

УДК 656.078.81/.87

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ЛОГИТ-ФУНКЦИИ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ВЫБОРА ПАССАЖИРОМ СПОСОБА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ

Чистяков А.С., инженер 1-й категории  
(ОАО «РЖД» Западно-Сибирский ТЦФТО)

Научный руководитель: Корягин М.Е., д.т.н., доцент  
(Сибирский государственный университет путей сообщения)  
г. Новосибирск

Определение и прогнозирование вероятности выбора является основой для рационального распределения природных благ с целью максимального удовлетворения предпочтений населения. Механизм анализа предпочтений дает возможность наиболее рационального использования природных ресурсов, избегая перерасходов данных ресурсов в направлении товаров и услуг, которые не пользуются спросом у человечества. В сфере транспорта для определения вероятности выбора пассажиром способа передвижения принято пользоваться логит-функцией. За рубежом функция тщательно изучена и описана, а методика ее применения отработана на важнейших направлениях передвижения в масштабах государств. В отечественной науке данное направление исследований не получило должного распространения. В условиях растущей экономики и, как следствие, растущей мобильности населения увеличивается и пассажиропоток между региональными центрами страны. Необходимо заметить, что повсеместно развиваются и транспортные предприятия. В этих условиях грамотная конкурентная борьба имеет решающее значение. Железнодорожный транспорт обладает рядом конкурентных преимуществ, связанных с себестоимостью эксплуатации. Механизм определения вероятности выбора пассажиром способа передвижения на основании выявленных предпочтений посредством логит-функции позволит оценить влияние основных факторов на рынке транспортных услуг. Оценка значимости основных факторов определит вектор развития пассажирского железнодорожного транспорта.

В работе отработана методика определения параметров основных факторов логит-функции, влияющих на вероятность выбора пассажирами способа передвижения в междугороднем сообщении. К основным факторам отнесены стоимость и длительность поездки. Исходные данные сформированы на основании выявленных предпочтений. Для определения выявленных предпочтений была разработана опрос-анкета. Проведено анкетирование потока студентов в университете (N=51). Предварительно производился краткий инструктаж по заполнению анкеты. Результаты анкетирования первоначально заносились в файл Excel. После первичной обработки анкет на корректность

заполнения осталось 33 анкеты ( $M=33$ ). Для удобства работы и компактности хранения все данные посредством программного кода в VBA перенесены из файла Excel в заранее разработанную для хранения информации базу данных Access. Для расчета параметров основных факторов логит-функции на основании выявленных предпочтений разработана специальная программа в VBA.

Частный случай логит-функции, применяемой для расчетов, представляет собой функцию вида:

$$P_i = \frac{e^{A_i + B \cdot x_i + C \cdot y_i}}{\sum_{i=1}^K e^{A_i + B \cdot x_i + C \cdot y_i}},$$

где  $P_i$  – вероятность выбора пассажиром способа передвижения;

$A_i$  – параметр логит-функции, количественно отражающий выбранный способ передвижения ( $A_i$  базового способа передвижения всегда равно 0);

$B$  – параметр логит-функции, количественно отражающий стоимость передвижения;

$x_i$  – стоимость передвижения при выбранном способе передвижения;

$C$  – параметр логит-функции, количественно отражающий длительность передвижения;

$y_i$  – длительность передвижения при выбранном способе передвижения;

$K$  – общее количество способов передвижения, среди которых респондентами производился выбор.

Стоимость  $x_i$  и длительность  $y_i$  приведены к средним значениям. Исходные данные для расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

№ пп	Способ передвижения	Количество передвижений, шт.	Средняя стоимость $x_i$ , руб.	Средняя длительность $y_i$ , ч.
1	Поезд	13	2128,77	14,38
2	Электропоезд	6	37,17	1,67
3	Автобус	10	998,50	7,0
4	BlaBlaCar (Водитель)	3	616,67	4,0
5	BlaBlaCar (Пассажир)	6	566,67	5,17
6	Собственный автомобиль (без пассажиров сервиса BlaBlaCar)	24	2312,50	5,38
7	Попутчик	4	1500,0	5,0

При дальнейших расчетах вероятность  $P_i$  принята неизвестной и определена на основании исходных данных по формуле. Передвижение поездом принято базовым способом передвижения ( $A_1 = 0$ ).

Для определения параметров логит-функции использован метод наибольшего правдоподобия, суть которого заключается в том, что произведение  $P_0$  всех вероятностей  $P_i$  стремится к своему максимальному значению:

$$P_0 = \prod_{i=1}^{2 \cdot M} P_i \rightarrow \max$$

Важно заметить, что число членов произведения вероятностей  $P_0$  равно удвоенному числу анкет ( $2 \cdot M$ ), прошедших первичный отбор, так как учитывается передвижение респондентов в прямом и обратном направлении в соответствии с формой опрос-анкеты.

Для поиска максимального значения  $P_0$  применен метод покоординатного спуска, который подразумевает поочередный перебор значений параметров логит-функции. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов

№ пп	Способ передвижения	$A_i$	$B$	$C$	$P_i$
1	Поезд	0	0,00001281	0,0007320	0,19697
2	Электропоезд	0,7579			0,09090
3	Автобус	0,5650			0,15151
4	BlaBlaCar (Водитель)	-0,3595			0,04545
5	BlaBlaCar (Пассажир)	0,3704			0,09092
6	Собственный автомобиль (без пассажиров сервиса BlaBlaCar)	0,4787			0,36363
7	Попутчик	-0,7183			0,06061

Для проверки корректности окончательного результата произведенных вычислений, полученные значения  $P_i$  сравниваются со значениями  $P'_i$ , определенными элементарным расчетом на основании данных о количествах способов передвижения и общего числа передвижений:

$$P_i = \frac{Q_i}{2 \cdot M},$$

где  $Q_i$  – количество передвижений пассажирами выбранным способом.

Результаты элементарного расчета сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты расчетов

№ пп	Способ передвижения	$P_i$	Количество передвижений, шт.	$P'_i$
1	Поезд	0,19697	13	0,19697
2	Электропоезд	0,09090	6	0,09090
3	Автобус	0,15151	10	0,15151
4	BlaBlaCar (Водитель)	0,04545	3	0,04545
5	BlaBlaCar (Пассажир)	0,09092	6	0,09091
6	Собственный автомобиль (без пассажиров сервиса BlaBlaCar)	0,36363	24	0,36363
7	Попутчик	0,06061	4	0,06061
Сумма			66	1

По результатам произведенных вычислений можно сделать вывод о высокой точности полученных значений  $P_i$  и, как следствие, об адекватности применения логит-функции.

Данный факт позволяет применять логит-функцию при дальнейших расчетах, связанных как с увеличением числа основных факторов (т.е. добавления параметров  $D, E, F$  и т.д.), так и с изменением средних значений указанных факторов ( $x_i, y_i, z_i$  и т.д.).

Следует отметить, что для получения максимально правдоподобных вероятностей  $P_i$  и реальной оценки влияния основных факторов на рынке транспортных услуг по перевозке пассажиров требуется гораздо более масштабное анкетирование населения.

#### **Список литературы:**

1. Horowitz J. L., Koppelman F. S., Lerman S. R. A Self-instructing Course in Disaggregate Mode Choice Modeling. Final Report. – 1986. – №. UMTA-IA-11-0006-86-1.
2. Корягин М. Е., Нестерова А. А. Влияние наличия автомобилей в семье на выбор способа передвижения //Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – №. 1 (48).
3. Коробов С. А. Совершенствование пассажироперевозок на основе выбора рациональной структуры внутригородских перемещений : дис. – Тюмень : Автореф. дис. канд. техн. наук, 2009.
4. Постников В. П. Управление тарифообразованием пригородного железнодорожного транспорта на основе многокритериальной оптимизации : дис. – Пермь : Автореф. дис. канд. техн. наук, 2019.