

СОЦИОЛОГИЯ

УДК 656.072

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Сидорова Светлана Николаевна,
старший преподаватель, e-mail: sidorova-76@ya.ru

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия,
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация. В статье рассмотрена необходимость объективной оценки изменения уровня автомобилизации при различных вариантах развития города.

Для проведения исследований, были отписаны основные преимущества и недостатки каждого способа передвижения. Перемещения населения – одна из важных составляющих развития экономики и социальной культуры граждан. Особую роль здесь занимает общественный транспорт. Однако это не единственный способ передвижения – существуют такие конкуренты, как личные автомобили и передвижения пешком.

Перемещение пешком является экологически чистым, высокоманевренным, дешевым способом передвижения. Перемещение с помощью личного автомобиля является самым дорогим, однако предоставляет ряд дополнительных преимуществ. Использование общественного транспорта является наиболее распространенным способом передвижения в российских городах. По скорости передвижения этот вид транспорта значительно превосходит передвижения пешком, однако отстает от передвижения на личном автомобиле. Каждый человек, в зависимости от ситуации, выбирает тот или иной способ передвижения. Выбор зависит от множества факторов, человек сознательно или подсознательно оценивает выгоду от способа передвижения. В данной статье рассмотрены некоторые факторы, определяющие поведение пассажира. Исходя из этих факторов, человек делает оценку эффективности каждого из трех способов передвижения.

Проведенные исследования на примере города Кемерово показывают влияние основных показателей развития города на передвижение населения. Тенденции к повышению уровня жизни, увеличению дальности поездок, снижению скорости движения транспорта свойственны для многих российских городов, поэтому сделанные выводы показывают основные проблемы развития городов.

Устойчивый рост доходов населения способствует стремительному увеличению парка личных автомобилей, что неизбежно приводит к перегрузке городских улиц. Поэтому необходимо особое внимание обратить на развитие городского общественного транспорта.

Ключевые слова: пассажирский транспорт, улично-дорожная сеть, остановочный пункт, маршрут, подвижность населения, личный автомобиль.

Введение

Перемещения населения – одна из важных составляющих развития экономики и социальной культуры граждан. Особую роль здесь занимает общественный транспорт. Однако это не единственный способ передвижения – существуют такие конкуренты, как личные автомобили и передвижения пешком.

Для эффективной организации работы общественного транспорта необходимо исследовать влияние различных факторов на выбор способа передвижения в городе. Это позволит спрогнозировать поведение жителей и наилучшим образом удовлетворить потребности населения в передвижениях.

Исследованиями в данной области (Travel Demand Management, Travel Mode Choice) занимаются западные специалисты, проводящие об-

работку статистической информации о передвижениях населения. Однако подобные исследования требуют проведения анкетирования тысяч семей даже для небольшого города [2]. Поэтому в данной работе рассмотрен подход, при котором анализируются общие показатели развития города.

Для проведения исследований опишем основные преимущества и недостатки каждого способа передвижений. Перемещение пешком является экологически чистым, высокоманевренным, дешевым способом передвижения и, к тому же, полезным для здоровья. Однако в крупных городах, где зачастую расстояния передвижений превышают десятки километров, этот способ передвижения становится неприемлемым, так как требует больших затрат времени и физических сил, а эти два фактора очень важны для городского жителя.

Перемещение с помощью личного автомобиля

является самым дорогим, однако предоставляет ряд дополнительных преимуществ - большая, чем у общественного транспорта, маневренность, высокая скорость перемещения, комфортность и т.д. Поэтому этот вид транспорта наиболее интенсивно развивается. Но автомобили являются главным источником экологических проблем городов. К тому же возрастающий поток транспорта снижает скорость перемещения и, соответственно, эффективность использования автомобилей.

Использование общественного транспорта является наиболее распространенным способом перемещения в российских городах. Это объясняется, в первую очередь, невысоким уровнем дохода российских граждан. По скорости перемещения этот вид транспорта значительно превосходит передвижения пешком, однако отстает от передвижения на личном автомобиле. Стоимость проезда ниже, чем при использовании автомобиля. Экологический ущерб от перемещения населения на общественном транспорте значительно ниже, чем от легковых автомобилей. Минусом является то, что общественный транспорт перемещается между остановочными пунктами, поэтому требуются дополнительные затраты времени на подход к остановочным пунктам и ожидание маршрутного транспорта [1].

Каждый человек, в зависимости от ситуации, выбирает тот или иной способ перемещения. Выбор зависит от множества факторов, человек сознательно или подсознательно оценивает выгоду от способа перемещения. Ниже рассмотрены следующие факторы, определяющие поведение пассажира:

- скорость передвижения пешехода;
- скорость передвижения с помощью легкового автомобиля;
- скорость движения общественного транспорта;
- стоимость одного километра пробега легкового автомобиля;
- стоимость проезда на общественном транспорте;
- время подхода к остановочному пункту общественного транспорта;
- время ожидания общественного транспорта на остановочном пункте;
- важность перемещения (стоимость времени);
- расстояние перемещения.

Исходя из этих факторов, человек делает оценку эффективности каждого из трех способов перемещения. Для того чтобы построить математическую модель, необходимо пожертвовать некоторыми зависимостями (особенно если их невозможно достоверно получить из практики).

Математическая постановка задачи

Для того чтобы описать перемещение населения города, для большинства параметров используют средние значения. Основные параметры, которые определяют выбор человека – стоимость времени и дальность поездки – зададим с помо-

щью одномерных распределений.

Таким образом, в данной статье используется математическая модель, описывающая распределение населения по способам перемещений [3].

Основные параметры модели:

v_p – средняя скорость перемещения пешехода;

v_a – средняя скорость перемещения с помощью легкового автомобиля;

v_r – средняя скорость передвижения на общественном транспорте;

c_a – средняя стоимость 1 километра пробега легкового автомобиля;

c_r – средняя стоимость проезда на общественном транспорте;

t_s – среднее время подхода к остановке общественного транспорта.

t_w – среднее время ожидания общественного транспорта на остановочном пункте.

Наиболее важными параметрами, влияющими на выбор способа перемещения, являются: стоимость времени человека и расстояние перемещения.

Выбор населением способа передвижения только на основе уровня доходов:

Доля передвижений автобусами

$$F\left(\frac{(c_a - c_r)v_r v_a}{v_a - v_r}\right) - F\left(\frac{c_r v_r v_p}{v_r - v_p}\right)$$

Доля передвижений автомобилями

$$1 - F\left(\frac{(c_a - c_r)v_r v_a}{v_a - v_r}\right)$$

При некоторой стоимости проезда автобус вообще не выгоден.

В последние годы значительно выросла инфраструктура, производится застройка новых жилых районов, изменения наблюдаются и в структуре улично-дорожной сети. Устойчивый рост доходов населения способствует стремительному увеличению парка личных автомобилей, что неизбежно приводит к перегрузке городских улиц. Поэтому необходимо особое внимание обратить на развитие городского общественного транспорта. Использование данной модели позволяет оценить поведение жителей города Кемерово при выборе способа перемещения. Для этого опишем следующие основные параметры:

- средняя скорость пешехода по прямой в городе – $v_p = 4.6$ км/ч [1];

- средняя скорость движения автомобиля по прямой в городе – $v_a = 40$ км/ч, вследствие того, что существует ограничение скоростного режима до 60 км/ч, а также необходимо учитывать задержки на перекрестках и высокую плотность транспортного потока;

- средняя скорость передвижения на общественном транспорте по прямой в городе (данные, полученные в Управлении Единого Заказчика Транспортных Услуг г. Кемерово) – $v_r = 20$ км/ч;

- средняя стоимость 1 км пробега автомобиля

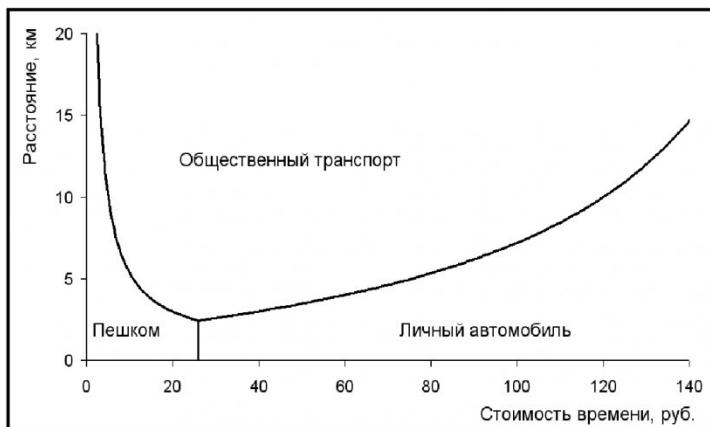


Рис. 1. Распределение по видам перемещений в зависимости от стоимости времени и расстояния

(учитывает транспортные расходы: затраты на топливо, на смазочные материалы, на ТО и ТР, на амортизацию; расходы на обязательное страхование транспортного средства) – $c_a = 5$ руб. на км;

- стоимость проезда на общественном транспорте, основу которого составляют маршрутные такси – $c_r = 17$ руб.;

- среднее время ожидания общественного транспорта на остановочном пункте (определенено на основании существующих интервалов движения общественного транспорта, полученных в УЕЗТУ города Кемерово) – $t_w = 6$ минут;

- среднее время подхода к пункту остановки общественного транспорта (среднее расстояние между остановочными пунктами в городе 700 метров, человек в среднем проходит половину этого пути) – $t_s = 3$ минуты;

- распределение стоимости времени населения – $F(x) = E_2(x)$ – распределение Эрланга 2-го порядка, со средним 40 рублей в час;

- распределение расстояния перемещения – $G(s) = E_1(x)$ – функция распределения длины перемещения со средним $\bar{s} = 4$ км.

На графике видно, что перемещение пешком используется при небольших расстояниях и стоимости времени, индивидуальный автомобиль выгоден на относительно небольших расстояниях и при высокой стоимости времени. Чтобы рассчитать долю каждого из способов перемещения, необходимо проинтегрировать двумерную функцию распределения по указанным на графике областям [11].

Общий вид формул, расчета доли каждого способа перемещений:

Пешком:

$$\bar{s}F(\beta) - \int_0^{\beta} (s_p(x) + \bar{s}) \exp\left\{-\frac{s_p(x)}{\bar{s}}\right\} f(x) dx$$

На личном автомобиле:

$$\bar{s}[1 - F(\beta)] - \int_{\beta}^{x_a} (s_a(x) + \bar{s}) \exp\left\{-\frac{s_a(x)}{\bar{s}}\right\} f(x) dx$$

На общественном транспорте:

$$\begin{aligned} & \int_0^{\beta} (s_p(x) + \bar{s}) \exp\left\{-\frac{s_p(x)}{\bar{s}}\right\} f(x) dx + \\ & + \int_{\beta}^{x_a} (s_a(x) + \bar{s}) \exp\left\{-\frac{s_a(x)}{\bar{s}}\right\} f(x) dx \end{aligned}$$

Используя какую-либо формулу численного интегрирования (например, формулу прямоугольников с центральным узлом), можно рассчитать доли каждого способа перемещения при изменении основных параметров развития города.

Проведенные исследования показывают влияние основных показателей развития города на передвижение населения. Тенденции к повышению уровня жизни, увеличению дальности поездок, снижению скорости движения транспорта свойственны для многих российских городов и сделанные выводы показывают основные проблемы развития городов.

В заключение отметим, что построенная модель распределения населения по способам перемещений позволяет провести оценку конкурентной способности общественного транспорта в городской среде. Конкурентным преимуществом данного вида транспорта может послужить способность перевести большее количество людей на одном транспортном средстве, причиняя меньший экологический ущерб, чем при перевозке автомобилем. Обеспечить большую скорость движения общественного транспорта по сравнению с автомобилем, можно применяя системы приоритетного движения на перекрестках и улицах города.

Выводы

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о неуклонном росте автомобилизации в российских городах, который будет продолжаться и в ближайшем будущем. Повышение интенсивности движения и рост объемов перевозок приведут к ухудшению условий движения в городах. Поэтому необходимо опережающими темпами заниматься оптимизацией улично-дорожных и транспортных сетей.

Возможное обобщение данной модели заклю-

чается в добавлении следующих параметров: время и стоимость парковки автомобиля, коэффициенты «не прямолинейности» пути автомобиля и

общественного транспорта, расстояние от места проживания человека до места постоянной парковки автомобиля и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бачурин, А.А. Планирование и прогнозирование деятельности автотранспортных организаций: учеб.пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 272 с.
2. Будрина, Е.В., Логинова Н.А. Механизм управления системой городского пассажирского транспорта // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 3–4. – С. 30–33.
3. Ведьмокин, А. В. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта / А. В. Ведьмокин, В. А. Гудков, А. В. Куликов, А. А. Сериков. – Волгоград: Волгоград. техн. ун-т, 2002.-256 с.
4. Гончаренко, А. Б. Анализ двух моделей движения населения / А. Б. Гончаренко, В. Т. Жуков // Институт прикладной математики. – 2005. - №3. – с. 1-31.
5. Гудков В. А. Качество пассажирских перевозок: возможность исследования методами социологии: учеб. пособие [Текст] / В. А. Гудков [и др.]. – Волгоград: ВолгГТУ, 2008. – 163 с.
6. Жуков, И. А. Системы перевозки пассажиров с пересадками / И. А. Жуков, М. Е. Корягин // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2008. - №9. – с. 23-26.
7. Зенгбуш, М. В. Пассажиропотоки в городах / М. В. Земгбуш, А. Ю. Белинский, А. Г. Дынкин; Под ред. М. С. Фишелосон. – М.: Транспорт, 1974.- 137 с.
8. Исик, Л. В. Альтернативные сети: город и пассажиры / Л. В. Исик // Мир транспорта. – 2008.– № 4. – с. 94–99.
9. Коробов, С.А. Совершенствование пассажиро-перевозок на основе выбора рациональной структуры внутригородских перемещений / С.А. Коробов // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Тюмень, 2009. – 23 с.
10. Корягин М.Е. Конкуренция потоков общественного транспорта / М.Е. Корягин // Автоматика и телемеханика, 2008. – № 8. – С. 120-130.
11. Корягин М.Е. Распределение городского населения по способам перемещений / М.Е. Корягин, С. Н. Сидорова // Вестн. Том. Ун-та. Сер. Математика. Кибернетика. Информатика,Приложение «Информационные технологии и математические моделирование». – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. – № 8. – С. 120–130.
12. Корягин М. Е. Равновесные модели системы городского пассажирского транспорта в условиях конфликта интересов / М. Е. Корягин. – Новосибирск: Наука, 2011. – 140 с.
- 13.Курганов, В.М. Логистика. Управление автомобильными перевозками. Практический опыт / В.М. Курганов // М.: Книжный мир, 2007. – 448 с.
14. Лопатин А. П. Моделирование перевозочного процесса на городском пассажирском транспорте / А. П. Лопатин. – М. : Транспорт, 1985. – 200 с.
15. Михайлов, А. С. Управление рынком перемещений городского населения / А. С. Михайлов. – Алматы : Гылым, 2003. – 238 с.
16. Семенова О. С. Оптимизация потоков общественного транспорта в городской среде / М. Е. Корягин, О. С. Семенова // Вопр. современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2008. – Т. 1 (11). – с. 70-79.
17. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / И. В. Спирин. – 5-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2010. – 400 с.
18. Шавыраа Ч.Д. Разработка методики организации обслуживания населения автобусным транспортом в малых городах / Ч.Д. Шавыраа // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. – Санкт - Петербург, 2009. – 16 с.

Поступило в редакцию 25.05.2015

UDC 656.072

THE RATIONALE FOR TRAVEL MODE CHOICE MADE BY URBAN POPULATION

Sidorova Svetlana N. ,
senior teacher, e-mail: sidorova-76@yandex.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract. The article considers the necessity of objective assessment of the population-to-vehicle ratio under various scenarios of urban development.

Population movement is an essential component of economic development and social culture, in which public transport plays a vital role. Public transport is the most common travel mode in Russian cities. However, it has to compete with travelling by passenger car and travelling on foot.

To conduct the research prime advantages and disadvantages of these transportation modes were described.

Travelling on foot is environmentally friendly, highly maneuverable and cheap. Travelling by a passenger car is more expensive but it can offer some extra benefits. Public transport is considerably faster than travelling on foot, but it is not as fast as a passenger car. Depending on the situation every person chooses one travel mode or another weighing all possible gains consciously or unconsciously. Many factors, some of which are described in the given article, influence the mode choice and determine passenger's behaviour.

The conducted research illustrates how basic urban development indicators influence the population movement, using Kemerovo as an example. Tendencies to rise in the standards of living, increase in travel distance and decrease in transport speed can be observed in many Russian cities, so the conclusions drawn by the researcher emphasize one of the key urban problems.

Steady growth in the population's incomes brings along further increase in car fleet which inevitably results in traffic congestion. Therefore, special attention should be paid to the promotion and development of urban public transport.

Keywords: passenger transport, road network, bus station, route, urban population mobility, passenger car.

REFERENCES

1. Bachurin A.A. Planirovanie i prognozirovaniye deiatel'nosti avtotransportnykh organizatsii [Planning and forecasting of activity trucking organizations: proc.allowance]: ucheb.posobie. Moscow.: Izdatel'skii tsentr «Akademiiia», 2011. 272 p. (rus)
2. Budrina E.V., Loginova N.A. Mekhanizm upravleniya sistemoi gorodskogo passazhirskogo transporta [The mechanism of management system of urban passenger transport] / Transport Rossiiskoi Federatsii. 2012. # 3–4. Pp. 30–33. (rus)
3. Ved'mozhin A. V. Effektivnost' gorodskogo passazhirskogo obshchestvennogo transporta [The effectiveness of urban public passenger transport] / A. V. Vel'mozhin, V. A. Gudkov, A. V. Kulikov, A. A. Serikov. Volgograd: Volgograd. tekhn. un-t, 2002. 256 p. (rus)
4. Goncharenko A. B. Analiz dvukh modelei dvizheniya naseleniya [Analysis of two models of population movement] / A. B. Goncharenko, V. T. Zhukov / Institut prikladnoi matematiki. 2005. # 3. Pp. 1-31. (rus)
5. Gudkov V. A. Kachestvo passazhirskikh perevozok: vozmozhnost' issledovaniya metodami sotsiologii [The quality of passenger transportation: an opportunity to research methods of sociology]: ucheb. posobie [Tekst] / V. A. Gudkov [i dr.]. Volgograd: Volg GTU, 2008. 163 p. (rus)
6. Zhukov I. A. Sistemy perevozki passazhirov s peresadkami [System of transport of passengers with transfers] / I. A. Zhukov, M. E. Koriagin // Gruzovoe i passazhirskoe avtokhoziaistvo. 2008. # 9. Pp. 23-26. (rus)
7. Zengbush M. V. Passazhiropotoki v gorodakh [Passenger traffic in the cities] / Moscow. V. Zemgbush, A. Iu. Belinskii, A. G. Dynkin; Pod red. M. S. Fisheloson. Moscow: Transport, 1974. 137 p. (rus)
8. Isik L. V. Al'ternativnye seti: gorod i passazhiры [Alternative networks: the city and passengers] / L. V. Isik / Mir transporta. 2008. # 4. 94 p. (rus)
9. Korobov S.A. Sovremenstvovanie passazhiroperevozok na osnove vybora ratsional'noi struktury vnutrigorodskikh peremeshchenii [Improvement of passenger transportation on the basis of a choice of rational structure of intra-urban displacement] / S.A. Korobov / Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi ste- peni kandidata tekhnicheskikh nauk. Tiumen, 2009. 23 p. (rus)
10. Koriagin M.E. Konkurentsiya potokov obshchestvennogo transporta [Competition public transport streams] / M.E. Koriagin / Avtomatika i telemekhanika, 2008. # 8. Pp. 120-130. (rus)
11. Koriagin M.E. Raspredelenie gorodskogo naseleniya po sposobam peremeshchenii [Distribution of urban population by means of displacement] / M.E. Koriagin, S. N. Sidorova / Vestnik. Tomsk University. Section Matematika. Kibernetika. Informatika. Prilozhenie «Informatsionnye tekhnologii i matematicheskie modelirovaniye». Tomsk: Publisher Tomsk University, 2006. # 8. Pp. 120–130. (rus)
12. Koriagin M. E. Ravnovesnye modeli sistemy gorodskogo passazhirskogo transporta v usloviiakh konflikta interesov [Equilibrium models of urban passenger transport systems in conflict of interests] / M. E. Koriagin. Novosibirsk: Nauka, 2011. 140 p. (rus)
13. Kurganov V.M. Logistika. Upravlenie avtomobil'nymi perevozkami. Prakticheskii opyt [Logistics. Department of road transport. Practical experience] / V.M. Kurganov / Moscow: Knizhnyi mir, 2007. 448 p. (rus)
14. Lopatin A. P. Modelirovaniye perevozochnogo protsessa na gorodskom passazhirskom transporte [Modeling of the transport process on public passenger transport] / A. P. Lopatin. Moscow. : Transport, 1985. 200 p. (rus)
15. Mikhailov A. S. Upravlenie rynkom peremeshchenii gorodskogo naseleniya [Management of market movements of the urban population] / A. S. Mikhailov. Almaty : Gylym, 2003. 238 p. (rus)
16. Semenova O. S. Optimizatsiya potokov obshchestvennogo transporta v gorodskoi srede [Optimization of flows of public transport in the urban environment] / M. E. Koriagin, O. S. Semenova / Vopr. sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. 2008. T. 1 (11). Pp. 70-79. (rus)
17. Spirin, I. V. Organizatsiya i upravlenie passazhirskimi avtomobil'nymi perevozkami [Organization and management of passenger road transport] [Tekst] / I. V. Spirin. 5-e izd., pererab. Moscow. : Akademiiia, 2010. 400 p. (rus)
18. Shavyra Ch.D. Razrabotka metodiki organizatsii obsluzhivaniya naseleniya avtobusnym transportom v malykh gorodakh [Development of methods of population service bus transport in small towns] / Ch.D. Shavyra / Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni candidate of technical sciens. Sankt - Peterburg, 2009. 16 p. (rus)

Received 25 May 2015