

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ГОРОДСКИХ ЦЕНТРОВ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО И ДОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ

Калюжный Николай Анатольевич¹

¹ ФГБУН Институт проблем региональной экономики Российской академии наук (старший научный сотрудник, кандидат технических наук)
e-mail: koka2424@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2269-5195

***Аннотация:** В работе предлагается способ и методика определения потенциальных городских центров в рамках парадигмы о полицентрической планировочной системе крупнейшего города (на примере Санкт-Петербурга). На основе анализа результатов различных методов моделирования потоков пассажиров и транспорта выявляются характерные зоны в городской структуре, что позволяет сделать вывод о необходимости изменения моноцентрической модели развития городской планировочной структуры на полицентрическую.*

***Ключевые слова:** полицентризм, математическое моделирование пассажиропотоков, моделирование на сети, досетевое моделирование, потенциальные городские центр*

IDENTIFICATION OF POTENTIAL URBAN CENTERS BASED ON NETWORK AND PRE-NETWORK MODELING OF PASSENGER FLOWS

Kalyuzhny Nikolai¹

¹ Institute for Regional Economic Studies Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg (Senior Researcher, PhD in Technical Sciences)

***Abstract:** The paper proposes a method and methodology for determining potential urban centers within the framework of the paradigm of the polycentric planning system of the largest city (on the example of St. Petersburg). Based on the analysis of the results of various methods of modeling the flows of passengers and transport, characteristic zones in the urban structure are identified, which allows us to conclude that there is a need to change the monocentric model of the development of the urban planning structure to a polycentric one.*

***Keywords:** polycentrism, mathematical modeling of passenger flows, network modeling, pre-network modeling, potential urban centers*

На сегодняшний день крайне популярной и востребованной идеей для пространственного и экономического развития крупных городов и городских агломераций считается концепция, разработанная в 1980-х годах группой американских архитекторов, которая подразумевает возвращение к небольшим пе-

шеходным городам или районам в противовес разрастанию пригородов, но в рамках развития единого города. Такая концепция получила название «Новый урбанизм» [2, 3].

Большинство современных крупных городов или городских агломераций – это города с долгой историей, развивающиеся уже не одну сотню лет. Исторически сложилось, что города имеют основой своего пространственного развития моноцентрическую модель, которая представляет собой систему, в которой центральный район – ядро замыкает на себе подавляющее большинство социальных, экономических и транспортных функций, а другие районы являются его сателлитами [0]. Впервые теоретически такая модель была представлена и обоснована в теории центральных мест немецкого географа В. Кристаллера.

В полицентрической (сетевой) модели город разделен на сеть равноправных и равнозначных районов, между которыми хорошо развиты горизонтальные связи. Человеку, живущему в таком районе, нет необходимости покидать его, чтобы удовлетворить свои потребности в работе, социальной или бытовой сферах.

Проанализировав отечественный опыт изучения вопроса полицентрического развития городов и городских агломераций [1], представленный в табл. 1, можно сделать следующие выводы:

1. Полицентрическая модель пространственного развития городов и городских агломераций – модель устойчивого развития.

2. Основным значимым вопросом на современном этапе является определение границ потенциальных центров.

3. В качестве основы для формирования потенциальных городских центров выступает дифференциация городских пространств по критериям:

- Пространственный;
- Социальный;
- Общественный;
- Транспортный.

4. Объединяющим началом для современных научных разработок в области полицентризма является транспортный фактор.

5. Современные научные разработки в области полицентрического развития городов и агломераций лежат в основном в области архитектуры, градостроительства и экономики. Работ по транспортному обеспечению или транспортным системам такой модели развития не найдено.

На основании выводов, сделанных по результатам анализа современных работ, можно заключить, что основной задачей в контексте изучения полицентрической модели развития городов и городских агломераций является определение границ потенциальных городских центров.

Отечественный опыт изучения вопроса полицентрического
развития городов и городских агломераций

Название модели	Автор	Содержание	Выводы
Теория «неравномерно районированной» пространственной структуры города	А. А. Высоковский (Удобный город: три уровня созидания / А.А. Высоковский // Российское экспертное обозрение. – 2007. – № 4–5 (22). – С. 71–74.)	<p>1. Город состоит из узловых районов (многофункциональный каркас с высокой концентрацией публичных, коммерческих функций и другой активности при невысоком содержании иных функций).</p> <p>2. Узловые районы обуславливают неравномерность и неоднородность городской ткани.</p> <p>3. Каждая из единиц в городе относительно самостоятельна, развивается по своим «чашам», но в то же время они взаимосвязаны сквозными потоками людей, транспорта, информации и сбалансированы в целостной культурной и социально-экономической системе города</p>	Такой подход дает возможность целенаправленного развития отдельных интенсивно освоенных и выгодно расположенных городских территорий в рамках общегородской или районной планировочной системы. Появляется возможность упорядочивания размещения общественных функций наряду с обеспечением оптимальной коммуникационной связности мест их локализации
Локальные социально-территориальные образования (ЛСТО)	Т. В. Филанова (Формирование локальных социально-территориальных образований в крупнейшем сложившемся городе: на примере г. Самары: дис. ... канд архитектуры: 18.00.04 . – СПб., 2008. – 137 с.)	<p>Основа дифференциации городской – единство двух составляющих городского организма – социальной и пространственной при ведущей роли социального начала</p>	Предлагается среду крупного города дифференцировать на локальные социально-территориальные образования путем выявления ареалов тяготения населения к центрам (общественным узлам), образовавшимся в ходе естественного функционирования. Границы ЛСТО определяются выявлением зон социальной активности в рамках повседневной жизнедеятельности населения

Продолжение таблицы 1

Название модели	Автор	Содержание	Выводы
<p>Многофункциональная территория города (МТГ)</p>	<p>М. С. Калмыков (Многофункциональность как перспективная форма использования и застройки городских территорий / М.С. Калмыков // Вестник ВолгГАСУ: Серия «Строительство и архитектура». – 2007. – № 8 (27). – С. 156–163.)</p>	<p>В качестве критерия для поиска «заготовок» МТГ в генеральном плане города необходимо принять наличие транспортного узла и существование четко выраженной общественной функции</p>	<p>Такой подход обеспечивает возможность развития конкретной территории на базе взаимодействия коммуникационных, территориально-пространственных и социально-экономических задач с конкретными характеристиками и прогнозами ее развития</p>
<p>Высокоурбанизированные многофункциональные узлы городской структуры (ВМУГС)</p>	<p>С. А. Колесников (Архитектурная типология высокоурбанизированных многофункциональных узлов городской структуры крупных городов: дис. ... канд. архитектуры: 18.00.02 / С.А. Колесников. – Самара, 2006. – 180 с.)</p>	<p>Аккумуляция на отдельно взятой территории большого количества функциональных процессов, транспортно-коммуникационных потоков, большие инвестиционные вложения и возможность решать крупные социально-градостроительные задачи</p>	<p>Предложенная автором архитектурная типология ВМУГС, способы выявления ареалов, методы комплексного анализа и принципы формирования оптимальной структуры расширяют взгляд на реконструкцию и функционирование сложившихся территорий и узлов, дают ориентиры для прогноза путей преобразования зон социальной активности и нацелены на решение многих конкретных задач, возникающих в процессе развития городской среды</p>

Продолжение таблицы 1

Название модели	Автор	Содержание	Выводы
<p>Консолидированные торговые пространства</p>	<p>Н. В. Перверзева (Центральная торговая зона крупнейшего города как особый градостроительный объект / Н.В. Перверзева // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2011. – № 4. – С. 14–20.)</p>	<p>Формирование на территории центральных планировочных районов консолидированных торговых пространств, объединяющих от нескольких десятков до сотен объектов торговли, обслуживания, развлечения и общественного питания. Существование таких торговых зон обуславливает образование центральной торговой зоны. Центральная торговая зона как целостный, относительно самостоятельный градостроительный объект, имеющий сложную функционально-планировочную структуру, которая зависит от социально-экономических, социально-психологических, культурных потребностей социума, функционально-планировочных и транспортных факторов и оказывает структурно-формирующее влияние на развитие центрального планировочного района</p>	<p>В условиях полицентричности городов принципы центральной торговой зоны, для центрального городского района могут быть применены и в других частях города</p>

Название модели	Автор	Содержание	Выводы
Локальный исторический комплекс	С. А. Агеев (Сохранение локальных исторических комплексов методами градостроительного регулирования: дис. ... канд. архитектуры: 18.00.04 / С.А. Агеев. – М., 2005. – 168 с.)	Локальный исторический комплекс – это район исторической застройки, выделяющийся своими средовыми и структурно-композиционными характеристиками среди более позднего окружения, но включенный в повседневную жизнь города	Разработаны варианты локальных исторических комплексов на основе разных типов объектов, рассмотрел законодательную и регламентирующую базу, способы привлечения инвесторов и доказал эффективность такого дифференцированного подхода, способствующего не только сохранению наследия, но и преемственному развитию города
Гипотеза локально-целостного градостроительного образования	А. Е. Гашенко (Локально-целостное градостроительное образование как единица городской структуры: аксиологический аспект/ А.Е. Гашенко // Архитектон: известия вузов: приложение. – 2012. – № 38.)	Выделяются элементы городской структуры, в условных границах которой некоторые градостроительные свойства и средовые характеристики выявляются более однородно и концентрированно, чем за его границами. Выявленные и нанесенные на инвентаризационную карту границы таких локально-целостных градостроительных единиц могут стать основой территориального зонирования, так как в этом случае проектное отношение к градостроительной среде становится более содержательным и осмысленным	Детальное отношение к локальным феноменам дает возможность не упустить из внимания «дух места», некоторые характерные особенности, напоминающиеся черты той или иной среды, сохраняя тем самым культурную идентичность города и обеспечивая преемственность и устойчивость развития

Для решения такой задачи целесообразно задаться гипотезой о том, что пространства, обладающие признаками городских центров, «скрыты» в пространственной структуре города/агломерации, поскольку город исторически развивается в рамках моноцентрической модели, однако на современном этапе социально-экономическая деятельность общества приводит к принудительной полицентрализации городов. Таким образом, необходимо не дифференцировать территорию города в целях определения потенциальных городских центров, а выявлять сложившиеся в ходе социально-экономической деятельности общества, потенциальные городские центры «скрытые» в моноцентричном городе/агломерации.

Поскольку современных работ по дифференциации городских пространств по критерию транспортной доступности не было найдено, то целесообразно на основании вышеуказанной гипотезы решить задачу определения границ потенциальных центров именно по критерию трудности сообщения или транспортной доступности.

Для выявления потенциальных городских центров используется метод анализа результатов различных методов моделирования транспортных и пассажирских потоков*: моделирование потоков пассажиров и транспорта на транспортной сети – для классических расчетов транспортных систем на сложившейся или проектируемой сети; досетевое моделирование – решает задачу синтеза (построения) сети на основе среднего уровня транспортного обслуживания с учетом взаиморасположения потокообразующих и потокопоглощающих центров и поведенческих факторов населения (функция тяготения).

В классической (сетевой) схеме расчета матриц межрайонных передвижений подразумевается выбор корреспондентами районов прибытия исходя из возможностей сети. При разработке проектов на перспективу, даже когда речь идет о сложившихся городах, такой подход не всегда приемлем. Например, близко расположенные районы, разделенные водной преградой и потому практически недоступные в настоящее время друг для друга по сети, вполне могут быть взаимно привлекательны для жителей при строительстве мостового перехода.

При расчете корреспонденций в сетевой модели получается, что затраты на такое передвижение оказываются велики, и, как следствие, число корреспондентов между этими районами будет небольшим, из чего можно будет сде-

* Для моделирования потоков пассажиров и транспорта использовался программный комплекс Citraf, разработанный заведующим лабораторией математического моделирования функционально-пространственного развития городов СПб ЭМИ РАН к.ф.-м.н. В.П. Фёдоровым. (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018611770. Программный комплекс для прогнозирования потоков пассажиров и транспорта в городах Citraf)

лать вывод о нецелесообразности строительства переправ на связи этих районов. Говоря о 20-30-летней перспективе, на которую разрабатываются многие проекты, нельзя ориентироваться на конфигурацию сети, так как построение ее и является одной из основных целей разработки таких проектов. Таким образом, возникает потребность в разработке досетевых моделей формирования межрайонных корреспонденций, которые учитывали бы общий уровень транспортного обслуживания, скоростные параметры сети, но были бы менее подвержены влиянию геометрических особенностей и ограничений сети. Такие модели позволят более адекватно выявлять потенциальный спрос на межрайонные передвижения и называются досетевыми.

Определяющим фактором при моделировании распределения корреспонденций на досетевом уровне становится взаимное расположение ареалов расселения и ареалов размещения мест приложения труда, то есть на первый план выходят такие факторы, как параметры конфигурации городской территории, плотность размещения населения и мест приложения труда, а также взаимное расположение функциональных зон. Досетевые модели предоставляют проектировщику информацию о направлениях развития транспортной сети в условиях заданного размещения функциональных зон. Моделирование распределения корреспонденций на досетевом уровне позволяет просчитать ситуацию наиболее полного раскрытия потенциала территории другим путем [4].

Для наглядности результаты сетевого и досетевого моделирования пассажиропотоков представлены поверхностями распределения пассажиропотоков по территории Санкт-Петербурга с привязкой к системе метрополитена и пригородной железной дороги (рис. 1, 2).

Методику определения зон потенциальных городских центров можно представить в виде совокупности нескольких этапов:

- 1) Вычисление коэффициента корреляции (рис. 3) для понимания соотношения результатов сетевых и досетевых расчетов (0.86).

- 2) Ранжирование результатов расчетов от большего к меньшему.

- 3) Построение графиков распределения пассажирооборота с привязкой к станциям метрополитена.

- 4) Отдельный анализ результатов сетевого и досетевого моделирования. Выявление графоаналитическим методом областей наибольшей концентрации пассажирооборота или в случае досетевого моделирования наибольшего спроса на передвижения (из-за своей формы, напоминающей в основном треугольнички, такие области названы триадами пассажирооборота или триадами спроса (для досетевых расчетов).

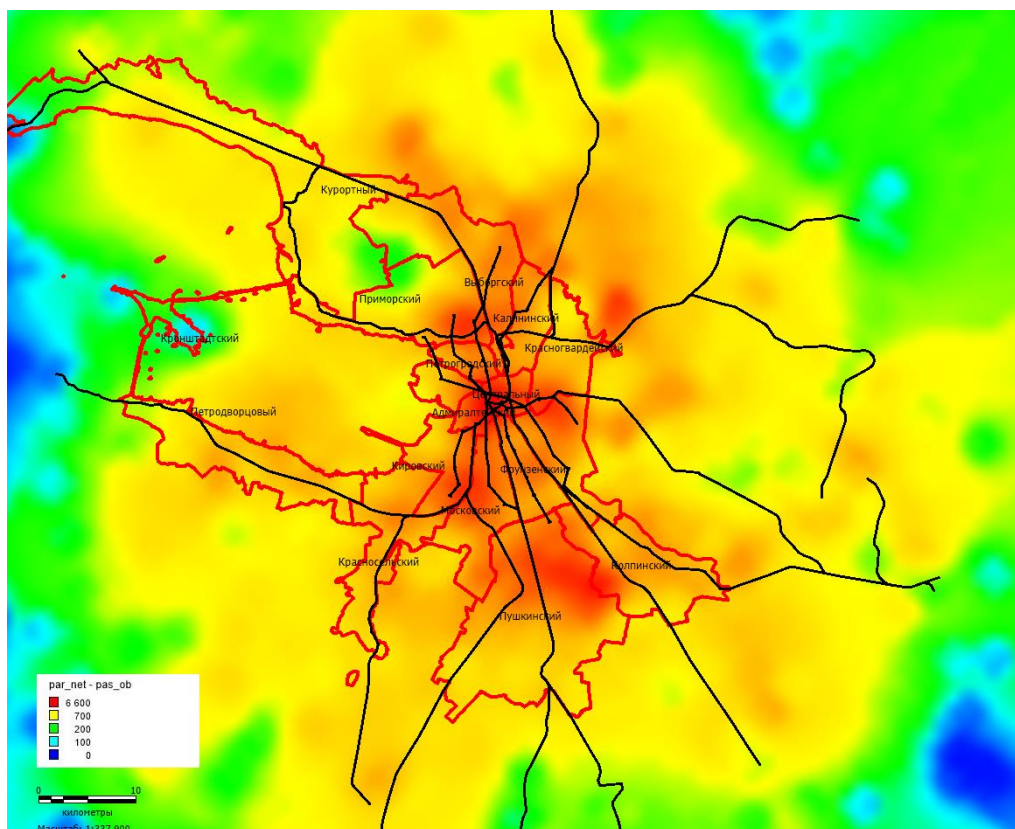


Рис. 1. Поверхность распределения пассажиропотоков при моделировании по транспортной сети

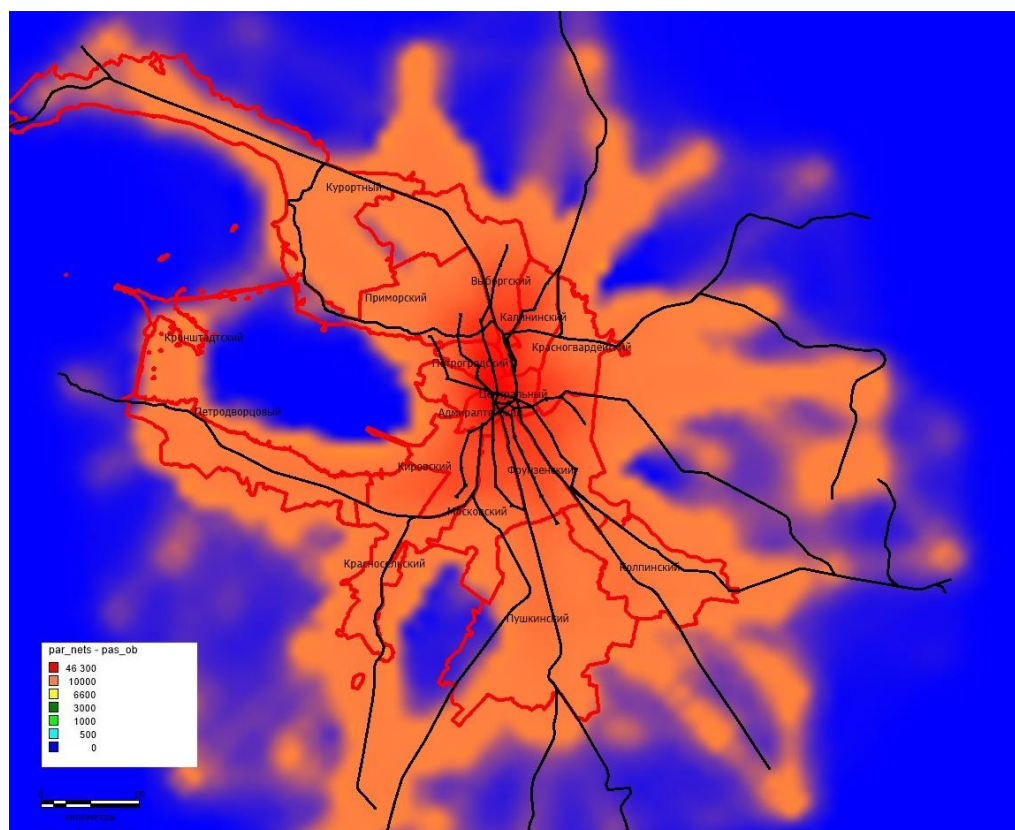


Рис. 2. Поверхность распределения пассажиропотоков при моделировании по условной сети

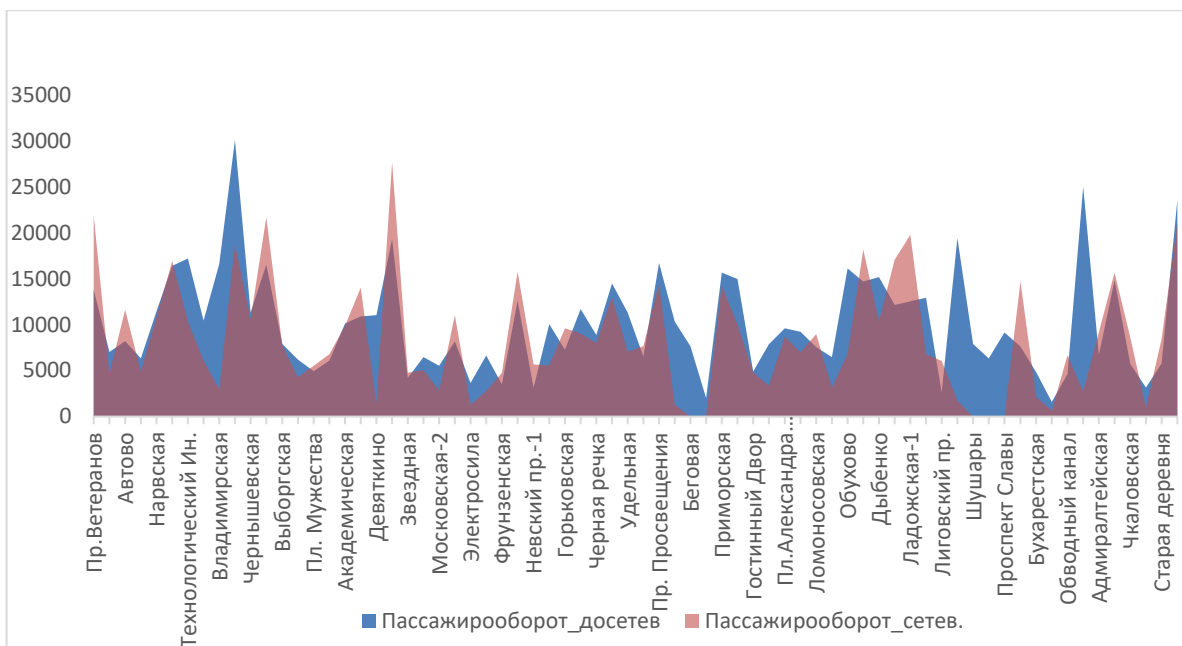


Рис. 3. Пассажирооборот с привязкой к станциям метрополитена

Триады делятся на три типа:

- Триады, совпадающие в досетевом и сетевом моделировании (центр СПб).
- Триады сетевого и досетевого моделирования, совпадающие областями или отдельными точками (область – запад СПб, точка ст.м. Спортивная).
- Триады, не совпадающие в сетевом и досетевом моделировании.

5) Выборка узлов по величине пассажирооборота: в сетевом расчёте узлы более 7000 пасс./час, в досетевом – более 10000 пасс./час (значения выбираются с учетом получившегося коэффициента корреляции 0,86).

6) Сопоставление значений спроса на передвижение и предложения в узлах. Построение зон пассажирооборота по выявленным узлам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайкова Л.В. Полицентризм как парадигма развития российских городов // Архитектон: известия вузов. 2015. № 2(50). С. 69–81.
2. Жуковский Р.С., Поморов С.Б. Анализ современных представлений о полицентрической структуре города // Вестник ТГАСУ. 2016. № 1. С. 67-79.
3. Иванькина Н.А., Перькова М.В. Концепция нового урбанизма: предпосылки развития и основные положения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №8. С. 75–84.
4. Федоров В. П., Лосин Л. А. Методы математического моделирования для проектирования городской транспортной системы на досетевом уровне // Транспорт РФ. 2012. № 2 (39).

Хмелева Г.А. Современные модели городских агломераций // Вестник Самарского государственного университета. 2015. № 8 (130). С. 163–168.