

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДОСТУПНОСТИ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ ПО РЕГУЛЯРНЫМ МАРШРУТАМ

В работе приведены результаты аналитических и экспериментальных исследований по обоснованию критериев оценки доступности перевозок пассажиров по регулярным маршрутам, основанных на показателях транспортной подвижности населения: количестве и расстояниях передвижений на различных видах транспорта, транспортной работе.

Цель работы состоит в повышении доступности услуг по перевозке пассажиров по регулярным маршрутам с использованием оценок по комплексному критерию.

На основании данных о передвижениях, расстояниях передвижений и транспортной работе сформулированы и определены статистический и динамический критерии доступности перевозок пассажиров по регулярным маршрутам. Статистический критерий показывает долю передвижений населения с использованием маршрутных транспортных средств в общем количестве передвижений. Динамический критерий оценки указывает на долю транспортной работы с использованием маршрутных транспортных средств в общем количестве транспортной работы.

Значение статистического критерия доступности перевозок пассажиров по регулярным маршрутам составило 0,57. Это означает, что маршрутными транспортными средствами перемещаются 57 % населения, легковыми автомобилями – 34,2%, легковыми такси – 8,8%. Значение динамического критерия различно по сезонам года и составило: лето – 0,436; осень – 0,486; зима – 0,566; весна – 0,488.

Полученные результаты могут быть применены для оптимизации маршрутной транспортной сети, определения технологических и структурных показателей общественного пассажирского транспорта.

Ключевые слова: комплексный критерий, транспортная подвижность, количество передвижений, расстояние передвижений, транспортная работа.

**Актуальность работы.** Доступность услуг пассажирского транспорта является важной характеристикой транспортного обслуживания населения на маршрутах регулярных перевозок. К настоящему времени отсутствует достаточное обоснование количественной характеристики ее измерения. В этой связи, разработка критериев оценки доступности перевозок пассажиров по регулярным маршрутам является актуальной.

Цель работы состоит в повышении доступности услуг по перевозке пассажиров по регулярным маршрутам с использованием оценок по комплексному критерию.

**Аналитическое исследование.** Потребность населения в передвижениях объективно предопределена и может удовлетворяться двумя основными способами: передвижение по маршрутам регулярных перевозок и передвижение по индивидуальным маршрутам. В наибольшей степени изучена первая группа [1], [2]. Этому направлению посвящены многолетние исследования и практический опыт в стране и за рубежом. Второе направление изучено в наименьшей степени и лишь в части перевозок легковыми такси. Современное состояние таково, что исследований по системному исследованию подвижности населения с учетом названной выше классификации в стране не проводилось.

Кроме того, отсутствуют исследования по этой теме в отношении легковых автомобилей.

Количество передвижений  $P_{г.}$  населения в городах за временной интервал:

$$P_{г.} = P_{г.рег.марш.} + P_{г.л.а.} + P_{г.л.т.},$$

где  $P_{г.рег.марш.}$  – количество передвижений по регулярным маршрутам, ед.;

$P_{г.л.а.}$  – количество передвижений на легковом автомобиле, ед.;

$P_{г.л.т.}$  – количество передвижений на легковом такси, ед.

Перевозки пассажиров по регулярным маршрутам в городах могут осуществляться на автобусах, метро и электрическом транспорте. Их количество может быть определено по зависимости:

$$P_{г.рег.марш.} = P_{г.рег.марш.авт.} + P_{г.рег.марш.метро} + P_{г.рег.марш.эл.тр.}$$

где  $P_{г.рег.марш.авт.}$  – количество передвижений по регулярным маршрутам на автобусе, ед.;

$P_{г.рег.марш.метро}$  – количество передвижений по регулярным маршрутам на метро, ед.;

$P_{г.рег.марш.эл.тр.}$  – количество передвижений по регулярным маршрутам на электрическом транспорте, ед.

Исходя из структуры передвижений, логично предположить, что количественной харак-

теристикой доступности услуг пассажирского транспорта на маршрутах регулярных перевозок в городах будет являться статистический критерий  $K_{д.з.}$  оценки доступности перевозок пассажиров по регулярным маршрутам

$$K_{д.з.} = \frac{\Pi_{з.рег.марш.}}{\Pi_{з.}}$$

Этот критерий показывает долю передвижений населения с использованием маршрутных транспортных средств в общем количестве передвижений.

Важность этого критерия состоит еще и в том, что пассажиры [3] перемещаясь в транспортных средствах, имеют различный «динамический габарит пассажира». Этот показатель характеризует протяжённость участка городской маршрутной улично-дорожной сети, занимаемого пассажиром, перемещающегося в транспортном средстве. Его значения составили: для пассажира, перемещающегося: в троллейбусе – 0,95 м/пасс.; в автобусе большой вместимости – 0,81 м/пасс.; в автобусе средней вместимости – 1,73 м/пасс.; в автобусе особо малой вместимости – 5,73 м/пасс., в легковом такси – 15,6 м/пасс.; в легковом автомобиле – свыше 20 м/пасс. Пропускная способность городской маршрутной улично-дорожной сети из условия предотвращения заторов для города Оренбурга составила 2,02 м/пасс. Структуру транспортного потока определяют с соблюдением условия, что возможность улично-дорожной сети пропускать одного пассажира должна быть не менее средневзвешенного динамического габарита пассажира.

Основываясь на этом, можно предположить, что пассажиры, перемещающиеся в маршрутных транспортных средствах, занимают наименьшую протяжённость улично-дорожной сети.

Исходя из этих соображений, сформулирована целевая функция:

$$K_{д.з.} \rightarrow 1.$$

Принимая во внимание необходимость учета не только количества  $\Pi$  передвижений, но и транспортной работы  $W$ , комплексный критерий может быть модифицирован. В этом случае его значение может быть определено по зависимости

$$K_{д.з.в.} = \frac{W_{з.рег.марш.}}{W_{з.}}$$

где  $K_{д.з.в.}$  – динамический критерий оценки доступности перевозок пассажиров по регулярным маршрутам;

$W_{з.рег.марш.}$  – количество транспортной работы по регулярным маршрутам, пасс/км.;

$W_{з.}$  – количество транспортной работы по городу, пасс/км.

Динамический критерий оценки указывает на долю транспортной работы с использованием маршрутных транспортных средств в общем количестве транспортной работы. Такая трактовка критерия, на наш взгляд, наиболее полна, так как учитывает не только количество передвижений, но и расстояние, на которое они совершаются.

Целевая функция этого критерия:

$$K_{д.з.в.} \rightarrow 1.$$

Количество передвижений  $\Pi_{пр.}$  населения в пригородном (междугородном) сообщении:

$$\Pi_{пр.} = \Pi_{пр.рег.марш.} + \Pi_{пр.л.а.} + \Pi_{пр.л.т.},$$

где  $\Pi_{пр.рег.марш.}$  – количество передвижений по пригородному (междугородному) сообщению по регулярным маршрутам, ед.;

$\Pi_{пр.л.а.}$  – количество передвижений по пригородному (междугородному) сообщению на личном автомобиле, ед.;

$\Pi_{пр.л.т.}$  – количество передвижений по пригородному (междугородному) сообщению на легковом такси, ед.

$$\Pi_{пр.рег.марш.} =$$

$$= \Pi_{пр.рег.марш.ж/д} + \Pi_{пр.рег.марш.авиа} + \Pi_{пр.рег.марш.авт.},$$

где  $\Pi_{пр.рег.марш.ж/д}$  – количество передвижений по пригородному (междугородному) сообщению по регулярным маршрутам по железнодорожным сообщениям, ед.;

$\Pi_{пр.рег.марш.авиа}$  – количество передвижений по пригородному (междугородному) сообщению по регулярным маршрутам по авиа-сообщениям, ед.;

$\Pi_{пр.рег.марш.авт.}$  – количество передвижений по пригородному (междугородному) сообщению по регулярным маршрутам на автобусе, ед.

$$K_{д.пр.} = \frac{\Pi_{пр.рег.марш.}}{\Pi_{пр.}}$$

где  $K_{д.пр.}$  – статистический критерий оценки доступности перевозок пассажиров по регуляр-

ным маршрутам в пригородном (междугородном) сообщении.

**Результаты экспериментальных исследований.** Экспериментальными исследования выполнены на примере города Оренбурга, определены статистические характеристики  $K_{\text{д.з.}}$  количества  $\Pi$  и расстояний  $L$  передвижений, транспортной  $W$  работы [4].

Данные анкетирования позволили исследовать транспортную подвижность населения [5] по сезонам. Из полученных результатов следует, что распределение значений количества передвижений  $\Pi$  подчиняется экспоненциальному закону, результаты приведены в таблицах 1–3.

Таблица 1. Статистические характеристики количества  $\Pi$  передвижений по регулярным маршрутам

Сезон	Мин. знач., ед.	Макс. знач., ед.	Сред. знач., ед.
Лето	4	276	87
Осень	2	290	102
Зима	6	330	122
Весна	2	290	102

Таблица 2. Статистические характеристики количества  $\Pi$  передвижений на легковом автомобиле

Сезон	Мин. знач., ед.	Макс. знач., ед.	Сред. знач., ед.
Лето	2	298	93
Осень	2	190	62
Зима	2	169	33
Весна	2	190	60

Таблица 3. Статистические характеристики количества  $\Pi$  передвижений на легковом такси

Сезон	Мин. знач., ед.	Макс. знач., ед.	Сред. знач., ед.
Лето	2	25	9
Осень	2	55	15
Зима	2	110	24
Весна	2	55	16

Таблица 4. Количество  $\Pi$  передвижений с учетом вида передвижений

Вид передвижения	по регулярным маршрутам, %	на легковых автомобилях, %	на легковых такси, %
Год	57	34,2	8,8
Лето	46	49,2	4,8
Осень	57	35	8
Зима	68,2	18,4	13,4
Весна	57	34	9

Установленный экспоненциальный закон распределения свидетельствует о том, что исследуемый параметр обусловлен незначительным количеством случайных факторов.

По полученным результатам определено значение  $K_{\text{д.з.}}$  (таблица 4).

Значение статистического критерия  $K_{\text{д.з.}}$  составило 0,57. Это означает, что маршрутными транспортными средствами перемещаются 57% населения, легковыми автомобилями – 34,2%, легковыми такси – 8,8%. Значения критерия зависят от сезона года. Зимой  $K_{\text{д.з.}}$  наибольший – 68,2%, летом наименьший – 46%. Количество передвижений населения на легковых автомобилях также изменяется по сезонам. Наибольшее количество передвижений приходится на лето (49,2%), наименьшее – на зиму (18,4%). Легковые такси: наибольшее значение отмечено зимой (13,4), наименьшее – летом (8%). Установленные изменения логически обоснованы. При этом необходимо отметить увеличение доли передвижений, удовлетворяемых одним видом перевозок, при одновременном уменьшении передвижений, осуществляемых другими видами транспорта.

Определены статистические характеристики расстояний  $L$  одного передвижения (таблицы 5–7). Установлено, что  $L$  по регулярным маршрутам, на легковом автомобиле подчиняется экспоненциальному закону, а такси – нормальному закону.

Нормальный закон распределения свидетельствует о том, что на расстояние  $L$  передвижения на легковом такси влияет большое количество случайных факторов.

Значение расстояния  $L$  одного передвижения составило в среднем за год для регулярных маршрутов 5,3 км; легковых автомобилей 6,3 км; легковых такси 11,1 км. (таблица 8).

При выборе вида транспорта пассажиры руководствуются расстоянием  $L$  передвижения. При передвижении на меньшие расстояния  $L$  пассажиры выбирают регулярные

маршруты. При передвижении на большие расстояния по индивидуальным маршрутам пассажиры предпочитают передвигаться на легковых автомобилях и легковых такси. Это можно объяснить тем что, передвижения на большие расстояния часто предполагает пе-

Таблица 5. Статистические характеристики расстояния  $L$  передвижений по регулярным маршрутам

Сезон	Мин. знач., км.	Макс. знач., км.	Сред. знач., км.
Лето	1,8	19,8	5,7
Осень	1,8	19,8	5,2
Зима	1,8	19,8	5,1
весна	1,8	19,8	5,2

Таблица 6. Статистические характеристики расстояния  $L$  передвижений на легковом автомобиле

Сезон	Мин. знач., км.	Макс. знач., км.	Сред. знач., км.
Лето	2	20	5,8
Осень	2	19,6	6,3
Зима	4	18,2	6,6
весна	4	19,6	6,3

Таблица 7. Статистические характеристики расстояния  $L$  передвижений на легковом такси

Сезон	Мин. знач., км.	Макс. знач., км.	Сред. знач., км.
Лето	4	18,2	11,2
Осень	4	18,2	11,3
Зима	4	18,2	10,8
Весна	4	18,2	11,2

Таблица 8. Расстояние  $L$  передвижений с учетом вида передвижений

Вид передвижения	по регулярным маршрутам, км/чел.	на легковых автомобилях, км/чел.	на легковых такси, км/чел.
Год	5,3	6,3	11,1
Лето	5,7	5,8	11,2
Осень	5,2	6,3	11,3
Зима	5,1	6,6	10,8
Весна	5,2	6,3	11,2

Таблица 9. Структура транспортной  $W$  работы

Сезон	Лето	Осень	Зима	Весна
Транспортная работа по регулярным маршрутам $W$ , пасс. км.	495,9	530,4	622,2	530,4
Транспортная работ, выполняемая легковыми автомобилям $W$ , пасс.км.	539,4	390,6	217,8	378
Транспортная работа, выполняемая легковыми такси $W$ , пасс.км.	100,8	169,5	259,2	179,2
$K_{д.з.в}$ , %	43,6	48,6	56,6	48,8

ресадку пассажиров на другие маршруты, а также передвижения пешим ходом после высадки на большие расстояния, что доставляет неудобства в передвижении.

Уровень транспортной работы определяет преимущества и особенности определенного вида транспорта и позволяет оценить и выбрать существующие и перспективные варианты транспортного обслуживания [6]. Структура транспортной работы по видам транспорта приведена в таблице 9.

Наибольшее значение уровня транспортной  $W_{з.рег.марш.}$  работы по регулярным маршрутам характерно для зимы и составляет 622,2 пасс.км. Наибольшее значение уровня транспортной  $W_{з.л.а.}$  работы легковых автомобилей – летом и составляет 539,4 пасс.км.; наименьшее – зимой (217,8 пасс.км.). Это может быть связано с уменьшением доли использования личного транспорта. Наибольшее значение уровня транспортной  $W_{з.л.т.}$  работы на легковом такси определено зимой и составляет 259,2 пасс.км. Однако, степень использования регулярных маршрутов выше степени использования других видов транспорта осенью, зимой и весной.

Значение динамического критерия  $K_{д.з.в}$  различно по сезонам года и составило: лето – 0,436; осень – 0,486; зима – 0,566; весна – 0,488.

Разработанные статистический критерий  $K_{д.з.}$  и динамический критерий  $K_{д.з.в}$  оценки доступности перевозок пассажиров по регулярным маршрутам отражают предпочтения потребителей в способах передвижений по регулярным и индивидуальным маршрутам

с учетом сезонов года и расстояния передвижения. Их установленные значения свидетельствуют о существенных резервах повы-

шения привлекательности передвижений по регулярным маршрутам.

27.02.2015

**Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания на проведение научно-исследовательской работы «Методология обеспечения качества эксплуатации автомобильного транспорта» (№ 1829 от 01.02.2014 г.).**

---

**Список литературы:**

1. Якунина, Н.В. Методология повышения качества перевозок пассажиров общественным автомобильным транспортом. Монография / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин.-Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – 289 с.
2. Шефтер, Я.И. Рекомендации по показателям временных минимальных стандартов транспортной подвижности населения в городах и качества услуг / Я.И. Шефтер, К.В. Трякин – М.: Транспорт, 2002. – 183 с.
3. Якунина Н.В., Технологические особенности модели организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом по маршрутам регулярных перевозок/ Н.В. Якунина // Грузовое и пассажирское автохозяйство, 2013. – №4.– С.70-74.
4. Рихтер, К.Ю. Статистические методы в транспортных исследованиях / К.Ю. Рихтер. – М.: Транспорт, 1982. – 72 с.
5. Якунин Н.Н., Нургалиева Д.Х. Транспортная подвижность населения в г. Оренбурге / Н.Н. Якунин, Д.Х. Нургалиева. – Вестник ОГУ №10 (171)/октябрь 2014, – 224 с.
6. Спирин, А. В. Повышение качества перевозки пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам совершенствованием организационно-функциональной структуры перевозчика: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / А.В. Спирин – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013.– 160с.

Сведения об авторах:

**Якунин Николай Николаевич**, заведующий кафедрой автомобильного транспорта транспортного факультета Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: Yakunin-N@yandex.ru

**Нургалиева Дина Халиловна**, ведущий инженер кафедры автомобильного транспорта транспортного факультета Оренбургского государственного университета, e-mail: nurgalieva\_dina7129@mail.ru

460000, г. Оренбург, пр-т Победы, 149, тел.: (3532) 912226