

Література

1. Chocholac J., Sommerauerova D., Svab M., Jiraskova A., Polak M. Logistic technologies for tracking manufactured passenger cars on consolidation areas: Interpretative case study. *Transportation Research Procedia*. 2021. Vol. 53. P. 266-273. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.034>
2. Chu X., Wang Y., Lin Y. H., Chew E. P. Offshore consolidation centre for air cargo operations: model and solution methods. *OR Spectrum*. 2024. P. 1-33. <http://doi.org/10.1007/s00291-024-00764-0>

УДК 656.072

ОСОБЛИВОСТІ СИНХРОНІЗАЦІЇ РУХУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИДІЛЕНИХ СМУГ

Аспірант Літинський М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Сучасні міські агломерації стикаються з численними викликами у сфері організації пасажирських перевезень, серед яких домінують затори, нерегулярність руху транспорту та зниження привабливості громадського транспорту для населення. Одним із ефективних заходів підвищення швидкості, регулярності та надійності руху міського пасажирського транспорту є впровадження виділених смуг для його руху. Проте для досягнення максимального ефекту від використання такого інфраструктурного рішення необхідною умовою є забезпечення належної синхронізації руху транспортних засобів, яка дозволяє мінімізувати затримки, уникнути скупчень та забезпечити зручні пересадки для пасажирів.

Синхронізація руху охоплює як погодження графіків окремих маршрутів, так і координацію з роботою світлофорних об'єктів, що набуває особливого значення в умовах функціонування виділених смуг. Такий підхід вимагає врахування як транспортного попиту, так і характеристик вулично-дорожньої мережі, технологічних особливостей рухомого складу та режимів роботи інфраструктури. Незважаючи на зростаючий інтерес до даної проблематики, питання синхронізації в контексті впровадження виділених смуг недостатньо висвітлене в науковій літературі та практичних дослідженнях [1-3].

Метою даної статті є дослідження особливостей синхронізації руху міського пасажирського транспорту в умовах функціонування виділених смуг, виявлення основних факторів, що впливають на ефективність координації руху, та формування підходів до оптимізації розкладів з урахуванням нових умов експлуатації.

Методи синхронізації руху міського пасажирського транспорту в умовах впровадження виділених смуг повинні враховувати специфіку організації руху в умовах підвищеного пріоритету громадського транспорту. Основна мета синхронізації полягає у забезпеченні безперервного, регулярного та передбачуваного руху транспортних засобів за маршрутами, мінімізації часу очікування на зупинках та стиковках, а також зниженні експлуатаційних витрат і покращенні якості обслуговування пасажирів. У таких умовах особливої актуальності набувають методи, що поєднують розрахунок графіків руху із інтелектуальним управлінням транспортними потоками та адаптивними світлофорними системами.

Одним із базових підходів до синхронізації є використання тактових (інтервальних) графіків, які передбачають чітко визначений інтервал руху

транспортних засобів упродовж доби. У випадку наявності виділених смуг ці графіки можуть бути більш стабільними та менш залежними від загальної дорожньої ситуації, що дозволяє більш ефективно планувати стиковки між маршрутами та забезпечити регулярність обслуговування. Однак у години пік виникає потреба в адаптації інтервалів відповідно до динамічного попиту, що зумовлює необхідність застосування математичних моделей оптимізації розкладів із урахуванням змінного пасажиропотоку та пропускнуєї спроможності ділянок.

Ще одним важливим методом є координація розкладів суміжних маршрутів з метою організації зручних пересадок. Така координація може здійснюватися за принципом «вузлових пересадкових точок», де транспортні засоби різних маршрутів прибувають і відправляються у синхронізований спосіб. Умови виділених смуг підвищують точність дотримання графіків, що є критично важливим для ефективної реалізації даного підходу.

У контексті синхронізації також активно впроваджуються інтелектуальні транспортні системи, що передбачають інтеграцію інформаційних технологій, GPS-моніторингу, автоматичного регулювання світлофорів та диспетчерських систем управління рухом. Наприклад, адаптивне управління світлофорами дозволяє надавати пріоритет громадському транспорту на перехрестях, забезпечуючи «зелений коридор» та скорочуючи втрати часу на затримки. Такий підхід значно підвищує ефективність виділених смуг та дає змогу мінімізувати відхилення від запланованих графіків.

Крім того, перспективними є методи моделювання та сценарного аналізу, які дозволяють оцінити вплив різних варіантів синхронізації на показники ефективності транспортної системи. Використання програмних засобів транспортного моделювання дає можливість оптимізувати параметри руху ще на етапі планування, що особливо важливо в умовах комплексного впровадження виділених смуг на кількох маршрутах одночасно.

Таким чином, ефективна синхронізація руху міського пасажирського транспорту в умовах функціонування виділених смуг потребує комплексного застосування традиційних графікових підходів, інтелектуальних систем управління та математичних методів оптимізації. Інтеграція цих методів дозволяє не лише підвищити рівень обслуговування пасажирів, а й сприяє більш раціональному використанню міської інфраструктури.

Використання тактових (інтервальних) графіків для синхронізації руху міського пасажирського транспорту в умовах впровадження виділених смуг є одним із найефективніших підходів до забезпечення регулярності та передбачуваності транспортного обслуговування. Тактовий графік передбачає фіксований інтервал між рейсами на маршруті протягом певного часу доби, що дозволяє пасажирам легко запам'ятати розклад та планувати поїздки без необхідності перевірки конкретного часу відправлення. У контексті впровадження виділених смуг даний підхід набуває особливого значення, оскільки стабільність дорожніх умов створює сприятливі передумови для точного дотримання інтервалів руху.

Однією з ключових переваг тактових графіків у поєднанні з виділеними смугами є можливість ефективної координації між маршрутами, особливо в транспортних вузлах і пересадкових точках. Завдяки регулярності руху транспортних засобів зменшується середній час очікування пересадки, підвищується зручність для пасажирів і оптимізується загальний час у дорозі. Зокрема, узгодження інтервалів руху маршрутів, які обслуговують суміжні райони

або мають спільні ділянки, дозволяє уникнути нерівномірного навантаження на окремі сегменти мережі та забезпечити рівномірний розподіл пасажиропотоку.

Впровадження тактових графіків вимагає детального аналізу транспортного попиту, наявного рухомого складу та інфраструктурних можливостей. При цьому особливої уваги потребує підбір оптимального такту – інтервалу, який відповідає реальній інтенсивності пасажиропотоку на маршруті. У години пік доцільно зменшувати інтервал між рейсами, тоді як у міжпіковий період можливе його збільшення без шкоди для рівня обслуговування. Це забезпечує баланс між комфортом пасажирів і ефективністю використання ресурсів.

З технічної точки зору, реалізація тактових графіків у міському транспорті можлива завдяки впровадженню автоматизованих систем диспетчерського контролю, GPS-моніторингу руху та інтеграції з інтелектуальними транспортними системами міста. Такі системи дозволяють не лише забезпечити контроль за дотриманням інтервалів, а й оперативно реагувати на відхилення, вносячи коригування у режим роботи маршрутів у реальному часі. У свою чергу, стабільні умови руху, що створюються виділеними смугами, мінімізують зовнішні впливи на графік і значно полегшують управління транспортними потоками.

Крім того, тактові графіки сприяють зниженню витрат на експлуатацію, оскільки дозволяють більш точно планувати використання рухомого складу, уникати надмірного дублювання маршрутів і забезпечити рівномірне завантаження транспортних засобів. У комплексі з системами пріоритету на перехрестях та адаптивним управлінням світлофорами, даний підхід створює передумови для формування ефективної, надійної та привабливої для пасажирів транспортної системи.

Таким чином, впровадження тактових графіків у поєднанні з виділеними смугами для руху громадського транспорту є перспективним напрямом розвитку міських пасажирських перевезень. Цей підхід дозволяє досягти високої регулярності, скоротити час у дорозі, підвищити якість обслуговування пасажирів і забезпечити ефективне функціонування транспортної мережі навіть в умовах складної міської динаміки.

Перспективи застосування методів синхронізації руху міського пасажирського транспорту в умовах впровадження виділених смуг в містах України є надзвичайно актуальними в контексті підвищення ефективності функціонування громадського транспорту, зменшення заторів та екологічного навантаження на міське середовище. Сучасні урбаністичні виклики вимагають переходу від хаотичного розвитку транспортної системи до впровадження планованих, інтегрованих рішень, серед яких синхронізація руху на основі тактових графіків, координації маршрутів і пріоритетного управління рухом набуває ключового значення.

На сьогодні в українських містах активно обговорюється і частково реалізується впровадження виділених смуг для громадського транспорту. Цей процес, з одного боку, створює умови для стабільного руху автобусів і тролейбусів, а з іншого – висуває нові вимоги до організації транспортної роботи. У цьому контексті застосування методів синхронізації дозволить максимально реалізувати потенціал виділених смуг, забезпечуючи надійність і точність графіків, зменшення часу очікування, покращення зручності пересадок та загального рівня сервісу.

Особливо перспективним є впровадження синхронізованих тактових графіків у великих містах, таких як Київ, Харків, Львів, Дніпро та Одеса, де спостерігається значне навантаження на транспортну мережу. Застосування такого підходу

дозволить формувати ефективні транспортні вузли з організованими пересадками, зменшити дублювання маршрутів та сприяти оптимізації використання рухомого складу. Важливою умовою при цьому є цифровізація транспортного управління – розгортання автоматизованих диспетчерських систем, використання GPS-моніторингу, інформаційних табло на зупинках та мобільних застосунків для пасажирів.

Крім технічних аспектів, перспективи залежать і від інституційних зрушень – необхідна координація дій міських органів влади, операторів громадського транспорту, планувальних організацій та громадськості. Важливим фактором є також підвищення кваліфікації транспортних фахівців у сфері планування синхронізованих мереж та управління потоками з використанням сучасних аналітичних методів і програмного забезпечення.

Не менш значущою є можливість поступової інтеграції синхронізованих маршрутних систем з іншими видами транспорту – приміськими електричками, метро, легкорейковим транспортом, що дозволить створити єдину мультимодальну мережу з оптимізованими пересадками та високим рівнем обслуговування. У поєднанні з інтелектуальними транспортними системами це забезпечить більш стійкий та конкурентоспроможний громадський транспорт як альтернативу приватним автомобілям.

Отже, перспективи застосування методів синхронізації в умовах впровадження виділених смуг в українських містах є значними, однак потребують комплексного підходу, довгострокового планування, інвестицій у інфраструктуру та цифрові рішення. Успішна реалізація таких підходів сприятиме не лише покращенню мобільності населення, а й підвищенню якості життя в міському середовищі.

Література

1. Giesen, R., & Knapp, P. (2015). *Integrating frequency setting, timetabling, and route assignment to synchronize transit lines*. *Journal of Advanced Transportation*, 49(6), 687–703.
2. Ceder, A., & Tal, O. (2012). *Scheduling synchronized public transport systems considering holding times and demand assignment*. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(1), 45–62.
3. Lu, J., Guo, Q., & Schonfeld, P. (2025). *Policy selection and schedules for exclusive bus lane and high occupancy vehicle lane in a bi-modal transportation corridor*. *Transportation Research Record*, 2532, 45–60.