

ТРАНСПОРТНАЯ ПОДВИЖНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В Г. ОРЕНБУРГЕ

В работе приведены результаты исследования транспортной подвижности населения в городе Оренбурге. Методами анкетирования и математической статистики определены статистические характеристики основных показателей транспортной подвижности населения: количество и расстояния передвижений на различных видах транспорта и пешим ходом, транспортная работа. Полученные результаты могут быть применены для оптимизации маршрутной транспортной сети и определения технологических и структурных показателей общественного автомобильного транспорта.

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

Транспортная подвижность населения является одной из важнейших характеристик, знание которой позволяет обоснованно оценивать и рассчитывать потребность в транспортных средствах, обеспеченность населения услугами общественного транспорта, а также осуществлять мероприятия по улучшению транспортного обслуживания населения [1]. Количественной мерой транспортной подвижности является среднее количество поездок на транспорте, приходящееся в год на одного жителя (на душу населения).

Количество поездок на общественном пассажирском транспорте в год на душу населения в различных странах в среднем за период с 2005 по 2010 годы представлено на рисунке 1 [2].

Этот показатель существенно отличается в различных странах – от 237 поездок в Швейцарии до 21 поездки – в США. Такая разница в значительной степени определена уровнем развития других видов транспорта. Так, низкая подвижность на общественном пассажирском транспорте в США определена высоким уровнем владения населением личными автомобилями. Ближайшая к США страна по числу поездок на душу населения – Нидерланды – имеет 51 поездку в год, более чем в 2 раза большую, чем в США. Такой результат обусловлен большой интенсивностью велосипедных перемещений в стране, которые составляют 26 % от всех поездок.

В Канаде уровень использования общественного транспорта в два раза выше, чем в США, вероятно, из-за более удачных принципов регулирования городского пассажирского автомобильного транспорта, меньшего количества частных автомобилей, более высоких цен на топливо и большего уровня финансирования систем общественного транспорта.

В европейских странах доля использования населением общественного транспорта намного выше, чем в США, но есть значительные отличия. Проведённые исследования выявили следующие закономерности – большой спрос на общественный транспорт в Европе вызван высокой степенью урбанизации, более высокими ценами на топливо и покупку автомобиля, меньшей доступностью автомобильной парковки и большим количеством ограничений на использование автомобилей в городах [2].

Изучению вопросов определения транспортной подвижности населения уделяется внимание отечественными и зарубежными учеными. Состояние пассажирских перевозок рассматривается на основе следующих показателей: количество поездок на общественном транспорте на душу населения; соотношение поездок на общественном транспорте; расстояние поездки на общественном транспорте.

В работе [1] предложены методологические подходы к нормированию временных социально обусловленных минимальных нормативов транспортной подвижности населения в городах и рассмотрены вопросы, относящиеся к качеству предоставляемых пассажирам транспортных услуг. Однако в России до настоящего времени с учетом произошедших изменений этот вопрос остается малоизученным. В связи с этим актуальными являются исследования по совершенствованию методов определения транспортной подвижности населения.

Авторами разработана методика и проведено исследование транспортной подвижности населения на примере г. Оренбурга. Блок-схема методики представлена на рисунке 2. В качестве основного метода исследования было выбрано анкетирование, поскольку оно предостав-

ляет возможность охвата больших групп населения и отличается экономичностью [3]. Существенной особенностью анкетного опроса является опосредованный характер взаимодействия между исследователем и респондентом. Разработанная анкета содержит 27 вопросов с 5 вариантами ответа и позволяет выявить данные по расстоянию и количеству передвижений населения в рабочие и выходные дни по сезонам года. Анкета построена таким образом, что позволяет установить факторы, влияющие на выбор человеком определенного вида транспорта, а также как меняется в зависимости от сезона, социального положения, расстояния передвижения спрос на определенный вид передвижения. На рисунке 3 приведен пример анкеты.

Для расчета объема выборки n используется формула [4]:

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

где Z – коэффициент доверия, определяется по таблице критических точек нормального распределения (для уровня значимости 2,5% $Z = 1,96$);

N – генеральная совокупность (население г. Оренбурга в возрасте от 14 лет), $N = 425590$ чел. [2];

p и q – выборочные доли (в случае, когда наступление двух событий равновероятно, $p = q = 0,5$);

Δ – предельная ошибка репрезентативности (достоверности), $\Delta = 0,05$.

Для целей исследования расчётный объём выборки составил 384 человека.

Следующим этапом методики является непосредственно сбор данных, посредством анкетирования. Анкетирование проводилось для четырех возрастных групп (от 14 до 20 лет, от 20 до 40 лет, от 40 до 60 лет и старше 60 лет) мужского и женского пола различного социального положения (учащийся, работающий, временно неработающий, пенсионер) по четырем сезонам года. Для удобства работы с информацией данные из анкет сгруппированы и внесены в программу Excel.

В зависимости от расстояния передвижения L данные подверглись группировке по следующим признакам: при $L \leq 20$ км соответствует передвижению по городу; при $20 \text{ км} < L \leq 60 \text{ км}$ – передвижению по пригороду; при $L > 60 \text{ км}$ – передвижению по межгороду. Внутри каждой группы данные сгруппированы по способу передвижения: $L_{p.m}$ – расстояние передвижения на регулярных маршрутах (автобусах); $L_{л.а}$ – расстояние передвижения на личном легковом автомобиле; L_m – расстояние передвижения на легковом такси; $L_{пеш}$ – расстояние передвижения по городу пешим ходом. Для каждого вида передвижения определяется количество передвижений: $P_{p.m}$ – количество передвижений на регулярных маршрутах (автобусах); $P_{л.а}$ – количество передвижений на личном легковом автомобиле; P_m – количество передвижений на легковом такси; $P_{пеш}$ – количество передвижений по городу пешим ходом.

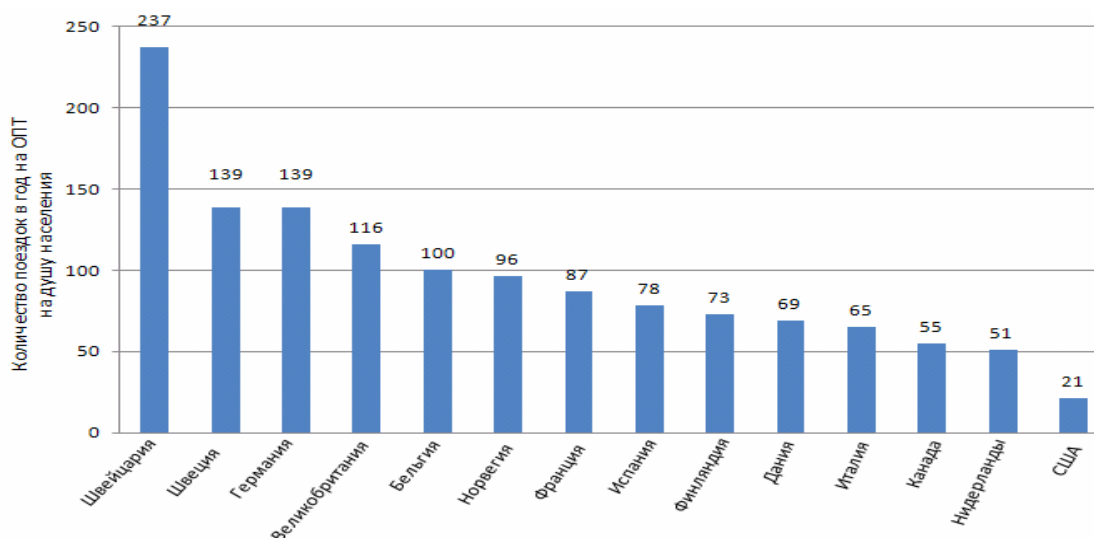


Рисунок 1. Количество поездок на общественном пассажирском транспорте (ОПТ) в год на душу населения в различных странах в среднем за период с 2005 по 2010 годы

От транспортной подвижности населения зависят размеры пассажирооборота – количества транспортной работы по обслуживанию пассажиров. Для каждого вида передвижений определяется транспортная работа W как от-

ношение суммы транспортной работы отдельных респондентов к общему их количеству. Значение транспортной работы W для отдельного респондента определяется как произведение расстояния одного передвижения (одной ездки)

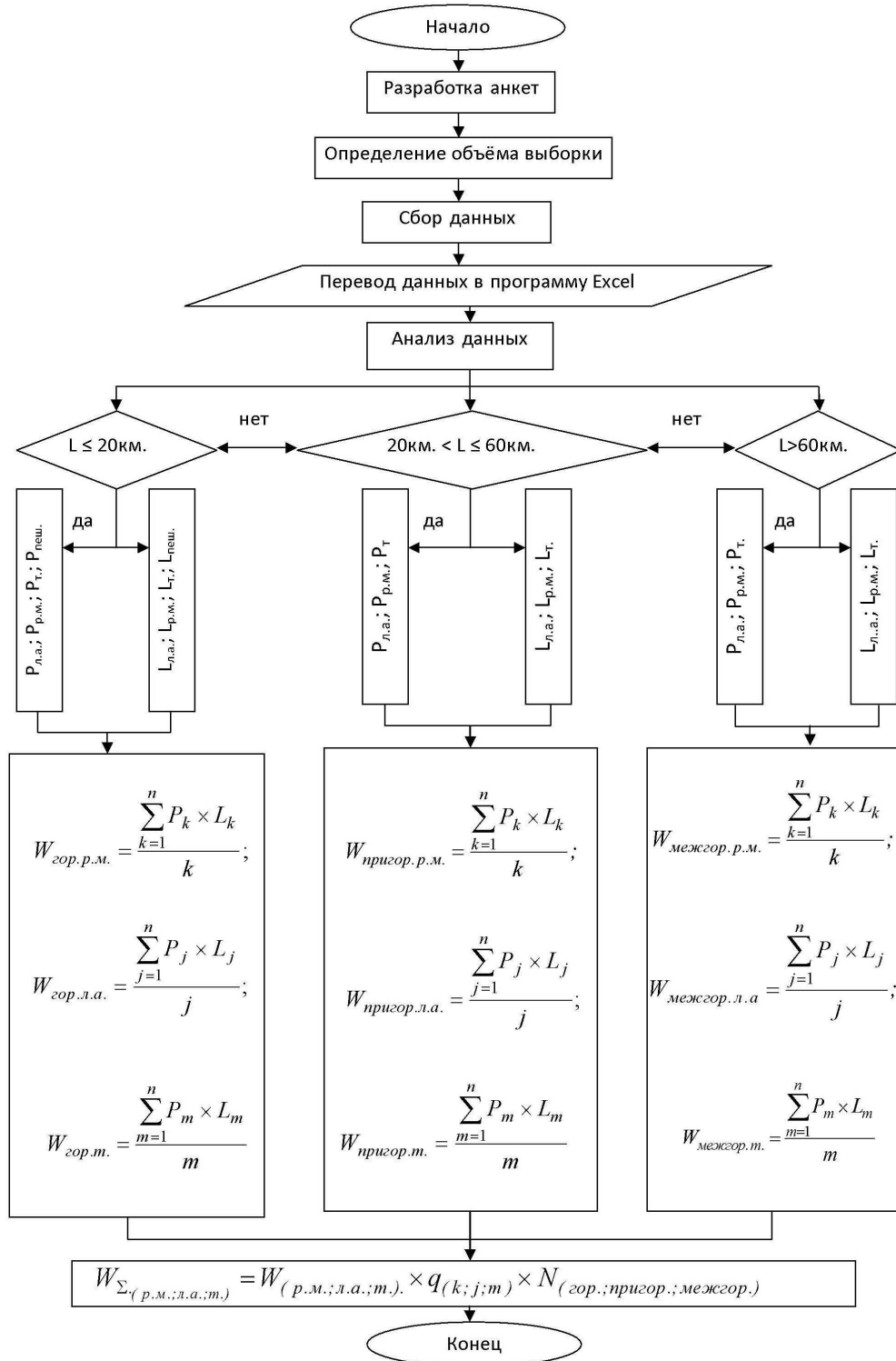


Рисунок 2. Блок-схема методики определения показателей транспортной подвижности населения

на количество передвижений в год на одного жителя [4].

Анализ данных производился в программе Statistica 6.0., и определил статистические характеристики [5] параметров P , L и W по видам передвижений. Итоговым этапом исследования является определение комплексного показателя транспортной работы W_{Σ} .

Из полученных результатов анализа данных следует, что распределение значений количества передвижений P подчиняется экспоненциальному закону (таблица 1):

$$F_x(P) = 1 - e^{-\lambda P}.$$

Установленный экспоненциальный закон распределения свидетельствует о том, что исследуемый параметр обусловлен незначительным количеством случайных факторов. Стоит отметить, что количество поездок в год

на душу населения в странах Европы и США не превышает 237. В г. Оренбурге этот показатель составляет 477. Такое положение, на наш взгляд, вызвано более высоким показателем легковых автомобилей в странах Европы и США по сравнению с аналогичным показателем в России.

Определены статистические характеристики расстояний одного передвижения L (таблица 2). Установлено, что L пешим ходом подчиняется экспоненциальному закону, а по регулярным маршрутам, на личном транспорте и такси – нормальному закону:

$$F(L) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(L-\bar{L})^2}{2\sigma^2}}.$$

Нормальный закон распределения свидетельствует о том, что на расстояние передвижения по регулярным маршрутам, на такси и лич-

Анкета

Исследование транспортной подвижности населения г. Оренбург

- | | |
|--|---|
| <p>1. Ваш возраст:</p> <p>а) до 20 лет в) 41-60 лет</p> <p>б) 20-40 лет г) старше 60</p> | <p>2. Пол:</p> <p>а) мужской</p> <p>б) женский</p> |
| <p>3. Социальное положение:</p> <p>а) учащийся в) временно неработающий</p> <p>б) работающий г) пенсионер</p> | |
| <p>4. Какое количество передвижений <u>за месяц</u> и на каком виде транспорта в <u>рабочие дни</u> Вы передвигаетесь <u>летом</u> (1 передвиж.=1 поездке):</p> <p>а) автобус - _____ передвижений</p> <p>б) личный автомобиль - _____ передвижений</p> <p>в) такси - _____ передвижений</p> <p>г) пешком - _____ передвижений</p> <p>д) другое _____ - _____ передвижений</p> | <p>5. Какое количество передвижений <u>за месяц</u> и на каком виде транспорта в <u>выходные дни</u> Вы передвигаетесь <u>летом</u> (1 передвиж.=1 поездке):</p> <p>а) автобус - _____ передвижений</p> <p>б) личный автомобиль - _____ передвижений</p> <p>в) такси - _____ передвижений</p> <p>г) пешком - _____ передвижений</p> <p>д) другое _____ - _____ передвижений</p> |
| <p>6. Укажите среднее расстояние одного Вашего передвижения <u>летом</u> в <u>рабочие дни</u> (1 км=2 остановкам) на выбранном(-ых) виде(-ах) транспорта:</p> <p>а) автобус - _____ км;</p> <p>б) личный автомобиль - _____ км;</p> <p>в) такси - _____ км;</p> <p>г) пешком - _____ км;</p> <p>д) другое _____ - _____ км.</p> | <p>7. Укажите среднее расстояние одного Вашего передвижения <u>летом</u> в <u>выходные дни</u> (1 км=2 остановкам) на выбранном(-ых) виде(-ах) транспорта:</p> <p>а) автобус - _____ км;</p> <p>б) личный автомобиль - _____ км;</p> <p>в) такси - _____ км;</p> <p>г) пешком - _____ км;</p> <p>д) другое _____ - _____ км.</p> |
| <p>8. Установите соотношение (соедин. линиями). С какой целью вы чаще всего совершаете передвижения (поездки) на выбранном виде транспорта в <u>рабочие дни летом</u>:</p> <p>а) автобус 1) трудовые</p> <p>б) личный автомобиль 2) бытовые</p> <p>в) такси 3) отдых</p> <p>г) пешком 4) другое _____</p> <p>д) другое _____</p> | <p>9. Установите соотношение (соедин. линиями). С какой целью вы чаще всего совершаете передвижения (поездки) на выбранном виде транспорта в <u>выходные дни летом</u>:</p> <p>а) автобус 1) трудовые</p> <p>б) личный автомобиль 2) бытовые</p> <p>в) такси 3) отдых</p> <p>г) пешком 4) другое _____</p> <p>д) другое _____</p> |

Рисунок 3. Анкета исследования транспортной подвижности населения

Таблица 1. Статистические характеристики количества передвижений

Вид передвижения	Мин. знач., ед.	Макс. знач., ед.	Сред. знач., ед.	Параметр λ
по регулярным маршрутам	18	1500	413	0,0024
на легковом автомобиле	12	1617	248	0,0040
на легковом такси	12	213	64	0,0156
пешим ходом	6	528	183	0,0055

Таблица 2. Статистические характеристики расстояния передвижений

Вид передвижения	Мин. знач., км.	Макс. знач., км.	Сред. знач., км.	Параметр закона распределения
по регулярным маршрутам	1,8	19,8	4,72	$\sigma = 3,55$
на легковом автомобиле	4,0	19,6	5,66	$\sigma = 4,07$
на легковом такси	4,0	18,2	11,22	$\sigma = 3,93$
пешим ходом	0,5	5,0	1,40	$\lambda = 0,71$

Таблица 3. Статистические характеристики транспортной работы на одного человека в год

Вид передвижения	Мин. знач., пасс. км.	Макс. знач., пасс. км.	Сред. знач., пасс. км.	Параметр λ
по регулярным маршрутам	32,4	30000	4655,4	0,000215
на легковом автомобиле	48,0	32340	3947,0	0,000253
на легковом такси	48,0	4260	1004,4	0,000996

ном автомобиле влияет большое количество случайных факторов.

Распределение значений транспортной работы W подчиняется экспоненциальному закону (таблица 3).

Уровень транспортной работы определяет преимущества и особенности определенного вида транспорта и позволяет оценить и выбрать существующие и перспективные варианты транспортного обслуживания [6].

Полученные результаты по показателям транспортной подвижности населения в г. Оренбурге носят комплексный характер и позволяют заключить следующее:

1) среднее расстояние одного передвижения на регулярных маршрутах составляет 4,72 км.; на легковом автомобиле – 5,66 км.; на легковом такси – 11,22 км.; пешим ходом – 1,4 км.;

2) среднее количество передвижений на регулярных маршрутах, приходящееся на одного жителя в год, составляет 413, или 45,5% в общем числе передвижений; на легковом автомобиле – 248, или 27,3%; на легковом такси – 64, или 7%; пешим ходом – 183, или 20,2%;

3) средние значения уровня транспортной работы в год на регулярных маршрутах составляют 4655 пасс.км или 48,5%; на легковом автомобиле – 3947 пасс.км или 41%; легковом такси – 1004 пасс.км или 10,5%.

Таким образом, разработанная методика и полученные уточненные значения показателей транспортной подвижности населения и транспортной работы в г. Оренбурге позволят определить технологические показатели организации транспортного процесса, прогнозировать необходимое число автобусов и такси, обеспеченность населения услугами общественного транспорта.

9.09.2014

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. 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.
2. Якунина, Н.В. Методология повышения качества перевозок пассажиров общественным автомобильным транспортом. Монография / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – 289с.
3. Качество пассажирских перевозок: Возможность исследования методами социологии / В.А. Гудков, Н.В. Дулина, Н.А. Овчар, М.М. Бочкарева. – Волгоград: ВолгГТУ, 2008. –163 с.
4. Спири́н, 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. Спири́н – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – 160с.
5. Рихтер, К.Ю. Статистические методы в транспортных исследованиях / К.Ю. Рихтер. – М.: Транспорт, 1982. – 72 с.
6. 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.

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

Нурғалиева Дина Халиловна, ведущий инженер кафедры автомобильного транспорта транспортного факультета Оренбургского государственного университета, магистрант,
e-mail: nurgalieva_dina7129@mail.ru

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 149, ауд. 10202, тел. (3532) 912226