

$K_{ит}$  на секторах километрового участка дороги, а предложенные модели определялись как средневзвешенное значение  $K_{ит}$  для километрового участка.

При окончательном выборе вида модели  $K_{ит}$  оценена ошибка рассмотренных моделей по отношению к количеству ДТП. Установлено, что определение  $K_{ит}$  по предложенным моделям в 7 раз сокращает отклонение  $K_{ит}$  от значений аварийности. Однако, наиболее эффективной для применения на практике во время аудита БДД на АД, с точки зрения минимизации временных и трудовых затрат, является модель  $K_{ит}$  определенная на основании взаимосвязи  $K_i$  наибольшего кластера, которая имеет наименьшее количество переменных. Особенности определения  $K_{ит}$  по данной модели являются: 1) модель  $K_{ит}$  имеет 5 переменных, что упрощает сбор исходных данных; 2) в отличие от общей модели модель по кластеру принимает только положительное значение; 3) при определении уровня БДД по модели  $K_{ит}$  по кластеру обязательным является определение 1-го и 5-го факторов, поскольку данные факторы описывают основные параметры транспортных потоков и дорожных условий. Остальные латентные факторы описывают опасность участков АД с особыми условиями, следовательно, их определение для оценки безопасности на всех участках не целесообразно.

На основании данной модели определения  $K_{ит}$  разработана процедура определения уровня БДД на АД, которая апробирована и принята к применению в Коростенском ДЕУ, Шевченковском автодоре и ОГАИ Киевского района при ГУМВД Украины в Харьковской области, что подтверждено соответствующими актами внедрения.

Самчук Ганна Олександрівна, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній універсітет, [ganna.samchuk@gmail.com](mailto:ganna.samchuk@gmail.com), 7073720

## **СИНХРОНІЗАЦІЯ РОЗКЛАДІВ РУХУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЯК ОПТИМІЗАЦІЙНА ЗАДАЧА**

Узгоджена взаємодія різних видів міського пасажирського транспорту має резерви для підвищення якості обслуговування населення: синхронізація розкладів руху громадського транспорту дозволяє зменшити час очікування пасажирів та уникнути негативних наслідків, що виникають при скупченні рухомого складу на зупиночному пункті, таких як зниження рівня безпеки, збільшення викидів шкідливих речовин тощо.

Два типи синхронізації виділяються у дисертаційному дослідженні [1]: синхронізація руху транспортних засобів різних маршрутів по спільних ділянках траси з метою досягнення рівномірності їх інтервалів прибуття на зупиночні пункти та синхронізація, основною задачею якої є мінімізація часу очікування при пересадці у транспортно-пересадочних вузлах. Два альтернативних варіанти пропонується у статті [2] для другого типу синхронізації, а саме організація пересадок у межах певного періоду (timed transfer) та оптимізація пересадок (transfer optimization).

У першому випадку транспортні засоби прибувають у транспортно-пересадочний вузол майже одночасно та відправляються через певний проміжок часу (часове вікно), таким чином забезпечується узгодження роботи пасажирського транспорту. Такі системи можуть бути простими та складатися з одного вузла, або більш складними, включаючи декілька транспортно-пересадочних вузлів. У літературі поширена думка, що такий варіант не є ефективним для великих транзитних мереж, наголошується також, що цей підхід спричиняє додаткові часові витрати для пасажирів, які не здійснюють пересадки.

Головною метою другого варіанту синхронізації є мінімізація загальних витрат часу пасажирів на пересадку в усій мережі, хоча можливі модифікації цільових функцій.

Найбільш поширеним способом підвищення синхронізації є зміщення часу відправлення транспортних засобів з початкового зупиночного пункту. Корегування розкладу може здійснюватися як статично, так і динамічно.

Синхронізація розкладу руху – складна проблема оптимізації та активна область у дослідженнях операцій. Будь-яка оптимізаційна задача включає два основні аспекти: математичне формулювання і метод вирішення. Таким чином, першим кроком є розробка математичної моделі, яка точно відображає процеси в системах громадського транспорту, а другим – побудова алгоритму для пошуку рішення.

Проблема синхронізації розкладу моделюється як задача про призначення, але найчастіше математичний апарат представлений частково цілочисельним програмуванням та частково цілочисельним нелінійним програмуванням. Класи точних і наближених алгоритмів використовуються для розв'язання задач комбінаторної оптимізації. Через велику розмірність задачі точні алгоритми є часто неефективними, порівняно з наближеними. Для вирішення проблем синхронізації розкладу руху найбільш поширеними є дві групи наближених алгоритмів: евристичні алгоритми та метаевристичні, наприклад, генетичні алгоритми (Genetic Algorithms), ітеративний локальний пошук (Iterated Local Search), алгоритм імітації відпалу (Simulated Annealing), алгоритм табу-пошуку (Tabu Search) та інші.

Синхронізація розкладів руху пасажирського транспорту є комбінаторної задачею NP-складності (Англ. "англ. non-deterministic polynomial), тому для вирішення таких проблем науковці спрощують допущення стосовно пасажиропотоків та руху транспортних засобів, що істотно зменшує складність моделей. Наступні допущення в моделях синхронізації розкладу зустрічаються найчастіше:

- детермінований час руху транспортних засобів між зупиночними пунктами;
- пасажиромісткість транспортних засобів достатня для задоволення попиту, тобто не моделюється ситуація, при якій пасажир не здійснює посадку у транспортний засіб через його переповненість, та не враховується додатковий час очікування;
- фіксована кількість пасажирів, що пересаджуються;

- детермінований час, необхідний для здійснення переходу між зупиночними пунктами різних маршрутів пасажирського транспорту для всіх транспортно-пересадочних вузлів.

Через представлені спрощення у моделях запропоновані науковцями рішення можуть виявитися неефективними.

Отже, створення синхронізованих розкладів руху у пасажирських транспортних системах є складним та важливим завданням, яке є перспективним напрямом для підвищення ефективності та привабливості громадського транспорту. Існуючі методи синхронізації потребують удосконалення: врахування у моделях стохастичності руху транспортних засобів та розгляд інших змінних як випадкових величин для відображення реального процесу перевезень. Крім того потрібно сформулювати алгоритм пошуку раціонального рішення, розробка програмного забезпечення для його реалізації дозволить збільшити швидкість та результативність розрахунків.

### Література

1. Sroka R. Problem synchronizacji interwałowej w miejskiej komunikacji publicznej. Rozprawa doktorska. Режим дос3&QI"  
[http://www.dbc.wroc.pl/dlibra/docmetadata?id=1354&from=&dirids=1&ver\\_id=&lp=3&QI=](http://www.dbc.wroc.pl/dlibra/docmetadata?id=1354&from=&dirids=1&ver_id=&lp=3&QI=)
2. Bookbinder J.H. Transfer Optimization in a Transit Network / J.H. Bookbinder, A. Désilets // Transportation Science. – 1992. – Vol. 26. – No. 2. – P. 106-118.

Тернюк Микола Емануїлович, д.т.н., професор, Міжнародна академія наук і інноваційних технологій;

Красноштан Олександр Михайлович, к.т.н., доцент,

Національний транспортний університет [olexander.krasnoshtan@gmail.com](mailto:olexander.krasnoshtan@gmail.com)

## ПОЛІСФЕРНИЙ МОДУЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ДОСТАВКИ ПОШТОВИХ ВІДПРАВЛЕНЬ

В сучасних умовах науково-технічного прогресу практично кожен напрямок діяльності людини дістав значного рівня механізації та автоматизації. Тим не менше, сфера поштового зв'язку в Україні, на жаль, досі залишається технологічно не достатньо розвиненою. І хоча на сьогоднішній день запроваджено ряд передових сервісів, що базуються на сучасних ІТ-рішеннях, доставка кореспонденцій до адресатів, як і раніше, здійснюється листоношами, яких в системі УДППЗ “Укрпошта” налічується 33,9 тис. працівників [1].

Такий підхід до доставки кореспонденцій має ряд суттєвих недоліків:

- великий час доставки;
- велика трудомісткість та ресурсомісткість;
- висока вартість та низька надійність доставки.

Особливо гострою ця проблема є в малонаселених районах півночі полісся та степової частини України.