

ВЫБОР УЧАСТКА НА ОСТАНОВОЧНОМ ПУНКТЕ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПассажиРОВ МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В статье представлена типологическая модель, позволяющая исследовать общие закономерности поведения водителей по выбору участка для остановки маршрутного транспортного средства на остановочном пункте городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, маршрутное транспортное средство, пропускная способность, водитель, остановочный пункт.

Резкое увеличение численности подвижного состава коммерческого маршрутного пассажирского транспорта в последние годы привело к тому, что улично-дорожные сети большинства крупных и средних городов России оказались перегруженными. В ряду проблемных участков уличной дорожной сети выделяются остановочные пункты (ОП) городского пассажирского транспорта, которые вследствие недостаточной пропускной способности создают значительные помехи движению транспортных потоков и становятся причиной возникновения заторов [2]. Динамика аварийности, представленная в таблице 1, и результаты социологического опроса иллюстрируют назревшую необходимость в разработке комплексных мероприятий, призванных сократить аварийность на остановочных пунктах общественного транспорта.

Проведен социологический опрос с 1.03.2011 г. по 1.04.2011 г. (на сайте Управления ГИБДД УВД по Оренбургской области), в котором приняло участие 726 человек [7].

В процессе анкетирования рассматривался вопрос «Что мешает водителям маршрутных транспортных средств заезжать и останавливаться в «заездном кармане» остановочного пункта (при его наличии) для высадки-посадки пассажиров?». Ответы были распределены следующим образом:

234 (31%) – личные качества водителя (низкая культура, чувство безнаказанности);

193 (27%) – недостатки в организации дорожного движения;

153 (21%) – действие водителя по принципу «где больше пассажиров накопилось, там и лучше остановиться»;

99 (14%) – конкуренция на маршрутной сети;

47 (7%) – отсутствие свободного места.

Вопросами, так или иначе связанными с ОП: определением оптимального места размещения и геометрических параметров, расчетом пропускной способности, повышением качества обслуживания пассажиров, безопасности дорожного движения и экологической безопасности – занимались Л.Л. Афанасьев, М.Д. Блатнов, Г.А. Варелопуло, Е.П. Володин, В.Д. Герами, И.М. Головных, В.В. Грачев, В.А. Гудков, И.П. Димова, И.С. Ефремов, А.В. Зедгенизов, П.А. Кулько, М.Ю. Марушкей, Л.Б. Миротин, А.Ю. Михайлов, В.И. Рассоха, И.В. Спирин, А.Т. Таранов, В.Н. Федотов, М.В. Хрущев, Г.А. Чернова и другие отечественные авторы. Несмотря на значительные результаты, полученные ими, нельзя не отметить механистичности подхода к исследованию ОП.

В используемых моделях как со стороны водителей маршрутных транспортных средств (МТС), так и со стороны их потенциальных пассажиров участвуют роботы, действия которых запрограммированы. Вместе с тем влияние «человеческого фактора» огромно и сказывается, например, на выборе водителем МТС участка остановки на/перед/за ОП, на выборе потенциальными пассажирами МТС для поездки исходя из своих наклонностей и привычек, на других «мелочах», тем не менее в значительной степени определяющих время обслуживания пассажиров на ОП.

Таблица 1. Аварийность на остановочных пунктах маршрутных транспортных средств в Оренбургской области

Показатель аварийности	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Кол-во ДТП	127	118	101
Кол-во погибших	14	9	5
Кол-во раненых	148	122	104

Таким образом, в этом и заключается основная причина расхождения расчетных и фактических показателей пропускной способности ОП.

В работах [2, 3, 5] ОП был представлен как совокупность шести участков, три из которых делят заездной карман, четвертый расположен до заездного кармана, пятый – перед заездным карманом (на полосе движения), а шестой – после заездного кармана, на которых останавливаются МТС городского пассажирского транспорта. Возникает вопрос о том, почему водитель МТС делает выбор в пользу того или иного участка ОП для остановки. Обратимся к теории поведения потребителей [4] и рассмотрим модель поведения водителя по выбору участка остановки на ОП.

К моделированию предъявляются следующие требования:

- связанность поведения водителя МТС, характеристик ОП и складывающейся на участке улично-дорожной сети конкретной ситуации;
- отражение как качественных, так и количественных изменений признаков различия водителей;
- учет неслучайных тенденций в поведении водителей и случайных отклонений, обусловленных невозможностью учесть все факторы, оказывающие влияние на их поведение;
- преэмптентность изменений.

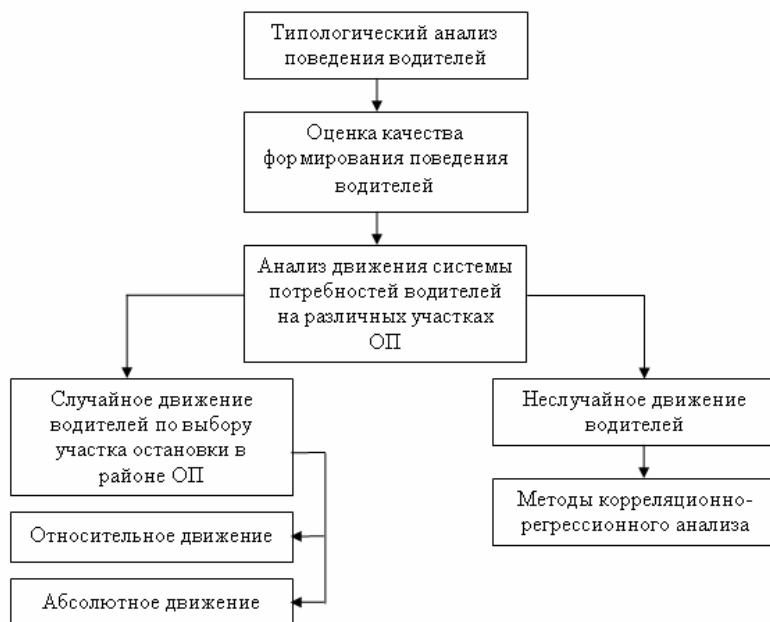


Рисунок 1. Структура модели по изучению поведения водителей МТС

Таблица 2. Типологическая модель поведения водителей МТС

Вид типологии		Типология ОП (участки)					
		$S_l(y)$	...	$S_i(y)$	...	$S_a(y)$	
Типология водителей	$C_l(x)$	P_{11}	...	P_{1i}	...	P_{1a}	D_1
		...	...	...	...	...	...
	$C_j(x)$	P_{j1}	...	P_{ji}	...	P_{ja}	D_j
		...	...	...	...	...	...
	$C_d(x)$	P_{d1}	...	P_{di}	...	P_{da}	D_d
		R_l	...	R_i	...	R_a	1

Структура предложенной модели по изучению поведения водителя МТС по выбору участка для остановки в районе ОП показана на рисунке 1.

Предметом типологического анализа является взаимодействие поведения водителей МТС по выбору участка для остановки в районе ОП. При этом поведение водителя измеряется величиной и структурой поведения, а детерминирующие это поведение характеристики – возраст водителя, стаж работы на МТС, модель МТС и другие признаки различия. Непосредственно множество поведенческих признаков описывается как функция множества переменных, в качестве многомерного аргумента которой выступают характеристики водителей.

Прогностическая функция типологизации заключается в оценке поведения водителя в будущие периоды времени, а также закономерностей развития этого поведения. Достоинством данного подхода является то, что он учитывает влияние факторов-детерминантов во взаимосвязи, неразрывности друг с другом. В общем виде типологическая модель представлена в таблице 2.

В таблице 2: D_j – удельный вес принадлежности водителя к группе признаков различия $C_j(x)$; R_i – удельный вес того, что водители примут в качестве руководства своими действиями выбор альтернативного решения $S_i(y)$; P_{ji} – удельный вес альтернативного решения $S_i(y)$ для водителей, чьи признаки различия принадлежат группе $C_j(x)$.

Все водители группируются:

- по своему поведению –

в несколько групп $S_1(y), S_2(y), \dots, S_a(y)$, где y – наблюдаемые признаки поведения;

– по тем признакам, которые отмечаются в качестве детерминирующих поведение водителя, – в группы $C_1(x), C_2(x), \dots, C_d(x)$, где x – наблюдаемые признаки различия.

Определяются удельные веса $P_{ji} = P(S_j/C_j)$, которые характеризуют принадлежность водителей, выбирающих для остановки S_j участок ОП при условии, что его тип различия C_j , а также величины P_j и R_i – удельные веса принадлежности водителей типам C_j и S_i соответственно.

Величины, характеризующие удельные веса альтернативных решений $S_i(y)$ для водителей, чьи признаки различия принадлежат группе $C_j(x)$, определяются методом экспертных оценок.

В качестве гипотезы принимается ситуация, при которой водитель МТС, осуществляющий выбор участка для остановки в районе ОП, является экспертом по выбору участка ОП для остановки МТС.

После распределения водителей на типологические группы составляется анкета, в которой предлагается проранжировать критерии, по которым выбираются участки остановок МТС в районе ОП, а также альтернативные решения, с учетом принадлежности водителя к определенной группе. Допускается приписывать для равнозначных критериев и альтернатив одинаковые ранги. В этом случае объектам, разделившим места, приписывается ранг, равный среднему арифметическому соответствующих разделенных мест.

Для определения необходимого объема n выборочной совокупности респондентов составляется репрезентативная выборка для однократных проводимых исследований при случайном методе отбора по формуле [6]:

$$n = \frac{u_a^2 N p (1-p)}{\Delta^2 N + u_a^2 p (1-p)}, \quad (1)$$

где u_a – стандартное отклонение; N – объем генеральной совокупности; p – вероятность возникновения события; Δ – предельно допустимая ошибка выборки.

Вычисление средней ошибки выборки при бесповторно-случайном методе отбора производится по формуле:

$$\theta = 100 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}. \quad (2)$$

После проведения анкетирования производится обработка анкет.

Вначале подсчитывается суммарное количество рангов каждого участка ОП для различных типологических групп водителей.

Суммарная ранжировка i -го альтернативного решения для j -й группы водителей имеет вид:

$$\sum_{k=1}^n z_{ji}^k, \sum_{k=1}^n z_{j2}^k, \dots, \sum_{k=1}^n z_{ji}^k, \dots, \sum_{k=1}^n z_{ja}^k, \quad (3)$$

где z_{ji}^k – ранг i -го альтернативного решения, приписанный k -м респондентом.

Полученная при этом суммарная ранжировка используется для получения весовых коэффициентов v_i каждого из имеющихся участков ОП для различных групп водителей, определяемых по формуле:

$$P_{ji} = P_{js} + \frac{y_{ji} - y_{js}}{y_{jo} - y_{js}} (p_{j0} - P_{js}), \quad (4)$$

где P_{js} – вес наименее «ценного» участка ОП для водителей j -го признака различия; P_{jo} – вес наиболее «ценного» участка ОП для водителей j -го признака различия; y_{js} – суммарный ранг наименее «ценного» участка ОП; y_{jo} – суммарный ранг наиболее «ценного» участка ОП.

Весовые коэффициенты представляются в виде вектора – строки

$$V = \|v_i\|. \quad (5)$$

Согласованность мнений респондентов относительно ранжирования участка ОП для каждой j -й группы водителей оценивается коэффициентом согласия W_j [1]:

$$W_i = \frac{\sum_{i=1}^a \left(\sum_{k=1}^n x_{ji}^k - 0,5n(a+1) \right)^2}{\frac{1}{12} n^2 (a^3 - a) + \frac{n}{12} \sum_k T_k}, \quad (6)$$

где

$$T_k = \sum_{t_k} (t_k^3 - t_k), \quad (7)$$

t_k – число одинаковых рангов в k -м ряду.

Для проверки гипотезы о неслучайности согласия респондентов используется критерий Пирсона (χ^2).

Зная суммарное количество прошедших через ОП МТС и их распределение по участкам остановок в районе ОП, определенное по результатам обследования пропускной способности ОП, можно восстановить типологическую модель поведения водителей, представленную в таблице 3. В этой модели вместо удельных ве-

Таблица 3. Восстановленная типологическая модель

Вид типологии		Типология участков остановок в районе ОП					
		$S_l(y)$	...	$S_i(y)$	...	$S_a(y)$	
Типология водителей	$C_l(x)$	Q_{11}	...	Q_{1i}	...	Q_{1a}	M_1
		...	...	...	...	...	...
	$C_j(x)$	Q_{j1}	...	Q_{ji}	...	Q_{ja}	M_j
		...	...	...	...	...	...
	$C_d(x)$	Q_{d1}	...	Q_{di}	...	Q_{da}	M_d
		N_l	...	N_i	...	N_a	$N_{об}$

сов водителей j -х групп, выбирающих i -ый участок, будут обозначены непосредственно количество мест остановок в районе ОП.

В таблице 3:

$N_{об}$ – суммарное количество МТС, прошедших через ОП; N_i – количество водителей, остановившихся на i -м участке ОП:

$$N_i = N_{об} R_i; \quad (8)$$

M_j – количество водителей, относящихся к j -ой типологической группе:

$$M_j = N_{об} D_j; \quad (9)$$

Q_{ji} – количество водителей j -й типологической группы, выбирающих i -й участок для остановки на ОП, определяемое из системы уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^d Q_{ji} D_j = R_i, \\ \frac{Q_{ji}}{Q_{ji+1}} = \frac{R_{ji}}{R_{ji+1}}. \end{cases} \quad (10)$$

В анализе типологии поведения водителя условная вероятность того, что он выберет тот или иной участок ОП для остановки МТС (набор действий, позволяющих ему перейти от конкретно-индивидуальной цели к общей), характеризует ожидания исследователей, а не является критерием выбора места остановки. Это связано с тем, что трудно судить о полноте информации, которой располагает водитель для обоснования своего выбора.

Формирование поведения водителей в большей степени характеризует выбор водителя. Однако оценка качества может быть использована не только для исследования отношений между поведением водителей, но и для исследо-

вания соотношения между иерархиями целей и иерархией свободных («выгодных») участков для остановки МТС на ОП.

Для оценки эффективности формирования вариантов поведения водителей, признаки различия которых классифицированы по нескольким группам, воспользуемся методикой априорно-апостериорного анализа.

Будем считать, что R_i характеризует ожидаемую полезность i -го набора альтернативных решений из a -й совокупности, или, иными словами, представляет собой оценку меры неопределенности положения водителя по отношению к общей цели, определяемой по формуле:

$$R_i = \sum_{j=1}^d P_{ji} P_j. \quad (11)$$

Можно считать, что эта оценка получена самим водителем и соответствует уровню его информированности и подготовленности к конкретной ситуации. В любом случае R_i – это субъективная оценка с высокой долей ошибки вследствие неполноты представлений о группировании альтернативных решений по выбору участка остановки МТС на ОП.

Определим оценку меры неопределенности совершенного поведения по формуле:

$$R_0 = \sum_{j=1}^d \max_{(i=1,a)} P_{ji} P_j. \quad (12)$$

Величина R_0 характеризует совершенное поведение, не основанное на субъективном выделении абстрактных групп поведенческих признаков. Таким образом, допускаются предположения: о возможных ошибках в описании поведения водителя; о неоптимальном поведении водителя.

Может представлять интерес ситуация, когда ни одна из выделенных групп поведенческих признаков не описывает совершенного выбора альтернативного решения. Тем не менее в попытках максимизировать положение водителя относительно общей цели (максимальная пропускная способность ОП) водитель выбирает из доступного множества ту группу, в которой величина R_i максимальна:

$$R_{\max} = \max_{(i=1,a)} \sum_{j=1}^d P_{ji} P_j. \quad (13)$$

Введем величину относительной неопределенности поведения водителя:

$$r = 1 - \frac{R_{\max}}{R_0}. \quad (14)$$

Эта величина характеризует:

– ошибку в разбивке выбора альтернативных решений по выбору участка остановки МТС на ОП;

– ошибки водителей в формировании средств своего поведения.

Эта величина является показателем качества формирования водителем своего поведения и удобна при применении анализа типоло-

гии поведения водителей для исследования такого поведения.

Предложенная типологическая модель позволяет исследовать, с одной стороны, общие закономерности поведения водителей по выбору участка для остановки МТС на ОП, а с другой стороны – характеристики и признаки различия водителей.

16.05.2011

Список литературы:

1. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1997. – 479 с.
2. Исхаков, М.М. Комплексное исследование остановочных пунктов городского пассажирского транспорта г. Оренбурга / М.М. Исхаков, В.И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2007. – №9(73). – С. 207-214.
3. Исхаков, М.М. Исследование работы маршрутных транспортных средств на остановочных пунктах / М.М. Исхаков, В.И. Рассоха // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: материалы V междунар. науч.-техн. конф. Часть 2. – Пенза: ПГУАС, 2008 – С. 224-228.
4. Овсянников, А.А. Типология потребительского поведения / А.А. Овсянников, И.И. Петтай, Н.М. Римашевская. – М.: Наука, 1989.
5. Рассоха, В.И. Факторы, влияющие на пропускную способность остановочных пунктов городского пассажирского транспорта / В.И. Рассоха, М.М. Исхаков // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин: материалы междунар. науч.-техн. конф., 8 апреля 2009 года: ТюмГНГУ. – С. 281-286
6. Рихтер, К.Ю. Статистические методы в транспортных исследованиях / К.Ю. Рихтер. – М.: Транспорт, 1982. – 72 с.
7. Управление ГИБДД по Оренбургской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.56.gibdd.ru>.

Сведения об авторе: **Исхаков Марат Маликович**, старший преподаватель кафедры автомобилей и безопасности движения транспортного факультета Оренбургского государственного университета 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 754182, e-mail: 17_11_1980@mail.ru

UDC 656.11(045)

Iskhakov M.M.

Orenburg state university, e-mail: 17_11_1980@mail.ru

SITE SELECTION FOR ROUTE PASSENGER VEHICLE SERVICE ON A STOPPING POINT

The article provides typological model, allowing to explore common patterns of behavior of motorists at the choice of site for stopping a vehicle of urban passenger transport.

Key words: urban passenger transport, route vehicle, bandwidth, driver, stopping point.

Bibliography:

1. Gmurman, V.E. Probability theory and mathematical statistics / V.E. Gmurman. – M.: Higher School, 1997. – 479.
2. Iskhakov, M.M. Comprehensive study of stopping points of urban transport in Orenburg / M.M. Iskhakov, V.I. Rassokha // Bulletin of the Orenburg State University. – 2007. – №9 (73). – S. 207-214.
3. Iskhakov, M.M. Investigation of the block of vehicles on the halting points / M.M. Iskhakov, V.I. Rassokha: Problems auto-road complex in Russia: the V Int. Scientific and Technical. Conference, Part 2. – Penza: PGUAS, 2008 – S. 224-228.
4. Ovsyannikov, A.A. Typology of consumer behavior / A.A. Ovsyannikov, I.I. Pettai, N.M. Rimashevskaya. – M.: Nauka, 1989.
5. Rassokha, V.I. Factors influencing the capacity of stopping points of urban passenger transport / V.I. Rassokha, M.M. Iskhakov // Problems of operation and maintenance of transport and technological machines: Proceedings of International. Scientific and Technical. Conf., 8 April 2009: TSOGU – S. 281-286
6. Richter, K.J. Statistical Methods in Transportation Studies / K.J. Richter. – M.: Transport, 1982. – 72.
7. Office of Traffic Police in Orenburg region [electronic resource] – Access mode – <http://www.56.gibdd.ru>.