

- по мере роста содержания бутанола в смеси мощность двигателя снижается, для поддержания работы дизеля на заданном нагрузочном режиме топливе требуется увеличивать цикловую подачу топлива;
- расход топлива возрастает по мере увеличения концентрации бутанола;
- содержание окислов азота снижается на малых нагрузках, а при высоких – возрастает, интегральный показатель выхода окислов азота увеличивается на 1–1,5 % на каждые 5 % увеличения бутанола в смеси.

Литература

1. Выполнить анализ и подготовить рекомендации по выбору регулируемой системы рециркуляции отработавших газов дизеля [электронный ресурс]: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. Кухаренок Г.М.; исполн. Петрученко А.Н. – Минск, 2011. – 80 с. – Библиогр.: с. 78–80.

УДК 656.025.2

ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ FORMATION CONDITIONS OF DISPLACEMENT OF THE URBAN POPULATION

Иванов И.Е., кандидат технических наук, докторант кафедры транспортных систем и логистики Харьковского национального университета городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, Харьков
Ivanov I.E., Candidate of Technical Sciences, doctoral candidate of chair transport systems and logistics of the Kharkov national university of municipal economy of name A.N. Beketova, Kharkov

Аннотация. *Определены закономерности влияния социальных, экономических и экологических показателей на транспортную подвижность в системе городских пассажирских перевозок на основе проведенных экспериментальных исследований.*

Abstract. *The regularities of the influence of social, economic and environmental performance of transport mobility in urban passenger transport system on the basis of experimental studies.*

Введение

На практике наблюдается такое перераспределение уровня автомобилизации, изменение удельных параметров транспортных сетей, динамикой жизненного уровня и общественного уклада, которые определяют вид перемещения жителей города. Нуждаясь в высоком уровне комфорта при

перемещении люди используют личный транспорт, при этом уступая удобствами при парковке, затратами времени при стоянии в пробках и сложностью содержания и эксплуатации транспортных средств. Предварительное прогнозирование перераспределения транспортных потоков по видам транспорта и маршрутами может в значительной степени способствовать разработке и использованию более адекватных транспортных технологий [1–3].

Целью данной работы является определение условий формирования перемещения населения городов.

Используя функции перераспределения транспортной работы городского пассажирского транспорта (ГПТ) между различными способами реализации транспортной подвижности населения городов занимали достойное место в науке о городских пассажирских перевозках. Так было установлено [1, 4], что имеет место коэффициент пользования транспортом $\varphi_{\text{тр}}$.

$$\varphi_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{тр}}}{P_0}, \quad (1)$$

где $P_{\text{тр}}$, P_0 – соответственно общая и транспортная подвижность населения городов.

Коэффициент пользования пассажирским транспортом общего пользования $\varphi_{\text{пт}}$

$$\varphi_{\text{пт}} = \frac{P_{\text{пт}}}{P_0}, \quad (2)$$

где $P_{\text{пт}}$ – подвижность населения городов на городском пассажирском транспорте.

Коэффициент использования таксомоторным транспортом $\varphi_{\text{тт}}$.

$$\varphi_{\text{тт}} = \frac{P_{\text{тт}}}{P_0}, \quad (3)$$

где $P_{\text{тт}}$ – подвижность населения осуществляется на такси.

Коэффициент пользования личным транспортом $\varphi_{\text{лт}}$.

$$\varphi_{\text{лт}} = \frac{P_{\text{лт}}}{P_0}, \quad (4)$$

где $P_{\text{лт}}$ – подвижность населения осуществляется на личном транспорте.

Таким образом, ясно, что $P_{лт} + P_{тт} + P_{пт} = P_{тр}$.

Вместе с тем, упомянутые выше $P_{лт}$, $P_{тт}$ есть функция от экономических, социальных и экологических показателей и параметров, характеризующих среду, что изменчиво во времени. Задача определения этих функций представляет определенный интерес, как для науки, так и для практики.

Определение функциональных зависимостей подвижности населения городов. В работе [5] было установлено, что общая подвижность населения P_o есть функция от количества жителей в городе $H_{ж}$, уровня автомобилизации Y_a , плотности транспортной δ и маршрутной сети δ_m , т.е.:

$$P_o = f(H_{ж}; Y_a; \delta; \delta_m). \quad (5)$$

В ходе эксперимента были определены численные значения пересчитанных факторов, которые определяют подвижность населения P_o . В результате таблица обработки эксперимента имеет следующий вид (таблица 1).

Таблица 1 – Таблица опытов эксперимента

Номер опыта	Количество жителей $H_{ж}$, тыс. чел.	Уровень автомобилизации Y_a , авт./1000 жителей	Плотность транспортной сети δ , км/км ²	Плотность маршрутной сети δ_m , км/км ²	Общая подвижность населения P_o , поездок
1	100	100	2	1	750
2	500	300	3	2	1300
3	1000	600	3,5	3	1700
...
n	$H_{ж_n}$	Y_{a_n}	δ_n	δ_{m_n}	P_{o_n}

На основании данных, полученных при проведении исследований, ставится возможным математическое описание зависимости параметров городских пассажирских перевозок и транспортной подвижности населения.

На первом этапе исследования проводился анализ влияния каждого из прежде определенных факторов на значение транспортной подвижности населения, методами корреляционного и регрессионного анализа [6].

Зависимость изменения транспортной подвижности населения от количества жителей в городе описывается полиномиальной моделью 2-ой степени и имеет коэффициент детерминации $R^2 = 0,9629$. Математический вид модели

$$P_o = -0,0003 \cdot H_{ж}^2 + 1,3364 \cdot H_{ж} + 655,23. \quad (6)$$

Зависимость изменения транспортной подвижности населения от уровня автомобилизации описывается степенной моделью и имеет коэффициент детерминации $R^2 = 0,9365$. Математический вид модели

$$P_o = 115,59Y_a^{0,4261}. \quad (7)$$

Зависимость изменения транспортной подвижности населения от плотности транспортной сети описывается экспоненциальной моделью и имеет коэффициент детерминации $R^2 = 0,8769$. Математический вид модели

$$P_o = 298,05e^{0,5104 \cdot \delta}. \quad (8)$$

Зависимость изменения транспортной подвижности населения от плотности маршрутной сети описывается степенной моделью и имеет коэффициент детерминации $R^2 = 0,8013$. Математический вид модели

$$P_o = 753,36\delta_M^{0,7048}. \quad (9)$$

Полученные закономерности изменения транспортной подвижности населения (6)–(9) от параметров городских пассажирских перевозок позволяют с достаточной точностью определять прогнозируемые значения подвижности и использовать их в практических расчетах.

На втором этапе исследования были разработаны многофакторные модели изменения транспортной подвижности от параметров городских пассажирских перевозок.

Простейшей многофакторной моделью является линейная зависимость между факторами и функцией в следующем виде

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n, \quad (10)$$

где a_0, a_1, a_2, a_n – коэффициенты модели;

x_1, x_1, x_n – переменные факторы.

Используя программный продукт Statistica были получены коэффициенты модели и построено линейную математическую модель

$$P_o = 350,084 + 0,172 H_{ж} + 1,408 Y_a + 278,195 \delta - 182,046 \delta_M. \quad (11)$$

Во время обработки результатов в программе Statistica были получены коэффициенты значимости факторов модели (таблица 2).

Видно, что такой показатель, как количество жителей в городе является малозначимым, что не отвечает проведенным исследованием. Поэтому необходимо рассмотреть более сложные виды математических моделей. Такими являются степенные модели.

Таблица 2 – Коэффициенты значимости факторов математической модели (11)

Фактор	Значения коэффициентов
Количество жителей $H_{ж}$, тыс. чел.	0,247876
Уровень автомобилизации Y_a , авт./1000 жителей	0,723187
Плотность транспортной сети δ , км/км ²	0,386634
Плотность маршрутной сети δ_m , км/км ²	-0,362746

Для получения степенной модели в программной среде Statistica необходимо использовать следующую форму записи

$$\ln y = a_0 + a_1 \ln x_1 + a_2 \ln x_2 + \dots + a_n \ln x_n, \quad (12)$$

Это даст возможность получить степенную модель следующего вида

$$y = a_0 \cdot x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \cdot \dots \cdot x_n^{a_n}. \quad (13)$$

Используя программный продукт Statistica были получены коэффициенты модели и построено степенную математическую модель

$$P_o = 73,42 \cdot H_{ж}^{0,314} \cdot Y_a^{0,183} \cdot \delta^{0,091} \cdot \delta_m^{-0,299}. \quad (14)$$

Во время обработки результатов в программе Statistica были получены коэффициенты значимости факторов модели (таблица 3). Где видно, что такой показатель, как плотность транспортной сети является малозначимым, что не отвечает проведенным исследованием.

Таблица 3 – Коэффициенты значимости факторов математической модели (14)

Фактор	Значения коэффициентов
Количество жителей $H_{ж}$, тыс. чел.	0,878732
Уровень автомобилизации Y_a , авт./1000 жителей	0,415641
Плотность транспортной сети δ , км/км ²	0,061081
Плотность маршрутной сети, δ_m , км/км ²	-0,379728

Для оценки адекватности полученной модели был использован показатель средней ошибки аппроксимации [2]:

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i^M - y_i^\Phi}{y_i^\Phi} \right| \cdot 100\%, \quad (15)$$

где N – количество наблюдений, ед.;

y_i^m, y_i^f – соответственно рассчитанное по модели и фактическое значение зависимой переменной.

Так для зависимости (11) средняя ошибка аппроксимации составила 5,04 %, а для математической модели (15) – 3,4 %. Полученные значения свидетельствуют о достаточной достоверности полученных математических моделей.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Разработаны однофакторные математические модели изменения транспортной подвижности населения в зависимости от количества жителей в городе, уровня автомобилизации, плотности транспортной и маршрутной сети. На основе данных моделей, возможно, прогнозировать изменение транспортной подвижности населения в будущем при изменении параметров городских пассажирских перевозок.

Также было установлено, что такие показатели как количество жителей в городе, уровень автомобилизации, плотность транспортной сети влияют прямо пропорционально, а плотность маршрутной сети обратно пропорционально на подвижность населения городов.

В дальнейшем необходимо провести оценку полученных моделей на других объектах, а именно городах, которые не вошли в данные исследования.

Литература

1. Ефремов, И.С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.
2. Доля, В.К. Пасажи́рські перевезення [Текст] / В.К. Доля. – Х.: Видво «Форт», 2011. – 507 с.
3. Rao, D.P. Urban passenger transportation [Текст] / D.P. Rao, K.S. Murthy. – Inter-India Publications, 1997. – 416 p.
4. Рогова, Г.П. Моделирование выбора путей передвижения пассажиров в транспортных системах городов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Г.П. Рогова. – М., 1987. – 19 с.
5. Доля, В.К. Распределение транспортной работы городских пассажирских перевозок [Текст] / В.К. Доля, И.Е. Иванов // Логистика – евразийский мост: материалы VIII Международ. науч.-практ. конф. – Красноярск: 2013. – С. 134–138.
6. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия [Текст] / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Диалектика, 2007. – 912 с.