

Маневрування автомобіля, тобто його точне позиціонування на розвантажувальному майданчику, займає 10 хв. або 6,1 % часу. Цей показник є відносно незначним, однак його зменшення можливе шляхом кращої організації під'їзних шляхів або застосування більш зручної інфраструктури.

У підсумку можна зазначити, що незважаючи на те, що основну частину часу займає сам процес розвантаження, значну роль у загальних витратах часу відіграють і організаційні чинники – очікування, простої та документальне оформлення. Зменшення або оптимізація цих етапів дозволить скоротити загальний час обслуговування автомобіля і підвищити пропускну здатність логістичної ділянки.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що ТОВ «ОЛЛ ТРАК ПАРТС» здійснює перевезення тарно-штучних вантажів у напрямку Польща – Україна із використанням власного рухомого складу, який відповідає сучасним екологічним і технічним вимогам. Основні перевезення виконуються сідельними тягачами з напівпричепами типу «тент», що забезпечує гнучкість у завантаженні вантажів різної номенклатури.

Маршрути перевезень мають стабільне транспортне навантаження, проте характеризуються нерівномірністю у використанні пробігу та наявністю нульових пробігів, що знижує загальну ефективність перевезень. Коефіцієнти використання пробігу, вантажності та місткості свідчать про наявність резервів для оптимізації логістичних процесів, зокрема у сфері організації зворотного завантаження та зменшення простоїв.

Аналіз структури витрат на перевезення виявив, що основну частку експлуатаційних витрат становлять витрати на паливно-мастильні матеріали. Серед змінних витрат найбільш витратними є моделі автомобілів із вищим споживанням пального, тоді як оптимальне співвідношення постійних і змінних витрат демонструють

### Література

1. Davidsson, P. An analysis of agent-based approaches to transport logistics. *Transportation Research part C: emerging technologies*. 2005. №13.4. P. 255-271. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2005.07.002>
2. Melo, S. Fundamental emerging concepts and trends for environmentally friendly urban goods distribution systems. *International Encyclopedia of Transportation*. 2021. 320-323. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-102671-7.10766-3>

УДК 656.072

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ МАРШРУТІВ МПТ В ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНИХ ВУЗЛАХ

Студ. Абеленцев Д.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

У сучасних містах ефективність функціонування міського пасажирського транспорту (МПТ) значною мірою залежить від якості організації взаємодії між окремими маршрутами в межах транспортно-пересадочних вузлів (ТПВ). Зростання пасажиропотоків, потреба в зручності пересадок та скороченні загального часу поїздки зумовлює необхідність пошуку оптимальних рішень для синхронізації руху транспортних засобів різних маршрутів.

У науковій та інженерній літературі [1-5] описано низку підходів до

синхронізації: від простих евристичних алгоритмів до математичних моделей оптимізації, включаючи методи лінійного та цілочислового програмування, мережеве моделювання, теорію графів та моделі розкладу на основі пасажирських потоків. Однак, попри значну кількість досліджень, питання адаптації цих методів до конкретних умов функціонування міського транспорту в різних країнах та містах залишається відкритим.

Синхронізація розкладів руху є важливим елементом забезпечення ефективної роботи міського пасажирського транспорту. Її основною метою є зменшення часу очікування пасажирів при пересадках, покращення зручності пересування та оптимізація використання транспортних ресурсів. Існує кілька основних підходів до синхронізації розкладів. Перший підхід – це часова координація, яка полягає в узгодженні часу прибуття і відправлення транспортних засобів на ключових пересадкових вузлах. Такий метод є простим у реалізації, однак він ефективний лише за умови регулярного руху та відсутності значних затримок. Другим є інтервальна синхронізація, яка базується на кратності інтервалів між маршрутами, що мають спільні ділянки або пункти пересадки. Це дозволяє рівномірно розподіляти пасажиропотоки та зменшити середній час очікування транспорту.

Більш комплексним підходом є використання математичних моделей, зокрема методів оптимізації, таких як цілочисельне програмування, евристичні алгоритми або моделі теорії графів. Ці методи враховують ряд обмежень, включаючи місткість транспорту, щільність пасажиропотоку, тривалість пересадки та інші фактори.

Окремо варто виділити моделювання сценаріїв функціонування транспортної мережі, яке здійснюється за допомогою програмного забезпечення інтелектуальних транспортних систем. Такі моделі дозволяють враховувати динамічні умови – трафік, погодні умови, аварійні ситуації – і оперативно адаптувати розклади.

У великих містах важливим чинником є налагоджена система обміну інформацією між перевізниками та диспетчерськими службами. Це дає змогу забезпечити оперативну корекцію розкладів і кращу інтеграцію між різними видами транспорту, особливо в умовах мультимодальних пересадок. Аналіз показує, що найбільш ефективним є поєднання кількох методів синхронізації. Застосування інтервальних схем у поєднанні з адаптивними моделями на основі актуальних даних дає змогу суттєво підвищити якість транспортного обслуговування населення. Впровадження цифрових платформ управління рухом є невід'ємною частиною сучасного підходу до синхронізації розкладів.

Один із поширених підходів – використання математичних моделей для створення оптимального графіку руху. Цей метод передбачає розрахунок інтервалів між транспортними засобами на основі прогнозованого пасажиропотоку. Такий підхід допомагає мінімізувати затримки та забезпечити рівномірну завантаженість транспорту. Проте його реалізація може бути складною через необхідність врахування непередбачуваних факторів, таких як затори або технічні несправності.

Для оптимізації розкладів руху часто застосовують алгоритми, наприклад, генетичні алгоритми. Вони дозволяють аналізувати велику кількість варіантів та вибирати найкращий розв'язок. Системний підхід передбачає координацію роботи різних видів транспорту (автобусів, тролейбусів, трамваїв тощо). Це дозволяє створити єдиний розклад, який забезпечує зручні пересадки між видами транспорту. Наприклад прибуття одного транспортного засобу на пересадочний пункт можна синхронізувати з відправленням іншого. Цей метод особливо ефективний в години

«пік».

Сучасні технології, такі як GPS-моніторинг та інтелектуальні транспортні системи (ІТС), дозволяють оперативно коригувати розклад у режимі реального часу. Наприклад, якщо транспортний засіб затримується через пробки, система може автоматично оновити час його прибуття на наступні зупинки. Крім того, адаптивні системи можуть змінювати інтервали між транспортними засобами залежно від інтенсивності пасажиропотоку.

Для реалізації вищезгаданих методів використовуються спеціалізовані програмні платформи, які спрощують процес планування та управління розкладами. Нижче наведена їх загальна характеристика.

Trans CAD: цей інструмент дозволяє моделювати транспортні потоки, аналізувати пасажиропотік та планувати розклади. Trans CAD враховує дорожні умови, інтенсивність руху та інші фактори.

PTV Visum: платформа для розрахунку та аналізу пасажирських потоків. PTV Visum також інтегрується з GPS-системами для корекції руху у реальному часі.

Optibus: програмне забезпечення, яке використовує штучний інтелект для створення динамічних розкладів. Optibus адаптує графіки руху залежно від сезонних коливань попиту та дорожньої ситуації.

VISSIM: інструмент для симуляції транспортних потоків. VISSIM дозволяє тестувати різні сценарії руху та оцінювати їх ефективність перед впровадженням у реальних умовах.

Сучасні методи синхронізації важко впроваджувати в українських містах через брак фінансових ресурсів, кваліфікованих спеціалістів у галузі транспортного менеджменту, а також недостатньо розвинену інфраструктуру.

Упровадження методів синхронізації маршрутів міського пасажирського транспорту в транспортно-пересадочних вузлах відіграє важливу роль у підвищенні ефективності функціонування міської транспортної системи та покращенні якості обслуговування пасажирів. На практиці найбільш поширеними є такі підходи: часова координація розкладів, оптимізація на основі пасажиропотоків та інтелектуальне керування в режимі реального часу.

Часова координація передбачає узгодження розкладів руху транспортних засобів на пересадочних вузлах таким чином, щоб забезпечити мінімальний інтервал очікування між прибуттям одного маршруту та відправленням іншого. Цей підхід широко використовується у країнах Західної Європи, зокрема у Швейцарії, Німеччині та Нідерландах, де застосовується пульсова схема руху. У таких моделях розклад побудовано за принципом хвильового прибуття та відправлення транспорту, що дозволяє синхронізувати пересадки з урахуванням періодичності руху та середнього часу переходу пасажирів між платформами.

Оптимізація за пасажиропотоками є більш складним підходом і передбачає побудову математичних моделей, що враховують інтенсивність пасажиропотоків між вузлами, середній час очікування, заповненість транспортних засобів та інші параметри. У європейських містах, зокрема в Лодзі, Празі та Барселоні, впроваджено моделі лінійного програмування для розрахунку оптимальних інтервалів та моментів прибуття, що дозволило досягти зниження середнього часу пересадки та покращення регулярності обслуговування в години пік. Такий підхід вимагає точних даних щодо розподілу пасажирів та регулярного моніторингу транспортного попиту.

Інтелектуальні транспортні системи, що застосовують GPS-моніторинг та дані про трафік у режимі реального часу, дозволяють впроваджувати адаптивні

методи синхронізації. У містах Гельсінкі, Копенгаген та Таллінн використовуються автоматизовані диспетчерські платформи, які коригують графіки в залежності від актуальних затримок та забезпечують пріоритет для маршрутів з високим рівнем пересадок. Це дозволяє динамічно перерозподіляти ресурси та підтримувати стабільну синхронізацію навіть у разі зміни дорожньої ситуації.

Незважаючи на очевидні переваги, впровадження зазначених методів пов'язане з певними труднощами. До них належать складність координації великої кількості маршрутів із різною частотою руху, обмежені можливості реагування традиційних систем на нештатні ситуації, а також потреба у високому рівні цифрової інфраструктури та доступі до якісних даних. У цьому контексті перспективним є застосування гібридних моделей, що поєднують класичні методи оптимізації з інструментами прогнозування на основі машинного навчання, що дозволяє підвищити адаптивність та стійкість систем синхронізації до змін попиту.

Наразі в більшості українських міст відсутня системна практика синхронізації графіків руху транспортних засобів у точках пересадки. Основною причиною є застарілі підходи до планування маршрутної мережі, фрагментованість управління між різними видами транспорту (автобус, тролейбус, трамвай, маршрутне таксі), а також низький рівень автоматизації процесів диспетчеризації. У той же час наявність великої кількості маршрутів із перетинами та дублюванням створює потенціал для впровадження синхронізованих схем руху з мінімальними витратами ресурсів.

Перспективи впровадження сучасних методів синхронізації в українських містах пов'язані, передусім, із цифровізацією транспортної галузі. Поширення GPS-моніторингу рухомого складу, впровадження автоматизованих систем управління транспортом (АСУТ), розвиток електронних квитків та платформ відкритих даних створюють необхідну інформаційну базу для реалізації математичних моделей оптимізації графіків руху та погодження пересадок. Особливо актуальним є застосування пульсових розкладів у великих ТПВ, які обслуговують декілька напрямків із високою частотою руху, що дозволяє зменшити час очікування пасажирів та забезпечити ритмічність перевезень.

Крім того, зважаючи на нерівномірний розподіл пасажиропотоків у часі та просторі, доцільним є використання адаптивних підходів до синхронізації, які передбачають змінні схеми погодження маршрутів залежно від добового навантаження, рівня заповненості та фактичної ситуації на маршрутах. Застосування таких гнучких моделей можливе в умовах наявності сучасних диспетчерських центрів, здатних реагувати в реальному часі на зміну ситуації та коригувати графіки руху відповідно до пріоритетів пересадки.

Особливої уваги потребують великі міста України, зокрема Київ, Харків, Львів, Дніпро та Одеса, де наявна розгалужена маршрутна мережа і суттєвий потенціал для інтеграції різних видів транспорту. Пілотне впровадження синхронізації графіків на окремих ТПВ у рамках програм сталого міського мобільного планування (SUMP) може стати поштовхом до масштабнішої реформи системи маршрутів, з урахуванням потреб пасажирів у швидкому, зручному та надійному пересадочному сервісі.

## Література

1. Markevych, A., Vdovychenko, V., Ivanov, I. (2021) Influence of bus service downtime in the transport interchange on the duration of inter-route transfer of passengers.

*Technology Audit and Production Reserves*. 3/2(59). 6-10. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.231465>

2. Вдовиченко В.О., Самчук Г.О. Метод синхронізації розкладу руху міського пасажирського транспорту у транспортно-пересадочних вузлах: Свідоцтво про реєстрацію авторського права №74967. Державна служба інтелектуальної власності України. 27.11.17. 8 с

3. Вдовиченко В.О. Метод слот-координації руху міського громадського пасажирського транспорту в умовах транспортно-пересадочних терміналів: Свідоцтво про реєстрацію авторського права №78466. Державна служба інтелектуальної власності України. 20.04.18. 8 с.

4. Yashiro R., Kato H. Success factors in the introduction of an intermodal passenger transportation system connecting high-speed rail with intercity bus services. *Case Studies on Transport Policy*. 2019. Vol. 7/4. P. 708-717.

5. Fischer L. A., Schwieterman J. P. The Decline and Recovery of Intercity Bus Service in the United States: A Comeback for an Environmentally Friendly Transportation Mode? *Environmental Practice*. 2011. T. 13. №. 1. P. 7-15.

УДК 656.1

**АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ  
АВТОМОБІЛІВ ФОП СТАДНИК С.О. ПРИ ДОСТАВЦІ ВАНТАЖІВ В  
НАПРЯМКУ ЖИТОМИР – ХАРКІВ**

Студ. Буцикін Д.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

У сучасних умовах ринкової економіки та активного розвитку внутрішньої логістики важливого значення набуває ефективна організація вантажних перевезень автомобільним транспортом [1-2]. Одним із найпоширеніших видів вантажів, що транспортуються на внутрішньодержавних маршрутах, зокрема у напрямку Житомир – Харків, є тарно-штучні вантажі. Їх доставка вимагає високої точності планування, раціонального використання транспортних засобів і скоординованого управління усіма етапами логістичного процесу.

Актуальність теми дослідження зумовлена зростанням обсягів вантажопотоків між центральним і східним регіонами України, необхідністю підвищення конкурентоспроможності малих автотранспортних підприємств, зокрема фізичних осіб-підприємців, а також загальним прагненням логістичного сектора до підвищення ефективності та зниження витрат. У цьому контексті удосконалення технологічного процесу доставки тарно-штучних вантажів автомобілями ФОП Стадник С.О. є важливим кроком до забезпечення стабільності та якості транспортного обслуговування.

Незважаючи на наявність загальних підходів до організації перевезень, в діяльності підприємств малого бізнесу часто спостерігаються проблеми, пов'язані з нераціональним використанням автотранспорту, невідповідністю обраної логістичної схеми типу вантажу, відсутністю автоматизованих систем планування маршрутів та контролю. Це призводить до зниження рівня сервісу, перевитрат пального, збільшення часу доставки та зниження прибутковості перевезень.

Оцінка ефективності функціонування транспортного підприємства неможлива без детального аналізу техніко-експлуатаційних та техніко-економічних