

УДК 656.13

**Т.М.Григорова**  
**Військова академія**

**ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ З УРАХУВАННЯМ ТРАНСПОРТНОЇ СТОМЛЮВАНOSTІ ПАСАЖИРІВ**

*У статті розглядаються питання, що стосуються вдосконалення транспортного обслуговування приміського населення. Обґрунтовується вид критерію ефективності вдосконалення системи перевезення пасажирів у приміському сполученні громадським транспортом.*

**Ключові слова:** транспортна система, приміське сполучення, транспортна стомлюваність пасажирів, час пересування, час очікування, вільний час пасажирів.

*Форм 17. Літ 13.*

**Т.М.Григорова**

**ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ З УРАХУВАННЯМ ТРАНСПОРТНОЇ СТОМЛЮВАНOSTІ ПАСАЖИРІВ**

*В статье рассматриваются вопросы, касающиеся совершенствования транспортного обслуживания населения пригорода. Обосновывается вид критерия эффективности совершенствования системы перевозки пассажиров в пригородном сообщении общественным транспортом.*

**Ключевые слова:** транспортная система, пригородное сообщение, транспортная утомляемость пассажира, время передвижения, время ожидания, свободное время пассажира.

**T.Grygorova**

**IMPROVEMENT OF PASSENGER TRANSPORTATION IN SUBURBAN PUBLIC TRANSPORT, TAKING INTO ACCOUNT THE TRANSPORT OF PASSENGERS FATIGUE**

*The article discusses issues related to improving public transport services suburbs. Analysis of the literature showed that the design of process parameters passenger transportation includes activities such as the definition of runs routes , capacity , number of vehicles location of stops along the routes . These parameters affect the patterns of movement of vehicles on the routes and transport passengers fatigue . Fatigue - a physiological condition of the body that accompanies a long and intensive work . This condition is expressed in a temporary impairment of function of the nerve cells of the cerebral cortex that extends to other systems of the body and determine the capacity of man . Passenger transport fatigue - one of the criteria unconscious choice mode of travel . At improving the process of transportation demand for the service increases. Demand determines supply, and the ratio of supply and demand depends on the market situation . Since passenger transport provides service for passengers , the motor company is interested in getting income from this service . Proposed in improving the system performance criterion transportation of passengers in suburban public transport allows you to determine the optimum parameters from the perspective of public transport passengers including revenues from transport companies carrying passengers, costs of transport companies to organize transportation process and value costs to society as a result of the transport process .*

**Keywords:** transport system, commuter, passenger transport fatigue, travel time, waiting time, free time passenger.

**Постановка проблеми.** Одним з найважливіших завдань функціонування пасажирських транспортних систем є визначення технологічних параметрів транспортного процесу [6]. Особливо актуальне значення це має для організації перевізного процесу перевезення пасажирів у приміському сполученні внаслідок того, що система організації транспортного обслуговування жителів передмістя знаходиться у стадії реорганізації і не відповідає сучасним вимогам управління транспортними комплексами. Потреба в приміських перевезеннях виникає у 95% населення України, а річний обсяг перевезень їх складає 35% від загального [3]. При розвитку приміських транспортних систем недостатньо уваги приділяється вивченню технологій організації перевезень. Методи, моделі та алгоритми організації транспортного обслуговування населення приміських зон, як правило, спираються на розробки, які були виконані ще в минулому столітті, а тому не повністю враховують сучасні особливості його організації. Найбільш суттєві відмінності в організації перевезення пасажирів у приміському сполученні, в порівнянні з іншими видами сполучення, характеризуються закономірностями формування пасажиропотоків та вимогами управління режимами роботи транспортних засобів. Тому, удосконалення системи перевезення пасажирів у приміському сполученні набуває вирішального значення для сільських населених пунктів.

©Т.М.Григорова

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Задача підвищення привабливості громадського транспорту набуває все більшої актуальності у зв'язку з необхідністю підвищення конкурентоспроможності пасажирських перевезень. Ефективність пасажирських перевезень насамперед визначається ефективністю використання транспортних засобів та соціальними показниками обслуговування населення [5, 10].

Проектування параметрів технологічного процесу перевезення пасажирів включає в себе такі заходи, як визначення трас маршрутів, місткості і кількості транспортних засобів, місцеположення зупиночних пунктів на маршрутах [8]. Дані параметри впливають на закономірності руху транспортних засобів на маршрутах [10] і транспортну стомлюваність пасажирів [6].

Стомлюваність (стомлення) - це фізіологічний стан організму, який супроводжує тривалу й інтенсивну роботу. Цей стан виражається в тимчасовому розладі функцій нервових клітин кори головного мозку, що розповсюджується і на інші системи організму і визначає працездатність людини [12]. Стомлення визначається зміною функціонального стану людини [13]. Функціональний стан - це комплекс наявних характеристик тих функцій і якостей людини, які прямо або побічно обумовлюють виконання трудової діяльності [12]. Любий вид діяльності людини призводить до стомлення. Транспортний процес також негативно позначається на характеристиках життєдіяльності пасажирів. Так під час поїздки пасажир витрачає час на її здійснення. В процесі пересування пасажир стомлюється, що призводить до зниження його виробітки на основному виробництві. Величина виробітки визначається функціональним станом пасажирів у момент його прибуття на роботу. На зміну функціонального стану істотний вплив чинять витрати часу на пересування і здійснення поїздки. Крім того, сам процес пересування призводить до зменшення вільного часу пасажирів, який також має свою вартісну оцінку [4, 13]. Транспортна стомлюваність пасажирів – один з критеріїв неусвідомленого вибору способу пересування. При удосконаленні процесу перевезення попит на послугу зростає. Попит зумовлює пропозицію, а від співвідношення попиту і пропозиції залежить ситуація на ринку. Таким чином, впливаючи на фактори, які визначають транспортну стомлюваність пасажирів, можливо впливати на обсяги перевезення пасажирів у приміському сполученні.

**Невирішені раніше частини загальної проблеми.** Українськими вченими висвітлюються різноманітні проблеми організації перевезення пасажирів у приміському сполученні. Однак, на пасажирському транспорті теорія як індивідуальних, так і колективних рішень, ще мало досліджена, і до цього часу не запропоновано цілісної системи розробки ефективних рішень. Невирішеними залишаються питання удосконалення організації автобусного сполучення у приміському сполученні, що пов'язано з відсутністю відповідного критерію для оцінки рівня ефективності організації системи перевезення пасажирів у приміському сполученні громадським транспортом з урахуванням транспортної стомлюваності пасажирів.

**Метою дослідження** є визначення критерію ефективності вдосконалення системи перевезення пасажирів у приміському сполученні громадським транспортом з урахуванням транспортної стомлюваності пасажирів.

**Основні результати дослідження.** Критерій ефективності вдосконалення системи перевезення пасажирів у приміському сполученні громадським транспортом повинен враховувати інтереси, як пасажирів, так і автотранспортного підприємства. Це можливо формалізувати наступним чином:

$$E = D_{\text{тп}} - Z_{\text{тп}} - C_{\text{п}} \longrightarrow \max, \quad (1)$$

де  $D_{\text{тп}}$  - доходи транспортних підприємств від перевезень пасажирів, грн.;  $Z_{\text{тп}}$  - витрати транспортних підприємств на організацію процесу перевезень, грн.;  $C_{\text{п}}$  - вартісний вираз витрат суспільства, внаслідок транспортного процесу.

Оскільки пасажирський транспорт надає послугу з перевезення пасажирів, то зацікавленість автотранспортного підприємства полягає в отриманні доходів від цієї послуги. Доходи транспортних підприємств можна визначати за наступною залежністю [7]:

$$D_{\text{тп}} = Q \cdot T, \quad (2)$$

де  $Q$  - обсяг перевезень на маршруті, пас./год.;  $T$  - величина тарифу на послуги пасажирського транспорту, грн./пас.

Обсяг перевезень на маршруті можливо визначити з використанням технологічних показників маршруту:

$$Q = \frac{60 \cdot q_H \cdot \gamma \cdot \frac{L_m}{I_{cp}}}{\frac{T_{об}}{2}}, \quad (3)$$

де  $I_{cp}$  - середня відстань поїздки одного пасажера, км;  $q_H$  - пасажиромісткість одиниці рухомого складу, пас.;  $\gamma$  - коефіцієнт використання місткості транспортного засобу;  $T_{об}$  - час обертів транспортних засобів на маршруті, хв.;  $L_m$  - довжина маршруту, км.

Оскільки сума доходів визначається обсягом автобусних перевезень і діючими тарифами, то величина тарифів на перевезення пасажирів визначається на основі собівартості за наступною формулою [11]:

$$T = S \cdot (1 + R), \quad (4)$$

де  $S$  - собівартість перевезень, грн./пас;  $R$  - коефіцієнт рентабельності перевезень.

Тарифи встановлюються відповідно до собівартості перевезень і передбачають накопичення коштів, що необхідні для подальшого розвитку підприємств автобусного транспорту. Накопичення, або прибуток, автобусного підприємства є різницею між загальною сумою доходів від автобусних перевезень і загальною сумою витрат транспортних підприємств.

Таким чином, витрати транспортних підприємств на організацію перевезень визначаються таким чином [6]:

$$З_{пт} = Q \cdot S, \quad (5)$$

де  $S$  - собівартість перевезень, грн./пас.

Собівартість перевезень визначається за наступною формулою [2]:

$$S = \frac{S_{1км} \cdot I_{cp}}{q_H \cdot \gamma \cdot \beta}, \quad (6)$$

де  $S_{1км}$  - собівартість виконання одного кілометра пробігу, грн./км;  $\beta$  - коефіцієнт використання пробігу.

Собівартість включає прямі витрати: заробітну платню водіїв автобусів і кондукторів, а також ремонтних робітників по обслуговуванню автобусів, відрахування на соціальні потреби, витрати а паливо і змащувальні матеріали, ремонт, технічний огляд і ремонт автомобілів, амортизаційні відрахування на повне відновлення і податки, які відносяться до собівартості. Оскільки собівартість у свою чергу пов'язана з технічною швидкістю транспортного засобу, то одним з чинників, який впливає на величину собівартості перевезень є параметри траси маршруту, які також впливають на доходи і витрати транспортних підприємств.

Транспортний процес об'єктивно впливає на функціональний стан організму людини, і, залежно від умов поїздки, це призводить до певного ступеня стомлюваності пасажера, що у свою чергу призводить до витрат суспільства, внаслідок транспортного процесу [5]:

$$C_{п} = t_{пер} \cdot C_{ч} + C_{д}, \quad (7)$$

де  $t_{пер}$  - загальні витрати часу пасажирів на пересування, год.;  $C_{ч}$  - вартісна оцінка вільного часу пасажера, грн./год.;  $C_{д}$  - зниження доходу середньостатистичного пасажера на основному виробництві, грн.

Зниження доходу середньостатистичного пасажера на основному виробництві можна визначити за наступною формулою [4]:

$$C_d = \frac{D_m \cdot P_{ij}}{D_{pm} \cdot 100}, \quad (8)$$

де  $D_m$  - доход середньостатистичного пасажиру за місяць, грн.;  $P_{ij}$  - залежність виробітки пасажирів на основному виробництві від їхнього стану, %;  $D_{pm}$  - середня кількість робочих днів у місяці, дні.

Величина зменшення виробітки пасажирів на основному виробництві внаслідок транспортного процесу визначається його функціональним станом у момент його прибуття на роботу. Залежність зниження виробітки пасажирів на основному виробництві має наступний вигляд [4]:

$$P_{ij} = -0,0709 + 0,545(\Pi - 3)^2, \quad (9)$$

де  $\Pi$  - показник, що характеризує через транспортні параметри функціональний стан організму пасажирів наприкінці поїздки, бали.

Зміна функціонального стану пасажирів при підході до зупинного пункту, на зупинці і в транспорті відбуваються за певною залежністю. За величиною, яка вимірюється в балах, можна визначити в якому стані знаходиться людина [1]:

- до 3 балів - нормальний стан;
- від 3 до 6 балів - стан напруги;
- від 6 до 8 балів - стан перенапруження;
- від 9 до 10 балів - стан виснаження.

Визначення транспортної стомлюваності пасажирів при міських перевезеннях було проведено дослідниками та описано у праці [3]. Приміські перевезення пасажирів мають технологічні особливості. Внаслідок цього, визначення транспортної стомлюваності пасажирів в процесі приміських перевезень потребує додаткових досліджень.

Показником, який найбільш узагальнено виражає інтереси пасажирів є сумарні витрати часу на пересування. Від тривалості пересування і умов поїздки залежить відсоток зниження ефективності суспільного виробництва пасажирів при перевезенні. Витрати часу на пересування можна виразити за наступною залежністю [8]:

$$t_{пер} = 2 \cdot t_{пш} + t_{оч} + t_{пр}, \quad (10)$$

де  $t_{пш}$  - час пішого підходу до зупинного пункту, хв.;  $t_{оч}$  - час очікування транспортного засобу на зупинному пункті, хв.;  $t_{пр}$  - час руху в транспортному засобі, хв.

Час пішого підходу до зупинного пункту визначається наступним чином [8]:

$$t_{пш} = \left( \frac{k_{нп} \cdot k_{е.о}}{V_{пш}} \right) \cdot l_{пш}, \quad (11)$$

де  $k_{нп} = 1,2$  - коефіцієнт непрямолінійності підходу до зупинного пункту;  $k_{е.о} = 1 + \frac{V_{пш}}{V_c}$  - коефіцієнт вибору зупинного пункту, що забезпечує економію загальних витрат часу на пересування в порівнянні з поїзкою від найближчого зупинного пункту;  $V_c$  - швидкість сполучення транспорту, км/год.;  $V_{пш}$  - швидкість руху пішоходу, км/год.;  $l_{пш}$  - середня відстань пішого руху, км.

Час очікування транспортного засобу на зупинному пункті визначається наступним чином:

$$t_{оч} = \frac{l}{2} = \frac{T_{об}}{2A}, \quad (12)$$

де  $A$  – кількість автобусів, які працюють на маршруті, од.

Кількість автобусів, які працюють на маршруті, визначається за залежністю

$$A = \frac{F_{max} \cdot T_{об}}{q_n \cdot \gamma}, \quad (13)$$

де  $F_{max}$  – значення пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту, пас/год.  
З урахуванням залежності (12) час очікування визначається за формулою:

$$t_{оч} = \frac{q_n \cdot \gamma}{2F_{max}}. \quad (14)$$

Час руху в транспортному засобі визначається наступним чином:

$$t_{пр} = \frac{l_{ср}}{V_c}. \quad (15)$$

Оскільки процес пересування призводить до зменшення вільного часу пасажирів, який теж має свою вартісну оцінку. Вартісна оцінка вільного часу пасажирів визначається за формулою [9]:

$$C_ч = \frac{3П_{ср}}{\Phi_{км} - (\Phi_{рм} + \Phi_{ом})}, \quad (16)$$

де  $3П_{ср}$  – середньомісячна заробітна платня одного робітника, грн.;  $\Phi_{км}$  – часовий фонд календарного місяця, год.;  $\Phi_{рм}$  – місячний фонд робочого часу, год.;  $\Phi_{ом}$  – місячний фонд вільного часу, год.

Таким чином, з урахуванням залежностей (2) – (16) критерій ефективності перетворюється в наступну:

$$E = \frac{60 \cdot q_n \cdot \gamma \cdot \frac{L_m}{I_{ср}}}{\frac{T_{об}}{2}} \cdot (((S \cdot (1 + R)) - \frac{S_{1км} \cdot I_{ср}}{q_n \cdot \gamma \cdot \beta}) - ((2 \cdot ((\frac{k_{нп} \cdot k_{е.о}}{v_{пш}}) \cdot I_{пш}) + \frac{q_n \cdot \gamma}{2F_{max}} + \frac{I_{ср}}{V_c}) \cdot \frac{3П_{ср}}{\Phi_{км} - (\Phi_{рм} + \Phi_{ом})}) + \frac{D_m \cdot (-0,0709 + 0,545(\Pi - 3)^2)}{D_{рм} \cdot 100}) \rightarrow \max$$

$$q_n, \gamma, L_m, I_{ср}, t_{об}, S, F_{max}, \Pi \in \Omega \quad (17)$$

$$\Omega: 12 \leq q_n \leq 115 \text{ пас}; 0,3 \leq \gamma \leq 1,3; 5 \leq L_m \leq 50 \text{ км}; 1 \leq I_{ср} \leq 50 \text{ км}; 0,4 \leq T_{об} \leq 5 \text{ год}; 0,5 \leq S \leq 20 \text{ грн.}; 500 \leq F_{max} \leq 4000 \text{ пас./год.}; 2 \leq \Pi \leq 6.$$

**Висновки.** Раніш проведені дослідження з вдосконалення перевезення пасажирів у приміському сполученні не враховували вплив транспортного процесу на транспортну стомлюваність пасажирів. Критерій ефективності вдосконалення системи перевезення пасажирів у приміському сполученні громадським транспортом, що розглядається, дає можливість визначення параметрів перевезення пасажирів з урахуванням впливу процесу перевезення на транспортну стомлюваність пасажирів. Однак, запропонований критерій ефективності не враховує стохастичний характер параметрів технологічного процесу перевезення пасажирів. Для врахування цієї особливості можливо використовувати імітаційне моделювання процесу перевезення пасажирів у приміському сполученні.

©Т.М.Григорова

1. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.Н. Кириллов, С.З. Клецкин. - М.: Наука, 1984. - 222 с.
2. Бычков В.П. Экономика автотранспортного предприятия / В.П. Бычков. - М.: ИНФРА - М, 2006. - 384 с.
3. Вакарчук І. М. Управління проектами та програмами побудови приміських автобусних систем : Дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / Вакарчук І. М. — К., НТУ, 2006. — 235 с.
4. Гюлев Н.У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора: Дис...канд. техн. наук: 05.22.10 / Гюлев Н.У. - Х.: ХАДИ, 1993. - 174 с.
5. Доля В.К. Методы организации перевозок пассажиров в городах / В.К. Доля. – Харьков: Основа, 1992. – 144 с.
6. Доля В. К. Пасажи́рські перевезення / Доля В. К. – Х.: «Видавництво «Форт»», 2011. – 504 с.
7. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / Спирин И.В. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
8. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.: Высш. школа, 1980. – 535 с
9. Папаскуа А.А. Совершенствование организации пассажирских автомобильных перевозок в загруженных районах городов: Дис...канд. техн. наук / Папаскуа А.А. - Ростов-на-Дону: Ростовский государственный строительный университет, 2004. - 191 с.
10. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин. М.: Горячая линия – телеком, 2006. - 448 с.
11. Попова И.В. Маркетинг транспортных услуг / И. В. Попова. - Харьков, ХНАДУ, 2002. - 224 с.
12. Руководство по физиологии труда / [под ред. проф. М.И. Виноградова]. – М.: Медицина, 1969. – 408 с.
13. Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха / [под. ред. В.И. Медведева]. – Л. Наука, 1984. – 140 с.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2014