

9. **Пластмассы**, полимеры и синтетические смолы. Химические наименования, термины и определения: ГОСТ 24888–81. – Введ. 01.07.82. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 18 с.
10. **Власов, С. В.** Биоразлагаемые полимерные материалы / С. В. Власов, В. В. Ольхов // Полимерные материалы. – 2006. – № 7. – С. 23–26.
11. **Васнев, В. А.** Биоразлагаемые полимеры / В. А. Васнев // Высокомолекулярные соединения. Сер. Б. – 1997. – Т. 39, № 12. – С. 2073–2086.
12. **Локс, Ф.** Упаковка и экология: учеб. пособие / Ф. Локс; перевод с англ. – М.: МГУП, 1999. – 220 с.

REFERENCES

1. **Klinkov, A. S., Belyaev, P. S., & Sokolov, M. V.** (2005) *Recovery and Recycling of Polymer Materials*. Tambov: State University. 80 p. (in Russian).
2. **Ma, X.-F., & Yu, J.-G.** (2004) Hydrogen Bond of Thermoplastic Starch and Effects on Its Properties. *Acta Chimica Sinica*, 62 (12), 1180–1184.
3. **Shvarts, O., Jebeling, F.-V., & Furt, B.** (2005) *Plastics Processing*. Saint-Petersburg, Professia. 320 p. (in Russian).
4. **Rauwendaal, Ch.** (2014) *Polymer Extrusion*. 5th Edition. Munich, Hanser Publishers. 934 p. (Russ. ed.: Rauwendaal, K. (2008). *Ekstruziia polimerov*. 4th ed. Saint-Petersburg, Professia. 768 p.).
5. **La Mantia, F.** (1993) *Plastics Recycling*. Toronto, ChemTec Publishing. 194 p. (Russ. ed.: La Mantia, F. (2007). *Vtorichnaia Pererabotka Plastmass*. Saint-Petersburg, Professia. 400 p.).
6. **Gul, V. E.** (1978) *Structure and Strength of Polymers*. Moscow, Khimia. 328 p. (in Russian).
7. **Malkin, A. Ya., Askadsky, A. A., & Kovriga, V. A.** (1978) *Methods for Measuring Mechanical Properties of Polymers*. Moscow, Khimia. 336 p. (in Russian).
8. **State Standard 20812–83.** Plastics. Method for Determination of Mechanical Dynamic Properties with the Help of Torsional Oscillations. Moscow, Publishing House of Standards, 1983. 6 p. (in Russian).
9. **State Standard 24888–81.** Plastics, Polymers and Synthetic Resins. Chemical Names, Terms and Definitions. Moscow, Publishing House of Standards, 1981. 18 p. (in Russian).
10. **Vlasov, S. V., & Olkhov, V. V.** (2006) Biodegradable Polymer Materials. *Polimernye Materialy* [Polymer Materials], 7, 23–26 (in Russian).
11. **Vasnev, V. A.** (1997) Biodegradable Polymers. *Vysokomolekuliarnye Soedineniia. Ser. B.* [High-Molecular Compounds. Series. B.], 39 (12), 2073–2086 (in Russian).
12. **Lox, F.** (1999) *Packing and Ecology*. Moscow: Moglev State University of Food Technologies. 220 p. (in Russian).

Поступила 09.09.2014

УДК 656.13

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ПРИГОРОДНОГО СООБЩЕНИЯ

Канд. техн. наук ГРИГОРОВА Т. М.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова

E-mail: tagrigorova@yandex.ua

Рассмотрены вопросы, позволяющие решать задачу организации транспортного обслуживания жителей пригорода с учетом транспортной утомляемости пассажиров как одного из неосознанных критериев выбора способа передвижения. При улучшении процесса перевозки спрос на услугу возрастет. Спрос предопределяет предложение, а от соотношения спроса и предложения зависит ситуация на рынке. Проведен анализ подходов к оценке параметров транспортной системы перевозки пассажиров в пригородном сообщении с учетом влияния параметров транспортного процесса на уровень транспортной утомляемости пассажиров. Этот уровень оценивается через значение показателя активности регуляторных систем пассажира при выполнении каждого элемента процесса перемещения. Изменение показателя активности регуляторных систем пассажира при проезде стоя в салоне транспортного средства пригородного сообщения описано нелинейным регрессионным уравнением, в котором в качестве переменных выступают значение показателя активности регуляторных систем до начала проезда, возраст пассажира, время проезда, коэффициент использования вместимости транспортного средства и отношение стоимости нового автобуса к номинальной вместимости.

Предложена модель изменения показателя оценки транспортной утомляемости пассажиров при проезде стоя в транспортном средстве, которая показала, что влияние показателя активности регуляторных систем пассажира до начала выполнения элемента движения является существенным, так как он описывает исходное состояние человека перед выполнением следующего элемента. Воздействие показателя активности регуляторных систем пассажира до начала выполнения элемента движения также существенно, поскольку влияет на состояние пассажира после выполнения предыдущих элементов движения. Влияние возраста на адаптивные свойства организма отрицательно. Время движения также оказывает негативное воздействие на показатель активности регуляторных систем. Определено, что больший уровень эргономичности транспортного средства способствует уменьшению усталости во время проезда.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, транспортная утомляемость, модель, статистическая значимость.

Библиогр.: 10 назв.

OPTIMIZATION PROBLEMS ON SUBURBAN TRANSPORT SYSTEMS

GRIGOROVA T. M.

Kharkov National Academy of Municipal Economy named after A. N. Beketov

The paper considers problems that permit to solve such issue as organization of transport service for suburban population with due account of passenger transport fatigue which is considered as one of subconscious criteria for selection of a travel mode. Improvement of transportation process entails an increase in demand for such service. Demands predetermine transport supply and situation on the market depends on supply-and-demand balance. The paper presents an analysis of approaches to the estimation of parameters for a suburban transport system with due regard for influence of transport process parameters on the rate of passenger transport fatigue. This rate is estimated through value of an index which demonstrates an activity of passenger's regulatory systems while performing every element of motion process. Nonlinear regression equation has been used to describe changes in the activity index of the passenger's regulatory systems when a passenger is taking a standing position in a passenger compartment of a suburban transport facility. In this case value of activity index of regulatory systems before transportation, passenger age, transportation duration, operation factor of transport capacity and ratio of new bus cost to nominal capacity have been taken as variables for calculations.

The paper proposes an index change model for assessment of passenger's transport fatigue when a passenger has a standing position in a transport facility. The model has shown that an impact of the activity index of passenger's regulatory systems before making any elemental motion is rather pertinent because this index provides information on an initial condition of a person before executing any other elemental motion. The influence of the activity index of passenger's regulatory systems before making any elemental motion is considered as an important characteristic because it has an impact on passenger's condition after executing previous elemental motions. Effects of age on organism adaptive properties are negative. Transport duration has also negative effect on the activity index of regulatory systems. It has been determined that a higher level of transport facility ergonomics helps to reduce fatigue during the travel.

Keywords: passenger transportation, transport fatigue, model, statistical significance.

Ref.: 10 titles.

Введение. Одной из важнейших задач организации транспортного обслуживания населения является определение технологических параметров процесса перевозки пассажиров [1]. При улучшении процесса перевозки спрос на услугу возрастет. Спрос предопределяет предложение, а от соотношения спроса и предложения зависит ситуация на рынке. Особенно актуальное значение это имеет для организации процесса перевозки пассажиров в пригородном сообщении, вследствие того что система организации транспортного обслуживания жителей пригорода находится в стадии реорганизации и не отвечает современным требованиям управления транспортными комплексами.

При организации перевозки пассажиров в городском, пригородном и междугородном циклах общественно необходимые затраты на перевозку не являются высокорентабельными. Существующие пассажиропотоки определяют спрос населения на перевозки [2–4]. При этом основной фактор при анализе спроса и рынка транспортных услуг – установление исходных предпосылок, определяющих поведение пассажира [1]. Человек выбирает тот способ перемещения, который имеет наименьшую стоимость. Однако данный вывод исследователи считают не совсем верным, так как при этом

происходит отрыв стоимости услуги от ее полезности [5–7]. Когда потребитель не может оценить абсолютную величину полезности, он ориентируется на соотношение полезности двух или более наборов услуг [7]. Другие исследователи приводили данные, что на выбор пассажирами способа передвижения в городах влияет их транспортная утомляемость [1]. Транспортная утомляемость пассажира – один из критериев неосознанного выбора способа передвижения. При улучшении процесса перевозки спрос на услугу возрастет. Однако для пригородного сообщения эти вопросы изучены еще не были.

Цель исследований автора – рассмотрение механизма адаптации параметров технологического процесса перевозки пассажиров в пригородном сообщении к параметрам транспортной утомляемости пассажиров. Для достижения поставленной цели возникает необходимость в выявлении и обосновании факторов, влияющих на транспортную утомляемость в пригородном сообщении.

Формализация процесса учета транспортной утомляемости при организации транспортного обслуживания жителей пригорода. Исходя из цели исследований создали такую математическую модель, которая позво-

лила повысить эффективность транспортного процесса перевозки пассажиров в пригородном сообщении с учетом их транспортной утомляемости. Критерием оптимизации являлись доходы общества от перевозки в пригородном сообщении с учетом транспортной утомляемости пассажиров. Транспортная утомляемость – сложная функция, которая зависит от целого ряда групп факторов

$$TU = f(\Pi, B, E), \quad (1)$$

где TU – транспортная утомляемость пассажира; Π – группа психофизиологических факторов, характеризующая пассажира, его пол, возраст, исходное функциональное состояние, семейное положение и т. д.; B – группа факторов, качественно и количественно характеризующая условия поездки; E – группа экономических факторов, отражающая соотношение между стоимостью поездки и ее результатом.

Изменяя факторы данных групп, можно влиять на результаты выбора способа передвижения. Причем уровень развития экономики Украины определяет значение факторов экономической группы, и влиять на их существующие величины возможно только в масштабах страны. Уровень развития науки в настоящее время пока не позволяет в полном объеме воздействовать на значения факторов психофизиологической группы. Таким образом, реально влиять на выбор пассажирами способа передвижения можно только за счет изменения значений факторов, качественно и количественно характеризующих их условия поездки. Вследствие этого транспортную утомляемость, которая возникает у пассажиров при пользовании общественным транспортом, можно описать следующей функцией:

$$TU = f(t_{\text{под}}, t_{\text{ож}}, t_{\text{дв}}), \quad (2)$$

где $t_{\text{под}}$ – время подхода пассажиров к остановочному пункту; $t_{\text{ож}}$ – время ожидания пассажирами транспортного средства; $t_{\text{дв}}$ – время движения пассажиров в транспортном средстве.

Оценить транспортную утомляемость пассажиров можно путем определения интегрального критерия оценки функционального состояния человека – показателя активности регуляторных систем, который отражает общую реакцию организма на воздействие факторов

внешней среды. Данный показатель характеризует напряжение информационных каналов регуляции в организме человека и реакцию этих каналов на воздействие факторов внешней среды. Его значение можно определить путем обработки электрокардиограммы человека [1, 3]. На первом этапе было проведено исследование влияния параметров поездки при проезде стоя в салоне транспортного средства пригородного сообщения на изменение транспортной утомляемости пассажиров.

Для получения исходной информации проводили натурные наблюдения, при которых у пассажиров фиксировали электрокардиограмму и одновременно определяли параметры поездки. На основании полученной информации провели математическое описание функциональной связи между показателем активности регуляторных систем пассажира и факторами, которые на него влияют. Среди всех методов, позволяющих проводить математическое описание изменения показателя активности регуляторных систем пассажиров пригородного транспорта, выбраны методы регрессионного и корреляционного анализа [8–10].

Модель имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{до}}^{\text{двст}} = 0,03 \left(\left(\Pi_{\text{до}}^{\text{двст}} \right)^2 (\log(B_{\text{п}})) \right) + \\ + 0,13 (\gamma t_{\text{дв}}^{\text{ст}}) (2,8 \Pi / N_{\text{м}}), \end{aligned} \quad (3)$$

где $\Pi_{\text{до}}^{\text{двст}}$ – показатель активности регуляторных систем до начала движения, баллы; $B_{\text{п}}$ – возраст пассажира, годы; γ – коэффициент использования вместимости; $t_{\text{дв}}^{\text{ст}}$ – время движения, мин; $\Pi / N_{\text{м}}$ – отношение стоимости нового автобуса к номинальной вместимости, тыс. у. е./м. н.

Статистическую значимость модели определяли с использованием критерия Фишера, коэффициента множественной корреляции и средней ошибки аппроксимации. Было выявлено, что значения всех показателей соответствуют допустимым пределам.

Из анализа модели (1) сделаны соответствующие выводы. Влияние показателя активности регуляторных систем пассажира до начала выполнения элемента движения существенно, так как он обуславливает состояние

пассажира после выполнения предыдущих элементов движения и описывает исходное состояние человека перед выполнением следующего элемента. Чем больше показатель активности регуляторных систем человека до начала движения, тем больше значение показателя активности регуляторных систем после выполнения этого элемента. Влияние показателя активности регуляторных систем пассажира до начала выполнения элемента движения также существенно, поскольку имеет воздействие на состояние пассажира после выполнения предыдущих элементов движения.

Влияние возраста на адаптивные свойства организма отрицательно. Чем выше возраст пассажира, тем больше будет усталость. Это объясняется ухудшением работы систем организма человека с возрастом, что является естественным процессом. Поэтому чем старше человек, тем большее воздействие на адаптивные свойства организма оказывает транспорт.

Время движения также негативно влияет на показатель активности регуляторных систем. С течением времени накапливается усталость, связанная с длительным нахождением в не очень удобной и почти статической позе стоя. Кроме того, это связано с динамическими свойствами транспортного средства и дорожными условиями. При проезде стоя на пассажира больше влияют колебания, связанные с движением транспортного средства. Более заметными становятся дефекты дорожного покрытия и большее воздействие оказывают погодные и дорожные условия. Все эти факторы влияют на развитие усталости пассажира.

Коэффициент использования вместимости транспортного средства оказывает существенное воздействие на состояние пассажира, едущего стоя. Ведь чем больше данный коэффициент, тем меньше остается личного пространства для пассажира. Это значительно ограничивает возможность изменять позу при стоянии, разминать мышцы и тем самым уменьшать влияние условий поездки на свой организм.

Отношение стоимости нового автобуса к номинальной вместимости характеризуют эргономические свойства транспортного средства, большая эргономичность которого способствует уменьшению усталости во время проезда.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ подходов к оценке параметров транспортной системы перевозки пассажиров в пригородном сообщении показал, что они не полностью учитывают влияние параметров транспортного процесса на уровень транспортной утомляемости пассажиров. Этот уровень можно оценить через значение показателя активности регуляторных систем пассажира при выполнении каждого элемента процесса перемещения.

2. Выявлено, что изменение показателя активности регуляторных систем пассажира при проезде стоя в салоне транспортного средства пригородного сообщения с достаточной точностью описывается нелинейным регрессионным уравнением, в котором в качестве переменных выступают: значение показателя активности регуляторных систем до начала проезда, возраст пассажира, время проезда, коэффициент использования вместимости транспортного средства и отношение стоимости нового автобуса к номинальной вместимости. Направлением дальнейших исследований является описание изменения показателя активности регуляторных систем пассажиров при выполнении других элементов перемещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доля, В. К. Пасажи́рські перевезення / В. К. Доля. – Харьков: Видавництво «Форт», 2011. – 504 с.
2. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / И. В. Спирин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
3. Давідіч, Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водіїв / Ю. О. Давідіч. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 292 с.
4. Пассажи́рские автомобильные перевозки / В. А. Гудков [и др.]; под ред. В. А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.
5. Верби́цька, В. І. Планування бюджетної підтримки підприємств міського пасажирського транспорту (На прикладі автобусного транспорту м. Харкова): автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.02.03 / В. І. Вербицька. – Харків: ХНАДУ, 2002. – 20 с.
6. Котельников, Р. В. Один из методов подбора весовых коэффициентов в задачах принятия решения на основе функций полезности / Р. В. Котельников // Кибернетика и технологии XXI в.: тез. докл. Междунар. конф. – Воронеж: ВГУ, 2000. – С. 185–190.
7. Котлер, Ф. Маркетинг, менеджмент: анализ, планирование, внедрение, контроль / Ф. Котлер. – СПб.: Питер, 1998. – 888 с.

8. **Галушко, В. Г.** Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / В. Г. Галушко. – Киев: Вища шк., 1976. – 232 с.

9. **Конин, И. В.** Разработка метода оценки сложности автобусных маршрутов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / И. В. Конин. – М.: МАДИ, 1993. – 24 с.

10. **Гаврилов, Э. В.** Эргономика на автомобильном транспорте / Э. В. Гаврилов. – К.: Техника, 1976. – 152 с.

REFERENCES

1. **Dolia, V. K.** (2011) *Passenger Transportation*. Kharkov.: Publishing House "Fort". 504 p. (in Ukrainian).

2. **Spirin, I. V.** (2003) *Organization and Management of Passenger Transportation*. Moscow, Publishing Centre "Akademia". 400 p. (in Russian).

3. **Davidich, Yu. O.** (2006) *Development of Automotive Technical Processes with due Account of Driver's Psychophysiology: Monograph*. Kharkov: Kharkov National Automobile and Highway University. 292 p. (in Ukrainian).

4. **Gudkov, V. A., Mirotin, L. B., Vel'mozhin, A. V., & Shiriaev, S. A.** (2004) *Passenger Automotive Transportation*. Moscow, Goryachaya linia Telecom. 448 p. (in Russian).

5. **Verbitskaya, V. I.** (2002) *Planning of Budgetary Support for Organizations of Local Passenger Transport (Kharkov bus Transport Taken as an Example)*. Author's Abstract of PhD Thesis Research. Kharkov: Kharkov National Automobile and Highway University. 20 p. (in Russian).

6. **Kotelnikov, R. V.** (2000) One of the Methods for Selection of Weight Coefficients in Order to Take Decisions on the Basis of Utility Function. *Kibernetika i Tekhnologii XXI vek: Tezisy Dokladov Mezhdunarodnoi Konferentsii* [Computer Science and Technologies of the XXI Century: Proceedings of International Conference]. Voronezh: Voronezh State University, 185–190 (in Russian).

7. **Kotler, F.** (1998) *Marketing, Management: Analysis, Planning, Introduction, Control*. Saint-Petersburg, Piter. 888 p. (in Russian).

8. **Galushko, V. G.** (1976) *Probabilistic and Statistical Methods for Automotive Transportation*. Kiev, Vysshaya Shkola. 232 p.

9. **Konin, I. V.** (1993) *Development of Method for Assessment of Bus Route Complexity*. Author's Abstract of PhD Thesis Research [Engineering]. Moscow: Moscow Automobile and Road Construction University. 24 p. (in Russian).

10. **Gavrilov, E. V.** (1976) *Ergonomics in Automotive Transport*. Kiev, Tekhnika. 152 p. (in Russian).

Поступила 18.11.2014

УДК 539.4

МЕТОД РАСЧЕТА ПОЛЕЙ СМЕЩЕНИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛИНЗОВИДНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ДВОЙНИКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В МАРТЕНСИТНОЙ ФАЗЕ МАГНИТНОГО СПЛАВА Ni_2MnGa , ОБЛАДАЮЩЕГО СВОЙСТВОМ ЗАПОМИНАНИЯ ФОРМЫ

Инж. ШМАТОК Е. В., канд. физ.-мат. наук, доц. ОСТРИКОВ О. М.

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого

В настоящее время математическое моделирование особенностей напряженно-деформированного состояния является перспективным направлением научных исследований. В связи с этим целью данной работы стал расчет напряженно-деформированного состояния, обусловленного системой параллельных линзовидных остаточных механических двойников, возникающих при локальном деформировании поверхности мартенситной фазы монокристалла Ni_2MnGa . Метод применяется с использованием принципа суперпозиции полей и в приближении непрерывного распределения двойникующих дислокаций на границах двойника в сплошной упругой среде.

Получены графики распределения полей смещений и напряжений, на основании которых замечено, что конфигурация распределения компоненты смещений u_y значительно отличается от смещений компонент u_x и u_z , имеющих подобное друг другу распределение смещений. Наибольшая величина смещений наблюдается у компоненты u_y в области вершин двойников.

Представлены результаты расчетов шести компонент тензора полей напряжений. Отмечено подобие характера распределения напряжений компонент σ_{xz} и σ_{zz} , однако численно компоненты отличны друг от друга примерно в два раза. Наибольшая величина возникающих напряжений в системе линзовидных двойников наблюдается у компонент σ_{xx} , σ_{xz} , σ_{yy} , σ_{yz} и сосредоточена главным образом у границ и вершин двойников. Общей чертой полученных компонент смещений и напряжений системы линзовидных двойников является симметричность относительно OY . Помимо этого, распределение напряжений у всех полученных компонент тензора главным образом локализовано на границах