



М. И. Шаров¹, О. А. Лебедева²

¹ Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

² Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, Российская Федерация

Дата поступления: 16 марта 2019 г.

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ЗОНИРОВАНИЯ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Аннотация. Повышение транспортной доступности позволит улучшить эффективность работы маршрутной сети, что приведет к сокращению общих транспортных расходов и позволит реализовать другие задачи планирования. Конкурентные свойства городского общественного транспорта могут быть усилены путем повышения эффективности оперативного управления и качества транспортного планирования. Транспортное зонирование и индексы доступности используют для решения задач в рамках моделирования транспортной сети и ее оптимизации. В процессе выполнения данной работы были систематизированы данные о транспортной доступности; выполнен расчет временных затрат; проведена оценка транспортной доступности по зонам города; получена зависимость стоимости квадратного метра от временных затрат на передвижение. Выявлены правила, которых необходимо придерживаться, проводя транспортное зонирование, индексы, которые необходимо учитывать при оценке транспортной доступности, чем больше данных имеется, тем выше качество проведенного исследования. При оценке влияния транспортной доступности на стоимость жилья важно обращать внимание на удаленность от центральной части города; близость транспортных магистралей; систему подъездных путей; близость остановочных пунктов общественного транспорта с большим количеством маршрутов, связывающих разные зоны. Предложен вариант проведения процесса зонирования на примере г. Ангарска, обоснована достоверность полученных результатов, которая подтверждена общепринятыми статистическими критериями. В заключении отмечено, что повышение уровня транспортной доступности территории является одним из ключевых факторов экономического роста. Наличие инструментов, позволяющих проводить детальную и точную оценку доступности, является сейчас одним из важнейших научных исследований в рамках транспортного планирования.

Ключевые слова: планирование транспортной сети, транспортная доступность, оптимизация, зависимость, транспортная инфраструктура.

М. I. Sharov¹, O. A. Lebedeva²

¹ Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

² Angarsk State Technical University, Angarsk, Russian Federation

Received: March 16, 2019

THE IMPACT OF TRANSPORT ZONING ON THE CITY ROUTE NETWORK FUNCTIONING

Abstract. Enhancing transport accessibility will improve the efficiency of the route network, which will result in the reduction of overall transport costs and will make it possible to implement other planning tasks. The competitive properties of urban public transport can be enhanced by improving the operational management efficiency and the transport planning quality. Transport zoning and accessibility indices are used to solve problems within the framework of transport network modeling and its optimization. In the process of performing this work, data on transport accessibility were systematized; the calculation of time costs was performed; assessment of transport accessibility by city zones; the dependence of the cost per square meter on the time spent on movement. The rules were identified that must be followed when conducting transport zoning, indices that must be considered when assessing transport accessibility. The more data is available, the higher the quality of the study is. When assessing the impact of transport accessibility on housing prices, it is important to pay attention to the distance from the central part of the city, the proximity of highways, the system of approach roads; proximity to public transport stops with a large number of routes connecting different zones. A variant of the process of zoning is proposed by the example of the city of Angarsk. The reliability of the results obtained is substantiated, which is confirmed by generally accepted statistical criteria. In conclusion, it should be noted that the increase in the level of transport accessibility of the territory is one of the key factors of economic growth. The availability of tools that allow for detailed and accurate accessibility assessment is now one of the most important research studies in transport planning.

Keywords: transport network planning, transport accessibility, optimization, dependency, transport infrastructure.

Введение

Повышение привлекательности городского пассажирского транспорта путем оценки транспортной доступности является актуальной задачей, решение которой позволит эффективнее орга-

низовать работу транспортной сети. О проблемах транспортной доступности опубликовано множество научных работ в связи актуальностью проблематики [1–3].



Под определением транспортной доступности понимается полные затраты времени на передвижение. Предлагаются различные варианты повышения транспортной доступности [4–10], но не разработаны меры, направленные непосредственно на решение этой задачи

Основываясь на базовом определении, можно отметить, что существует порог транспортной доступности. В соответствии с ним транспортные расходы составляют от 10 % до 32,5 % дохода. При таком варианте транспортная доступность считается удовлетворительной. Каждая страна/регион имеет различные пороговые значения транспортной доступности, что связано с развитием экономической ситуации.

Основная часть

Существуют различные подходы к оценке транспортной доступности. Одним из вариантов является определение индексов доступности. Рассмотрим некоторые из них. Одиночные, произвольные индексы доступности на основе выбранного ориентира. Эти индексы демонстрируют зависимость транспортных расходов относительно доходов и учитывают минимальную заработную плату, установленную для регионов или страны. В таких случаях, целью обычно является определение доступности для регионов с низким доходом. В практике чаще всего используется вариант, когда транспортные расходы не должны превышать порог 10 % от дохода. Этот нормативный подход, кстати, стал стандартом во многих странах.

Индекс доступности оценивается с использованием уравнений (1), (2):

$$A_{ff} = \frac{E_{pt}}{Y} \times 100, \quad (1)$$

где E_{pt} – ежемесячные расходы на общественный транспорт; Y – ежемесячный доход семьи;

$$A_{ff} = \frac{50 \times p}{Y_{min}} \times 100 \quad (2)$$

где p – проезд на общественном транспорте; Y_{min} – минимальная заработная плата. Минимальная заработная плата учитывается для более глубокого анализа доступности в регионах с низким доходом. Индекс доступности включает 50 поездок на общественном транспорте относительно дохода. Основываясь на концепции фиксированного количества ежемесячных поездок, предлагается принимать транспортные расходы как треть (33 %) от минимальной заработной платы [11–15].

Для того чтобы узнать, какая доля общих расходов приходится на транспорт «Blumenberg» принимал в расчет все возникающие расходы.

Индекс доступности «Blumenberg» оценивается с использованием уравнения (3):

$$A_{ff} = \frac{E_t}{H_e}, \quad (3)$$

где E_t – ежемесячные транспортные расходы на все виды транспорта; H_e – ежемесячные расходы семьи.

Исследования «Blumenberg» (2003) – сравнение транспортной доступности в районах с низким и высоким доходом, с целью оценки транспортных расходов в разных странах / регионах. Недостатками отдельных индексов доступности можно считать, что проведение исследований в районах/регионах с разными уровнями доходов может давать противоречивые результаты. Например, в Америке население с низким уровнем дохода чаще пользуется индивидуальным транспортом, эта выявленная закономерность свойственна только этой стране. В других странах население с низким уровнем доходов чаще использует – общественный транспорт.

Многокритериальные показатели доступности, учитывают синтезированные и факторы способные измерять транспортную доступность альтернативными способами [16–21]. В развивающихся странах предлагается использовать фиксированную корзину поездок для расчета индекса доступности.

Индекс доступности в этом случае представляет собой среднюю стоимость проезда в общественном транспорте за определенную продолжительность поездки и предполагаемое минимальное количество ежемесячных поездок.

Индекс доступности, используемый «Carruthers» (предполагает, что работнику требуется пакет из 60 поездок на общественном транспорте в месяц):

$$A_{ff} = \frac{60 \times p}{Y_{pc}^{avg}} \times 100,$$

где p – проезд в общественном транспорте; Y_{pc}^{avg} – средний доход на душу населения.

Для качественной оценки транспортной доступности необходимы и другие инструменты, так как использование только индексов доступности является недопустимым.

Одним из важных инструментов при оценке транспортной доступности является транспортное зонирование. Транспортное зонирование – это способ разделения городской территории в зависимости от поставленных целей. Для его проведения необходимы следующие данные:

– численность населения каждого транспортного района;



- картографический материал;
- размещение основных объектов городской сети (промышленно-производственные объекты, жилые массивы, места приложения труда, объекты социально-культурного назначения);
- перечень улиц и характеристика проезжей части, полученные от коммунальных и дорожных организаций;
- схемы организации движения на улично-дорожной сети (УДС);
- доступность землепользования;
- транспортные расходы;
- транспортно-эксплуатационные показатели.

Транспортное зонирование имеет две основные характеристики: количество зон, на которые может быть разделена территория, и их размерность, чем больше зон, тем меньше их размер. При проведении обследования количество зон выбирается в зависимости от целей исследования и требуемой точности результатов.

При выполнении транспортного зонирования следует придерживаться следующих правил:

1. Необходимо учитывать транспортную и пешеходную доступность территории в пределах зоны.
2. При определении границ зоны необходи-

мо совмещать выбор с административными границами (если такие имеются). В таком варианте возможно использование имеющейся статистической информации.

3. Выбор зон должен происходить с учетом территорий одного назначения (жилого, промышленного, рекреационного).

Транспортное зонирование необходимая процедура для моделирования сети. При выборе зон необходимо ориентироваться на приведенные правила и находить компромисс между временными затратами и уровнем детализации.

В работе для решения поставленных задач выбираем зоны таким образом, чтобы застройка покрывала достаточно большую площадь, например, несколько жилых кварталов / микрорайонов. При разделении на зоны стараемся учитывать тип застройки (районы с крупногабаритным жилым фондом, районы с двух- и трехэтажной застройкой с деревянными перекрытиями, одноэтажная застройка) (рис. 1)

Одним из возможных приемов обработки данных, полученных в рамках исследования, является расчет восстановления матрицы временных затрат, который позволит определить транспорт-

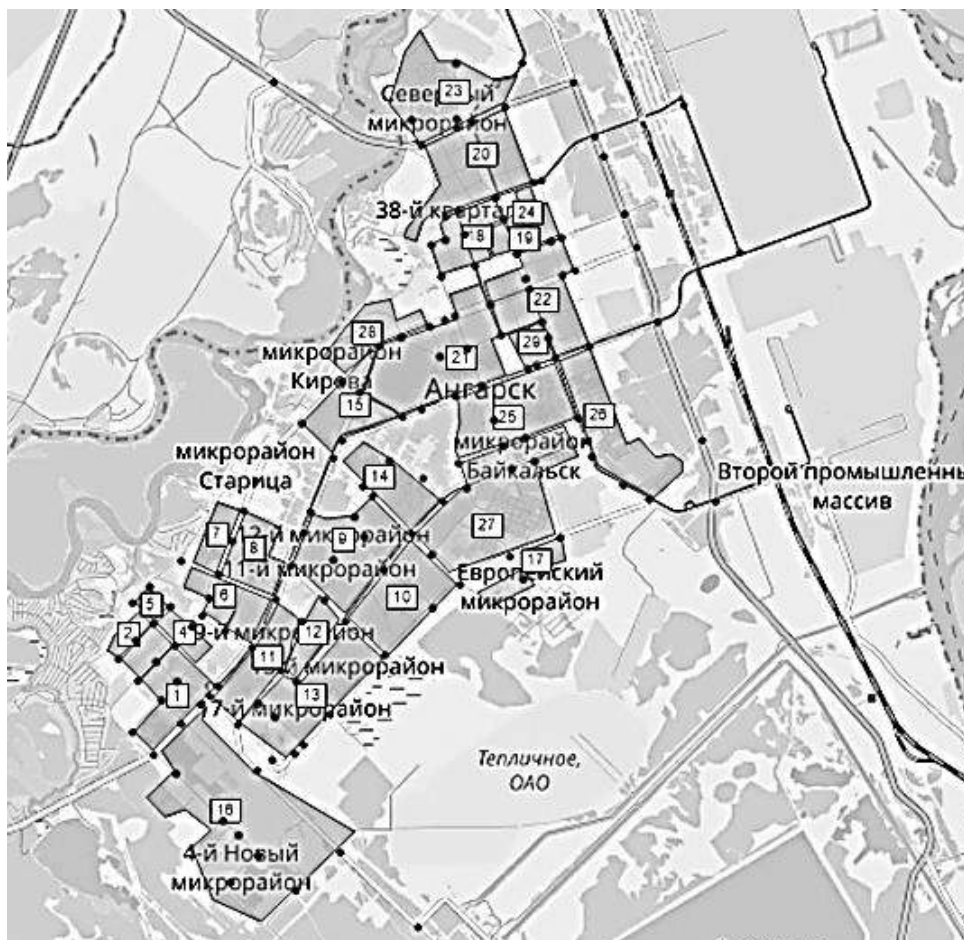


Рис. 1. Зонирование на примере г. Ангарска



ную доступность районов города.

Далее проведем анализ по каждой зоне в отдельности и получим средние временные затраты на передвижения по зоне (табл. 1).

Были выделены следующие группы: высокая доступность (до 14 мин.); средняя доступность (14–17 мин.); низкая доступность (свыше 17 мин.).

В результате обследования можно сделать следующий вывод: наиболее низкую доступность имеют зоны № 13, 19, 20, 23, 24; средняя доступность у зон № 1–5, 11, 12, 18, 22, 28; высокая доступность у зон № 6–10, 14–17, 21, 25–27, 29.

Средние временные затраты на передвижения по зонам

Номер зоны	Средние временные затраты на передвижение, мин.
1	16,0
2	16,6
3	15,5
4	16,6
5	15,8
6	13,6
7	13,4
8	12,2
9	13,7
10	11,3
11	16,0
12	15,9
13	17,1
14	10,0
15	10,2
16	11,6
17	11,0
18	16,3
19	17,6
20	19,6
21	13,6
22	16,6
23	21,1
24	18,9
25	11,8
26	13,9
27	11,9
28	15,7
29	10,1

Затраты времени в городах с населением 227 тыс. чел. на передвижение от места проживания до работы в соответствии с нормативным показателем не должны превышать 35 мин. [10].

Полученные данные позволяют провести оценку влияния транспортной доступности на стоимость 1 м² жилых помещений. Альтернативных вариантов определения связи транспортной доступности со стоимостью квадратного метра практически не существует, так как это один из основных параметров формирования стоимости жилья. Проанализировав рынок недвижимости г. Ангарска путем обзора стоимости жилья на сайтах avito.ru и domclick.ru, которые на данный момент являются одними из самых популярных электронных площадок для продажи жилья, была получена средняя стоимость 1 м² в новостройках и на вторичном рынке (рис. 2).

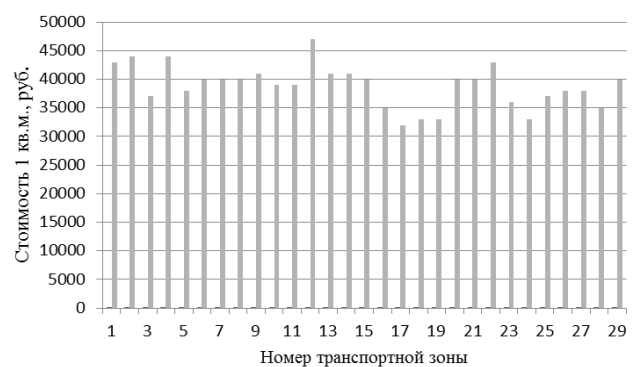


Рис. 2. Средняя стоимость квадратного метра по транспортным зонам в г. Ангарске

При оценке влияния транспортной доступности на стоимость жилья важно обращать внимание на ряд аспектов:

- удаленность от центральной части города;
- близость транспортных магистралей;
- развитость системы подъездных путей;
- близость остановочных пунктов общественного транспорта с большим количеством маршрутов, связывающих разные зоны;
- наличие парковочных мест, автостоянок или гаражных кооперативов;
- близость мест культурно-бытового и социального назначения (детские сады, школы, медицинские центры, супермаркеты);
- воздействие шума, вибрации и выхлопных газов.

Чаще всего в исследованиях по данной тематике авторы делают акцент на оценку удаленности от центра города, поскольку именно там сосредоточены все основные объекты тяготения. Транспортная доступность измеряется временными затратами, необходимыми на проезд из конкретной точки города до внешних границ центрального района. Ранжирование доступности позволяет создать обоснованное зонирование территории города.



По мере снижения уровня транспортной доступности наблюдается увеличение затрат на поездки в центральную часть города и стоимость квадратного метра будет постепенно снижаться. Именно такой вариант развития событий замечен в зонах №18, 19 и 24.

Проведенный анализ показал, что жилье, расположенное в зонах № 6–10, 14–17, 21, 25–27, 29 имеет наиболее высокий уровень комфорта с точки зрения транспортной доступности, наименее комфортные жилые здания, расположенные в 13, 19, 23 и 24 зонах (рис. 3). Соответственно расположение объекта будет определять их стоимость.

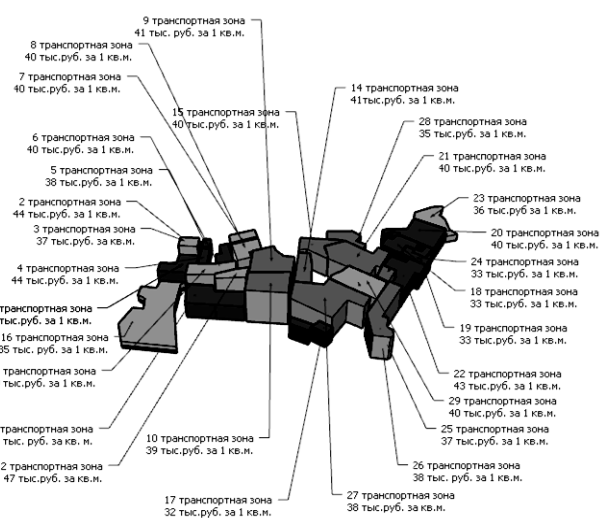


Рис. 3. Стоимость квадратного метра по транспортным зонам в г. Ангарске

Однако несмотря на то, что транспортные зоны № 1, 12 имеют среднюю транспортную обеспеченность, стоимость 1 м² составляет более 41 тыс. руб., это объясняется тем, что застройка по большей части является элитной, а люди, проживающие в этом районе, используют индивидуальный транспорт.

Основываясь на анализе средней рыночной стоимости одного квадратного метра, можно сделать вывод, что наиболее привлекательными являются жилые здания, расположенные в центральной части города.

Анализ позволил выявить зависимость временных затрат на передвижение и стоимость квадратного метра жилой недвижимости в г. Ангарск. Для функционального объяснения зависимости стоимости квадратного метра от временных затрат на передвижение по трудовым целям была построена линия тренда и получено уравнение этой линии (рис. 4).

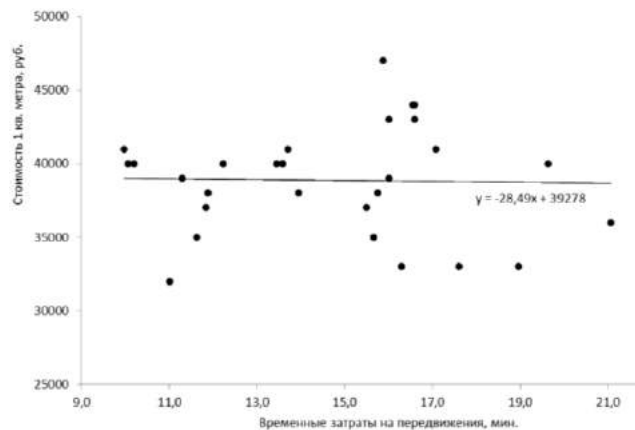


Рис. 4. Зависимость стоимости квадратного метра от временных затрат на передвижение в г. Ангарске

С увеличением удаленности жилого здания от географического центра города снижается уровень транспортной доступности территории и, как следствие, наблюдается падение стоимости одного квадратного метра жилья.

Выход за границы геометрического центра снижает ценность объекта недвижимости. Однако ценность объекта повышается в связи с выгодами местоположения (транспортные узлы, объекты социального притяжения) и вызывает увеличение его стоимости.

Обоснованность и достоверность полученных результатов можно подтвердить репрезентативными объемами выборок, верификацией результатов экспериментов общепринятыми статистическими критериями.

Заключение

Научное исследование, посвященное оценке транспортной доступности города, позволяющее повышать качество обслуживания транспортной сети, и использовать эти данные для оперативного управления и транспортного планирования, является актуальным.

В процессе исследования были выявлены правила, которых необходимо придерживаться, проводя транспортное зонирование, индексы, которые необходимо учитывать при оценке транспортной доступности. Чем больше данных имеется, тем выше качество проведенного исследования. Уровень детализации определяется самостоятельно, чаще всего в зону включается несколько микрорайонов / кварталов одинакового типа и серии застройки.

В зависимости от наличия данных о доходах и расходах населения, актуальности информации об организации улично-дорожной сети повышается возможность получить наиболее реальную оценку транспортной доступности, параллельно выявив районы, требующие развития маршрутной



сети с целью охвата ее городским пассажирским транспортом.

В результате можно сделать вывод, что повышение уровня транспортной доступности территории является одним из ключевых факторов

экономического роста. Наличие инструментов, позволяющих проводить детальную и точную оценку доступности, является сейчас одним из важнейших научных исследований в рамках транспортного планирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шаров М.И., Михайлов А.Ю., Дученкова А.В. Пример оценки транспортной доступности с использованием программного продукта PTV «VISUM» // Изв. вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2013. No. 1(4). С. 133–138.
2. Михайлов А.Ю., Шаров М.И. К вопросу развития современной системы критериев оценки качества функционирования общественного пассажирского транспорта // Изв. Волгоград. гос. техн. ун-та. 2014. Т. 9. No. 19 (146). С. 64–66.
3. Шаров М.И., Михайлов А.Ю., Ковалева Т.С. Оценка надежности работы городского пассажирского транспорта в Иркутске // Вестник ИрГТУ. 2012. Т. 68. No. 9. С. 174–178.
4. Полтавская Ю.О., Драгунов А.Ф., Ляпустин П.К. Повышение пропускной способности по улице Карла Маркса // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2014. Т. 1. С. 43.
5. Лебедева О.А. Показатели оценки эффективности работы общественного транспорта // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2018. Т. 1. С. 108–109.
6. Лебедева О.А. Транспортная инфраструктура как основополагающий фактор эффективного функционирования экономики страны // Сб. науч. тр. Ангарск. гос. техн. ун-та. Ангарск, 2018. С. 125–130.
7. Лебедева О.А., Антонов Д.В. Основные принципы развития транспортных систем городов // Вестн. Ангарск. гос. техн. акад. 2014. No. 8. С. 149–155.
8. Крипак М.Н., Гозбенко В.Е., Колесник А.И. Оптимизация структуры транспорта как мера повышения эффективности функционирования системы городского пассажирского транспорта // Сб. науч. тр. АНГТУ. Ангарск: Изд-во АНГТУ, 2013. С. 229–232.
9. Полтавская Ю.О. Прогнозирование характеристик маршрута городского общественного пассажирского транспорта на основе данных треков автомобиля-лаборатории // Вестник ИрГТУ. 2017. Т. 21. No. 2 (121). С. 190–198.
10. СП 42.13330 «СНИП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»: утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 28 дек. 2010 г. No. 820.
11. Гозбенко В.Е., Крипак М.Н., Полтавская Ю.О. Математическое моделирование работы автотранспортного предприятия // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2014. No. 2 (42). С. 120–129.
12. Гозбенко В.Е., Крипак М.Н., Иванков А.Н. Совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания грузовладельцев. Иркутск: Изд-во ИрГУПС, 2011. 176 с.
13. Armstrong-Wright, A., Thiriez, S. 1987. Bus Services: Reducing costs, raising standards. Washington, D.C. World Bank Technical Paper 68. Washington, DC: The World Bank.
14. Banerjee A., Galiani, S., Levinsohn, J., McLaren, Z. & Woolard, I. Why has unemployment risen in the New South Africa // Economics of Transition. 2008. 16(4) P. 715–740.
15. Bickford G. South African Cities Network: Literature review on public transport in municipalities. 2013. URL: http://www.cityenergy.org.za/uploads/resource_20.pdf (access date: 22.03.2016).
16. Blumenberg E. Transportation Costs and Economic Opportunity Among the Poor. 2003. P. 40–41.
17. Bocarejo S., J.P., Oviedo H., D.R. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments // Journal of Transport Geography. 2012. P. 142–154.
18. Bryceson, D.F., Mbara, T.C., Maunder, D. Livelihoods, daily mobility and poverty in sub-saharan Africa // Transport Reviews. 2003. 23(2). P. 177–196.
19. Cain, A., Jones, P. Does Urban Road Pricing Cause Hardship to Low-Income Car Drivers? An Affordability-Based Approach. Transportation Research Record // Journal of the Transportation Research Board, 2008. 2067. P. 47–55.
20. Carruthers, R., Dick, M. & Saurkar, A. Affordability of Public Transport in Developing Countries. Transport Papers. TP-3. World Bank: Washington DC, 2005.
21. Simulation of the vibration of the carriage asymmetric parameters in mathcad / V.E. Gozbenko et al. // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. T. 11. No. 23. С. 11132–11136.

REFERENCES

1. Sharov M.I., Mikhailov A.Yu., Duchenkova A.V. Primer otsenki transportnoi dostupnosti s ispol'zovaniem programmno produkta PTV «VISUM» [An example of assessing transport accessibility using the PTV software "VISUM"]. *Izv. vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* [Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate], 2013. No. 1(4). Pp. 133–138.
2. Mikhailov A.Yu., Sharov M.I. K voprosu razvitiya sovremennoi sistemy kriteriev otsenki kachestva funktsionirovaniya obshchestvennogo passazhirskogo transporta [On the issue of the development of a modern system of criteria for assessing the quality of public passenger transport]. *Izv. Volgograd. gos. tekhn. un-ta* [VolgSTU Bulletin], 2014. Vol. 9. No. 19 (146). Pp. 64–66.
3. Sharov M.I., Mikhailov A.Yu., Kovaleva T.S. Otsenka nadezhnosti raboty gorodskogo passazhirskogo transporta v Irkutsk [Evaluation of the reliability of urban passenger transport in Irkutsk]. *Vestnik IrGTU* [Proceedings of Irkutsk State Technical University], 2012. Vol. 68. No. 9. Pp. 174–178.
4. Poltavskaya Yu.O., Dragunov A.F., Lyapustin P.K. Povyshenie propusknoi sposobnosti po ulitse Karla Marksa [Increasing the capacity of Karl Marx Street]. *Sovremennye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress* [Modern technology and technological advance], 2014. Vol. 1. Pp. 43.



5. Lebedeva O.A. Pokazateli otsenki effektivnosti raboty obshchestvennogo transporta [Indicators for assessing the efficiency of public transport]. *Sovremennye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress [Modern technology and technological advance]*, 2018. Vol. 1. Pp. 108–109.
6. Lebedeva O.A. Transportnaya infrastruktura kak osnovopolagayushchii faktor effektivnogo funktsionirovaniya ekonomiki strany [Transport infrastructure as a fundamental factor in the effective functioning of the country's economy]. *Sb. nauch. tr. Angarsk. gos. tekhn. un-ta [Bulletin of AnSTU]*. Angarsk, 2018. Pp. 125–130.
7. Lebedeva O.A., Antonov D.V. Osnovnye printsiipy razvitiya transportnykh sistem gorodov [Basic principles for the development of urban transport systems]. *Vestn. Angarsk. gos. tekhn. akad. [Bulletin of AnSTA]*, 2014. No. 8. Pp.149–155.
8. Kripak M.N., Gozbenko V.E., Kolesnik A.I. Optimizatsiya struktury transporta kak mera povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya sistemy gorodskogo passazhirskogo transporta [Optimization of the structure of transport as a measure to improve the efficiency of the urban passenger transport system]. *Sb. nauch. tr. AnGTU [Proc. of AnSTU]*. Angarsk: AnSTU Publ., 2013. Pp. 229–232.
9. Poltavskaya Yu.O. Prognozirovaniye kharakteristik marshruta gorodskogo obshchestvennogo passazhirskogo transporta na osnove dannykh trekov avtomobilya-laboratorii [Prediction of the characteristics of the route of urban public transport on the basis of data from the tracks of the laboratory car]. *Vestnik IrGTU [Proceedings of Irkutsk State Technical University]*, 2017. Vol. 21. No. 2 (121). Pp. 190–198.
10. SP 42.13330 «SNIP 2.07.01-89* Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastroika gorodskikh i sel'skikh poselenii»: utv. prikazom Ministerstva regional'nogo razvitiya RF ot 28 dek. 2010 g. No. 820 [SP 42.13330 "SNIP 2.07.01-89 * Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements ": approved by the order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation dated December 28, 2010 No. 820].
11. Gozbenko V.E., Kripak M.N., Poltavskaya Yu.O. Matematicheskoe modelirovaniye raboty avtotransportnogo predpriyatiya [Mathematical modeling of the motor company]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovaniye [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2014. No. 2 (42). Pp. 120–129.
12. Gozbenko V.E., Kripak M.N., Ivankov A.N. Sovershenstvovaniye transportno-ekspeditsionnogo obsluzhivaniya gruzovladel'tsev [Improving freight forwarding services for cargo owners]. Irkutsk : IrGUPS Publ., 2011. 176 p.
13. Armstrong-Wright, A., Thiriez, S. 1987. Bus Services: Reducing costs, raising standards. Washington, D.C. World Bank Technical Paper 68. Washington, DC: The World Bank.
14. Banerjee A., Galiani, S., Levinsohn, J., McLaren, Z. & Woolard, I. Why has unemployment risen in the New South Africa. *Economics of Transition*, 2008. 16(4) Pp. 715–740.
15. Bickford G. South African Cities Network: Literature review on public transport in municipalities. 2013. URL: http://www.cityenergy.org.za/uploads/resource_20.pdf (access date: 22.03.2016).
16. Blumenberg E. Transportation Costs and Economic Opportunity Among the Poor. 2003. Pp. 40–41.
17. Bocarejo S., J.P., Oviedo H., D.R. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, 2012. Pp. 142–154.
18. Bryceson, D.F., Mbara, T.C., Maunder, D. Livelihoods, daily mobility and poverty in sub-saharan Africa. *Transport Reviews*, 2003. 23(2). Pp. 177–196.
19. Cain, A., Jones, P. Does Urban Road Pricing Cause Hardship to Low-Income Car Drivers? An Affordability-Based Approach. Transportation Research Record. *Journal of the Transportation Research Board*, 2008. 2067. Pp. 47–55.
20. Carruthers, R., Dick, M. & Saurkar, A. Affordability of Public Transport in Developing Countries. Transport Papers. TP-3. World Bank: Washington DC, 2005.
21. Gozbenko V.E. et al. Simulation of the vibration of the carriage asymmetric parameters in MathCAD. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016. Vol. 11. No. 23. Pp. 11132–11136.

Информация об авторах

Authors

Лебедева Ольга Анатольевна – к. т. н., доцент, кафедра управления на автомобильном транспорте, Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: kravhome@mail.ru

Шаров Максим Игоревич – к. т. н., доцент, кафедра автомобильного транспорта, Иркутский государственный национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, e-mail: sharov.maksim@gmail.com

Ol'ga Anatol'evna Lebedeva – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., Assoc. Prof. at the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Angarsk, e-mail: kravhome@mail.ru

Maxim Igorevich Sharov – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., Assoc. Prof. at the Subdepartment of Automobile Transport, Irkutsk State Technical University, Irkutsk, e-mail: sharov.maksim@gmail.com

Для цитирования

For citation

Лебедева О. А. Влияние транспортного зонирования на функционирование маршрутной сети города / О. А. Лебедева, М. И. Шаров // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 196–202. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).196–202

Lebedeva O. A., Sharov M. I. Vliyaniye transportnogo zonirovaniya na funktsionirovaniye marshrutnoi seti goroda [The impact of transport zoning on the city route network functioning]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovaniye [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2019. Vol. 62, No. 2. Pp. 196–202. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).196–202