

Досліджено зміну транспортної стомлюваності пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського пасажирського транспорту. Встановлено вплив віка пасажирів, швидкості його руху та часу підходу до зупиночного пункту на значення показника активності регуляторних систем пасажирів. Розроблено регресійну модель зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупинки

Ключові слова: транспортне обслуговування, приміське сполучення, транспортна стомлюваність, швидкість руху, час підходу

Исследовано изменение транспортной утомляемости пассажиров при подходе к остановочному пункту пригородного пассажирского транспорта. Установлено влияние возраста пассажира, скорости его движения и времени подхода к остановочному пункту на значение показателя активности регуляторных систем пассажира. Разработана регрессионная модель изменения показателя активности регуляторных систем пассажира при подходе к остановке

Ключевые слова: транспортное обслуживание, пригородное сообщение, транспортная утомляемость, скорость движения, время подхода

УДК 656.13

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.38583

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЗМІНИ ТРАНСПОРТНОЇ СТОМЛЮВАНОСТІ ПАСАЖИРІВ ПРИ ПІДХОДІ ДО ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ ПРИМІСЬКИХ АВТОБУСНИХ МАРШРУТІВ

Т. М. Григорова

Кандидат технічних наук*

E-mail: tagrigorova@yandex.ru

Ю. О. Давідіч

Доктор технічних наук, професор*

E-mail: kafedra_tsl@ukr.net

В. К. Доля

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедру*

E-mail: kafedra_tsl@ukr.net

*Кафедра транспортних систем і логістики
Харківський національний університет міського
господарства ім. О. М. Бекетова
вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61005

1. Вступ

Одним з найважливіших завдань функціонування пасажирських транспортних систем є визначення технологічних параметрів транспортного процесу. Особливо актуальне значення це має для організації перевезення пасажирів у приміському сполученні внаслідок того, що система організації транспортного обслуговування мешканців передмістя знаходиться в стадії реорганізації та не відповідає сучасним вимогам управління транспортними комплексами. Концентрація приміських перевезень у найбільших містах, їх великий обсяг та безперервне зростання обумовлюються швидким розвитком міст, інтенсивною забудовою приміських районів, створенням міст-супутників, організацією у приміських зонах місць відпочинку та спортивно-оздоровчих закладів, підвищенням матеріального добробуту і культурного рівня населення. 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.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Територіальне поєднання різних видів транспорту, які, взаємодіючи, найповніше задовольняють потреби виробництва і населення у перевезеннях, створюють транспортну систему країни [1]. Транспортна система України має розвинуту структуру і її завданням є задоволення в повному обсязі всіх потреб населення держави [2]. В теперішній час, 68,9 % населення України проживає у містах та селищах міського типу [3]. Внаслідок цього, приміські перевезення займають друге місце по масовості (більше 14 % в загальних обсягах)

після внутрішньоміських [2, 4]. Одним з найважливіших завдань організації транспортного обслуговування мешканців передмістя є визначення технологічних параметрів процесу перевезення пасажирів [5–7].

При організації транспортного процесу постійно вирішуються завдання покращення якості перевезень пасажирів за рахунок впровадження заходів, що найбільш ефективні з точки зору пасажирів і водночас потребують мінімальних витрат [8]. При цьому дослідники визначають, що при організації транспортного обслуговування приміського населення виникає потреба у вирішенні різноманітних завдань щодо визначення трас маршрутів, місткості і кількості транспортних засобів, місце розташування зупиночних пунктів на маршрутах [9, 10]. Розробка заходів базується на прогнозуванні пасажиропотоків. В основі цього процесу лежить вибір пасажиром шляху пересування. Для опису вибору пасажирів використовуються два основних підходи. Перший ґрунтується на розгляді частоти обслуговування [11, 12], другий – на розкладі руху [13–15]. Найбільш придатним для опису процесу формування пасажиропотоків на маршрутах приміського сполучення є другий підхід, адже він використовується при низькій частоті обслуговування. Моделі формування потоків на мережі громадського транспорту, у яких час пересування приймається постійним, можуть виявитися корисними при вивченні мереж із низьким завантаженням. У той же час вони не дають змоги одержати адекватні результати при моделюванні пасажиропотоків у мережах, для яких характерним є ефект переповнення [16]. Методом, що враховує зазначені обставини є рівноважний розподіл. Вказані моделі у повному обсязі не враховують вплив умов пересування на вибір пасажиром шляху пересування, зокрема показники якості пересування, що позначається на транспортній стомлюваності пасажирів. Основними показниками якості перевезень пасажирів є: умови проїзду, що характеризуються ступенем наповнення автобуса; регулярність руху транспортних засобів; час, який витрачається пасажиром на пересування; безпека руху; ступінь пересадочності. Всі ці фактори мають різну значущість в залежності від умов пересування [10]. 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 та його трудову діяльність, обумовили появу нових дослідницьких задач. По-перше, це задачі, пов'язані з описом характеристик людини, як компонента транспортної системи. Для забезпечення ефективності виробничої діяльності пасажиром на основному виробництві важливе значення мають такі фактори, як стомлення, умови роботи, фізичні фактори навколишнього середовища, біомеханічні і фізіологічні фактори [17]. Одним з факторів, що впливає на продуктивність праці людини, є транспортна стомлюваність, яка визначається тривалістю поїздки і ступенем її комфортності. Показники економії сил, що витрачаються пасажиром при поїздки, в теперішній час не нормуються. Однак транспортна стомлюваність помітно знижує продуктивність праці в народному господарстві, що дозволяє

говорити про позасистемний ефект вдосконалення обслуговування пасажирів, насамперед у приміському сполученні [7].

Стомлюваність – це фізіологічний стан організму, який супроводжує тривалу й інтенсивну роботу. Цей стан виражається в тимчасовому розладі функцій нервових клітин кори головного мозку, що розповсюджується й на інші системи організму і визначає працездатність людини [18]. Стомлення визначається зміною функціонального стану людини [19]. Функціональний стан – це комплекс наявних характеристик тих функцій і якостей людини, які прямо або побічно обумовлюють виконання трудової діяльності [18]. Зміна функціонального стану пасажира при підході до зупинного пункту, на зупинці і в транспорті відбуваються за певною залежністю. Показник, за якою можливо оцінити зміну функціонального стану людини, дослідники назвали показником активності регуляторних систем. Він вимірюється в балах, за якими можна визначити в якому стані знаходиться людина [7, 20]: 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 пасажира при міських перевезеннях було проведено дослідниками та описано у праці [20]. Приміські перевезення пасажирів мають технологічні особливості. Внаслідок цього, визначення транспортної стомлюваності пасажира в процесі приміських перевезень потребує додаткових досліджень.

3. Ціль та задачі дослідження

Проведені дослідження ставили за мету визначити закономірності зміни показника активності регуляторних систем пасажира при підході до зупинок приміських автобусних маршрутів.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- проведення натурного обстеження з метою фіксації параметрів підходу до зупинок приміських автобусних маршрутів та показника активності регуляторних систем пасажира;
- статистична обробка отриманих даних з метою визначення залежності між значенням показника активності регуляторних систем пасажира та параметрами підходу.

4. Матеріали та методи дослідження впливу параметрів підходу пасажирів до зупинки приміських автобусних маршрутів на значення показника активності регуляторних систем

4. 1. Досліджувані параметри та обладнання, що використовувались в експерименті

Обстеження проводились на приміських маршрутах м. Харкова. При проведенні обстеження обліковці перебували до місця проживання пасажира перед його виходом з дому. У пасажира фіксувався його вік та до нього приєднувались електроди комп'ютерної системи «Кардіосенс». При виході фіксувався час початку руху. При русі до зупинки у пасажира фіксувалася кардіограма з використанням комп'ютерної системи

«Кардіосенс». Після приходу до зупинки фіксувався час закінчення руху. Обробка результатів обстеження полягала у визначенні відстані руху пішохода, його швидкості руху та значення показника регуляторних систем пасажирів перед початком руху та після його закінчення. Визначення значень цього показника проводилося з використанням спеціального програмного забезпечення комп'ютерної системи «Кардіосенс».

4. 2. Методика визначення закономірностей впливу параметрів підходу пасажирів до зупинки приміських автобусних маршрутів на значення показника активності регуляторних систем

Серед усіх методів, які дозволяють проводити математичний опис зміни показника активності регуляторних систем пасажирів приміського транспорту, було обрано методи регресійного і кореляційного аналізу [21].

5. Результати досліджень закономірностей впливу параметрів підходу пасажирів до зупинки приміських автобусних маршрутів на значення показника активності регуляторних систем

На першому етапі дослідження згідно з рекомендаціями, що наведені дослідниками в праці [22], було проведено оцінку взаємного впливу факторів, що досліджувалися. Ці фактори надають сумісний вплив на зміну показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського пасажирського автомобільного транспорту. Використовуючи часткові коефіцієнти кореляції, що наведені в табл. 1, була проведена оцінка функціональних зв'язків між факторами.

На наступному етапі дослідження було розроблено багатофакторну регресійну модель зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту. Результати розрахунків параметрів моделі зміни показника активності регуляторних систем при підході до зупиночного пункту на приміському сполученні наведено в табл. 2, 3.

Таблиця 2
Характеристика моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського сполучення

Фактори	Позначення, розмірність	Межі вимірювання	Коефіцієнт	Стандартна помилка	Критерій Стюдента	
					розрахунковий	табличний
Показник активності регуляторних систем до початку підходу	$P_{до}^{пх}$	1–8,8	0,51	0,009	56,8	2,02
Вік пасажирів	$V_{п}$, роки	18–60	0,04	0,002	21,42	2,02
Швидкість руху пішохода	$V_{п}$, км/год	1,8–7	0,03	0,001	22,14	2,02
Час підходу до зупиночного пункту	$t_{підх}$, хв.	1–56	0,5	0,06	7,24	2,02

Модель має наступний вигляд:

$$P_{після}^{пх} = 0,51 \cdot (P_{до}^{пх})^{0,95} + 0,04 \cdot V_{п}^{1,15} + 0,03 \cdot V_{п}^2 + 0,5 \cdot \sqrt{t_{підх}} \quad (1)$$

Таблиця 1
Матриця парної кореляції факторів, що досліджувались при визначенні закономірностей зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту

Фактори	Показник активності регуляторних систем до початку підходу	Вік пасажирів	Швидкість руху пішохода	Час підходу до зупиночного пункту
Показник активності регуляторних систем до початку підходу	1,0000	-0,1786	-0,4308	-0,2028
Вік пасажирів	-0,1786	1,0000	-0,3643	-0,7954
Швидкість руху пішохода	-0,4308	-0,3643	1,0000	0,1709
Час підходу до зупиночного пункту	-0,2028	-0,7954	0,1709	1,0000

Було виявлено, що в більшості випадків фактори, що досліджувалися, не корелюють один з одним.

Таблиця 3
Довірчі інтервали коефіцієнтів моделі

Фактори	Нижня межа	Верхня межа
Показник активності регуляторних систем до початку підходу	0,41	0,6
Вік пасажирів	0,02	0,06
Швидкість руху пішохода	0,01	0,04
Час підходу до зупиночного пункту	0,26	1,03

З усіх факторів, що досліджувалися, як показали проведені розрахунки, значимими виявилися чотири. Аналіз розрахункового значення критерію Стюдента дає можливість зробити даний висновок. Для всіх факторів моделі розрахункове значення більше табличного. Крім того, відсутність нуля в довірчому інтервалі спостерігається для кожного коефіцієнта моделі. З використанням критерію Фішера, коефіцієнта множинної кореляції та середньої помилки апроксимації проводилася оцінка статистичної значимості моделі (табл. 4).

Таблиця 4

Результати статистичної оцінки моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського сполучення

Показники	Значення
Критерій Фішера:	
– табличний	2,09
– розрахунковий	20684,5
Коефіцієнт множинної кореляції	0,99
Середня помилка апроксимації, %	8,3

Інформаційна здатність моделі оцінювалась з використанням критерію Фішера. Табличне значення критерію Фішера менше розрахункового значення. Можна зробити висновок, що модель зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського сполучення, краще описує результати експериментальних досліджень, ніж модель, в якій при будь-яких значеннях змінних результатом є константа, яка відповідає середньому значенню. За допомогою критерію Фішера може оцінюватися адекватність моделі в деяких випадках, коли мають місце спостереження, що повторюються. При розробці моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського сполучення були відсутні повторювані спостереження. Внаслідок цього критерій Фішера характеризує інформаційну здатність моделі.

Тіснота зв'язку між залежною змінною і факторами, які впливають на її рівень, визначалася коефіцієнтом множинної кореляції. Розрахунки показали, що значення коефіцієнту множинної кореляції відповідає високому ступеню тісноти зв'язку. Оцінка адекватності розробленої моделі проводилася з використанням значення середньої помилки апроксимації. Значення середньої помилки апроксимації відповідає допустимим межах.

Таким чином, проведені розрахунки показали, що отриману модель зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського сполучення можливо використовувати при оптимізації параметрів транспортного процесу перевезення пасажирів автомобільним транспортом у приміському сполученні.

6. Обговорення результатів дослідження закономірностей зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського сполучення

Для аналізу отриманої моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського сполучення було побудовано графіки зміни показника активності регуляторних систем (рис. 1–4).

При побудові графіків всі значення дорівнювали середнім величинам, крім одного фактора, значення якого варіювалося. Їх аналіз дозволив зробити наступні висновки.

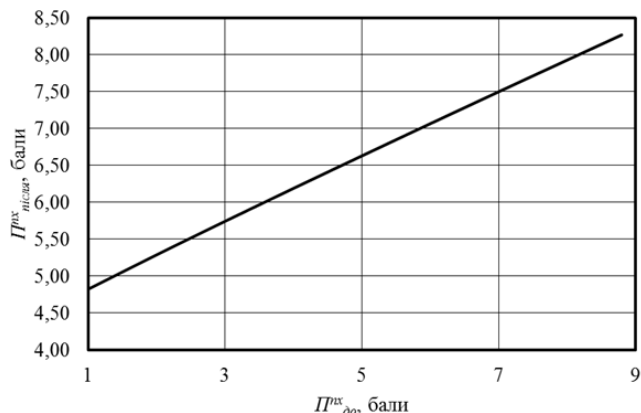


Рис. 1. Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів після підходу до зупиночного пункту від його значення до початку руху

Значення показника активності регуляторних систем до початку пішого руху має суттєве значення, адже значення саме цього показника визначає початковий стан пасажирів. На нього впливає психофізіологічний стан пасажирів. Чим більше значення показника активності регуляторних систем пасажирів до початку руху, тим більше значення показника активності регуляторних систем після підходу. Чим більше людина напружена на початку руху, тим більше вона втомиться після отриманого під час руху навантаження.

Вік пасажирів впливає на швидкість адаптації організму на отримані навантаження під час виконання елементів руху. Це пояснюється погіршенням адаптивної здатності організму із природними змінами у всіх системах організму людини. Чим більший вік пасажирів тим більшим буде приріст показника активності регуляторних систем після виконання елементу руху.

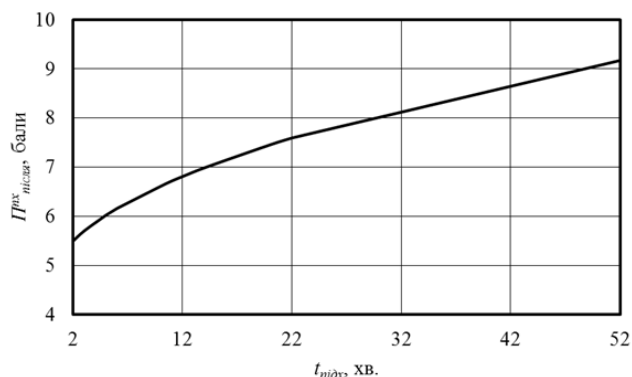


Рис. 2. Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів після підходу до зупиночного пункту залежно від часу руху

Швидкість руху пасажирів визначає відстань, яку пройде пасажир за певний час. Чим більша швидкість, тим швидше втомлюється пасажир і тим більший приріст показника активності регуляторних систем після виконання елементу руху.

Час руху пасажирів при підході до зупиночного пункту має суттєвий вплив на адаптивні властивості організму пасажирів. Чим більший шлях пройде людина, тим більшою буде втома і менша здатність до адаптації, про що свідчить збільшення показника

активності регуляторних систем після виконання елемента руху.

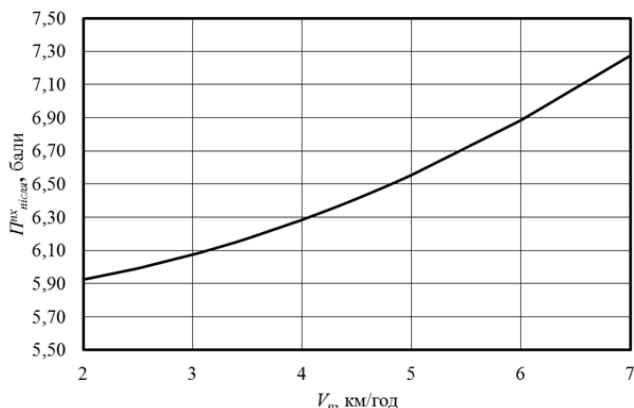


Рис. 3. Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів після підходу до зупиночного пункту від швидкості руху пасажирів

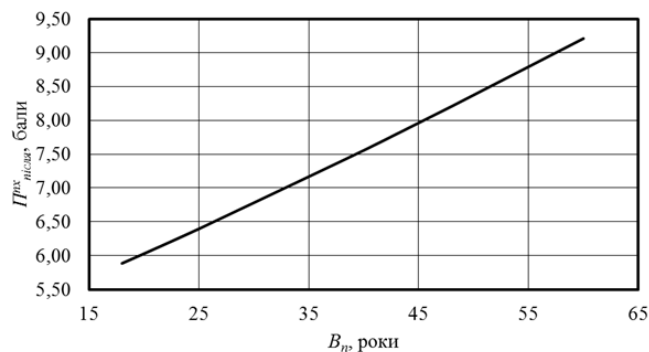


Рис. 4. Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів після підходу до зупиночного пункту від віку пасажирів

7. Висновки

Проведений аналіз методів управління процесом перевезення пасажирів у приміському сполученні показав, що вони не повністю враховують вплив параметрів транспортного процесу на рівень транспортної стомлюваності пасажирів. Цей рівень можливо оцінити через значення показника активності регуляторних систем пасажирів при виконанні кожного елемента процесу переміщення. Виявлено, що зміна показника активності регуляторних систем пасажирів при підході до зупиночного пункту приміського сполучення з достатньою точністю описується нелінійним регресійними рівняннями, в якому як змінні виступають значення показника активності регуляторних систем до початку підходу, вік пасажирів, швидкість руху пішохода, час підходу до зупиночного пункту.

Оцінка статистичної значимості розробленої моделі показала можливість її використання при вирішенні задач з організації перевезення пасажирів у приміському сполученні.

Література

1. Транспортна система України [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.geograf.com.ua/human/school-course/409-transportna-sistemaukrajini>
2. Яновський, П. О. Пасажирські перевезення [Текст] / П. О Яновський. – Київ.: НАУ, 2008. – 469 с.
3. Население Украины [Електронний ресурс] / Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D1%8B
4. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высш. школа, 1980. – 535 с
5. Кристопчук, М. Є. Ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук / М. Є. Кристопчук. – Харків.: ХНАМГ, 2009. – 214 с.
6. Основы организации пригородного пассажирского движения [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://scbist.com/wiki/9011-osnovy-organizacii-prigorodnogo-passazhirskogodvizheniya.html>
7. Доля, В. К. Пасажирські перевезення [Текст] / В. К. Доля. – Х.: «Видавництво «Форт»», 2011. – 504 с.
8. Матанцева, О. Ю. Анализ механизма принятия решений при организации автобусных перевозок [Текст] / О. Ю. Матанцева // Совершенствование организации и управления перевозочным процессом на пассажирском автомобильном транспорте. – М.: НИИАТ, 1988. – С. 100–107.
9. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / И. В. Спирин. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
10. Гудков, В. А. Пассажирские автомобильные перевозки [Текст] / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.
11. Hickman, M. D. Transit service and path choice models in stochastic and time-dependent networks [Text] / M. D. Hickman, D. H. Bernstein // Transportation Science. – 1997. – Vol. 31, Issue 2. – P. 129–146. doi: 10.1287/trsc.31.2.129
12. Schmoeker, J. D. A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model [Text] / J. D. Schmoeker, M. G. H. Bell, F. Kurauchi // Transportation Research Part B: Methodological. – 2008. – Vol. 42, Issue 10. – P. 925–945. doi: 10.1016/j.trb.2008.02.001
13. Nuzzolo, A. Schedule-based path choice models for public transport networks [Text] / A. Nuzzolo // Proceedings of Advanced Course on Transit Networks, 2001. – 15 p.
14. Nuzzolo, A. A doubly dynamic schedule-based assignment model for transit networks [Text] / A. Nuzzolo, F. Russo, U. Crisalli // Transportation Science. – 2001. – Vol. 35, Issue 3. – P. 268–285. doi: 10.1287/trsc.35.3.268.10149

15. Tong, C. O. A schedule-based dynamic assignment model for transit networks [Text] / C. O. Tong, S. C. Wong // Journal of Advanced Transportation. – 2000. – Vol. 33, Issue 3. – P. 371–388. doi: 10.1002/atr.5670330307
16. Lam, W. H. K. A stochastic user equilibrium model for congested transit networks [Text] / W. H. K. Lam, Z. Y. Gao, K. S. Chan, H. Yang // Transportation Research Part B: Methodological. – 1999. – Vol. 33, Issue 5. – P. 351–368. doi: 10.1016/s0191-2615(98)00040-x
17. Введение в эргономику [Текст] / под ред. В. П. Зинченко. – М.: Советское радио, 1974. – 352 с.
18. Руководство по физиологии труда [Текст] / под ред. М. И. Виноградова. – М.: Медицина, 1969. – 408 с.
19. Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха [Текст] / под ред. В. И. Медведева. – Л. Наука, 1984. – 140 с.
20. Голев, Н. У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора [Текст] : дис...канд. техн. наук / Н. У. Голев. – Х.: ХАДИ, 1993. – 174 с.
21. Галушко, В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / В. Г. Галушко. – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с.
22. Крохин, М. Н. Оптимальная длительность работы и отдыха локомотивной бригады. Какой ей быть? [Электронный ресурс] / М. Н. Крохин, А. Б. Кирпичников. – 2006. – 8 с. – Режим доступа: <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2004-01a04>

Одержано залежності витрат на функціонування транспортного вантажного комплексу від кількості виробничих ресурсів – маневрових локомотивів, вантажно-розвантажувальних машин та складських площ з метою подальшої раціоналізації технічного оснащення, приведення у відповідність до фактичних обсягів роботи та зменшення собівартості переробки вантажів. Запропоновано модель для визначення та оцінки витрат транспортних вантажних комплексів

Ключові слова: витрати, виробничі ресурси, вантажний комплекс, оптимізація, критерій ефективності, функціональна залежність, імітаційна модель

Получены зависимости затрат на функционирование транспортного грузового комплекса от количества производственных ресурсов – маневровых локомотивов, погрузочно-выгрузочных машин и складских площадей с целью дальнейшей рационализации технического оснащения, приведения его в соответствие с фактическими объемами работы и снижения себестоимости переработки грузов. Предложена модель для определения и оценки затрат транспортных грузовых комплексов

Ключевые слова: затраты, производственные ресурсы, оптимизация, критерий эффективности, функциональная зависимость, имитационная модель

УДК 656.788
DOI: 10.15587/1729-4061.2015.39792

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ВАНТАЖНИХ КОМПЛЕКСІВ

А. М. О कोरोков

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра «Управління експлуатаційною роботою»
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна
вул. Лазаряна, 2,
м. Дніпропетровськ, Україна, 49010
E-mail: andrew_okorokoff@mail.ru

1. Вступ

Перетворення та реформування транспортної галузі України призводять до значних структурних змін як в її роботі, так і в управлінні. Створення центрів розподілу, які суміщають в собі транспортні, складські та збутові функції при наданні клієнтам повного спектру супутніх послуг – транспортних вантажних комплексів (ТВК) є одним з ефективних заходів для зниження як собівартості перевезень, так і загального

рівня витрат. Врахування в їх діяльності інтересів вантажовідправників дозволяє зменшити не лише витрати транспортних підприємств, а й їх клієнтів, що також може сприяти залученню додаткових обсягів перевезень, та підвищенню якості транспортного обслуговування [1]. Таким чином питання оптимізації роботи ТВК шляхом раціоналізації технічного оснащення значно впливає як на ефективність їх роботи, так і на собівартість вантажопереробки та рівень транспортного сервісу, отже є актуальним [2].