи країни: соціальний і сервісний аспекти. *Review of transport economics and management*, 5 (21), 59–69. DOI: <https://doi.org/10.15802/rtem2021/224970>
7. Габа В.В., Грушевська Т.М., Поворознік О.О., Костюшко В.П. Формалізація впливу факторів зовнішнього середовища на систему організації залізничних перевезень. *Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології»*. К.: ДЕТУТ, 2016. Вип. 29. С. 277–285. <http://tst.duit.edu.ua/index.php/tst/article/view/90/83>.
8. Поздняков А.А., Мироненко В.К., Позднякова О.О., Гудков О.М. Дослідження факторів, що впливають на формування пасажиропотоків залізничних приміських перевезень у великих міських агломераціях. *Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології»*, 2016. Вип. 29. С. 261–276. <https://tst.duit.in.ua/index.php/tst/issue/view/3/1>
9. Bernhard Rüger Influence of Passenger Behaviour on Railway-Station Infrastructure. *Rail NewCastle*. 2017. P. 127–160. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-78544-8_8
10. Abramović B., Šipuš D. Quality Assessment of Regional Railway Passenger Transport. 2020. P. 83–96. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-19519-9_2.

Strelko O.H., Hrushevska T.M., Berdnychenko Yu.A., Rymsha O.Yu. RESEARCH ON THE PATTERNS OF PASSENGER FLOW FORMATION IN A TRANSPORT INTERCHANGE HUB

In this article, the study investigates the patterns of passenger flow formation in a transport interchange hub. It describes the main directions for the development of passenger transportation processes in transport hubs, including the development of various modes of transportation systems, the integration of decisions in the field of information technology, and the creation of coordinated schedules for interacting modes of passenger transportation. Transitioning to a coordinated schedule ensures balanced utilization of capacities in all modes of transport participating in multimodal transportation, rational use of railway and road transport capacities, and reduces passenger waiting times at transfer points. The main tasks of transport interchange hubs include ensuring convenient transfers, increasing the efficiency of the transportation system, developing multimodal transportation, advancing logistics, economic development, supporting the integration of transportation systems, reducing traffic congestion, promoting the development of both passenger and freight transport, ensuring accessibility and equitable distribution of transportation services, and providing safety and comfort. Transport interchange complexes play a crucial role in improving the country's transportation system. They perform various functions that enhance transportation productivity, accessibility, and safety. These complexes contribute to reducing traffic congestion, fostering the development of multimodal transportation, logistics, and economic growth. They also facilitate the integration of various transportation systems and enable convenient transfers for passengers and cargo between different modes of transportation. Thanks to transport interchange complexes, optimal utilization of different modes of transportation is achieved, enhancing the mobility of the population and stimulating tourism and trade. Thus, these complexes play a vital role in improving the country's transportation system and promoting the even development of transportation infrastructure.

Key words: passenger flow, transport interchange hub, passenger transportation, integrated scheduling, multimodal passenger transportation.