

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911.3.001
DOI: 10.31161/1995-0675-2019-13-1

Пространственные факторы организации систем внеуличного транспорта в городских агломерациях

© 2019 Атаев П. Г. ^{1, 2}, Разумовский В. М. ^{3, 4}

¹ Национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики,
² ООО «Дорнадзор»,

Санкт-Петербург, Россия; e-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

³ Санкт-Петербургский государственный экономический университет,

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия; e-mail: vmr-rgo@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Развитие городских агломераций связано с появлением проблемы обеспечения транспортной доступности. В статье ставится цель определить пространственные факторы организации внеуличного транспорта в системе городского пассажирского транспорта. Объект исследования – внеуличный (железнодорожный) транспорт агломераций. **Методы.** Были изучены критерии, определяющие целесообразность развития в городских агломерациях внеуличного пассажирского транспорта и предложены методы анализа конфигурации транспортной сети. Для пространственного анализа предложено использование геоинформационных методов, таких как построение топологических ярусов и фракталов. **Результаты.** Выполнены построения схем фрактальной освоенности территории и топологического строения улично-дорожной сети агломерации. **Выводы.** Внедрение внеуличного пассажирского транспорта увеличит скорость сообщения и поможет сократить время в пути. Важно включить модернизацию железнодорожной инфраструктуры в процесс развития агломерации для обеспечения конкурентоспособности общественного транспорта во всей системе расселения.

Ключевые слова: внеуличный транспорт, рельсовый транспорт, городская железная дорога, городская агломерация, пространственный анализ, географическая информационная система (ГИС).

Формат цитирования: Атаев П. Г., Разумовский В. М. Пространственные факторы организации систем внеуличного транспорта в городских агломерациях // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2019. Т. 13. № 1. С. DOI:

Spatial Factors of the Organization of an Off-street Transport System in Urban Agglomerations

© 2019 Petr G. Ataev ^{1, 2}, Vladimir M. Razumovskiy ^{3, 4}

¹ National Research University of Information Technology, Mechanics and Optics,
² OOO Dornadzor,

Saint Petersburg, Russia; e-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

³ Saint Petersburg State University of Economics,

⁴ Saint Petersburg State University
Saint Petersburg, Russia; e-mail: vmr-rgo@mail.ru

ABSTRACT. Aim. The development of urban agglomerations is associated with the emergence of the problem of ensuring transport accessibility. The aim of the article is to determine the organization spatial factors of off-street transport in the system of urban passenger transport. The object of the study is off-street (railway) agglomeration transport. **Methods.** Criteria determining the feasibility of developing for off-street passenger transport in urban agglomerations were studied. It is proposed the methods for analyzing the configuration of the transport network. The geographic information methods, such as the construction of topological tiers and fractals, were proposed. **Results.** The schemes of territory fractal development and the topological structure of the agglomeration street network have been completed. **Conclusions.** The off-street passenger transport will increase the speed of communication and help reduce the travel time. It is important to include the modernization of railway infrastructure in the agglomeration development process to ensure the competitiveness of public transport throughout the settlement system.

Keywords: off-street transport, rail transport, urban railway, urban agglomeration, spatial analysis, geographic information system (GIS).

For citation: Ataev P. G., Razumovskiy V. M. Spatial factors of the organization of an off-street transport system in urban agglomerations. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2019. Vol. 13. No. 1. Pp. DOI: (In Russian)

Введение

Неуклонный рост крупнейших городских агломераций в условиях современной стадии развития процесса урбанизации усложняет проблемы транспортного обеспечения жизнедеятельности населения. Архитектурно-планировочная структура многих городских агломераций и транспортная инфраструктура, сформировавшиеся в течение двух-трех предшествующих столетий, как правило, уже не соответствуют современным требованиям, и это несоответствие продолжает нарастать. Развитие традиционного городского транспорта, как показала градостроительная практика, имеет определенные пределы, и вряд ли сможет решить рассматриваемую проблему. В этих условиях необходимо изыскивать новые возможности развития городской транспортной инфраструктуры. Перспективным представляется включение в транспортную систему агломерации так называемого внеуличного пассажирского транспорта. Помимо обозначенных в федеральном законе «О внеуличном транспорте» от 29.12.2017 № 442 метрополитена, монорельса, канатной дороги и фуникулёра, в понятие *внеуличный* также включается железнодорожный транспорт.

Формирование сетей пассажирского транспорта, объединяющего функции городских и пригородных путей сообщения, в большинстве стран мира базировалось именно на использовании существующих железнодорожных линий [3]. В зависимости от особенностей пространственной организации обычно рассматриваются два подхода: либо распределение с ориентацией на максимальный пассажиропоток, либо

на полный охват территории [7]. Каждый из этих подходов в отдельности редко встречается – чаще реализуется разумное равновесие с акцентом на направления железнодорожного транспорта, где могут быть достигнуты наибольшие значения пассажирооборота, позволяющие окупать эксплуатацию участка.

В качестве основных критериев оценки организации транспортных сетей выступает число жителей и плотность населения. У. Смит оценивал условия как благоприятные при наличии 2 млн жителей и средней плотности населения более 5 400 человек на км², а У. Оуэн – 3 800 жителей на км² [8; 9]. Третьим фактором является геометрическая форма агломерации – города с линейной структурой лучше адаптированы к использованию железнодорожного транспорта, чем с кольцевой. Лимитирующими факторами являются природные препятствия, а также капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Отечественные исследования показывают, что линия общественного транспорта может быть безубыточна, если обслуживает пассажиропоток более 2 тыс. пассажиров в час со скоростью выше автомобильной [4].

В России указанным критериям соответствуют Санкт-Петербург и Москва, а по основному критерию – плотности населения, составляющей в центральных районах более 10 тысяч человек на км² – они превосходят североамериканские и европейские города.

Материалы и методы исследования

Для определения уровня транспортного обеспечения необходимо установить индикаторы, на основе которых возможна од-

нозначная фиксация состояния рассматриваемой системы. К факторам, обуславливающим использование линий общественного транспорта, относятся число проживающих в непосредственной близости от станций, количество мест приложения труда и учебы, ёмкость культурно-бытовых учреждений. На примере Санкт-Петербургской агломерации были изучены данные о количестве жителей в пределах 5- и 15-минутной пешеходной и 5-минутной транспортной доступности действующих остановочных пунктов пригородного электротранспорта и количество отправленных с них пассажиров [2]. Был проведён корреляционный анализ по 53 станциям по методам рангов и квадратов.

Для зон 15-минутной пешеходной доступности по методу квадратов определен коэффициент корреляции 0,31 (рис. 1). По ранговому методу получено значение 0,48, что подтвердило наличие прямой корреляционной связи средней силы между числом жителей и количеством отправленных пассажиров.

Для зоны 5-минутной транспортной доступности коэффициенты составили 0,39 и 0,52 по разным методам, что позволяет сделать вывод о слабом влиянии этого фактора на востребованность остановочных пунктов.



Рис. 1. Корреляция между числом жителей в 15-минутной пешеходной доступности остановочного пункта и количеством отправленных с него пассажиров

Главным критерием качества обслуживания пассажиров является экономия времени, что достигается путём увеличения средней скорости перемещения. Это осуществимо за счёт сокращения количества остановок, увеличения частоты движения поездов и скорости движения подвижного состава. В соответствии с этим требуется осуществить следующий выбор: либо увеличенный интервал между остановочными пунктами и бульварная скорость, либо увеличение частоты остановок и сокращение скорости движения. При этом может быть рассмотрено три варианта стратегии.

Для первого варианта предлагается выделение станций с наибольшим пассажирооборотом и запуск движения исключительно между ними. В этом случае сеть сокращается и удовлетворяет только часть спроса, не обеспечивая при этом части социальных функций.

Второй вариант предполагает сохранение существующего числа станций на большинстве маршрутов с увеличением скорости за счёт обновления подвижного состава. Этому будет способствовать сокращение числа вагонов в составе, благодаря чему возрастёт их наполняемость. Интервал движения поездов и их вместимость должны определяться исходя из пассажиропотока на каждом направлении.

Наконец, третий вариант предусматривает строительство промежуточных станций во всех точках, обладающих спросом – локациях интенсивного жилищного строительства, рекреационных зонах, транспортных узлах. Последний вариант снизит скорость, но повысит доступность и увеличит охват территории.

Основная цель организации внеуличного транспорта – обеспечение комфортных скоростных пассажирских перевозок именно в пределах города и ближайших пригородов. Для этого, прежде всего, необходима дифференциация пространства агломерации по характеристикам пассажиропотоков с выявлением территорий, где пассажиропотоки не столь значительны и где принципиально возможно увеличение скорости перевозок. На этих территориях важно развитие маршрутной сети экспресов, которые могут быть запущены по уже задействованным в пригородном пассажирском движении путям. Практично использование маятниковых маршрутов с

прохождением ядра агломерации и выходом на другие пригородные направления, что позволит избежать необходимости строительства новых депо. Подобная схема была реализована на «Московских центральных диаметрах».

При организации транспортно-логистических систем существенное значение имеет геометрическая конфигурация обслуживаемого региона, сложность которой оценивается по его фрактальной размерности. Определение связи между конкретной функцией города и фрактальным измерением его транспортной системы лежит в основе планирования и политики развития последней [10]. Как правило, для математической интерпретации транспортной сети используется один из трех методов фрактального анализа линейных объектов: line-walk, length-area и box-counting методы [5].

Последний метод сводится к следующей итерации: транспортная сеть покрывается сеткой с ячейками известного размера и подсчитывается количество фрагментов исследуемого объекта, содержащихся в каждой ячейке. Фрактальная размерность сети обеспечивает общую меру освоённости территории и может выступать в качестве сравнительной величины [1].

Результаты и обсуждение

По результатам анализа фрактальной размерности транспортной сети с учётом плотности населения можно описать соотношение этих параметров. Связь между плотностью населения и фракталом выражается в виде функции, отражающей способность транспортной сети перемещать людей и грузы. Таким образом, фрактальный анализ позволяет связывать свойства транспортных сетей с социально-экономическими характеристиками агломераций (рис. 2).

Для упорядочения и структурирования сложных сетей существует метод морфологического расчленения на циклические топологические ярусы. По ним определяются индексы Канского, индексы соотношения циклических и антициклических компонентов и интегральные индексы [6]. Число таких ярусов является главной характеристикой циклической транспортной сети и показывает степень сложности, а их величина определяет вариативность построения маршрутов между двумя произвольными точками (рис. 3).

Фрактальный анализ и основные топо-метрические характеристики транспортных сетей агломераций показывают зави-

симость спроса от сложности сети, численности населения и его мобильности.

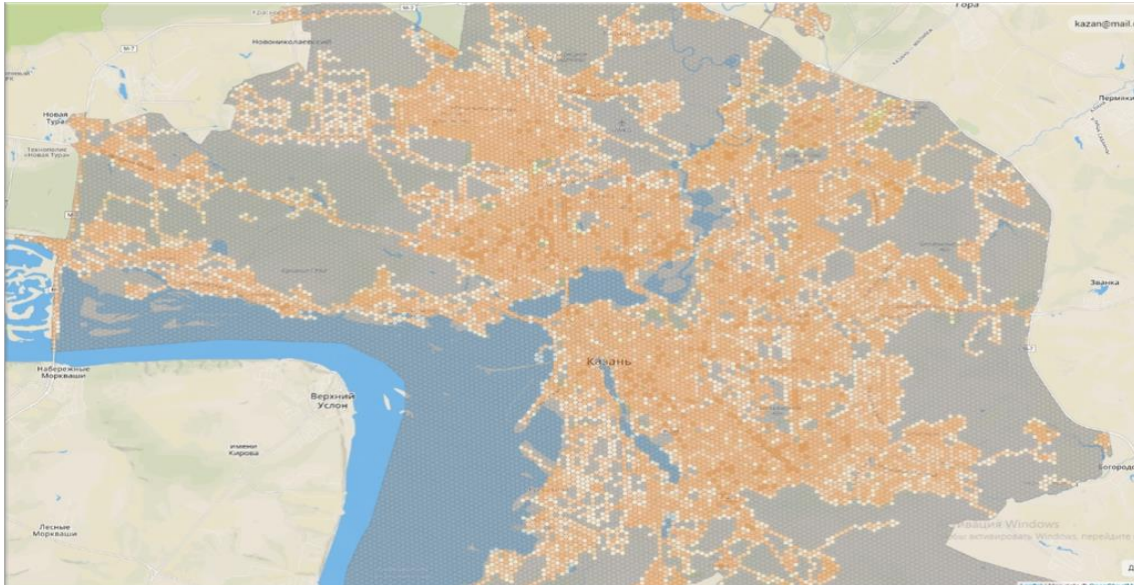


Рис. 2. Фрактальная освоенность агломерации

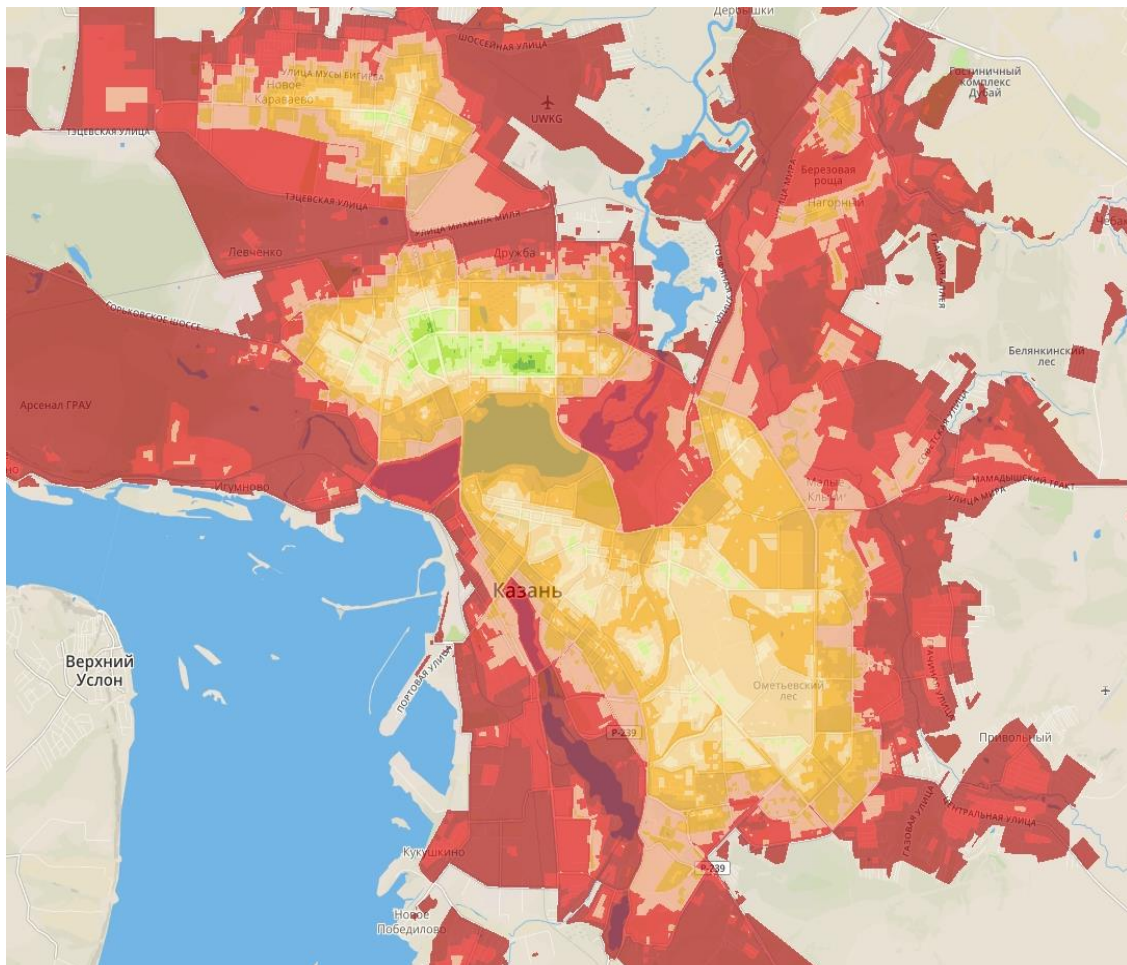


Рис. 3. Топологическое строение улично-дорожной сети агломерации

Заклучение

Итак, выявлены факторы, определяющие целесообразность развития в городских агломерациях внеуличного пассажирского транспорта и предложены методы анализа конфигурации транспортной сети относительно системы расселения. Использование ГИС-методов, таких как построение топологических ярусов и фракталов, позволяет формировать критерии для пространственного анализа.

Территории агломераций расширяются за счёт совершенствования транспортной инфраструктуры, следовательно, увеличение скорости сообщения становится клю-

чевым фактором развития. Основная задача – сокращение времени в пути – может решаться представленными способами, определённый алгоритм выбирается под конкретную ситуацию. Например, на первом этапе внеуличный транспорт может охватывать ядро агломерации и сопредельные, наиболее урбанизированные зоны. Важно включить модернизацию железнодорожной инфраструктуры в процесс развития агломерации для обеспечения конкурентоспособности общественного транспорта во всей системе расселения.

Литература

1. Атаев П. Г., Геллер Р. М., Липаткин Д. В. Методика анализа дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими на примере Санкт-Петербурга // Транспорт Российской Федерации. 2019. № 5 (84). С. 50–53.

2. Атаев П. Г. Система наземного рельсового транспорта: предпосылки организации в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 216–225.

3. Белоус А. В. Организационно-экономическое развитие пассажирского транспорта в городских агломерациях (на примере Московского мегаполиса): дис. ... канд. экон. наук. М., 2005. 194 с.

4. Горев А. Э. К вопросу об экономической эффективности городского пассажирского транспорта // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 3–4 (40–41). С. 34–36.

5. Тархов С. В. Эволюционная морфология транспортных сетей. - Смоленск – Москва: Издательство «Универсум», 2005. 384 с.

6. Шупер В. А. Самоорганизация городского расселения. М.: Рос. открытый ун-т, 1995. 166 с.

7. Human Transit: How Clearer Thinking about Public Transit Can Enrich Our Communities and Our Lives, by Jarrett Walker, 2011

8. Wilbur Smith and Associates. Urban transportation concepts: center city transportation project, 1970

9. Wilfred Owen. Transportation for Cities, Washington: The Brookings institution, 1976

10. Yongmei Lu, Junmei Tang Fractal dimension of a transportation network and its relationship with urban growth: a study of the Dallas – Fort Worth area // Environment and Planning B: Planning and Design, 2004, volume 31, pp. 895–911

References

1. Ataev P. G., Geller R. M., Lipatkin D. V. The methodology for the analysis of road traffic accidents with victims in Saint Petersburg. *Transport Rossiyskoy Federatsii* [Transport of the Russian Federation]. 2019. No. 5 (84). Pp. 50–53. (In Russian)

2. Ataev P. G. Ground rail system: prerequisites for organization in Saint Petersburg. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers]. 2017. No. 3 (62). Pp. 216–225. (In Russian)

3. Belous A. V. *Organizatsionno-ekonomicheskoe razvitie passazhirskogo transporta v gorodskikh aglomeratsiyakh (na primere Moskovskogo megapolisa): dis. ... kand. ekon. nauk.* [Organizational and economic development of passenger transport in urban agglomerations (exemplified by Moscow metropolis): Ph.D. thesis (Economics)]. Moscow, 2005. 194 p. (In Russian)

4. Gorev A. E. On the issue of economic efficiency of urban passenger transport. *Transport Rossiyskoy Federatsii* [Transport of the Russian Federation]. 2012. No. 3–4 (40–41). Pp. 34–36. (In Russian)

5. Tarkhov S.V. *Evolutsionnaya morfologiya transportnykh setey* [Evolutionary morphology of transport networks]. Smolensk – Moscow, Univer-sum Publ., 2005. 384 p. (In Russian)

6. Shuper V.A. *Samoorganizatsiya gorodskogo rasseleniya* [Self-organization of urban settlement]. Moscow, Russian Open University Publ., 1995. 166 p. (In Russian)

7. Jarrett Walker. Human Transit: How Clearer Thinking about Public Transit Can Enrich Our Communities and Our Lives, 2011.

8. Wilbur Smith and Associates. Urban transportation concepts: center city transportation project, 1970.

9. Wilfred Owen. Transportation for Cities, Washington: The Brookings institution, 1976

10. Yongmei Lu, Junmei Tang. Fractal dimension of a transportation network and its relation-

ship with urban growth: a study of the Dallas – Fort Worth area. Environment and Planning B: Planning and Design, 2004, vol. 31, pp. 895-911.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Петр Геннадьевич Атаев, доцент, факультет технологического менеджмента и инноваций, Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; директор по развитию ООО «Дорнадзор», Санкт-Петербург, Россия; e-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

Владимир Михайлович Разумовский, профессор, доктор географических наук, заведующий кафедрой региональной экономики и природопользования, Санкт-Петербургский государственный экономический университет; профессор Института наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: vmr-rgo@mail.ru

Принята в печать 18.03.2019 г.

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Petr G. Ataev, Assistant Professor, Faculty of Technology Management and Innovation, National Research University of Information Technology, Mechanics and Optics; Director of Development, ООО Dornadzor, Saint Petersburg, Russia; e-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

Vladimir M. Razumovskiy, Professor, Doctor of Geography, Head of the Department of Regional Economics and Environmental Management, Saint Petersburg State University of Economics; Professor, Institute of the Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia; e-mail: vmr-rgo@mail.ru

Received 18.03.2019.

Науки о Земле / Earth Science

Оригинальная статья / Original Article

УДК 911.3:314.7

DOI: 10.31161/1995-0675-2019-13-1

Миграция населения как фактор формирования и размещения населения региона (на примере Республики Тыва)

© 2019 Гончиков Ц. Д.¹, Мандыт М. К.¹,

Гомбоев Б. О.^{1,2}, Урбанова Ч. Б.¹, Хальбаева С. Р.¹

¹ Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия; e-mail: ek-geo@bsu.ru;

mandyt88@mail.ru; chimita76@gmail.com; sesegmama@mail.ru

² Байкальский институт природопользования СО РАН Улан-Удэ, Россия; e-mail: bgom@binm.bsnet.ru

РЕЗЮМЕ. В условиях глобализации политических, экономических и социальных процессов миграция населения становится наиболее типичной чертой любой территории. Она приводит к различным глубинным последствиям в жизни Общества. Исследование миграции крайне важно для объективной оценки воспроизводства и размещения населения. **Целью** данной работы является выявление внутренних территориальных различий миграции населения на уровне экономических районов и кожуунов Тывы и их геодемографические последствия. **Метод.** На основе анализа обширного статистического и этнодемографического материалов с применением статистических, экономико-географических и кар-