

УДК 656.13

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.165.2016.87730>

**ЦІЛЬОВА ФУНКЦІЯ ВИБОРУ ПАСАЖИРОМІСТКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ
ЗАСОБІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ**

Д-р техн. наук В. К. Доля, канд. техн. наук Д. П. Понкратов

**ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ ВЫБОРА ПАССАЖИРОВМЕСТИМОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ
СРЕДСТВ НА ГОРОДСКИХ МАРШРУТАХ**

Д-р техн. наук В. К. Доля, канд. техн. наук Д. П. Понкратов

**OBJECTIVE FUNCTION OF VEHICLE'S CAPACITY CHOICE FOR PUBLIC TRANSIT
ROUTES**

Dr. of Technical Sciences V. Dolya, Ph.D. of Technical Sciences D. Ponkratov

Формалізовано цільову функцію вибору пасажиромісткості транспортного засобу на міських маршрутах, що враховує витрати перевізника на здійснення перевізного процесу та інтереси пасажирів. Її використання дає змогу проводити двофакторну оптимізацію. В ролі керованих змінних виступають пасажиромісткість транспортного засобу та коефіцієнт використання пасажиромісткості на найбільш завантаженому перегоні маршруту. Крім цього, можливим є врахування техніко-експлуатаційних показників, що можуть значно відрізнятись на маршрутах міського пасажирського транспорту.

Ключові слова: пасажиромісткість транспортного засобу, пасажиропотік, обсяг перевезень, транспортна стомлюваність, час пересування.

Формализована целевая функция выбора пассажироместимости транспортного средства на городских маршрутах, которая учитывает затраты перевозчика на осуществление перевозочного процесса и интересы пассажиров. Ее использование позволяет проводить двухфакторную оптимизацию. В качестве управляемых переменных выступают пассажироместимость транспортного средства и коэффициент использования пассажироместимости на наиболее загруженном перегоне маршрута. Кроме этого, возможен учет технико-эксплуатационных показателей, которые могут значительно отличаться на маршрутах городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: пассажироместимость транспортного средства, пассажиропоток, объем перевозок, транспортная утомляемость, время передвижения.

The objective function of vehicle's capacity choice for public transit routes, which takes into account the cost of the carrier functioning and passenger's benefits, was formalized. This function allows conducting two-factor optimization. As the controlled variables are the sets vehicle's capacity and passenger's capacity utilization index on heaviest passenger flow site of the route. In addition, it's possible to consider of technical and operational parameters, which can vary significantly on different public routes. Therefore, these indicators, which have an absolute expression, are: the value of the passenger flow on heaviest site of the route, the route length and the speed of service. As the relative indicators can be used turnover ratio, the ratio of unevenness of passenger flow on the route length and the ratio of passenger traffic flow on unevenness of directions.

Keywords: vehicle's capacity, passenger's flow, ridership, transport fatigue, trip time.

Вступ. Вибір пасажиромісткості транспортного засобу для роботи на міських маршрутах є одним з важливих завдань у сфері організації перевезень пасажирів. Пасажиромісткість транспортних засобів, що працюють на маршруті, визначає їх потрібну кількість для освоєння заданого обсягу перевезень, інтервали руху транспортних засобів, а отже, величину експлуатаційних витрат та рівень транспортного обслуговування пасажирів.

Вибір раціональної пасажиромісткості слід враховувати виходячи з інтересів перевізника та пасажирів. Пасажири зацікавлені у скороченні інтервалів руху транспортних засобів і зменшенні заповнення транспортного засобу. При цьому транспортні підприємства зацікавлені у забезпеченні економічних результатів своєї діяльності. За нееластичного попиту на перевезення та визначеної величини маршрутного тарифу

більшої економічної результативності можна досягти скороченням експлуатаційних витрат. Одним зі способів досягнення такого результату, наприклад, є засвоєння заданого пасажиропотоку меншою кількістю транспортних засобів, що суперечить інтересам пасажирів. Таким чином, задачу вибору пасажиромісткості транспортного засобу слід розглядати як оптимізаційну з урахуванням інтересів як пасажирів, так й перевізників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдання вибору пасажиромісткості транспортного засобу цікавить багатьох вчених-транспортників [1-7]. Дослідники однак у думці, що вирішення цього завдання слід виконувати з урахуванням інтересів як перевізника, так і пасажирів.

Одним з основних показників, що зумовлює вибір пасажиромісткості, є величина пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту. У

працях [4, 7] наведені рекомендації, що ставлять у відповідність величину пасажиропотоку та певний клас пасажиромісткості транспортних засобів.

У праці [2] увагу зосереджено на тому, що вибір автотранспортного засобу на маршрутах міського пасажирського транспорту слід проводити з урахуванням умов комфортабельності пересування, що можуть бути виражені через рівень транспортної стомлюваності пасажирів. Урахування інтересів перевізника досягається шляхом накладення обмежень щодо показників інвестиційного проекту.

Автори праць [4, 6] виходять з позиції, що поставлену задачу слід розглядати як оптимізаційну. При цьому оптимізацію проводять за пасажиромісткістю та кількістю транспортних засобів.

При визначенні потрібної кількості транспортних засобів певної пасажиромісткості виходять із величини пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту $F_{\max}$ [1, 4-8]:

$$A_{\tau} = \frac{F_{\max} \cdot t_{об}}{q_n \cdot \gamma_c^{\max} \cdot \tau}, \quad (1)$$

де $F_{\max}$ – величина пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту, пас/год;

$t_{об}$ – час оберту транспортного засобу, год;

q_n – пасажиромісткість транспортного засобу, пас.;

$\gamma_c^{\max}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості транспортного засобу на найбільш завантаженому перегоні маршруту;

τ – тривалість розрахункового періоду (період, за який було визначено $F_{\max}$), год.

Використання залежності (1) дає змогу визначити потрібну кількість транспортних засобів, що забезпечить засвоєння заданої величини

пасажиропотоку. Вибір значення $\gamma_c^{\max}$ дає змогу корегувати ступінь заповнення транспортного засобу на найбільш завантаженому перегоні маршруту. Зазвичай виходять $\gamma_c^{\max}=1$, що відповідає повній зайнятості місць для сидіння та ступеню зайнятості вільної площі салону транспортного засобу в розрахунку 5 пас/м² на найбільш завантаженому перегоні маршруту.

Слід зазначити, що немає єдиної точки зору на вибір значення цього показника. За різними джерелами, його рекомендують приймати в діапазоні від 5 до 8 пас/м² на найбільш завантаженому перегоні маршруту [1, 4, 7, 8].

Виникає необхідність у розробці рекомендацій щодо вибору значення цього показника виходячи з техніко-експлуатаційних показників функціонування маршрутів міського пасажирського транспорту.

Метою роботи є формалізація цільової функції вибору пасажиромісткості транспортного засобу на міських маршрутах, що враховує інтереси як перевізника, так й пасажирів, та дасть змогу проводити двофакторну оптимізацію за пасажиромісткістю транспортного засобу та коефіцієнтом її використання на найбільш завантаженому перегоні маршруту.

Основна частина дослідження. Вибір пасажиромісткості транспортного засобу слід виконувати виходячи із інтересів транспортного підприємства (перевізника) та пасажирів. В ролі критерію, що дає змогу врахувати ці обставини, є мінімум витрат суспільства внаслідок перевізного процесу ($C_{суч}$), що визначається

$$C_{суч} = C_{пер} + C_{пас} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $C_{пер}$ – витрати підприємства, що пов'язані із здійсненням перевізного процесу, грн;

C_{nac} – витрати пасажирів у грошовому вимірі, грн.

Витрати перевізника за розрахунковий період τ можуть бути визначені за такою залежністю:

$$C_{пер \tau} = S_{1км}^{q_n} \cdot V_e \cdot \tau \cdot A_\tau, \quad (3)$$

де $S_{1км}^{q_n}$ – витрати перевізника в розрахунку на 1км пробігу транспортного засобу пасажиромісткості q_n , грн/км;

V_e – експлуатаційна швидкість на маршруті, км/год;

A_τ – кількість транспортних засобів, що працюють на маршруті у період часу τ , од.

Значення $S_{1км}^{q_n}$ залежить від пасажиромісткості транспортних засобів за такою залежністю [9]:

$$S_{1км}^{q_n} = 4,06 + 0,094 \cdot q_n. \quad (4)$$

Час оберту транспортного засобу може бути поданий як [5]

$$t_{об} = \frac{l_{об}}{V_e}, \quad (5)$$

де $l_{об}$ – довжина оборотного рейсу, км.

З урахуванням залежності (1), (4) та (5) розрахункова залежність визначення витрат перевізника

$$C_{пер \tau} = \frac{(4,06026 + 0,09357 \cdot q_n) F_{max} \cdot l_{об}}{q_n \cdot \gamma_c^{max}}. \quad (6)$$

Витрати пасажирів можуть бути визначені таким чином:

$$C_{nac} = t_{пер}^\Sigma \cdot C_{зод} + C_\delta^\Sigma, \quad (7)$$

де $t_{пер}^\Sigma$ – сумарні витрати часу пасажирів на здійснення пересування, год;

$C_{зод}$ – вартісна оцінка витрат часу, грн/год;

C_δ^Σ – сумарне значення зниження доходу пасажирів, що викликане впливом транспортної стомлюваності, грн.

Поділяючи пересування пасажирів за складниками та враховуючи, що обсяг перевезень може відрізнятися за напрямками руху, формула (7) може бути подана таким чином:

$$C_{nac} = Q_\Sigma^\tau \cdot C_{зод} (2 \cdot t_{ниш} + t_{оч} + t_{поїзд}) + \sum_{i=1}^n Q_i^\tau \cdot C_{\delta i}, \quad (8)$$

де Q_Σ^τ – загальний обсяг перевезень на маршруті за період τ , пас.;

$t_{ниш}$ – середній час пішохідної складової транспортного пересування, год;

$t_{оч}$ – середній час очікування пасажирів на зупинному пункті, год;

$t_{поїзд}$ – середній час здійснення поїздки, год;

Q_i^τ – обсяг перевезень у i -му напрямку маршруту, пас.

Обсяг перевезень у певному напрямку маршруту (Q) може бути визначений виходячи зі співвідношення між обсягом виконаної транспортної роботи (P) та середньою відстанню перевезень ($l_{сер}$) [4, 5]:

$$Q = \frac{P}{l_{сер}}. \quad (9)$$

Середнє значення пасажиропотоку можна визначити як середньозважену величину за довжиною маршруту [1]

$$F_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot l_i}{L_m} = \frac{P}{L_m}, \quad (10)$$

де F_i – пасажиропотік на i -му перегоні маршруту, пас/год;

l_i – довжина i -го перегону, км;

n – кількість перегонів на маршруті, од;

L_m – довжина маршруту, км.

Виходячи із залежності (10) обсяг виконаної транспортної роботи може бути визначений як

$$P = L_m \cdot F_{сер}, \quad (11)$$

де $F_{сер}$ – середній пасажиропотік на маршруті, пас/год.

Таким чином, з урахуванням (8) отримуємо

$$Q = \frac{L_m \cdot F_{сер}}{l_{сер}}, \quad (12)$$

а враховуючи, що коефіцієнт змінюваності відповідно до [4, 7] розраховується як

$$\eta_{зм} = \frac{L_m}{l_{сер}}, \quad (13)$$

то отримуємо

$$Q = F_{сер} \cdot \eta_{зм}. \quad (14)$$

Враховуючи, що для маршрутів міського пасажирського транспорту характерною є певна нерівномірність розподілу пасажиропотоку за довжиною маршруту [1]

$$K_{довж} = \frac{F_{\max}}{F_{сер}}, \quad (15)$$

середній пасажиропотік у найбільш пасажиронапруженому напрямку маршруту може бути визначений таким чином:

$$F_{сер} = \frac{F_{\max}}{K_{довж}}. \quad (16)$$

Виходячи з (14), з урахуванням (16) отримуємо залежність для визначення обсягу перевезень у прямому напрямку маршруту (в ролі прямого приймається більш пасажиронапружений напрямок)

$$Q_{пр} = \frac{F_{\max} \cdot \eta_{зм}}{K_{довж}^{пр}}. \quad (17)$$

Загальний обсяг перевезень на маршруті за розрахунковий період τ умовної постійності пасажиропотоку є сумою обсягу перевезень у прямому та зворотному напрямках і буде дорівнювати

$$Q_{\Sigma} = Q_{пр} + Q_{зв}, \quad (18)$$

де $Q_{пр}$, $Q_{зв}$ – відповідно обсяг перевезень у прямому та зворотному напрямках маршруту, пас.

Виходячи з того, що нерівномірність пасажиропотоку за напрямками руху на маршруті може бути охарактеризована відповідним коефіцієнтом [1, 4]

$$K_{напр} = \frac{Q_{пр}}{Q_{зв}}, \quad (19)$$

обсяги перевезень за напрямками руху та на маршруті в цілому можуть бути визначені наступним чином

$$Q_{пр} = Q_{зв} \cdot K_{напр}, \quad Q_{зв} = \frac{Q_{пр}}{K_{напр}} = \frac{F_{\max} \cdot \eta_{зм}}{K_{довж}^{пр} \cdot K_{напр}}; \quad (20)$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{np} + \frac{Q_{np}}{K_{напр}} = Q_{np} \left(1 + \frac{1}{K_{напр}} \right) = Q_{np} \left(\frac{K_{напр} + 1}{K_{напр}} \right). \quad (21)$$

де Q_{np} , $Q_{зв}$ – відповідно обсяг перевезення у прямому і зворотному напрямках за період часу τ , пас.

Середній час пішого руху розраховується за формулою [1, 5, 7]

$$t_{ниш} = \frac{2 \cdot K_{нп} \cdot K_{вз}}{V_{ниш}} \left(\frac{1}{3 \cdot \delta} + \frac{l_{пер}}{4} \right), \quad (22)$$

де $K_{нп}$ – коефіцієнт непрямої лінійності підходу;

$K_{вз}$ – коефіцієнт вибору зупинного пункту;

$V_{ниш}$ – швидкість руху пішохода, км/год;

δ – щільність маршрутної мережі, км/км²;

$l_{пер}$ – середня довжина перегону, км.

Середній час очікування пасажирів може бути визначений [1, 4, 5]

$$t_{оч} = \frac{I}{2}. \quad (23)$$

З урахуванням того, що інтервал руху транспортних засобів визначається [1, 4, 5]

$$I = \frac{t_{об}}{A}, \quad (24)$$

та з врахуванням (1) після перетворень отримуємо

$$t_{оч} = \frac{t_{об}}{2 \cdot A} = \frac{q_n \cdot \gamma_c^{\max} \cdot \tau}{2 \cdot F_{\max}}. \quad (25)$$

Середній час здійснення поїздки [5, 7]

$$t_{поїзд} = \frac{l_{сер}}{V_c}, \quad (26)$$

де V_c – середня швидкість сполучення на маршруті, км/год.

Враховуючи залежність (13), середній час поїздки пасажирів може бути визначений

$$t_{поїзд} = \frac{L_m}{\eta_{зм} \cdot V_c}. \quad (27)$$

Розвиток транспортної стомлюваності пасажирів залежить від ступеня заповнення салону транспортного засобу при здійсненні поїздки, що може бути охарактеризовано динамічним коефіцієнтом використання пасажиромісткості [5, 10]. Цей показник може бути визначений як відношення фактично виконаної транспортної роботи до її максимально можливого значення [5]

$$\gamma_o = \frac{P_{факт}}{P_{можл}}, \quad (28)$$

де $P_{факт}$, $P_{можл}$ – відповідно фактично виконаний та можливий обсяг транспортної роботи, пас. км;

Виходячи із залежностей (11) та (16) фактичний обсяг виконаної транспортної роботи може бути подано у такому вигляді:

$$P_{факт} = \frac{L_m \cdot F_{\max}}{K_{довж}}. \quad (29)$$

Можливий обсяг транспортної роботи може бути поданий як

$$P_{можл} = q_n \cdot L_m \cdot N \cdot \tau. \quad (30)$$

де N – інтенсивність (частота) руху транспортних засобів на маршруті, од/год.

Інтенсивність руху транспортних засобів є величиною зворотною до маршрутного інтервалу [4, 5]:

$$N = \frac{1}{I} = \frac{A}{t_{об}}. \quad (31)$$

З урахуванням (1) та (31) формула (30) може бути приведена до такого вигляду:

$$P_{можл} = \frac{L_{м} \cdot F_{\max}}{\gamma_c^{\max}}. \quad (32)$$

Підставляючи (29) та (32) до формули (28), після скорочень отримуємо

$$\gamma_{\delta}^{np} = \frac{\gamma_c^{\max}}{K_{довж}^{np}}. \quad (33)$$

Для зворотного напрямку фактичний обсяг виконаної транспортної роботи може бути визначений з урахуванням залежності (20) та того, що

$$l_{сер}^{зв} = \frac{L_{м}}{\eta_{зм}}, \quad (34)$$

таким чином,

$$P_{факт}^{зв} = \frac{F_{\max} \cdot L_{м} \cdot \eta_{зм}^{np}}{K_{довж}^{np} \cdot K_{напр} \cdot \eta_{зм}^{зв}}. \quad (35)$$

$$\Pi_{ниж_1} = 0,107 \Pi_{до} (\sqrt{12,694 \cdot t_{ниж}} + 1 + 8,318), \quad (38)$$

де $\Pi_{до}$ – значення показника функціонального стану пасажирів перед здійсненням пересування, бал.

Значення $t_{ниж}$ у формулі (38) розраховується за залежністю (22).

Враховуючи, що $P_{можл}$ в прямому та зворотному напрямках мають однакові значення, підставляючи залежності (32) та (35) у формулу (28), після скорочень отримуємо

$$\gamma_{\delta}^{звор} = \frac{\gamma_c^{\max} \cdot \eta_{зм}^{np}}{K_{довж}^{np} \cdot K_{напр} \cdot \eta_{зм}^{зв}}. \quad (36)$$

Якщо прийняти, що коефіцієнти змінюваності у прямому та зворотному напрямках маршруту дорівнюють один одному, то залежність (36) може бути подана таким чином:

$$\gamma_{\delta}^{звор} = \frac{\gamma_c^{\max}}{K_{довж}^{np} \cdot K_{напр}}. \quad (37)$$

Розрахунок транспортної стомлюваності пасажирів може бути проведений з використанням методики [5, 10], що має бути адаптована до вирішуваного завдання.

Розрахунок транспортної стомлюваності пасажирів виконується послідовно за складниками пересування. Показник функціонального стану пасажирів після здійснення пішохідного підходу від місця відправлення до зупинного пункту може бути розрахований виходячи із залежності [11]:

Значення показника функціонального стану пасажирів після очікування на зупинному пункті може бути встановлено з урахуванням формули (25) за такою залежністю:

$$P_{оч} = 0,33 + 0,915 \left(P_{ниж-1} \left(1 - 0,28 \ln \left(\frac{60 \cdot q_n \cdot \gamma_c^{\max}}{2 \cdot F_{\max}} + 1 \right) \right) + 1,12 \ln \left(\frac{60 \cdot q_n \cdot \gamma_c^{\max}}{2 \cdot F_{\max}} + 1 \right) \right) + 0,00107 \frac{60 \cdot q_n \cdot \gamma_c^{\max}}{2 \cdot F_{\max}}. \quad (39)$$

Показник функціонального стану прямому напрямку маршруту може бути пасажира після здійснення поїздки у визначений таким чином:

$$P_{поїзд}^{np} = -0,21 + 1,045 \left(P_{оч} \left(1 - 0,14 \left(\frac{k \cdot \gamma_c^{\max}}{K_{довж}^{np}} + 0,6 \right) \ln \frac{60 \cdot L_m}{\eta_{зм} \cdot V_c} \right) + \frac{k \cdot \gamma_c^{\max}}{K_{довж}^{np}} \left(\frac{k \cdot \gamma_c^{\max}}{K_{довж}^{np}} + 0,6 \right) \ln \frac{60 \cdot L_m}{\eta_{зм} \cdot V_c} \right), \quad (40)$$

а для зворотного напрямку

$$P_{поїзд}^{зв} = -0,21 + 1,045 \left(P_{оч} \left(1 - 0,14 \left(\frac{k \cdot \gamma_c^{\max}}{K_{довж}^{np} \cdot K_{напр}} + 0,6 \right) \ln \frac{60 \cdot L_m}{\eta_{зм} \cdot V_c} \right) + \frac{k \cdot \gamma_c^{\max}}{K_{довж}^{np} \cdot K_{напр}} \left(\frac{k \cdot \gamma_c^{\max}}{K_{довж}^{np} \cdot K_{напр}} + 0,6 \right) \ln \frac{60 \cdot L_m}{\eta_{зм} \cdot V_c} \right), \quad (41)$$

де k – коефіцієнт пропорційності.

Показник функціонального стану пасажира після пішохідного руху від

зупинного пункту до місця призначення, тобто наприкінці здійснення пересування, може бути визначений аналогічно до залежності (38) таким чином:

$$P_k = 0,107 P_{поїзд}^{np(зв)} (\sqrt{12,694 \cdot t_{ниж} + 1} + 8,318). \quad (42)$$

Значення P_k визначає відсоткове зниження виробітку пасажирів внаслідок впливу транспортної стомлюваності [5, 10]:

$$W_{np(зв)} = \begin{cases} -0,0709 + 0,545(P_k - 3)^2, & \text{при } P_k > P_k^{гран} \\ 0, & \text{при } P_k \leq P_k^{гран} \end{cases}, \quad (43)$$

де $П_{\kappa}^{гран}$ – граничне значення показника функціонального стану пасажирів, перевищення якого спричиняє зниження виробітку пасажирів, бали.

Зниження доходу середньостатистичного пасажирів на виробництві внаслідок пересування визначається за такою формулою [5,10]:

$$C_{сусп} = \frac{(4,06 + 0,094 \cdot q_n) F_{\max} \cdot l_{об}}{q_n \cdot \gamma_c^{\max}} + \frac{\eta_{зм} \cdot F_{\max} \cdot C_{зод}}{K_{довж}^{np}} \left(\frac{K_{напр} + 1}{K_{напр}} \right) \left(\frac{2 \cdot K_{нп} \cdot K_{вз}}{V_{ниш}} \left(\frac{1}{3 \cdot \delta} + \frac{l_{пер}}{4} \right) + \frac{q_n \cdot \gamma_c^{\max}}{2 \cdot F_{\max}} + \frac{L_m}{\eta_{зм} \cdot V_c} \right) + \frac{\eta_{зм} \cdot F_{\max}}{K_{довж}^{np}} \left(\frac{C_{дзв}}{K_{напр}} + C_{дпр} \right) \rightarrow \min. \quad (45)$$

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Використання розробленої цільової функції дає змогу проводити двофакторну оптимізацію. В ролі керованих змінних виступають пасажиромісткість транспортного засобу (q_n) та коефіцієнт використання пасажиромісткості транспортного засобу на найбільш завантаженому перегоні маршруту ($\gamma_c^{\max}$). Крім цього, можливим є врахування техніко-експлуатаційних показників, що можуть значно відрізнятися на маршрутах міського пасажирського транспорту. До них віднесено такі показники, що мають абсолютне вираження:

$$C_d = \frac{D_m \cdot W_{np(зв)}}{D_{pm} \cdot 100\%}, \quad (44)$$

де D_m – дохід середньостатистичного пасажирів за місяць, грн;

D_{pm} – середня кількість робочих днів у місяці, дн.

Таким чином, у розгорнутому вигляді цільова функція вибору пасажиромісткості транспортного засобу (2) може бути подана у такому вигляді:

- величина пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту ($F_{\max}$);

- довжина маршруту (L_m);

- швидкість сполучення (V_c).

В ролі відносних показників можуть бути виділені:

- коефіцієнт змінюваності ($\eta_{зм}$);

- коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку по довжині маршруту ($K_{довж}$);

- коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за напрямками руху ($K_{напр}$).

Напрямок подальших досліджень є встановлення залежності між пасажиромісткістю транспортних засобів та параметрами пасажиропотоків при здійсненні міських перевезень.

Список використаних джерел

1. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст]: учеб. пособие для вузов / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высш. школа, 1980. – 535 с.

2. Вакуленко, К. Є. Вибір автотранспортного засобу на маршрутах міського пасажирського транспорту [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.01 «Транспортні системи» / К. Є. Вакуленко. – Харків, 2009. – 23 с.
3. Jansson J. O. A simple bus line model for optimization of service frequency and bus size // Journal of Transport Economics and Policy. – 1980. – P. 53-80.
4. Спирин, И. В. Перевозка пассажиров городским транспортом [Текст] / И. В. Спирин. – М.: Академкнига, 2004. – 413 с.
5. Доля, В. К. Пасажирські перевезення [Текст]: підручник / В. К. Доля. – Харків: Форт, 2010. – 504 с.
6. Антошвили, М. Е. Оптимизация городских автобусных перевозок [Текст] / М. Е. Антошвили, С. Ю. Либерман, И. В. Спирин. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.
7. Пассажирские автомобильные перевозки [Текст] / Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, А. Б. Дьяков [и др.]. – М.: Транспорт, 1986. – 220 с.
8. Давідіч, Ю. О. Розробка розкладу руху транспортних засобів при організації пасажирських перевезень [Текст]: навч. посібник / Ю. О. Давідіч; [Харк. нац. акад. міськ. госп-ва]. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 345 с.
9. Понкратов, Д. П. Вибір пасажиромісткості транспортних засобів для роботи на міських маршрутах [Текст] / Д. П. Понкратов, Г. І. Фалецька, А. Т. Піпія // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Харків: Техніка, 2014. – Вип. 116. – С. 93 – 96.
10. Гюлев, Н. У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора [Текст]: дис... канд. техн. наук : 05.21.01 / Низами Уруджевич Гюлев. – Харьков, 1993. – 174 с.
11. Понкратов, Д. П. Вибір пасажирями шляху пересування у містах [Текст] / Д. П. Понкратов, Г. І. Фалецька. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 164 с.

Доля Віктор Костянтинович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова. Тел.: (057) 707-32-61. E-mail: kafedra_tsl@ukr.net.

Понкратов Денис Павлович, канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова. Тел.: (057) 707-32-61. E-mail: dponkratov@mail.ua.

Dolya Victor, DSc, full professor, head of department of Transport Systems and Logistics, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, E-mail: kafedra_tsl@ukr.net.

Ponkratov Denys, Ph.D., associate professor of Transport Systems and Logistics department, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, E-mail: dponkratov@mail.ua.

Стаття прийнята 28.09.2016 р.