



ИЗСЛЕДВАНЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТТА НА МАСОВИЯ КРАЙГРАДСКИ ПЪТНИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ

Костадин Трифонов

ktrifonov@vtu.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”, катедра ТОУТ
София 1574, ул. „Гео Милев” № 158
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: крайградски железопътни превози, конкурентоспособност, обобщена цена на транспорта, логит модел

Резюме: Масовият крайградски пътнически транспорт се характеризира с регулярност, силно изразена неравномерност в рамките на годината и денонощието и значим социален елемент. В доклада се анализира състоянието на железопътния и автобусния транспорт за три крайградски участъка около София и три около Пловдив. Получени са параметрите за обобщената цена на двата вида обществен транспорт в крайградско съобщение – средна цена на билета, времетраене, регулярност на превозите, изразена чрез интервала между превозните средства и комфорта в зависимост от типа на подвижния състав. От анализа на данните за превозните пътници в участъците са определени пазарните дялове на железопътния и автобусния транспорт. При прилагане на логит модел се дефинират коефициентите, необходими за определянето на обобщената цена на всеки вид транспорт и чрез използване на „Метод на най-малките квадрати” и функцията MS Solver в Excel от пакета MS Office се изчислява тяхната стойност. Това дава възможност за изследване на параметрите, влияещи на конкурентоспособността, и чертае мерки за повишаване на привлекателността на железопътните крайградски превози. Данните позволяват да се оцени преразпределението на пътниците вследствие промяната, броя на превозните средства, разписанието и качеството на обслужване.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Пътническите превози са основни дейности в железопътния и автомобилния транспорт и имат голямо стопанско, културно и социално значение. Добре организираният крайградски пътнически транспорт осигурява нормална работа на многобройните предприятия и учреждения и обслужва зоните за отдых около големите градове. Развитието на железопътните пътнически превози в условията на конкурентна среда налага да се предложат ефективни технологични решения, които да удовлетворяват както очакванията на пътниците за бърз, качествен, безопасен и удобен транспорт, така и възможностите на превозвача. Конкуренцията между видовете

транспорт, както и между отделните фирми на един и същ вид транспорт води до регулиране на транспортния пазар от гледна точка на цената и качеството (скорост, честота, комфорт) на предлаганата услуга .

В основата на настоящото изследване стои логит модела, разглеждан теоретично в източници [1], [2] и [11]. В труд [3] се определя какъв вид транспорт за страната ще предпочете пътникът при далечни дестинации. В [4] е предложено сегментиране на търсенето на вид транспорт в зависимост от пропътуваното разстояние с цел подобряване на резултатите и увеличаване на точността на модела за избора му. Чрез използване на специфичната цена на транспорта и логит модел се определя конкурентоспособността на обществения железопътен и автобусен транспорт в крайградска зона София и Пловдив [12]. В източник [5] е предложена функция на полезност за пътниците, ползващи сухоземен транспорт. Прогнозирани са дяловете на видовете транспорт след прилагането на маркетингова стратегия и маркетингов план за подобряване на пътническата железопътна транспортна услуга. Няма количествени методи за изчисляване комфорта на пътниците [10], за това настоящото проучване дава примерен подход, който може да се използва в практиката. За повишаване качеството на предлаганата услуга основна роля играе оптимизирането на крайградското железопътно движение, както е разгледано в източник [6].

2. ТЕОРЕТИЧЕН МОДЕЛ

В основата на разпределението на пътуванията при конкурентни видове транспорт е определянето на обобщените разходи за пътуване. Те отчитат не само цената на билета, но и други фактори, влияещи върху избора на вид транспорт като времепътуване, регулярност на превозите, комфорт на подвижния състав и други. Обобщените разходи за пътуване за даден участък се определят по следния начин:

$$(1) \quad U_i = C_i + \alpha.T_i + \beta.H_i + \gamma.K$$

където: U_i е обобщена цена в лева;
 C_i е цена на пътуването в лева;
 α е оценка на личното време на пътника в лева/час;
 T_i е общо време за пътуване в часове;
 β е оценка на честота/интервал за чакане в лева/час;
 H_i е интервалът между превозните средства в часове;
 K е комфорт;
 γ е оценка на комфорта в лева/комфорт;
 i е вид транспорт.

След определяне на обобщените разходи за пътуване за всички Z конкурентни алтернативи, може да се пристъпи към търсене на вероятността всяка една от тях да бъде предпочетена от пътника. Пазарният дял на първият вид транспорт при Z вида транспорт е:

$$(2) \quad P(1/Z) = \frac{e^{\mu U_1}}{\sum_{Z=1}^Z e^{\mu U_Z}}$$

Масщабния параметър μ обикновено е равен на единица, но неговото използване повишава точността на прогнозата. При модел с два вида транспорт пазарният дял на алтернатива 1 е:

$$(3) \quad P(1) = \frac{e^{U_1}}{e^{U_1} + e^{U_2}} = \frac{1}{1 + e^{-(U_1 - U_2)}}$$

При известно реално разпределение на пазарния дял между двата вида транспорт може да се изчисли разликата в полезностите ΔU и да се „калибрира” моделът, описан от формула 5. Пазарният дял на железопътният транспорт може да се изчисли по следната формула:

$$(4) \quad P_{(жп)} = P(1) = \frac{n_j^{жп}}{n_j^{жп} + n_j^{авто}}$$

където n е общият брой пътници по направление j .

Изчислението на разликата в полезностите е по формули (4), (5) и (6).

$$(5) \quad \Delta U = U_1 - U_2 = -\frac{1}{\mu} \cdot \ln\left(\frac{1}{P(1)} - 1\right)$$

Изчислението на усреднената цена на билета в жп транспорта е по формулата:

$$(6) \quad C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n N_i}$$

където C_i е общата сума продадени билети по тарифа, а N_i - броят пътници, закупили билети от съответната тарифа.

Изчислението на времепътуването в участък е по формулата:

$$(7) \quad T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{\sum_{i=1}^n N_i}$$

където T_i е сумата от времепътуванията на всеки влак, а N_i - броят влакове.

Определянето на интервала в даденият участък е по формулата:

$$(8) \quad H = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{\sum_{i=1}^n N_i - 1}$$

където H_i е общата сума на интервалите между превозните средства, а N_i – броят на превозните средства.

Изчислението на комфорта в даденият участък е по формулата:

$$(9) \quad K_j = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ij}}{n}$$

където K_{ij} е сумата от комфорта в участъка, а n - броят трасета за вида транспорт.

3. ПРИЛАГАНЕ НА ИЗБРАНИЯ МОДЕЛ

Приложена е методика, изследваща участъците София - Драгоман, София - Своге, София – Перник; Пловдив - Пещера, Пловдив - Карлово и Пловдив – Асеновград. На фигура №1 е показана схемата на използваните в изследването маршрути.



Фиг.1 Схема на участъците

За да се изготви сравнителен анализ на двата вида транспорт, са взети под внимание Графикът за движение на влаковете за 2018 г. и разписанието на автобусите за същата година. От там са определени стойностите на средното времепътване и интервалът между превозните средства.

Таблица 1

маршрут	цена, лв	вр. път. час	интервал, час	комфорт	цена, лв	вр. път. час	интервал, час	комфорт
	С _{жпт}	Т _{жпт}	Н _{жпт}	К _{жпт}	С _{авто}	Т _{авто}	Н _{авто}	К _{авто}
По- Кв	1,7	1,33	2,77	0,9	3,27	1,33	2	0,5
По-Пщр	1,07	0,97	3,4	1	3,2	1,25	1,6	0,71
По-Аг	0,7	0,4	1	1	1,5	0,67	0,7	0,75
Сф- Др	1,03	1,03	2,38	0,9	2,5	1,38	0,9	0,6
Сф- Сг	1,37	1,47	1,03	0,36	2	1	0,7	0,6
Сф-Пр	2,08	1,02	0,95	0,89	2,99	0,93	1	0,77

За определяне на комфорта на железопътния състав приемаме, че моторисни влакове тип „Дезиро” , производство на „Сименс” са комфорт единица, а състав с вагони - комфорт със стойност 0,3. В зависимост от броя на влаковете, обслужвани от съответния състав, по формула 9 се определя предоставяният комфорт по разглеждания участък. При автобусите приемаме, че тези с категоризация от две звезди, са комфорт 1, а тези с по-малка категоризация - със стойност 0,5. Стойността на комфорта се определя по аналогичен начин, както при железопътния транспорт.

За да се определят коефициентите във формулата за *специфичната цена на транспорта*, трябва да се изчисли пазарният дял на двата вида транспорт по разглежданите участъци (Формула 4).

Анализът на пътничкопотока в железопътните участъци се базира на данни от редовното годишно преброяване на пътниците във влаковете, проведено през месец март 2018 година. Данните са по влакове, месечно и за среден брой пътници в работни дни, почивни дни и усреднен брой пътници. Информацията за автобусите е дадена на база на лични проучвания по съответните линии. Чрез данните, онагледени с таблица 2, са получени пазарните дялове на двата вида транспорт.

Таблица 2

маршрут	железопътен транспорт		автобусен транспорт	
	пътници	пазарен дял	пътници	пазарен дял
По-Кв	16131	69%	7241	31%
По-Пщр	8227	63%	4763	37%
По-Аг	100832	85%	17512	15%
Сф- Др	20147	63%	13412	40%
Сф- Сг	18754	65%	10271	35%
Сф-Пр	107205	75%	36665	25%

Определянето на коефициентите на специфичните цени (формула 10) на разглежданите видове транспорт се извършва с преобразуване на формули (1), (4), (5) и (6):

$$(10) \quad \alpha \cdot (T_{жпн,i} - T_{ав,i}) + \beta \cdot (H_{жпн,i} - H_{ав,i}) + \gamma \cdot (K_{жпн,i} - K_{ав,i}) + \ln\left(\frac{1}{P(жпн)} - 1\right) \cdot \mu^{-1} = (C_{жпн,i} - C_{ав,i})$$

След заместване с данните от таблици 1 и 2 се получава следната система уравнения:

$$(11) \quad \begin{cases} -0,03 \cdot \alpha + 0,77 \cdot \beta + 0,04 \cdot \gamma - 0,8 \cdot \mu^{-1} = 1,57 \\ -0,28 \cdot \alpha + 1,8 \cdot \beta + 0,29 \cdot \gamma - 0,55 \cdot \mu^{-1} = 2,13 \\ -0,27 \cdot \alpha + 0,3 \cdot \beta + 0,25 \cdot \gamma - 1,75 \cdot \mu^{-1} = 0,8 \\ -0,35 \cdot \alpha + 1,48 \cdot \beta + 0,3 \cdot \gamma - 0,4 \cdot \mu^{-1} = 1,47 \\ 0,47 \cdot \alpha + 0,33 \cdot \beta - 0,24 \cdot \gamma - 0,60 \cdot \mu^{-1} = 0,63 \\ 0,09 \cdot \alpha - 0,05 \cdot \beta + 0,12 \cdot \gamma - 1,07 \cdot \mu^{-1} = 0,91 \end{cases}$$

Резултатите се получават, чрез използването на „Метод на най-малките квадрати“ и функцията MS Solver в Excel от пакета MS Office. За параметри се получават следните стойности :

- мащабния параметър $\mu = 8,13$;
- за времепътуването $\alpha = 1,06$;
- за честота/интервал чакане $\beta = 0,12$;
- за комфорта $\gamma = 2,21$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Търсенето на пътнически железопътни услуги трайно намалява, което произтича от факта, че транспортът е в пряка зависимост от множество фактори от различно естество (икономически, социално-демографски, политически, екологични). Те взаимодействат по между си и влияят върху развитието му.

От анализа на данните за превозените пътници в разглежданите участъци с железопътен и автобусен транспорт се констатира, че предпочитаният транспорт е железопътният. Времетраянето е по-малко, има възможност за ползване на намаления от основната цена на билета. Усреднената цена за превоз с железопътен транспорт е с 45% по-ниска от цената на автобусния транспорт и това позволява актуализиране на цените на билетите.

Въпреки това резултатите от изчисленията показват, че железопътният транспорт държи около 70% от пазарният дял при превоз на пътници с обществен вид транспорт при крайградското съобщение. Показателят, по който железопътният транспорт изостава, е регулярността на превозите и за да се привлекат повече пътници, трябва да се намали интервалът между влаковете. Получените коефициенти позволяват да се изследва преразпределението на пътниците в следствие на промяна на броя превозните средства, цените на билетите, разписанието или качеството на обслужване.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Антов А. Транспортно моделиране 101 : Практическо ръководство. София : Infrarch Ltd, 2017. 199 с. URL: [http://infrarch.com/doc/Antov%20\(2017\)%20-%20Transport%20Modelling%20101.pdf](http://infrarch.com/doc/Antov%20(2017)%20-%20Transport%20Modelling%20101.pdf)
- [2] Елисеевой И. И. “Эконометрика“. М. „Финансы И Статистика“, 2005
- [3] Карагъзов К., Вл. Рангелов, Прогнозиране и сегментиране на пазара на пътническите превози, Научна конференция “Транспорт 2004”, с-ци 59–64., ВТУ “Тодор Каблешков” – София URL: <http://conference.vtu.bg/proceedings/2004-proceeding.pdf>
- [4] Размов Т. и Л. Клямбарски, „Моделиране на търсенето на транспортни услуги за превоз на пътници с обществен транспорт в Република България“, Механика Транспорт Комуникации, том 12, брой 3/1, 2014 URL: <https://mtc-aj.com/library/964.pdf>
- [5] Размов Т. и Варадинова Ю., „Анализ на качеството на транспортната услуга“, Механика Транспорт Комуникации, том 11, брой 3/1, 2013 URL: <https://mtc-aj.com/library/871.pdf>
- [6] Тодорова М., Вельова В. и колектив, “Методи за оптимизиране на крайградското железопътно движение”, ВТУ“Тодор Каблешков”, 2017
- [7] БДЖ „Пътнически превози” ЕАД, URL: <http://www.bdz.bg/bg/>. данни
- [8] ДП “НКЖИ“ - Книжки разписание 1А, 2 и 8., URL: <https://www.rail-infra.bg/>
- [9] Разписание на автобусите 2018 г. URL: <https://avtogari.info/>
- [10] Huang W , Shuai B. A methodology for calculating the passenger comfort benefits of railway travel, Journal of Modern Transportation 26(1), 2018 URL: <http://jmt.swjtu.edu.cn/EN/abstract/abstract8816.shtml>
- [11] Immers, L. H., Stada, J. E. Traffic Demand Modelling : Course H111. Transl. by L. Hurley. Heverlee, Belgium : Katholieke Universiteit Leuven, 1998. IV, 110 p. URL: <https://www.mech.kuleuven.be/cib/verkeer/dwn/H111part1.pdf>
- [12] Todorova M, *Choice of passenger transport mode using LOGIT model*, 23ND International Symposium EURO - ZEL 2015 "Recent Challenges For European Railways", 2RD – 3H June 2015, Žilina (Slovak Republic), INBS 978-80-263-0936-9, P.216-223

RESEARCH OF THE COMPETITIVENESS OF THE MASS ROAD PASSENGER TRANSPORT

Kostadin Trifonov
ktrifonov@vtu.bg

*Todor Kableshkov University of Transport,
Department 'Technology, Organization and Management of Transport'
1574 Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA*

***Key words:** suburban railway transport, competitiveness, generalized cost of transport, logit model*

***Abstract:** The mass suburban passenger transport is characterized by a number of specific features, such as regularity, strongly expressed unevenness within the year and the day and a significant social element. The report analyzes the state of the railway and bus transport for three suburban districts around Sofia and three around Plovdiv. The parameters for the generalized cost of the two public transports in the suburban territories were obtained - average ticket price, travel time, regularity of the transport expressed in terms of vehicle intervals and comfort depending on the type of rolling stock. From the analysis of the data on the passengers carried in the districts, the market shares of rail and bus transport were determined.*

Applying a logit model, are defined the coefficients needed to determine the aggregate cost of each mode of transport and using 'least squares method' and the MS Solver function in Excel from the MS Office package, their value is determined. This will allow the study of the parameters affecting competitiveness and measures for improvement the attractiveness of rail suburban transport will be drawn. The data allow for the estimation of the redistribution of passengers as a result of changes in the number of vehicles, timetable and quality of service.