

УДК 656.13

Григорова Т. М., к.т.н. (Одеська військова академія, м. Одеса)

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПРИМІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ НА СТОМЛЮВАНІСТЬ ПАСАЖИРІВ ПРИ ОЧІКУВАННІ ТРАНСПОРНИХ ЗАСОБІВ

Розглядаються питання оцінки зміни транспортної стомлюваності пасажирів при очікуванні транспортних засобів. Запропоновані математичні моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні транспортних засобів приміського сполучення.

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

Вступ. Приміські пасажирські перевезення забезпечують зв'язок великих міст і промислових центрів з прилеглими до них населеними пунктами. Тому основними мотивами поїздок є: виконання трудових обов'язків, навчання, культурний відпочинок, побутові питання. Отже, є підстави стверджувати, що даний вид перевезень як наймасовіший і найдоступніший відіграє значну соціальну роль [1].

Аналіз останніх досліджень. Ринкові принципи організації та управління транспортним процесом як основа створення та планування роботи транспортних підприємств, визначають актуальність розробки методичного інструментарію, що забезпечує отримання даних, необхідних для прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності [2]. Особливість транспортного процесу перевезення пасажирів полягає в тому, що пасажир одночасно є не тільки об'єктом переміщення, але і споживачем транспортних послуг [3, 4]. При поліпшенні процесу перевезення попит на послугу зростає. Попит зумовлює пропозицію, а від співвідношення попиту і пропозиції залежить ситуація на ринку. На вибір способу пересування істотно впливає транспортна стомлюваність пасажирів, яка об'єктивно існує під час і після будь-якого пересування [4]. 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. Стомлення визначається зміною функціонального стану людини [5].

Дослідники запропонували інтегральний критерій оцінки функціонального стану людини – показник активності регуляторних систем, що відбиває загальну реакцію організму на вплив факторів зовнішнього середовища. Даний показник характеризує напругу інформаційних каналів регуляції в організмі людини, реакцію цих каналів на вплив факторів зовнішнього середовища. Він визначається шляхом обробки електрокардіограми людини та вимірюється в балах, за якими можна визначити, в якому стані вона знаходиться [4, 5]: 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.

За даними дослідників витрати часу пасажирів на пересування можна визначити як суму витрат часу на виконання наступних елементів пересування пасажирів [4]: пішохідного руху від пункту відправлення до зупиночного пункту або від зупиночного пункту до пункту призначення; очікування транспорту на зупиночному пункті; рух в транспортному засобі. Оцінивши вплив кожного елементу переміщення на рівень стомлюваності пасажирів можна визначити параметри перевезення пасажирів, які мінімізують транспортну стомлюваність пасажирів.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. При організації перевезень пасажирів теорія як індивідуальних, так і колективних рішень, ще мало досліджена, і до цього часу не запропоновано цілісної системи розробки ефективних рішень. Вдосконалення організації перевезень пасажирів у містах з урахуванням транспортної стомлюваності пасажирів було вже проведено дослідниками та описано у праці [4]. Приміські перевезення пасажирів мають технологічні особливості. Внаслідок цього, визначення транспортної стомлюваності пасажирів в процесі приміських перевезень потребує додаткових досліджень.

Мета та постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження впливу параметрів приміської транспортної системи перевезення пасажирів на зміну показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні транспортних засобів. Для досягнення поставленої мети необхідне проведення обстеження параметрів очікування пасажирів транспортних засобів та встановлення значення їх показника активності регуляторних систем.

Результати досліджень. Для отримання вихідної інформації було проведено натурні спостереження, протягом яких у пасажирів при очікуванні транспортних засобів фіксувалася електрокардіограма та одночасно визначалися параметри очікування. На підставі отриманої інформації було проведено математичний опис функціонального зв'язку між показником активності регуляторних систем пасажирів і фактора-

ми, що на нього впливають.

На початку дослідження був проведений аналіз впливу кожного з раніше визначених факторів на зміну показника активності регуляторних систем пасажирів приміського маршруту. Для цього використовувався математичний опис залежності між раніш визначеними параметрами. Це дозволило визначити рейтинги впливу усіх факторів, що розглядаються [5].

Серед усіх методів, які дозволяють проводити математичний опис зміни показника активності регуляторних систем пасажирів приміського пасажирського транспорту, використовувалися методи регресійного і кореляційного аналізу [6]. Розробка регресійних моделей проводилася з використанням рекомендацій, за якими кількість спостережень повинна бути в 6-7 разів більше за кількість факторів, що входять до моделі [7]. Коефіцієнт регресії розраховувався відповідно до методу найменших квадратів [8]. Характеристики параметрів моделі визначалися за допомогою відомих методів статистики [8-10]. Значущість факторів, що входять до моделі, визначалася за допомогою критерію Стюдента [10-11]. Для визначення інформаційної спроможності моделі використовувався критерій Фішера [8]. Для оцінки тісноти зв'язку між залежною і незалежними змінними використовувався коефіцієнт кореляції [6]. Для оцінки впливу факторів, які не враховані в моделі, використовувався коефіцієнт детермінації [6].

В якості залежної змінної використовувався приріст значення показника активності регуляторних систем при очікуванні транспортних засобів, що визначається за наступною залежністю:

$$\Delta\Pi = \Pi_{\text{після}} - \Pi_{\text{до}}, \quad (1)$$

де $\Pi_{\text{після}}$ – значення показника активності регуляторних систем пасажирів після очікування, бали; $\Pi_{\text{до}}$ – значення показника активності регуляторних систем пасажирів до очікування, бали.

Математична формалізація зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні стоячи на зупиночному пункті приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від щільності масиву пасажирів має наступний вигляд:

$$\Delta\Pi = \frac{0,06}{P} - 0,66, \quad (2)$$

де P – щільність пасажирів на зупинці, чол/м².

Результати розрахунків статистичної оцінки моделі наведені в табл. 1.

Показники моделі, наведені в табл. 1, свідчать про те, що вона не

може бути використана в практичних розрахунках. Не дивлячись на це, отримана модель правильно показує, що із збільшенням щільності масиву пасажирів

Таблиця 1

Результати оцінки моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажира при очікуванні на зупиночному пункті приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від щільності пасажирів, що очікують, на зупинці

Показник	Значення
Критерій Стьюдента: табличний	2,09
Розрахунковий для константи	-1,13
Розрахунковий для коефіцієнта	0,7
Критерій Фішера: табличний	4,35
розрахунковий	0,5
Коефіцієнт множинної кореляції	0,17
Коефіцієнт детермінації	0,03

різниця між показником активності регуляторних систем до та після очікування спостерігається тенденція до зростання. Це пояснюється тим, що чим більша щільність масиву пасажирів, що чекають, тим більш некомфортні умови для очікування. Також пасажир нервує через можливість отримати відмову у посадці в автобус, що призведе до збільшення часу очікування. Ці фактори негативно впливають на активність регуляторних систем людини. Однак, показники, наведені у табл. 1, свідчать про те, що вплив щільності масиву пасажирів, що очікують, не дуже значний і їм можливо знехтувати.

Математична формалізація зміни показника активності регуляторних систем пасажира при очікуванні, стоячи, на зупиночному пункті приміського пасажирського автомобільного транспорту, залежно від віку пасажира має наступний вигляд:

$$\Delta I = 0,7\sqrt{B_n} - 3,87, \quad (3)$$

де B_n – вік пасажира, років.

Результати розрахунків статистичної оцінки моделі наведені в табл. 2. Наведені показники моделі свідчать про те, що вона не може бути використана в практичних розрахунках. Не дивлячись на це, отримана модель правильно показує, що із збільшенням віку пасажира різниця між показником активності регуляторних систем до та після очікування збільшується. Це зумовлене погіршенням адаптивних властивостей людського організму із віком.

Математична формалізація зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні, сидячи, залежно від віку пасажирів має наступний вигляд:

$$\Delta P = 3,9 \cdot \ln(B_n) - 15,04 . \quad (4)$$

Таблиця 2

Результати оцінки моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні, стоячи, на зупиночному пункті приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від віку пасажирів

Показник	Значення
Критерій Стюдента: табличний	2,09
Розрахунковий для константи	-2,45
Розрахунковий для коефіцієнта	2,25
Критерій Фішера: табличний	4,35
розрахунковий	5,07
Коефіцієнт множинної кореляції	0,6
Коефіцієнт детермінації	0,36

Результати розрахунків статистичної оцінки моделі наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати оцінки моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні, сидячи, на зупиночному пункті приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від віку пасажирів

Показник	Значення
Критерій Стюдента: табличний	2,09
Розрахунковий для константи	-2,31
Розрахунковий для коефіцієнта	2,15
Критерій Фішера: табличний	4,35
розрахунковий	4,61
Коефіцієнт множинної кореляції	0,7
Коефіцієнт детермінації	0,49

Вищенаведені показники моделі свідчать про те, що вона не може бути використана в практичних розрахунках. Отримана модель правильно показує, що із збільшенням віку пасажирів різниця між показником активності регуляторних систем до та після очікування збільшується. Це зумовлене психо-фізіологічними змінами в організмі людини, яких вона набуває з віком.

Математична формалізація зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні, стоячи, приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від часу очікування має на-

ступний вигляд:

$$\Delta\Pi = -2,83 + 1,01 \cdot \sqrt{t_{оч}^{cm}}, \quad (5)$$

де $t_{оч}^{cm}$ – час очікування стоячи, хв.

Результати розрахунків статистичної оцінки моделі наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Результати оцінки моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні, стоячи, на зупиночному пункті приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від часу очікування

Показник	Значення
Критерій Стьюдента: табличне	2,09
Розрахунковий для константи	-1,75
Розрахунковий для коефіцієнта	2,12
Критерій Фішера: табличний	4,35
Розрахунковий	4,48
Коефіцієнт множинної кореляції	0,7
Коефіцієнт детермінації	0,49

Вищенаведені показники моделі свідчать про те, що вона не може бути використана в практичних розрахунках. Не дивлячись на це, отримана модель правильно показує, що із збільшенням часу очікування різниця між показником активності регуляторних систем до та після очікування збільшується. Це зумовлене накопичуванням фізичної втоми із плином часу очікування.

Математична формалізація зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні, сидячи, приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від часу очікування має наступний вигляд:

$$\Delta\Pi = \frac{3,59}{t_{оч}^c} - 1,88, \quad (6)$$

де $t_{оч}^c$ – час очікування сидячи, хв.

Результати розрахунків статистичної оцінки моделі наведені в табл. 5.

Наведені показники моделі свідчать про те, що вона не може бути використана в практичних розрахунках. Не дивлячись на це, отримана модель правильно показує, що із збільшенням часу очікування різниця між показником активності регуляторних систем до та після очікування зменшується. Це обумовлене тим, що з плином часу, проведеного в положенні сидячи системи м'язів розслабляються і адаптивні власти-

вості організму пасажирів відновлюються.

Висновки. Моделі (2)–(6) відображають тенденцію впливу параметрів очікування пасажирів на зміну показника активності регуляторних систем пасажирів. Проте, використовувати ці моделі при розв'язанні задач з проектування параметрів транспортної системи приміського сполучення не є можливим внаслідок недостатньої тісноти зв'язку між залежною та незалежною змінними. Ці моделі описують

Таблиця 5

Результати оцінки моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при очікуванні на зупиночному пункті приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від часу очікування пасажиром, сидячи, на зупиночному пункті

Показник	Значення
Критерій Стьюдента: табличний	2,09
Розрахунковий для константи	-6,55
Розрахунковий для коефіцієнта	2,92
Критерій Фішера: табличний	4,35
розрахунковий	8,5
Коефіцієнт множинної кореляції	0,82
Коефіцієнт детермінації	0,67

залежність показника активності регуляторних систем від одного фактору. Насправді ці фактори спричиняють сумісний вплив. Описати зміну цього показника залежно від вищеперелічених параметрів можливо з використанням методу множинної кореляції. Перспективами подальших досліджень у даному напрямку є оцінка сумісного впливу факторів, що визначають зміну показника активності регуляторних систем пасажирів з використанням методу множинної кореляції.

1. Муковнина Н. А. Организация пригородных перевозок с учетом размеров и структуры пассажиропотока: дисс. канд. техн. наук: 05.22.08 / Н. А. Муковнина. – Самара : СамГУПС, 2008. – 174 с. **2.** Новосёлова И. С. Совершенствование методов управления перевозками пассажиров в пригородном сообщении: дисс. канд. эконом. наук: 08.00.05 / И. С. Новосёлова. – Москва : Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ, 2008. – 158 с. **3.** Воробьева И. Б. Логистический подход к организации перевозки пассажиров в мегаполисе / Воробьева И. Б. // Транспорт российской федерации. – 2006. – № 7. – С. 38–40. **4.** Доля В. К. Пассажиры перевозят / Доля В. К. – Х. : Издательство «Форт», 2011. – 504 с. **5.** Давидіч Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водіїв : монографія / Ю. О. Давидіч. – Харків : ХНАДУ, 2006. – 292 с. **6.** Галушко В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / Галушко В. Г. – Киев : Вища школа, 1976. – 232 с. **7.** Френкель А. А. Многофакторные корреляционные модели производительности

труда / Френкель А. А. – М. : Экономика, 1966. – 96 с. **8.** Митропольский А. К. Техника статистических вычислений / Митропольский А. К. – М. : Наука, 1971. – 576 с. **9.** Гутер Р. С., Овчинский Б. В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта / Гутер Р. С., Овчинский Б. В. – М. : Наука, 1970. – 432 с. **10.** Дрейнер Н. Прикладной регрессионный анализ / Дрейнер Н., Смит Г. – М. : Статистика, 1973. – 392 с. **11.** Завадский Ю. В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта / Завадский Ю. В. – М. : МАДИ, 1978. – 156 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Дем'янчук Б. О. (Одеська військова академія)

Hrihorova T. N., Candidate of Engineering (Odesa Military Academy)

INFLUENCE OF PARAMETERS OF SUBURBAN TRANSPORT SYSTEMS OF PASSENGERS TRANSPORTATION ON PASSENGERS FATIGUE IN WAITING FOR VEHICLES

The problems of assessing changes in fatigue transport passengers while waiting vehicles. A mathematical model of change of activity of regulatory systems in passenger vehicles waiting commuter.

Keywords: transportation system, commuter transport fatigue passenger, waiting time.

Григорова Т. М., к.т.н. (Одесская военная академия, м. Одеса)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИГОРОДНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ НА УТОМЛЯЕМОСТЬ ПАССАЖИРОВ ПРИ ОЖИДАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рассматриваются вопросы оценки изменения транспортной утомляемости пассажиров при ожидании транспортных средств. Предложены математические модели изменения показателя активности регуляторных систем пассажиров при ожидании транспортных средств пригородного сообщения.

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