

УДК 656.13:658

Куниця О.А., інж.

ХНАМГ, м. Харків

ВИЗНАЧЕННЯ ДІЙСНОГО ЧАСУ ОЧІКУВАННЯ ПАСАЖИРІВ ПРИ ОПЕРАТИВНОМУ УПРАВЛІННІ

Показано, що поширені властивості нової АСОУ надають можливість отримання точних значень дійсних інтервалів руху автобусів на міському маршруті. Відповідно до цього встановлені залежності для визначення поточних і середніх значень часу очікування одного пасажирів і всіх пасажирів із урахуванням і без урахування кількості пасажирів, що ввійшли в автобус на окремому зупиночному пункті.

Вступ

Транспортна втомленість пасажирів, що виникає під час поїздки, призводить до зниження їх продуктивності. У загальних витратах часу пасажирів на поїздки час очікування є найбільш вагомою складовою [1]. При плановому управлінні розрахункове значення цього часу визначається розкладом руху. Дія зовнішніх і внутрішніх збурень під час процесу перевезень призводить до змінення напруженості, нерівномірності пасажиропотоків і параметрів руху маршрутного транспорту, тому збільшується значення дійсного часу очікування.

Використання автоматизованої системи оперативного управління (АСОУ) пасажирськими маршрутними перевезеннями може забезпечити визначення дійсного часу очікування пасажирів у автоматичному режимі під час виконання окремого рейсу на кожному зупиночному пункті у режимі реального масштабу часу. Існуючі моделі оцінки цього часу не дозволяють зробити це. Запропонований підхід до визначення дійсного часу очікування дозволяє вирішити питання його зниження при оперативному управлінні пасажирськими маршрутними перевезеннями. Тому моделі визначення дійсного часу потребують подальшого розвитку.

Аналіз досліджень та постановка задачі

У роботах [2, 3] наведені залежності для визначення часу очікування одного пасажирів, що містять чинники: імовірність відмови пасажирів у посадці $P_{від}$; коефіцієнт варіації інтервалу руху C_x ; показник завантаження перегону маршруту ρ ; розрахунковий інтервал руху I_p і, обов'язково, середньо квадратичне відхилення σ цього інтервалу. Для визначення останнього чинника необхідно мати поточні значення дійсних інтервалів руху x_i , які може у автоматичному режимі визначати і надавати у режимі реального масштабу часу тільки АСОУ. Так як, дійсний час очікування під час пасажирських маршрутних перевезень на різних зупиночних пунктах підкоряється різним закономірностям [3], то для здійснення оперативного управління за часом очікування пасажирів пасажирськими маршрутними перевезеннями у режимі реального масштабу часу на кожному зупиночному пункті треба у такому ж режимі визначати і значення цього часу. З метою здійснення оперативного управління постає науково-виробнича задача визначення цього часу на підставі поточних значень дійсних інтервалів руху x_i між одиницями маршрутного транспорту, що визначаються під час аналізу їх взаємодії в процесі перевезень і терміну прибуття на конкретний зупиночний пункт у режимі реального масштабу часу.

Мета та постановка завдання

Метою роботи є встановлення залежностей для визначення поточних і середніх значень часу очікування одного пасажирів й усіх пасажирів без урахування і з урахуванням кількості пасажирів, що ввійшли в автобус на кожному зупиночному пункті маршруту. При цьому враховується властивість нової АСОУ [4] надавати вихідні дані у режимі реального масштабу часу, що дозволяє виконувати оперативне управління перевезеннями у тому ж режимі.

Розрахунки часу очікування одного пасажирів треба виконувати окремо за напрямками руху. Це впливає з фізичного сенсу і з точки зору пасажирів, що рухаються у одному напрямку, а інший напрямок руху їм не потрібний.

Все це вимагає нового підходу до визначення на усіх зупиночних пунктах маршруту усереднених значень дійсного часу очікування одного пасажирів без урахування $T_{очод}^c$ і з урахуванням усіх пасажирів $T_{очод\Sigma p_i}^c$, що ввійшли у автобус, і їх порівняння з постійним розрахунковим значенням часу очікування $T_{очр}$, що дорівнює $0,5I_p$ [2] на маршруті.

Основна частина

Перший випадок. Визначення значень дійсного часу очікування одного пасажирів без урахування кількості пасажирів, що ввійшли в автобус на зупиночному пункті

Як відомо [5, 6], за допомогою АСОУ можна визначити на окремому зупиночному пункті M_j для конкретного рейсу N_i поточні значення дійсного інтервалу руху x_i між автобусами, що рухаються послідовно один за одним. Поточні значення дійсного часу очікування одного пасажирів $T_{очоді}$ на окремому зупиночному пункті будуть дорівнювати $0,5x_i$.

Це дозволяє знайти значення дійсного сумарного часу очікування одного пасажирів $\sum T_{очод}$ на окремому зупиночному пункті M_j за всі i -ті рейси N_i , що виконані за певний час, наприклад добу, згідно наступної залежності:

$$\sum T_{очод} = \sum_{i=1}^N 0,5x_i . \quad (1)$$

На підставі залежності (2) знайдемо усереднене значення дійсного часу $T_{очод}^c$ очікування одного пасажирів на зупиночному пункті M_j за всі рейси N_i :

$$T_{очод}^c = (\sum N_i)^{-1} \sum_{i=1}^N 0,5x_i . \quad (2)$$

Визначення $T_{очод}^c$ на окремих зупиночних пунктах дозволить порівняти між собою ці значення часу і визначити, на яких пунктах значення усередненого часу очікування одного пасажирів є мінімальними і максимальними. Внаслідок цього можна приступити до аналізу роботи автобусів на маршруті з метою планового поліпшення умов руху на перегонах.

Значення дійсного сумарного часу очікування одного пасажирів на всіх зупиночних пунктах M_j маршруту $\sum T_{очод\Sigma зп}$ за всі рейси N_i , що виконані за певний час, наприклад добу, отримаємо згідно наступної залежності:

$$\sum T_{очод\Sigma зп} = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N 0,5x_{ij} . \quad (3)$$

Внаслідок цих дій є можливість знайти усереднене значення дійсного часу $T_{очсMN}$ очікування одного пасажера за добу на усіх зупиночних пунктах M_j і рейсів N_i , тобто середнє значення цього часу на маршруті:

$$T_{очсMN} = [(\sum M_j)(\sum N_i)]^{-1} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N 0,5x_{ij}. \quad (4)$$

Значення розрахункового сумарного часу очікування одного пасажера за всіма зупиночними пунктами M_j і рейсами N_i знайдемо згідно:

$$\sum T_{оч\sum зп}^p = M_j N_i T_{очр}. \quad (5)$$

Інформаційна база, що надає АСОУ, дозволяє визначити середнє квадратичне відхилення інтервалу руху σ за всіма рейсами і всіма зупиночними пунктами [2, 3]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M_j} \sum_{i=1}^{N_i} (x_{ij} - I_p)^2}{N}}. \quad (6)$$

Для цього знайдемо квадрати різниць поточного дійсного x_i і розрахункового I_p інтервалів на усіх зупиночних пунктах під час виконання всіх відповідних рейсів, і створимо двомірний масив значень $(x_i - I_p)^2$. Далі виконаємо дії згідно залежності (6), враховуючи, що у даному випадку $N = M_j \cdot N_i$, і отримаємо значення σ . Визначимо для цього випадку час очікування одного пасажера $T_{очсMN}^\sigma$ за залежністю [2]:

$$T_{оч} = \frac{\sigma^2}{2I} + \frac{I}{2}. \quad (7)$$

Внаслідок цих дій з'являється можливість порівняти значення часу очікування одного пасажера, що визначені: 1) з використанням середньоарифметичного за залежністю (2), - $T_{оч}^c$ і 2) за залежністю (4) - $T_{очсMN}$; 3) з використанням середньоквадратичного відхилення інтервалів руху σ за залежністю (7), - $T_{оч}^\sigma$.

Добуток часу $T_{оч}$ на кількість $P_{пас}$ пасажирів, перевезених за добу, дає нове значення іншого сумарного часу очікування $\sum T_{оч\sum зп}^\sigma$ усіх пасажирів на маршруті за добу у порівнянні з результатом $\sum T_{оч\sum зп}$, отриманим за залежністю (3), і зі значеннями розрахункового часу очікування усіх пасажирів $\sum T_{оч\sum зп}^p$, отриманих за залежністю (5).

Розрахунки за (1) ... (7) дають можливість виконати у режимі реального масштабу часу аналіз умов функціонування пасажирських маршрутних перевезень за часом очікування.

Але у цих залежностях не враховано кількість пасажирів, що ввійшли в автобуси на зупиночних пунктах маршруту за всі рейси. Врахування цієї складової пасажирських перевезень наблизить дослідження до тих реальних процесів, що відбуваються на маршруті. Фактично у цьому випадку треба буде досліджувати якісно і кількісно іншу транспортну систему, ніж у розглянутому вище першому випадку. Тому внаслідок досліджень у наступному випадку повинні бути визначені якісно і кількісно інші закономірності функціонування пасажирських маршрутних перевезень, і це змусить зробити інші висновки, ніж у першому випадку.

Другий випадок. Визначення значень дійсного часу очікування одного пасажирів з урахуванням кількості пасажирів, що ввійшли в автобус на зупиночному пункті

Виконаємо розрахунки часу очікування усіх пасажирів і одного пасажирів за умов, що вказані у назві випадку, використовуючи два масиви даних: 1) зі значеннями $T_{очді}$; 2) зі значеннями кількості пасажирів $P_{ві}$, що ввійшли у автобус безпосередньо на кожному даному зупиночному пункті M_j під час конкретного рейсу N_i .

Це дозволяє знайти поточні значення сумарного часу очікування усіх пасажирів $T_{очд\sum pi}$ на зупиночному пункті M_j під час виконання відповідного кожного окремого рейсу із усіх можливих рейсів N_i згідно залежності:

$$T_{очд\sum pi} = T_{очді} P_{ві} . \quad (8)$$

Для усіх зупиночних пунктів M_j і рейсів N_i значення $T_{очд\sum pi}$ утворюють двомірний масив поточних дійсних значень часу очікування усіх пасажирів, що ввійшли в автобус на відповідному пункті M_j під час рейсу N_i .

Цей масив даних дозволяє знайти значення дійсного сумарного часу очікування усіх пасажирів $\sum T_{очд\sum pi}$ на кожному зупиночному пункті M_j за всі рейси N_i :

$$\sum T_{очд\sum pi} = \sum_{i=1}^N T_{очді} P_{ві} . \quad (9)$$

Внаслідок цих дій можна визначити усереднене значення дійсного часу очікування одного пасажирів $T_{очд\sum pi}^C$ на зупиночному пункті M_j за всі рейси N_i згідно залежності:

$$T_{очд\sum pi}^C = \left(\sum_{i=1}^N P_{ві} \right)^{-1} \sum_{i=1}^N T_{очді} P_{ві} . \quad (10)$$

Внаслідок цих дій є можливість також знайти і усереднене значення дійсного часу очікування одного пасажирів за добу $T_{очсMN}^{P_{ві}}$ із урахуванням усіх зупиночних пунктів M_j і рейсів N_i , тобто значення цього часу на маршруті:

$$T_{очсMN}^{P_{ві}} = \left(\sum_j \sum_i P_{ві} \right)^{-1} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N 0,5x_{ij} . \quad (11)$$

Значення розрахункового сумарного часу очікування усіх пасажирів за всіма зупиночними пунктами M_j і рейсами N_i знайдемо згідно залежності:

$$\sum T_{оч\sum зп}^{P_{ві}} = P_{ві} T_{очр} . \quad (12)$$

Інформаційна база, що надає у автоматичному режимі АСОУ, дозволяє визначити у такому ж режимі значення середнього квадратичного відхилення інтервалу руху σ за всіма рейсами і зупиночними пунктами згідно залежності (6). Для цього знайдемо подвоєні квадрати різниць поточного дійсного $2T_{очді} P_{ві}$ і розрахункового $2T_{очр} P_{ві}$ часу очікування усіх пасажирів на відповідному зупиночному пункті під час виконання певного рейсу і створимо масив значень $(T_{очді} P_{ві} - T_{очр} P_{ві})$. Далі виконаємо дії згідно залежності (6), враховуючи, що у даному випадку у ній $N = P_{ві}$, і отримаємо значення σ .

Це дозволить визначити значення часу очікування усіх пасажирів $T_{очсMN}^{\sigma P_{ві}}$ із урахуванням σ згідно формули (7). Внаслідок цього є можливість порівняти значення часу очікуван-

ня одного пасажера визначені: 1) з використанням середньоарифметичного за залежністю (10) — $T_{оч\sigma\sum p_i}^C$ і 2) за залежністю (11) — $T_{оч\sigma MN}^{P_{ai}}$; 3) з використанням середньоквадратичного відхилення інтервалів руху у часі σ за залежністю (7) — $T_{оч\sigma MN}^{\sigma P_{ai}}$.

Добуток часу $T_{оч\sigma MN}^{\sigma P_{ai}}$ на кількість $P_{нас}$ пасажирів, перевезених за добу, дозволяє визначити дійсний сумарний час очікування $\sum T_{оч\sigma p_i}^{\sigma}$ усіх пасажирів на маршруті за добу з використанням середньоквадратичного відхилення інтервалів руху у часі σ і порівняти отриманий результат з результатом, отриманим за залежністю (12) — $\sum T_{оч\sigma\sum p_i}^{p_{ai}}$.

Подальший і всебічний аналіз конкретних результатів, отриманих на маршруті за залежностями (8) ... (12), дозволить намітити більш реальні шляхи і заходи удосконалення оперативного управління маршрутних пасажирських перевезень, ніж за залежностями (1) ... (7).

Висновки

Отримані залежності дозволяють визначати, за допомогою АСОУ у автоматичному режимі і на підставі обробки поточних даних про параметри функціонування окремої одиниці транспорту пасажирських маршрутних перевезень, час очікування одного пасажера і всіх пасажирів у режимі реального масштабу часу. Аналіз отриманих результатів дозволяє також у режимі реального масштабу часу визначати необхідні керуючі впливи на функціонування пасажирських маршрутних перевезень з метою зниження часу очікування пасажирів.

Список літератури

1. Спирин И.В. Городские автобусные перевозки. — М.: Транспорт, 1991. — 238 с.
2. Брайловский Н.О., Грановский Б.И. Моделирование транспортных систем. — М.: Транспорт, 1978. — 125 с.
3. Давидич Ю.А. Разработка мероприятий по сокращению времени ожидания пассажирами городских маршрутных автобусов: Дис ... канд. техн. наук. — Харьков, 1993. — 180 с.
4. Куница А.А. Перспективы применения GSM сетей на автомобильном транспорте // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. — Луганськ. — 2004. — вип. №7 (77). — Ч. 1. — С. 151 – 156.
5. Павленко Г.П., Половников В.С., Лопатин А.П. Автоматизированные системы диспетчерского управления движением пассажирского городского транспорта. — М.: Транспорт, 1979. — 207 с.
6. Лігум Ю.С. Інформаційні системи на транспорті: Навч. Посібник. — К.: УТУ, 2000. — 196 с.

Стаття надійшла до редакції 20.11.06
© Куница О.А., 2006