

**МОДЕЛЮВАННЯ ПКАЗНИКА СТОМЛЮВАНОСТІ
ПАСАЖИРІВ
ПРИ ПІДХОДІ ДО ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ ПРИМІСЬКИХ
АВТОБУСНИХ МАРШРУТІВ**

**Григорова Т.М.¹, к.т.н., доцент, Меленчук В.М.¹, ст.викладач,
Арцибашева Н.М.², к.т.н., доцент**

¹ *Одеська військова академія*

² *Одеський національний політехнічний університет*

Постановка проблеми. Транспортне обслуговування мешканців передмістя повинно забезпечувати врахування інтересів перевізників та користувачів транспорту [1]. Потреба в приміських перевезеннях виникає у 95% населення України, а річний обсяг перевезень їх складає 35% від загального [2]. Сучасний розвиток приміських транспортних систем недостатньо забезпечує ефективність організації перевезень з позицій пасажирів. Сучасні моделі, які використовуються при організації транспортного обслуговування приміського населення, не повністю враховують вплив технологічних параметрів перевезення на стан пасажирів. Внаслідок цього, удосконалення системи перевезення пасажирів у приміському сполученні з урахуванням людського фактору набуває вирішального значення для сільських населених пунктів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідники визначають, що основним фактором при аналізі попиту і ринку транспортних послуг є встановлення вихідних передумов, що визначають поведінку пасажирів [1]. При організації транспортного обслуговування приміського населення виникає потреба в рішенні різноманітних завдань по визначенню трас маршрутів, місткості і кількості транспортних засобів, місце розташування зупиночних пунктів на маршрутах [3]. Всі технологічні параметри перевезення впливають на економічні та соціальні показники якості транспортного обслуговування. За даними дослідників, вивчення і проектування систем, де людина і транспортний засіб утворюють єдиний контур регулювання створили необхідні передумови для об'єднання технічних дисциплін і наук про людину і його трудову діяльність, обумовили появу нових дослідницьких задач. По-перше, це задачі, зв'язані з описом характеристик людини, як компонента транспортної системи. Для забезпечення ефективності виробничої діяльності пасажирів на основному виробництві важливе значення ма-

ють такі фактори, як стомлення, умови роботи, фізичні фактори навколишнього середовища, біомеханічні і фізіологічні фактори.

Оптимізація трудової діяльності, створюючи необхідні передумови для збереження здоров'я і розвитку особистості працівника, дозволяє домагатися значного підвищення ефективності і надійності діяльності людини [4]. Одним з соціальних показників рівня транспортного обслуговування є транспортна стомлюваність пасажирів [5]. Розвиток стомлення полягає в основі різних патологічних змін в організмі людини [6]. Внаслідок цього, інші дослідники визначають стомлення як фізіологічний стан організму, виражається в тимчасовому розладі функцій нервових кліток кори головного мозку. Цей стан поширюється на інші системи організму і визначає працездатність людини [1].

Працездатність – величина функціональних можливостей організму, що характеризується кількістю і якістю роботи при нарузі максимальної інтенсивності або діяльності [7]. На думку інших дослідників [8], термін «працездатність» означає можливість функціонування при визначеному рівні впливу зовнішнього середовища, тобто характеризує стійкість гомеостатичних показників при впливі різних по силі зовнішніх факторів. Рівень функціонального стану визначає побічно професійну працездатність людини [7].

У праці [6] дослідники запропонували інтегральний критерій оцінки функціонального стану людини – показник активності регуляторних систем, що відбиває загальну реакцію організму на вплив факторів навколишнього середовища. Даний показник характеризує напругу інформаційних каналів регуляції в організмі людини, реакцію цих каналів на вплив факторів навколишнього середовища. Він вимірюється в балах, за якими 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 [5]. 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 розробка моделей зміни показника стомлюваності пасажирів при підході до зупиночних пунктів приміських автобусних маршрутів. Для досягнення поставленої мети необхідне проведення обстеження параметрів підходу пасажирів до зупиночних пунктів та значення його показника активності регуляторних систем.

Визначення та аналіз факторів, що впливають на зміну показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночних пунктів приміського автобусного маршруту. Для отримання вихідної інформації було проведено натурні спостереження, протягом яких у пасажира при підході фіксувалася електрокардіограма та визначалися параметри його підходу до зупинки. На підставі отриманої інформації було проведено математичний опис функціонального зв'язку між показником активності регуляторних систем пасажирів і факторами, що на нього впливають. В якості залежної змінної використовувався приріст значення показника активності регуляторних систем при виконанні відповідного елемента переміщення, 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 виконання відповідного елемента переміщення; $\Pi_{\text{до}}$ – значення показника активності регуляторних систем пасажирів до виконання відповідного елемента переміщення.

Серед усіх методів, які дозволяють проводити математичний опис зміни показника активності регуляторних систем пасажирів приміського пасажирського транспорту, були обрані методи регресійного і кореляційного аналізу [9]. Розробка регресійних моделей проводилася з використанням рекомендацій, у яких кількість спостережень в 6-7 разів більша за кількість факторів, що входять до моделі [10]. Коефіцієнт регресії розраховувався відповідно до методу найменших квадратів [11]. Характеристики параметрів моделі визначалися за допомогою відомих методів статистики [12]. Значущість факторів, що входять до моделі, визначалася за допомогою критерію Стюдента [13]. Для визначення інформаційної спроможності використовувався критерій Фішера [14]. Для оцінки тісноти зв'язку між залежною і незалежними змінними використовувався коефіцієнт кореляції [9]. Для оцінки впливу факторів, які не враховані в моделі, використовувався коефіцієнт детермінації [9].

Графічне зображення експериментальних точок зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупинки приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від відстані підходу наведено на рис. 1.

Ця залежність може бути описана наступною моделлю:

$$\Delta\Pi = 0,07 \cdot \sqrt{I_{\text{підх}}} - 0,48, \quad (2)$$

де $l_{\text{підх}}$ – відстань підходу пасажера до зупинки приміського пасажирського транспорту, м.

Визначені статистичні 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 відстані підходу до зупиночного пункту приріст показника активності регуляторних систем збільшується. Зміст моделі можна пояснити наростанням втоми під час пішого руху, та поступовим фізичним виснаженням людини.

Графічне зображення експериментальних точок зміни показника активності регуляторних систем пасажера при підході до зупинки приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від швидкості руху наведено на рис. 2.

Ця залежність може бути описана наступною моделлю:

$$\Delta\Pi = 1,53 \cdot \sqrt{V_{\Pi}} - 1,69, \quad (3)$$

де V_{Π} – швидкість руху, км/год.

Визначені статистичні 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 швидкості пішохідного потоку до зупиночного пункту приріст показника активності регуляторних систем збільшується. Це пояснюється тим, що більша швидкість пішохідного потоку змушує пасажера збільшувати власну швидкість, через що збільшується фізична напруга і, як наслідок, збільшується приріст показника активності регуляторних систем.

Графічне зображення експериментальних точок зміни показника активності регуляторних систем пасажера при підході до зупинки приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від віку пасажера наведено на рис. 3.

Ця залежність може бути описана наступною моделлю:

$$\Delta\Pi = 1,75 \cdot \ln(B_n) - 5,43, \quad (4)$$

де B_n – вік пасажера, років.

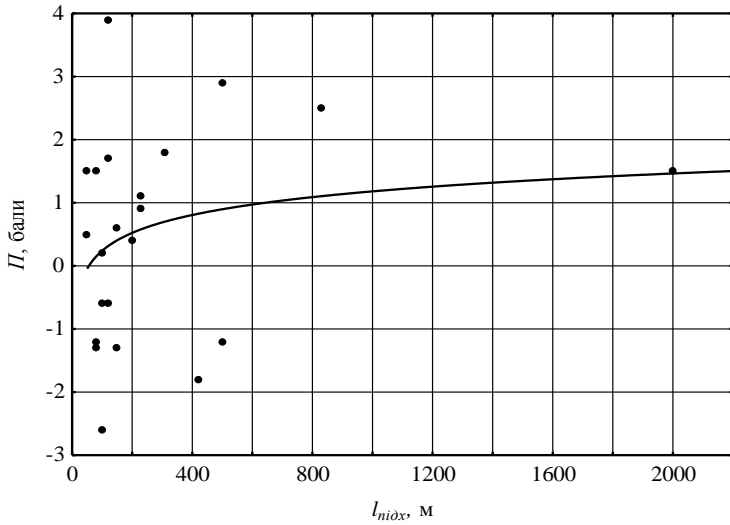


Рис. 1 - Графік зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупинки приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від відстані підходу

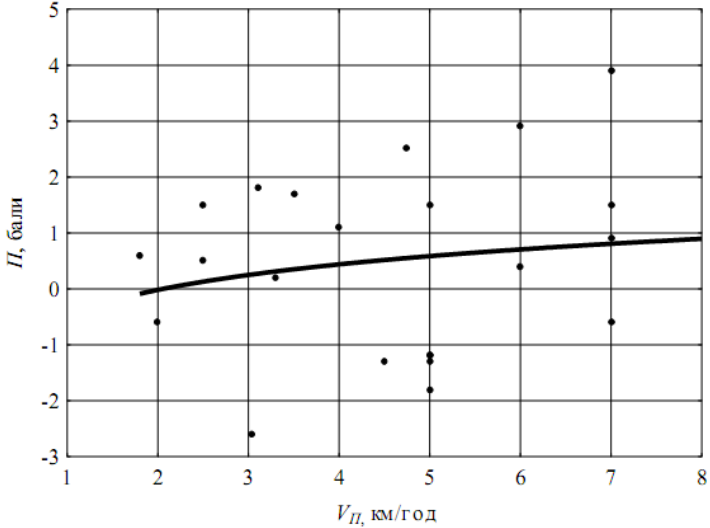


Рис. 2 - Графік зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупинки приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від швидкості руху

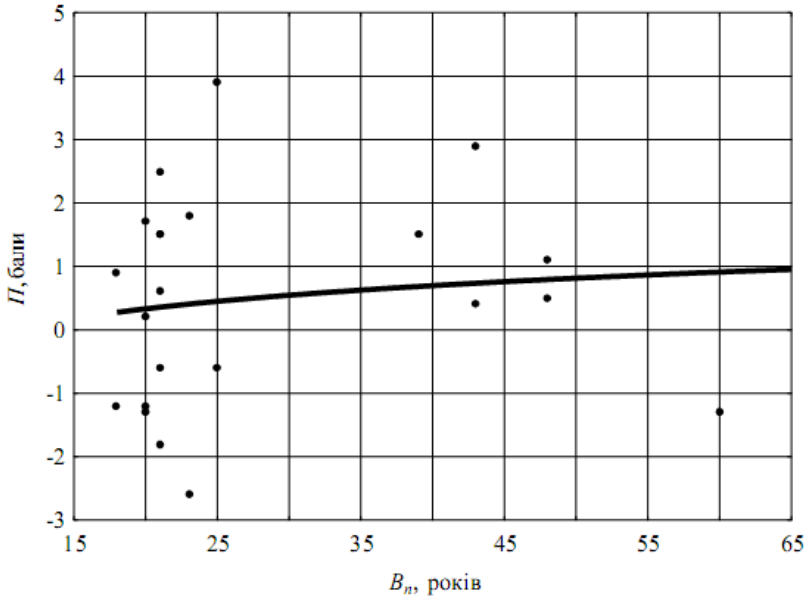


Рис. 3 - Графік зміни показника активності регуляторних систем пасажира при підході до зупинки приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від віку пасажира

Статистичні 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 приріст показника активності регуляторних систем збільшується. Цей факт обумовлений тим, що з віком адаптивні властивості організму зменшуються. Через це пасажири, що мають більший вік, втомлюються під час підходу швидше, ніж пасажири з меншим віком.

Графічне зображення експериментальних точок зміни показника активності регуляторних систем пасажира при підході до зупинки приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від часу підходу наведено на рис. 4.

Ця залежність може бути описана наступною моделлю:

$$\Delta\Pi = -0,4 + 0,48 \cdot \sqrt{t_{\text{підх}}}, \quad (5)$$

де $t_{\text{підх}}$ – час підходу до зупиночного пункту, хв.

Результати розрахунків статистичної оцінки моделі свідчать про те, що вона не може бути використана в практичних розрахунках. Не див-

лячись на це, отримана модель правильно показує, що із збільшенням часу підходу до зупиночного пункту приріст показника активності регуляторних систем збільшується. Зміст моделі може бути зумовлений наростанням фізичної втоми разом із плином часу, що витрачається на рух до зупиночного пункту.

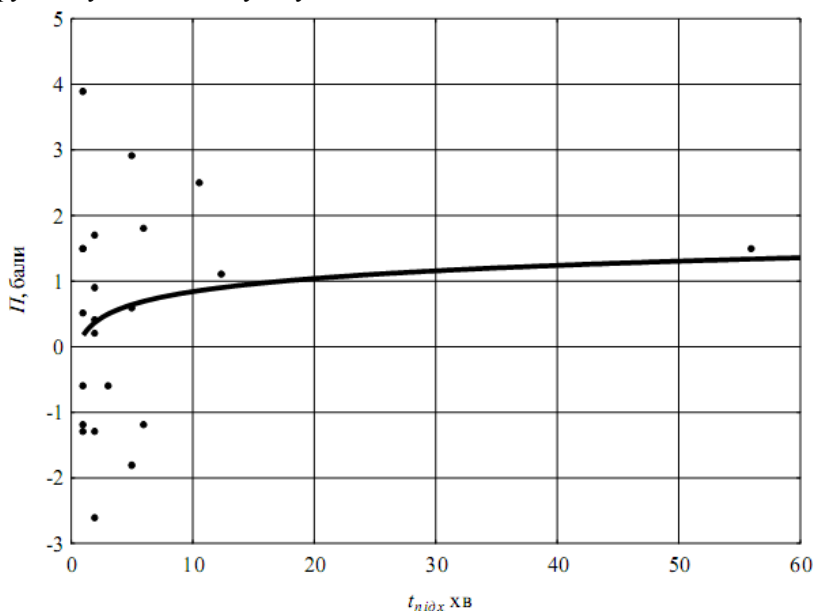


Рис. 4 - Графік зміни показника активності регуляторних систем пасажира при підході до зупинки приміського пасажирського автомобільного транспорту залежно від часу підходу до зупиночного пункту

Висновки. Моделі, що були отримані при проведенні дослідження, відображають тенденцію впливу параметрів підходу пасажирів до зупиночних пунктів маршруту на зміну показника активності регуляторних систем пасажира. Проте, використовувати ці моделі при розв'язанні задач з проектування параметрів транспортної системи приміського сполучення не є можливим внаслідок недостатньо великих коефіцієнтів кореляції. Ці моделі описують залежність показника активності регуляторних систем від одного фактору. Насправді ці фактори спричиняють сумісний вплив. У якості перспектив подальших досліджень є описання зміни показника активності регуляторних систем пасажира залежно від вище перелічених параметрів з використанням методу множинної кореляції.

Summary

We considered some questions that address the problem of vehicle maintenance suburban residents. We gave the model change of the activity of the regulatory systems of the passenger when approaching the stopping points suburban bus.

Література

1. Доля В. К. Пасажи́рські перевезення / Доля В. К. – Х.: «Видавництво «Форт»», 2011. – 504 с.
2. Кристопчук М. С. Ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення: дис. канд. техн. наук / Кристопчук М.С. – Харків.: ХНАМГ, 2009. – 214 с.
3. Спи́рин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / Спи́рин И.В. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
4. Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха / [под ред. В.И. Медведева]. – Л. Наука, 1984. – 140 с.
5. 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.
6. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.Н. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 222 с.
7. Руководство по физиологии труда / [под ред. проф. М.И. Виноградова]. – М.: Медицина, 1969. – 408 с.
8. Воробьев К.П. Клинико-физиологический анализ категорий функционального состояния организма в интенсивной терапии / Воробьев К.П. // Вестник интенсивной терапии. – 2001. – №2. – С. 3–8.
9. Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / Галушко В.Г. – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с.
10. Френкель А.А. Многофакторные корреляционные модели производительности труда / Френкель А.А. – М.: Экономика, 1966. – 96 с.
11. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / Митропольский А.К. – М.: Наука, 1971. – 576 с.
12. 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.
13. Дрейнер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ / Дрейнер Н., Смит Г. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.
14. Завадский Ю.В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта / Завадский Ю.В. – М.: МАДИ, 1978. – 156 с.