

Н. Б. Чернецька-Білецька¹**І. О. Баранов¹****М. В. Мірошникова¹****С. В. Бережна²**

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОДНОРІДНОГО ПРИМІСЬКОГО ПАСАЖИРОПОТОКУ

¹Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля²Мобільні медичні бригади Товариства Червоного Хреста України

Метою статті є підвищення ефективності приміських пасажирських перевезень на основі організації приміського пасажиропотоку. Встановлено, що приміський пасажиропотік міських агломерацій складається з таких укрупнених груп (сегментів): робітники зі змінним графіком роботи, офісні працівники, учні, інші пасажирів, водночас загальна величина пасажиропотоку та величина окремих складових його сегментів є непостійною і характеризується просторовою та тимчасовою нерівномірністю.

Завданням організації пасажиропотоку є знаходження компромісу між потребами пасажирів та можливостями транспорту. Компроміс досягається завдяки тому, що отримуючи щоразу формальний оптимум, за допомогою вагових коефіцієнтів при змінних, можна відображати пріоритети пасажиропотоків із різних станцій та ділянок. Завдання оптимізації функціонування пасажирської транспортної системи міської агломерації на основі організації пасажиропотоку полягає в мінімізації сумарних витрат на перевезення та на очікування. Критерій оптимізації визначається, зважаючи на мінімізацію витрат на освоєння пасажиропотоку в повному обсязі, а також очікування пасажирами на станції відправлення та затримки на станції призначення.

У статті сформульована проблема організації приміських пасажиропотоків у міських агломераціях для скорочення статичних резервів приміського пасажирського комплексу за рахунок динамічних. Обрано та обґрунтовано апарат оптимізації на базі динамічної транспортної задачі. Проаналізовано можливості та показані переваги використання методу динамічного узгодження для вирішення транспортних задач міських агломерацій. Запропоновано технологію використання апарату оптимізації, що містить спрямований ітераційний процес. Це дає змогу скоротити кількість експериментів для вибору з-поміж оптимальних варіантів, найбільш клієнтоорієнтований компромісний варіант. Розроблено методуку оптимальної організації однорідного приміського пасажиропотоку на основі методу динамічного узгодження. Встановлено, що використання спрямованого ітераційного процесу сприяє суттєвому скороченню кількості експериментів задля досягнення консенсусу між інтересами пасажирів та ефективністю роботи транспортної системи.

Ключові слова: пасажирські перевезення, пасажиропотік, пасажирська транспортна система, мінімізація витрат, ітераційний процес, міські агломерації, транспортна задача, математична модель.

Постановка проблеми

Формування міських агломерацій та раціональне використання їх ресурсів для вирішення низки економічних, соціальних, екологічних проблем, властивих сучасному урбанізованому суспільству, неможливе без якісного забезпечення транспортних зв'язків [1]. Саме поїздки у приміському сполученні забезпечують трудову рухливість населення в агломераціях, сприяють розвитку ринку праці та надають позитивний ефект щодо розвитку економіки окремих регіонів та країни загалом.

До цього моменту під час вирішення завдань забезпечення транспортного обслуговування міських агломерацій не було запропоновано принципів та методів організації пасажиропотоку [2]. Крім того, всі параметри приміських перевезень пасажирів визначалися з використанням статичних методів [3].

Реформи, проведені на залізницях зарубіжних країн, дали змогу підвищити рівень якості транспортного обслуговування пасажирів у приміському сполученні та збільшити пасажиропотік у 1,5–2 рази щодо наявного рівня [4, 5]. Досвід реформування пасажирського залізничного комплексу у зарубіжних країнах не можна було повністю застосувати в Україні. Причиною є соціальна значущість приміських пасажирських перевезень, де залізничний транспорт відіграє одну з найважливіших ролей та у віддалених регіонах не має альтернативи [2]. Нині саме якість транспортного забезпечення здебільшого є стримуючим чинником розвитку міських агломерацій.

Численні дослідження [5, 6] показують, що приміський пасажиропотік міських агломерацій складається з таких укрупнених груп (сегментів): робітники зі змінним графіком роботи, офісні працівники, учні (студенти та школярі), інші пасажирів. Загальна величина пасажиропотоку та величина окремих складових його сегментів є непостійною і характеризується просторовою та тимчасовою нерівномірністю. Структура пасажиропотоку змінюється протягом року залежно від сегментів, що його утворюють. Структура пасажиропотоку змінюється і залежно від дня тижня: у будні багато пасажирів, які здійснюють поїздки на роботу і навчання, у вихідні більше відправляються на відпочинок. Так само і протягом доби структура пасажиропотоку дуже нерівномірна.

Отже, структура пасажиропотоку з погляду вимог на час поїздки представлена двома основними сегментами: - пасажирів, поїздка яких чітко прив'язана до часу поїздки (поїздка на роботу, навчання); - пасажирів, які мають широкий діапазон часу для здійснення поїздки (на відпочинок, у гості, у магазин тощо). Звичайно, під час організації пасажиропотоку необхідно насамперед спиратися на задоволення потреб першої групи пасажирів, однак для другої також повинні бути запропоновані різні прийнятні варіанти поїздки.

Якщо говорити про першу групу пасажирів, що чітко прив'язані до часу здійснення поїздки, то в цьому разі слід відштовхуватися від необхідного кожному сегменту часу прибуття на головну станцію. Переважний час прибуття на головну станцію так само залежить від часу початку робочого дня і віддаленості місця роботи (навчання) від головної станції (тобто часу, необхідного, щоб дістатися від головної станції до місця роботи) [7]. Залежно від узгодженості розкладу руху міського транспорту з розкладом руху приміських поїздів, а також тривалості пересадки може змінюватися інтервал прибуття кожного сегмента пасажиропотоку. Оскільки пасажирів відправляються з різних станцій (тобто час поїздки залізничним транспортом різний) і величина кожного сегмента пасажиропотоку, що відправляється з різних станцій, також різна, то завдання організації такого пасажиропотоку багаторазово ускладнюється.

Завдання організації пасажиропотоку полягає в тому, щоб спочатку до моменту вибору параметрів перевезення розподілити пасажиропотік у часі з урахуванням періоду здійснення поїздки і наявних обмежень. Відомі класичні методики розрахунку параметрів приміських пасажирських перевезень містять такі основні етапи розрахунків від збору вихідних даних до формування розкладу пасажирів [8]:

- 1) формування вихідних даних: пасажиропотоки, техніко-експлуатаційні параметри приміських поїздів, можливості інфраструктури та ін.;
- 2) розрахунок розмірів руху приміських поїздів із відповідними параметрами (на цьому етапі здебільшого враховується місткість);
- 3) побудова графіка руху приміських поїздів (при побудові враховуються результати маркетингових досліджень щодо часу здійснення поїздки, режиму зупинок, комфортабельності поїздів тощо);
- 4) побудова графіка обороту приміських поїздів і розробка графіка роботи локомотивних бригад;
- 5) формування розкладу руху приміських поїздів для пасажирів.

Метод динамічного узгодження для вирішення транспортних задач

Статична транспортна задача формулюється так: знайти мінімум витрат на перевезення з пунктів зародження пасажиропотоку до пунктів погашення (переважно на головну станцію приміської ділянки).

$$\sum_i \sum_j c_{ij} u_{ij} \rightarrow \min \sum_j u_{ij} = a_{ij}, \sum_i u_{ij} = b_j, \quad (1)$$

де c_{ij} – вартість перевезення пасажирів приміським поїздом на ділянці x_{ij} за 1 такт; u_{ij} – пасажиропотік, який освоюється приміським поїздом, на ділянці x_{ij} ; a_i – обсяг зародження пасажиропотоку на станціях відправлення; b_j – обсяг пасажиропотоку, який погашається на станції призначення.

З погляду пасажирських перевезень, транспортну задачу можна описати в такому вигляді: нехай транспортний комплекс міської агломерації складається з пунктів зародження пасажиропотоку:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\} \quad (2)$$

і пунктів погашення пасажиропотоку, з'єднаних можливими направленими маршрутами переміщення $x_{ij} = (x_i, y_j)$.

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_m\}. \quad (3)$$

Кожен маршрут x_{ij} характеризується пропускнуною здатністю $d_{ij}(t) \geq 0$. Нехай $[t_0, T]$ – інтервал пошуку оптимального рішення щодо освоєння пасажиропотоку. Для кожного моменту часу $t(t = t_0, t_1, t_2, \dots, t_p, \dots, T)$ на безлічі X визначена функція зародження $q_i^+(t)$ і на безлічі Y функція погашення $q_j^-(t)$ пасажиропотоків. Якщо на станції відбувається пересадка пасажирів з автомобільного на залізничний транспорт, таку станцію називають пунктом пересадки x_l . Позначимо через $u_{ij}(t)$ пасажиропотік на ділянці x_{ij} , що виходить у момент t_p з пункту x_i і приходить у момент $t_p + \tau_{ij}$ в пункт x_j . Якщо шлях x_{ij} відсутній або $t_p + \tau_{ij} > T$, то вважаємо $u_{ij}(t) = 0$. Нехай c_{ij} – вартість перевезення пасажирів на ділянці x_{ij} за 1 такт. Необхідно знайти оптимальний варіант організації заданого однорідного пасажиропотоку у міській агломерації. Схема динамічної моделі у загальному вигляді представлена на рисунку 1.

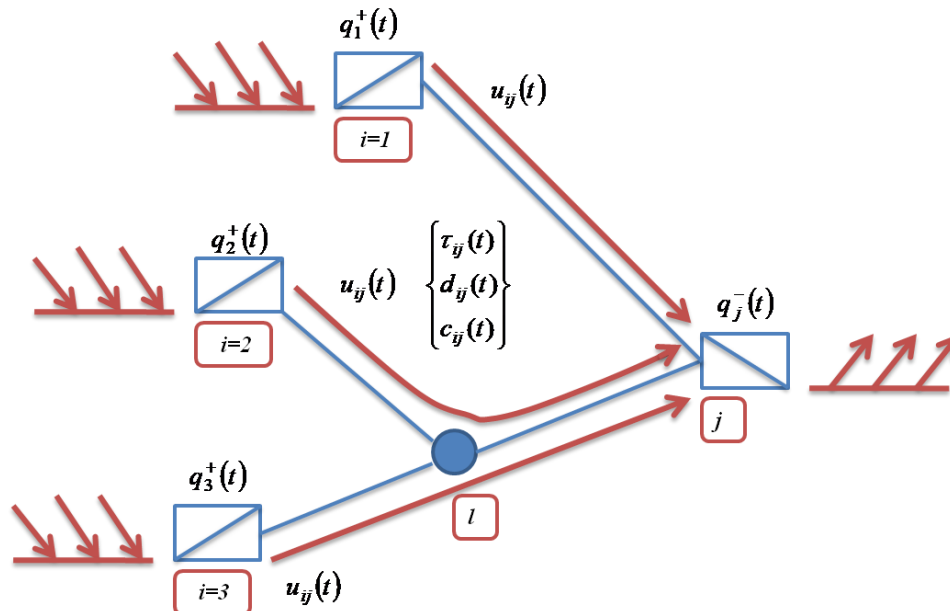


Рис. 1. Схема моделі з урахуванням динаміки

У динамічній постановці всі параметри можуть змінюватись у часі. Динаміка зародження пасажиропотоку $q_i^+(t)$ та динаміка погашення пасажиропотоку $q_j^-(t)$ задані у часі. Задається також час ходу між станціями відправлення та станцією призначення t_{ij} , вартість перевезення c_{ij} та вартість очікування c_{ii} і c_{jj} . Ціни можуть задаватися на весь період розрахунку або змінюватися з часом. Пасажиропотоки $u_{ii}(t)$ та $u_{ij}(t)$ є, по суті, змінними, які узгоджують ритми відправлення та прибуття. Тобто ланцюг узгодження виглядає так:

$$q_i^+(t) \Rightarrow u_{ii}(t) \Rightarrow u_{ij}(t) \Rightarrow q_j^-(t). \quad (4)$$

Рівність обсягів зародження та погашення пасажиропотоків тепер виглядатиме інакше:

$$\sum_{p=0}^{T-1} \sum_{i=1}^n q_i^+(t_p) = \sum_{p=0}^{T-1} \sum_{j=1}^m q_j^-(t_p). \quad (5)$$

Завдання оптимізації функціонування пасажирської транспортної системи міської агломерації на основі організації пасажиропотоку полягає в мінімізації сумарних витрат на перевезення та на очікування. Критерій оптимізації визначається, з огляду на мінімізацію витрат на освоєння пасажиропотоку в повному обсязі, а також очікування пасажирів на станції відправлення та затримки на станції призначення, так:

$$j = \sum_{p=0}^{T-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}(t_p) u_{ij}(t_p) + \sum_{p=0}^{T-1} \sum_{i=1}^n c_{ii}(t_p) u_{ii}(t_p) + \sum_{p=0}^{T-1} \sum_{j=1}^m c_{jj}(t_p) u_{jj}(t_p) \rightarrow \min. \quad (6)$$

Динаміка пасажиропотоків, які очікують відправлення, має вигляд:

$$u_{ii}(t_{p+1}) = u_{ii}(t_p) + q_i^+(t_p) - \sum_{j=1}^m u_{ij}(t_p). \quad (7)$$

У пункті призначення:

$$u_{jj}(t_{p+1}) = u_{jj}(t_p) + \sum_{i=1}^n u_{ij}(t_p - \tau_{ij}) - q_j^-(t_p). \quad (8)$$

у пункті пересадки, де можлива пересадка пасажирів:

$$u_{ll}(t_{p+1}) = u_{ll}(t_p) + \sum_{i=1}^n u_{il}(t_p - \tau_{il}) - \sum_{j=1}^m u_{ij}(t_p). \quad (9)$$

Обмеження за пропускною здатністю:

$$\begin{aligned} u_{jj}(t_p) &\leq d_{jj}(t_p); \\ u_{ii}(t_p) &\leq d_{ii}(t_p); \\ 0 &\leq u_{ij}(t_p) \leq d_{ij}(t_p); \\ t_0 &\leq t_p + \tau_{ij} \leq T; \\ t_0 &\leq t_p - \tau_{ij} \leq T, \end{aligned} \quad (10)$$

де $d_{ij}(t_p)$ – пропускна здатність ділянки x_{ij} при відправленні пасажирів у момент t_p ; $d_{ii}(t_p)$ – місткість пункту відправлення в момент часу t_p ; $d_{jj}(t_p)$ – місткість пункту призначення в момент часу t_p .

Отже, отримуємо транспортну задачу у мережевій постановці. Очевидним є зміст обмежень, включно з балансним рівнянням (8), яке складене без урахування коригування часу відправлення пасажирів із перенесенням на більш ранній період. Результатом кожного розрахунку з використанням запропонованої моделі організації пасажиропотоку є оптимум при заданих вихідних даних. Однак змістовно оптимальний варіант не завжди відповідає принципам клієнтоорієнтованості. Можуть виникнути серйозні коригування часу відправлення, які будуть неприйнятними для пасажирів. Завдання організації приміського пасажиропотоку необхідно вирішувати не просто із застосуванням оптимізаційної моделі та математичного апарату, а й змістовно, враховуючи вимоги пасажирів до параметрів транспортного обслуговування.

Модель організації однорідного пасажиропотоку

Змістовним завданням організації пасажиропотоку є знаходження компромісу між потребами пасажирів та можливостями транспорту. Компромід досягається завдяки тому, що отримуючи щоразу формальний оптимум, за допомогою вагових коефіцієнтів (вартостей) при змінних, можна відобразити пріоритети пасажиропотоків із різних станцій та ділянок. Алгоритм знаходження компромісного варіанта представлений на рисунку 2.

На рисунку 2. позначені: - розрахункова схема (лінії маршрутів, станції відправлення та призначення); - час поїздки між станціями τ_{ij} ; - загальний пасажиропотік, який необхідно перевезти за розрахунковий період; - функція зародження $q_i^+(t)$ пасажиропотоку; - функція погашення пасажиропотоку $q_j^-(t)$; ω_i - величина $\omega_i(t)$ та вартість коригування $c_i^*(t)$; - вартості очікування на станції відправлення $c_{ii}(t)$, станції призначення $c_{jj}(t)$, перевезення $c_{ij}(t)$; - пропускна спроможність ділянок $d_{ij}(t)$; - місткість пункту відправлення $d_{ii}(t)$ та пункту призначення $d_{jj}(t)$, що визначають максимальні величини черг.

Оптимізація приміських пасажирських перевезень з урахуванням організації пасажиропотоку передбачає введення великої кількості вихідних даних. Для досягнення поставленого результату всі параметри можуть бути керованими, охоплюючи:

- час поїздки окремими ділянками [9];
- пропускну здатність ділянок;
- вартість очікування пасажирами на станції відправлення / призначення;
- вартість пропуску одиниці пасажиропотоку;
- граничну місткість для черги на станціях;
- ритм (динаміка) відправлення пасажирів;
- бажаний ритм (динаміка) прибуття пасажирів.

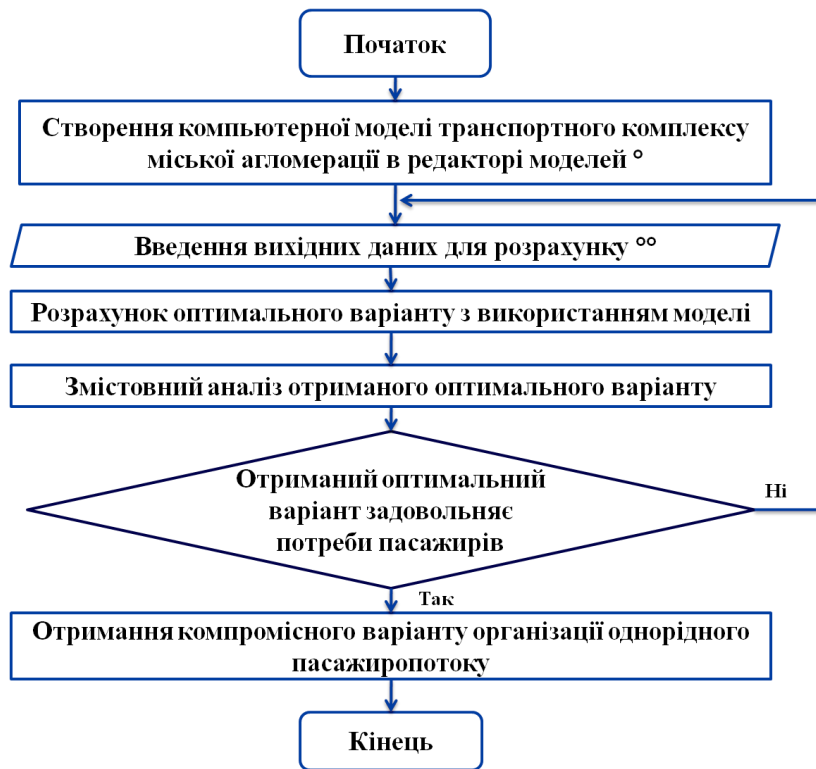


Рис. 2. Алгоритм пошуку оптимального компромісного варіанта

Навіть за умови, що модель перебирає безліч варіантів, щоб досягти бажаного результату, необхідно провести кілька десятків експериментів. Щоб скоротити кількість експериментів у пошуках розумного компромісу щодо організації пасажиропотоку, необхідно вибудувати спрямований ітераційний процес. Пропонована технологія аналогічна технології імітаційного спуску, що застосовується в імітаційному моделюванні, де, прагнучи до мінімуму сумарних затримок, черговий крок експериментів спрямовують на вплив на операції, за якими були найбільші затримки. Коли ставиться завдання забезпечити задану динаміку прибуття пасажирів на кінцеву станцію, розумний компроміс полягає в тому, що розкидання параметрів на сусідніх станціях має бути мінімальним. Під параметрами маються на увазі коригування ритмів відправлення пасажирів та простої пасажирів в очікуванні. Однак, з віддаленням станцій від головної станції ділянки, вагові коефіцієнти при параметрах можуть змінюватися, що стосується, наприклад, коригування. Припустимо, з ближньої станції пасажирів вирушають о 8 годині ранку, а з дальньої – о 6 годині. Якщо посунути відправлення на 2 години раніше, то на ближній станції це буде 6:00 ранку, а на дальній – 4:00. Значення тих самих операцій буде різним.

При спрямованому ітераційному процесі параметри змінюють у такій послідовності:

1) збільшують вагові коефіцієнти;

2) якщо перший крок неефективний, то використовують обмеження:

- на величину черги;
- на величину коригування;
- на пропускну здатність лінії, що примикає, тобто на величину пасажиропотоку, що відправляється.

У моделі організації пасажиропотоку передбачається коригування ритмів відправлення пасажирів, тому задаються відповідні параметри: вартість коригування, гранична величина черги, одинична вартість очікування та інші.

Вартість коригування, вартість очікування можуть бути виражені в умовних одиницях або грошовому еквіваленті, що виражає як збільшення пасажиро-годин очікування, так і втрати перевізника при вирішенні пасажирів на користь іншого транспорту. Для кінцевої станції вказується необхідний ритм пересадки, гранична черга та одинична вартість очікування.

Модель видає динаміку руху пасажиропотоку, динаміку очікування пасажирів на кожній станції, необхідні вартісні параметри, а також коригування ритмів відправлення для забезпечення необхідного ритму пересадки.

Використання спрямованого ітераційного процесу дає змогу суттєво скоротити кількість експериментів задля досягнення консенсусу між інтересами пасажирів та ефективністю роботи транспортної системи. Для апробації розробленої методики необхідно сформувати масив вихідних даних, що максимально точно й адекватно відображають особливості переміщення пасажиропотоків.

У сучасних умовах необхідно розглядати не тільки просторову та тимчасову нерівномірність пасажиропотоку, але і його неоднорідність, яка полягає в тому, що пасажиропотік, який прямує по одному маршруту, складається з різних сегментів. Якщо загалом говорити про укрупнені сегменти пасажиропотоку, то вони можуть бути диференційовані за платоспроможністю та відповідними вимогами до параметрів поїздки, включно з часом її здійснення, комфортом та набором послуг у дорозі.

Висновки

У роботі сформульовано проблему організації приміських пасажиропотоків у міських агломераціях для скорочення статичних резервів приміського пасажирського комплексу за рахунок динамічних. Обрано та обґрунтовано апарат оптимізації на базі динамічної транспортної задачі. Проаналізовано можливості та показані переваги використання методу динамічного узгодження для вирішення транспортних задач міських агломерацій. Запропоновано технологію використання апарату оптимізації, що містить спрямований ітераційний процес, який дає змогу скоротити кількість експериментів для вибору з-поміж оптимальних варіантів, найбільш клієнтоорієнтований компромісний варіант. Розроблено методику оптимальної організації однорідного приміського пасажиропотоку на основі методу динамічного узгодження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р., № 430-р. / Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 31.03.2021).
- [2] Кашканов А. А., Пальчевський О. В. Проблеми функціонування транспортних систем великих міст України в сучасних умовах. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2022. № 1(18). С. 97–102. URL: <https://doi.org/10.36910/automash.v1i18.764>
- [3] Коцюк О. Я., Григорчук О. Д. Мотивація пасажирів при виборі виду сполучення. *Зб. праць Національного транспортного університету та Транспортної академії України*. Київ: РВВ НТУ, 2000. Вип. 4. С. 162–163.
- [4] Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія / Аулін В. В. та ін. Кропивницький: Лисенко В. Ф., 2020. 428 с.
- [5] Batty K. W., Axhausen M., Giannotti F., Pozdnoukhoveds A. Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*. 2012. Vol. 214, iss. 1. P. 481–518.
- [6] Yogita V., Raghavendra P. Traffic Prediction for Intelligent Transportation System Using Deep Learning. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*. 2022. No. 7(5). P. 61–62.
- [7] Ensemble Deep learning for Regression and Time Series Forecasting / Qiu X. et al. *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence*, 2014. P. 1–6. URL: <https://doi.org/10.1109/CIEL.2014.7015739>
- [8] Luo X., Li D., Yang Y., Zhang S. Spatiotemporal traffic flow prediction with KNN and LSTM. *Journal of Advanced Transportation*. 2019. No. 5. P. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1155/2019/4145353>
- [9] Implementing an Intelligent Transportation System: A Bottom-Up Approach to Value Creation. Connect, collect, analyze, deliver-optimize traffic management with intelligent transportation systems. [Online]. URL: <https://intellias.com/implementing-intelligent-transportation-system/>

Чернецька-Білецька Наталія Борисівна – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», e-mail: logistyka.snu.edu.ua

Баранов Ігор Олегович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», e-mail: baranov_90@ukr.net

Мірошникова Марія Володимирівна – канд. техн. наук, доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», e-mail: citroen4ik@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

Бережна Світлана Володимирівна – координатор мобільних медичних бригад Товариства Червоного Хреста України в Житомирській області, e-mail: national@redcross.org.ua

Мобільні медичні бригади Товариства Червоного Хреста України, м. Житомир

N. Chernetskaya-Beletskaya¹
I. Baranov¹
M. Miroshnykova¹
S. Berezhna²

Optimization passenger transport on basic organizations of uniform suburban passenger flow

¹Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

²Mobile medical teams of Red Cross Society of Ukraine

The purpose article is improveefficiency of suburban passenger transportation based on organization of suburban passenger traffic. It was established that suburban passenger flow urban agglomerations consists of following aggregated groups (segments): workers with variable work schedules, office workers, students, other passengers, while the total volume of passenger flow and the value individual components its segments are unstable and characterized by spatial and temporal unevenness.

The task organization of passenger traffic is find a compromise between the needs passengers and possibilities of transport. The compromise is achieved due fact by obtaining formal optimum each time, with help of variable weighting factors, it is possible display priorities passenger flows from different stations and sections. The task optimizing functioning of passenger transport system of urban agglomeration based on organization passenger flow is minimize total costs transportation and waiting. The optimization criterion is determined based on minimization costs mastering passenger flow in full, as well as waiting by passengers at departure station and delay at destination station.

The article formulates problem of organizing suburban passenger flows in urban agglomerations reduce static reserves of suburban passenger complex at expense dynamic ones. The optimization apparatus based on dynamic transport problem was chosen and substantiated. The possibilities using method of dynamic coordination solve transport problems of urban agglomerations are analyzed and advantages are shown. The technology using optimization apparatus is proposed, which includes directed iterative process, which allows reduce the number of experiments for choosing among optimal options, most client-oriented compromise option. The method optimal organization of homogeneous suburban passenger flow based on method dynamic coordination has been developed. It was established use directed iterative process allows significantly reduce number of experiments in order achieve consensus between interests passengers and efficiency of transport system.

Key words: passenger transportation, passenger flow, passenger transport system, cost minimization, iteration process, urban agglomerations, transport problem, mathematical model.

Chernetskaya-Beletskaya Nataliia – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Logistics Management and Traffic Safety in Transport, e-mail: logistyka.snu.edu.ua

Baranov Ihor – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Logistics Management and Traffic Safety in Transport, e-mail: baranov_90@ukr.net

Miroshnykova Mariia – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Logistics Management and Traffic Safety in Transport, e-mail: citroen4ik@gmail.com

Berezhna Svitlana – coordinator mobile medical teams of Red Cross Society of Ukraine in Zhytomyr region, e-mail: national@redcross.org.ua