

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

БАБКИН Роман Александрович

**ДИНАМИКА РАССЕЛЕНИЯ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА
ПО ДАННЫМ СОТОВЫХ ОПЕРАТОРОВ**

Специальность 25.00.24 – Экономическая, социальная,
политическая и рекреационная география

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Москва – 2020

Работа выполнена на кафедре экономической и социальной географии России
географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Научный руководитель – **Махрова Алла Георгиевна**,
кандидат географических наук,
ведущий научный сотрудник

Официальные оппоненты – **Аксенов Константин Эдуардович**,
доктор географических наук,
профессор кафедры региональной политики и
политической географии Санкт-Петербургского
государственного университета

Ткаченко Александр Андреевич,
доктор географических наук,
профессор кафедры социально-экономической
географии и территориального планирования
Тверского государственного университета

Мкртчян Никита Владимирович,
кандидат географических наук, ведущий
научный сотрудник Института демографии
Национального исследовательского универси-
тета «Высшая школа экономики» (г. Москва)

Защита диссертации состоится ... декабря 2020 г. в ... на заседании диссер-
тационного совета МГУ.11.01 Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, г. Москва, ГСП–1, Ленинские горы,
МГУ, географический факультет, ауд.

E-mail: agir@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библио-
теки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27). Со сведени-
ями о регистрации участия в защите в удаленном интерактивном режиме и с дис-
сертацией в электронном виде также можно ознакомиться на сайте ИАС «ИС-
ТИНА»: <https://istina.msu.ru/dissertations/...>

Автореферат разослан ... ноября 2020 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат географических наук

А.А. Агирречу

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Динамика расселения – одна из основных характеристик, комплексно отражающих социально-экономические особенности развития территории. Она отличается чрезвычайной сложностью, многоаспектностью и протекает одновременно в разных пространственно-временных срезах. Скорость изменений, происходящих в крупнейшей системе расселения России – Московском регионе, требует поиска новых методов географического анализа, способных охватывать все многообразие пространственных явлений и их временных характеристик. На сегодняшний день накопленные технологические и методологические барьеры в изучении динамики расселения, вызванные несовершенством имеющихся статистических данных и методических приемов, серьезно тормозят развитие экономико-географических исследований в этом направлении. Системы расселения не могут анализироваться при помощи данных традиционной статистики, требуя применения более «гибких» и чувствительных к разновременным изменениям баз данных. В этом контексте сведения сотовых операторов предлагают убедительный вариант ресурсно-информационной поддержки изучения динамики расселения, а задействование пространственно-временных концепций – необходимую для этого теоретико-методологическую основу.

Объект исследования – *Московский регион, включающий в себя Москву и Московскую область.*

Предмет исследования – *пространственно-временные особенности динамики расселения.*

Цель исследования – *выявление особенностей пространственно-временного функционирования расселения на примере Московского региона при помощи основанных на данных сотовых операторов методических подходов.*

Достижение поставленной цели требует решения следующих задач:

- разработка методических приемов и инструментов анализа для исследования динамики расселения на основе обобщения теорий и концепций, изучающих пространственную организацию и пространственно-временную ритмику расселения, а также систематизация зарубежного и отечественного опыта использования данных сотовых операторов;
- сопоставление имеющихся сведений официальной статистики и данных сотовых операторов с анализом их преимуществ и недостатков в контексте изучения пространственно-временной динамики расселения;
- структуризация системы расселения Московского региона на основе данных сотовых операторов и использование пространственно-временного подхода при делимитации столичной агломерации;
- оценка влияния инфраструктурных и событийных проектов на расселение с использованием данных сотовых операторов.

Научная новизна работы заключается в том, что автором впервые с конца 1980-х гг. для Московского региона была произведена комплексная оценка динамики расселения.

При этом использовался относительно новый источник информации – данные операторов сотовой связи. Применение сведений о локализации мобильных телефонов, тесно связанных с реальным местоположением людей, позволило с достаточно высокой точностью и временной дробностью исследовать пульсации численности населения в столичной системе расселения и решить ряд научных задач, выполнение которых при помощи других исследовательских методов было бы затруднительно. В ходе работы были выявлены факторы искажения людности для различных типов районов столичного региона, разработаны показатели и коэффициенты, характеризующие циклическую динамику расселения, модернизированы подходы к делимитации Московской агломерации, изучены последствия реализации некоторых инфраструктурных и событийных проектов для структурно-функциональных характеристик территории Московского региона. Внедрение данных мобильной телефонии в научный анализ позволило автору актуализировать ряд теорий и концепций, ранее не получивших должного развития в силу несоответствия их методологического аппарата и уровня развития требуемых для них баз данных, в частности – хроногеографическую концепцию Т. Хегерстранда. В результате синтеза хроногеографии и данных операторов сотовой связи в контексте изучения Московского региона получены новые знания о динамике его расселения, а традиционная картина пространственно-временной организации расселения Московского региона была дополнена элементами, существование которых носит периодический или временный характер.

Авторский вклад заключается в анализе различных теорий пространственной организации и пространственно-временной ритмики расселения с выработкой на их основе методических приемов, позволяющих синтезировать эти теории с информационно-статистическим ресурсом в виде базы данных сотовых операторов о локализации абонентов. Обобщены и систематизированы различные сферы применения данных сотовых операторов, представлены перспективные направления их использования в рамках изучения структур расселения. Произведена верификация новых данных при помощи сопоставительного анализа с имеющимися сведениями традиционной статистики, обоснованы обнаруженные несостыковки двух массивов данных. Были разработаны коэффициенты, позволяющие производить анализ суточных, недельных, сезонных пульсационных циклов. Новые коэффициенты были апробированы при изучении циклической динамики расселения столичного региона и нециклических изменений посредством анализа последствий реализации некоторых инфраструктурных и событийных проектов. На основе изучения пульсационных процессов в структурно-функциональной организации столичного региона было произведено концептуальное переосмысление понятия «городская агломерация». Были развиты существующие методики делимитации и структуризации агломераций с использованием хроногеографического подхода, а именно – была доказана несостоятельность использования методики Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и обоснована необходимость ее модификации к отечественным условиям, а также предложены варианты такой модификации. С использованием хроногеографического подхода была построена модель «пульсирующей»

агломерации, ядро которой выделяется исходя из показателя плотности дневной численности населения, а пригородная зона разделяется на «статичную» и «подвижную» части.

Методами исследования выступают системно-структурный, сравнительно-географический, картографический, исторический, логический, статистический методы, географическое моделирование, анаморфирование, ситуационный анализ (метод кейсов).

Теоретической и методологической базой исследования послужили труды отечественных ученых (К.Э. Аксенов, А.И. Алексеев, А.Г. Вишневский, А.А. Высоковский, Г.А. Гольц, В.Г. Давидович, А.Г. Дружинин, Ж.А. Зайончковская, Н.В. Зубаревич, Л.Б. Карачурина, С.А. Ковалев, О.В. Кузнецова, Г.М. Лаппо, Е.Е. Лейзерович, И.М. Маергойз, Н.В. Мкртчян, Н.И. Наймарк, С.Я. Ныммик, Е.Н. Перцик, В.В. Покшишевский, П.М. Полян, Н.А. Слука, А.А. Ткаченко, Б.С. Хорев и др.) и зарубежных исследователей (В. Кристаллер, А. Леш, И. Колледж, Р. Бланшар, Н. Грас, П. Геддес, Ч. Уэбелл, К. Левин, Д. Голд, Л. Браун и др.) в области изучения расселения, а также связанных с ним демографических и социально-экономических процессов.

Цикличность в системах расселения России рассматривалась с использованием в качестве теоретической базы исследований В.Л. Бабурина, Д.Ю. Землянского, П.Л. Кириллова, А.Г. Махровой, Т.Г. Нефедовой, А.И. Трейвиша и Ю.Ю. Шитовой.

Особое место занимают работы в области хроногеографии (Т. Хегерstrand, Б. Ленторп, Т. Карлштейн, К. Эллегард, Н.В. Петров и др.), а также других теорий, изучающих динамику систем расселения (Д. Джанелле, Д. Харви, Ф. Перру, Дж. Фридман и др.).

В рамках изучения зарубежного опыта экономико-географических исследований при помощи данных мобильной телефонии были проанализированы работы Р. Ахаса, С. Грэхэма, Дж. Риддеса, М. Тиру, А. Тоунстеда и многих других авторов. Кроме того, были рассмотрены труды отечественных ученых, посвященные тематике использования сведений сотовых операторов при анализе демографических процессов (В.Г. Богоров, А.Н. Бочкарев, М.В. Винник, П.Л. Кириллов, А.Г. Махрова, А.В. Новиков, Е.И. Серова, В.В. Юмагузин и др.).

Информационной базой исследования выступают обезличенные данные операторов сотовой связи («Билайн», «МТС», «Мегафон», «Теле 2») о местах локализации абонентов за 2015–2018 гг., полученные автором от Департамента информационных технологий города Москвы. Данные сотовых операторов представляют собой сведения о перемещениях абонентов в течение суток (измерения проводятся с шагом в 15 минут), полученные в результате замера удаленности мобильного телефона от трех станций сотовой связи. При этом специалистами Департамента проводится обезличивание звонков и очищение выборки от сигналов модемов, планшетов, а также телефонов с двумя и более сим-картами.

Теоретическая значимость работы заключается в формировании научных подходов и методических положений исследований пространственно-временных особенностей распределения и динамики населения в контексте разновременных ритмов его жизнедеятельности под влиянием различных социально-экономических процессов.

Практическая значимость работы. В исследовании впервые в отечественной практике проведена систематизация подходов к работе с данными операторов сотовой связи в рамках экономико-географической науки. Были выработаны основные принципы использования данных сотовых операторов для анализа системы расселения и изучения протекающих в ней социально-экономических процессов. Проведена апробация применения этого источника информации в виде различных исследовательских кейсов на примере Московского региона.

Апробация работы. По теме диссертации автором опубликовано 7 научных статей, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных Положением МГУ для защиты диссертации. Основные положения диссертации доложены на 9 международных и общероссийских научно-практических конференциях.

Структура диссертации. Работу составляют введение, три главы, заключение, список использованной литературы и приложение. Объем работы – 194 страницы основного текста, в ней имеются 45 рисунков и 8 таблиц. Список используемых источников включает в себя 322 наименования на русском и иностранном языках.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Хроногеографическая концепция в современных экономико-географических исследованиях получила новый импульс в связи с появлением данных сотовых операторов. Построенная на их основе система показателей конкретизирует статистическую базу численности населения, его распределения и движения. При этом многие из разработанных показателей представляют уникальные характеристики динамики расселения, например, ночную, дневную или сезонную численность населения.

Пространство и время – два ключевых атрибута реальности для всех социально-экономических процессов, синтез которых в рамках экономико-географических исследований всегда служил серьезной методологической проблемой. Ученые чаще всего разъединяют эти характеристики при помощи различного рода методических приемов: пояснительных и описательных моделей (например, теории центральных мест), или же подходов, отказывающихся от четкого учета времени (например, разделяющих временной интервал на стадии). В связи с этим идеи пространственно-временного синтеза, заложенные хроногеографической концепцией Т. Хегерстранда, имеют важное методическое и методологическое значение.

К настоящему времени революция в возможностях получения и обработки геоинформации привела к возрождению хроногеографии, столкнувшейся в 1980-х гг. с серьезными технологическими проблемами получения данных. Одним из новых источников сведений стали данные сотовых операторов. Высокая детализация информации сотовых операторов позволяет изучать территорию без жесткой привязки к системе администра-

тивного деления и в разрезах социального времени, характеризующего ключевые временные срезы или интервалы общественной жизни (например, время максимальной концентрации людей на рабочих местах, период отпусков и т.д.).

Международная практика применения информации мобильной связи насчитывает уже более 15 лет. Основными бенефициарами использования этого источника являются бизнес, международные организации и национальные статистические службы. Зарубежный опыт показывает, что данные сотовых операторов – перспективный и репрезентативный инструмент, способный улучшить качество исследований по многим направлениям. В качестве самостоятельного информационного ресурса или в сочетании с другими источниками они находят широкое распространение во многих странах мира. При этом передовыми государствами, реализующими наиболее полный комплекс исследований, являются Бельгия, Великобритания, США, Франция и Эстония (рис. 1).

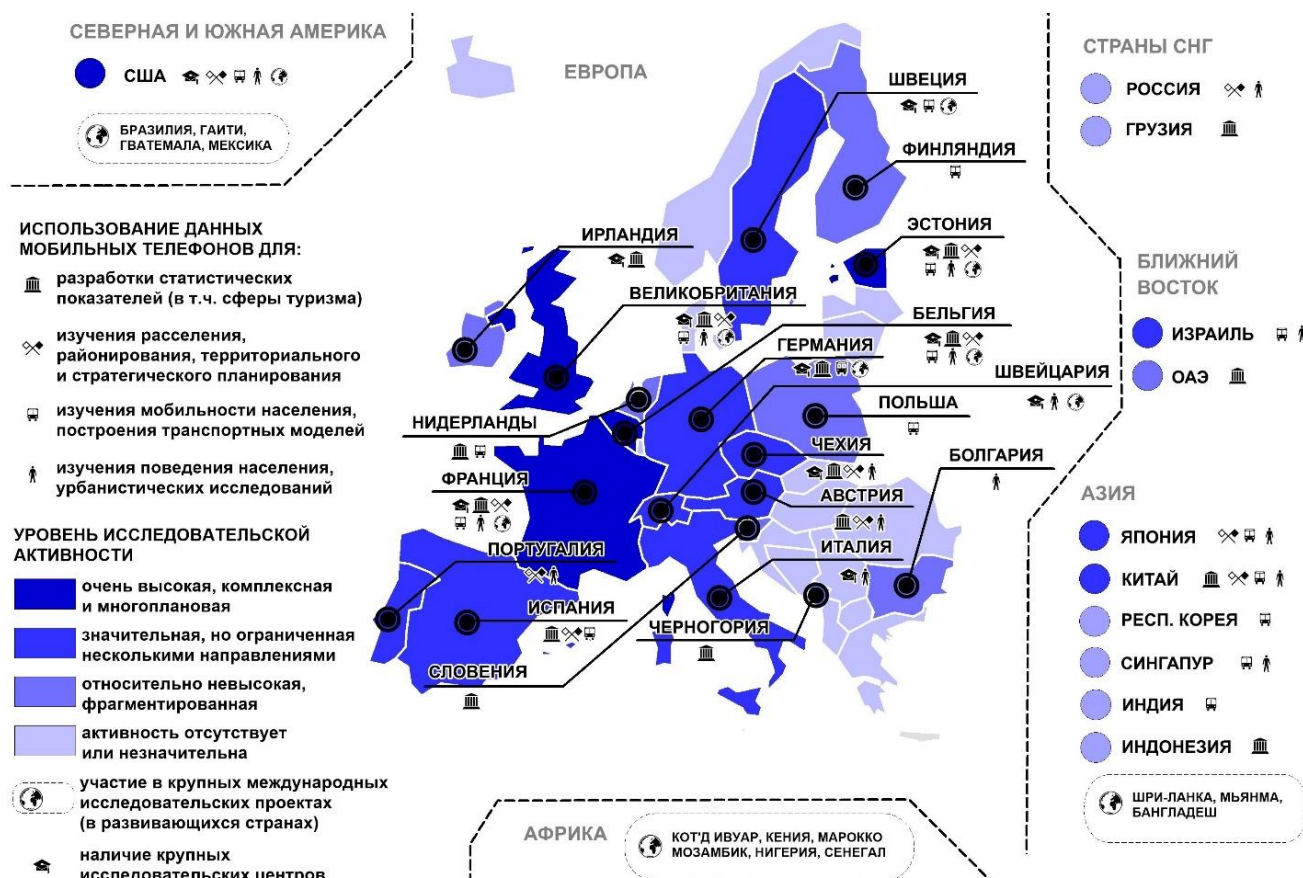


Рис. 1. Использование данных сотовых операторов в европейских и некоторых других странах

Источник: составлено автором

Повышенный интерес данные мобильных операторов представляют для официальных статистических служб. Все чаще на экспертном уровне предлагаются различные подходы к включению этих сведений в статистику. Их динамический характер актуализирует анализ мобильности населения на основе разработки различного рода транспортных моделей. Среди исследований, построенных на ограниченной выборке абонентов, популярны работы по изучению поведения людей и их взаимодействия с

городским пространством. Информация сотовых операторов постепенно внедряется и в сферу оперативного мониторинга различных чрезвычайных ситуаций.

Сведения мобильной телефонии имеют свои преимущества и недостатки, а вопрос их точности, как и любого другого источника данных, представляет собой отдельную методологическую проблему (рис. 2).

Основным **недостатком информации сотовых операторов** служит ее неперсонализированный характер, а также связанная с этим проблема учета аппаратов, зарегистрированных на других лиц (например, на родственников). Кроме того, имеет место недоучет сим-карт других операторов и выключенных устройств. Отдельную проблему составляют технические помехи, связанные с перекрытием сигналов от соседних ретрансляторов. Часть этих проблем помогает решить калибровка, однако полностью очистить и актуализировать массив данных нельзя. Другими слабыми сторонами служат невозможность построения «длинных» временных рядов, высокая стоимость сведений, правовые и нормативные ограничения в их использовании.

В качестве **преимуществ сведений сотовых операторов** стоит отметить лучшее соответствие реальности во времени и пространстве, осуществимость калибровки данных, отсутствие привязки к административно-территориальному делению, высокий потенциал визуализации, сопоставимость и интегрируемость с другими источниками пространственной информации.

Как показывает обширный зарубежный опыт, этот источник геоинформации может активно использоваться в различных исследованиях урбанистического и экономико-географического характера, предоставляя уникальные ресурсы для анализа. Кроме того, данные операторов сотовой связи представляют интерес в качестве дополнения и верификации традиционных и ведомственных источников информации о населении. На основе зарубежного опыта возможна разработка системы показателей, получение которых становится реальным при интеграции в статистику информации операторов сотовой связи (рис. 3).

Материалы, предоставляемые сотовыми операторами, позволяют верифицировать и уточнять численность населения и ее миграционный прирост/убыль, а также отражают динамику численности населения в зависимости от времени суток, дней недели, сезонов года или конкретных событий. При сочетании с другими источниками данных возможно получение более сложных показателей демографической и туристической статистики, а также индикаторов мобильности населения. В целом, применительно к России стоит отметить потенциал данных сотовых операторов в преодолении отставания отечественной демографической статистики от передовых стран мира.

В перспективе, основываясь на статистике населения, историческом анализе и мониторинге в реальном времени, данные сотовых операторов могут быть также использованы при построении демографических и миграционных прогнозов, оценке рисков различных событий, разработке сценариев чрезвычайных ситуаций и во многих других направлениях.

Сильные стороны: - высокая степень соответствия реальности во времени и пространстве; - отсутствие привязки к административно-территориальному делению; - применимость к использованию в разных пространственных масштабах и временных срезах; - практически полный охват населения; - высокая плотность временных срезов отображения; - хорошая связь с другими типами «больших данных»; - значительные возможности для визуализации.	Слабые стороны: - неперсонализированный характер; - недоучет лиц, не имеющих мобильные телефоны (дети, младенцы и т.д.); - поверхностный характер (отсутствие информации о пользователе, мотивах и целях его перемещений); - дороговизна для академических исследований; - проблемы с хранением (необходимость задействования больших объемов памяти); - виртуальный характер; - высокие начальные издержки внедрения в практический оборот; - технические «шумы»; - невозможность построения «длинных» временных рядов (более 5 лет) в силу новизны этого типа данных; - сложности в формировании стратегических альянсов держателей информации; - правовые и нормативные ограничения в использовании.
Возможности: - преодоление статистических провалов для территорий с отсутствием качественной статистики; - компенсация опросной «усталости» граждан; - упрощение межведомственных сравнений; - разработка новых статистических показателей, позволяющих отражать характеристики динамики расселения; - технологические возможности очистки и калибровки информации, повышающие их точность; - применимость данных для мониторинга и решения проблем в режиме реального времени; - сопоставимость и интегрируемость с другими источниками данных (традиционная статистика, данные спутниковых снимков и т.д.); - снижение себестоимости данных.	Угрозы: - проблемы конфиденциальности и безопасности данных; - появление «цифрового» разрыва и «асимметрии информации» между людьми, имеющими доступ к информации, и остальными гражданами; - общественное недоверие; - сопротивление со стороны поставщиков и держателей данных.

Рис. 2. SWOT-анализ данных сотовых операторов применительно к исследованиям динамики расселения

Источник: составлено автором

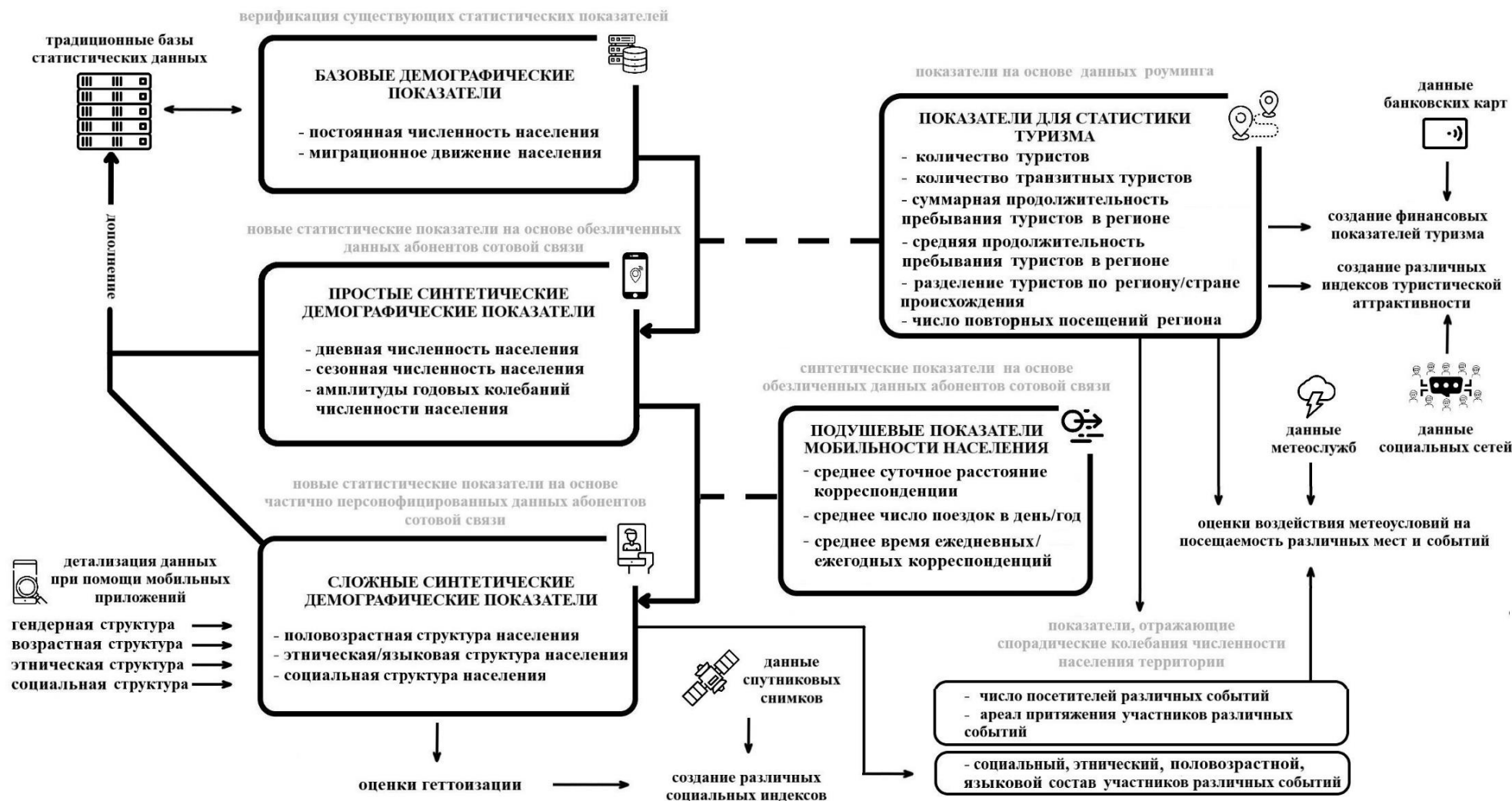


Рис. 3. Перспективная система статистических показателей на основе данных сотовых операторов

Источник: составлено автором

2. Данные сотовых операторов выявляют и корректируют многие недостатки сведений Росстата, что особенно актуально для территорий с действием сильных деформирующих статистику факторов (агломерационный эффект, ускоренный социально-экономический рост, наличие дачно-коттеджных поселков и т.д.). Информация операторов мобильной связи максимально совпадает с Росстатом для центральных районов столицы и выявляет переоценку людности на 0,9 млн чел. для ее спальных районов. Для Московской области и Новой Москвы характерна недооценка официальной статистикой реального числа жителей на 2,7 и 0,5 млн чел. соответственно.

Традиционная статистика подвержена воздействию ряда «деформирующих» факторов: несоответствие реального места проживания и адреса регистрации, двойной учет населения при переписи, сложность в учете военнослужащих, студентов, пенсионеров и других категорий населения. Кроме того, в силу своей инертности она неспособна предоставлять достоверную информацию о людности муниципалитетов, в которых ведется активное жилищное строительство или имеется большое число дач. В результате, «невидимые» в официальной статистике категории населения «проявляются» при использовании данных сотовых операторов, а для «видимых» групп появляется возможность определения их фактического местонахождения.

Сведения о людности территорий Москвы и Подмосковья, приведенные операторами сотовой связи для ночи усредненного буднего дня холодного сезона года (время максимальной концентрации граждан в своем основном жилье), позволяют утверждать, что Росстат существенно занижает показатели численности населения для Московской области и несколько завышает их применительно к Москве. Так, по информации мобильных операторов в буднюю ночь холодного сезона 2018 г. в границах Москвы находилось 12,1 млн чел. против 12,6 млн чел. по данным Росстата на 01.01.2019 г. (расхождение на 0,5 млн чел.). В Московской области аналогичные показатели составили 10,3 и 7,6 млн чел. соответственно (расхождение на 2,7 млн чел.). На уровне отдельных муниципалитетов направленность несоответствий и их величины также варьируют в широких пределах (рис. 4).

Оценка численности населения по обоим источникам данных совпадает только для районов центра и субцентра Москвы, а также для некоторых слабоурбанизированных (доля городского населения менее 50%) окраинных муниципалитетов Московской области, которые мало взаимодействуют со столицей в рамках суточных циклов. В спальных районах Москвы в среднем наблюдается относительно небольшое (около 10%) **завышение численности населения** официальной статистикой в сравнении с данными сотовых операторов, что связано с проживанием во втором (подмосковном) жилье части москвичей и с недостатками переписей населения, данные которых служат «точками отсчета» для последующего текущего учета.

Вторую группу «переоцененных» Росстатом территорий составляет большинство городских округов Московской области, расположенных вне ближнего к столице пояса (Бронницы, Серпухов, Электрогорск и другие), в которых значительная часть местного населения

переходит к недельным циклам взаимодействия с ядром агломерации. Кроме того, существенно выше данных мобильных операторов официальная численность населения в подмосковных ЗАТО (в 2,5-3,5 раза).

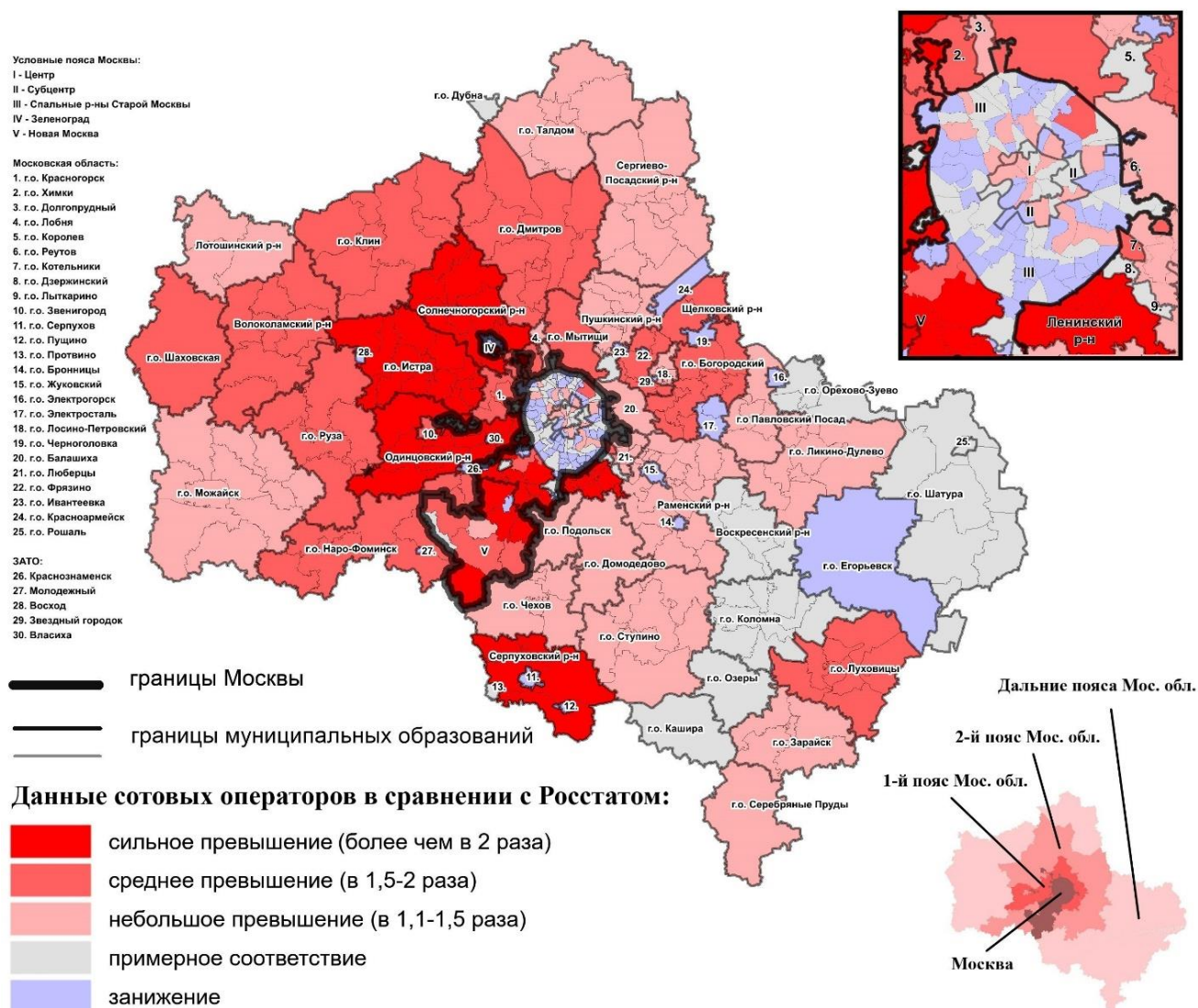


Рис. 4. Соотношение постоянной численности населения согласно данным сотовых операторов с данными Росстата на конец 2018 г.¹

Источник: составлено автором по данным Росстата и информации сотовых операторов

Сильные различия, но в сторону **занижения** людности **официальными** данными, наблюдаются в Новой Москве (более чем в 2 раза) и в муниципалитетах ближнего к Москве пояса Московской области (около 30-40%). В них отмечается серьезное влияние активного жилищного строительства и большого числа незарегистрированных мигрантов на искажение официально регистрируемого населения. Также занижение людности со стороны Росстата имеется в слабоурбанизированных муниципалитетах Московской области за пределами ближнего к столице пояса, что связано со значительным числом проживающих здесь дачников при относительно небольшом постоянном населении.

¹ Ввиду почти полной ликвидации местного самоуправления на уровне городских и сельских поселений в Московской области применительно к ней был рассмотрен только уровень городских округов и муниципальных районов в границах на 01.01.2019 г.

3. Разработанные автором коэффициенты суточных, недельных, сезонных и максимальных пульсаций численности населения позволяют выделить аттрактивные, спальные, спально-аттрактивные и дачно-рекреационные типы районов, которые отражают структурно-функциональную специализацию частей системы расселения.

Москва и Московская область формируют единую систему расселения с высоким уровнем сопряженности пространственно-временной динамики: изменения в одном элементе находят свое непосредственное отражение в других ее частях в рамках разновременных циклов (табл. 1).

Таблица 1. Динамика населения Московского региона в различных временных срезах по данным сотовых операторов на 2018 г.

Время года	День недели	Время суток	Численность населения, млн чел.		
			Москва	Московская область	Московский регион
Теплое	Будний	Ночь	8,4	9,7	18,1
		День	9,5	9,4	18,9
	Выходной	Ночь	7,0	10,4	17,4
		День	7,3	10,8	18,1
Холодное	Будний	Ночь	12,1	10,3	22,4
		День	13,3	9,7	23,0
	Выходной	Ночь	11,2	10,7	21,9
		День	11,6	10,8	22,4

Источник: составлено автором по данным сотовых операторов

Высокая динамичность структуры расселения столичного региона наблюдается как в рамках недельно-сезонных дачно-рекреационных миграций, «растягивающих» каркас жизнедеятельности, так и в виде суточных пульсаций численности населения (когда потоки компьютеров устремляются в районы-аттракторы и «сжимают» активное агломерационное пространство). Так, в будний день холодного сезона происходит максимальное «стягивание» населения к ядру агломерации: наивысшую плотность в это время имеют районы центра Москвы, для некоторых из которых показатель плотности населения превосходит 30 тыс. чел./кв. км (рис. 5).

Предлагаемая автором совокупность коэффициентов суточной, недельной, сезонной и максимальной пульсаций, полученных при агрегировании показателей численности населения в различные временные срезы, отражает динамику расселения в рамках основных циклов и позволяет типологизировать территории по их функциональной роли в системе расселения (рис. 6, 7).

Коэффициент суточных пульсаций численности населения или **аттрактивности** ($K_{\text{атр}}$) представляет соотношение численности дневного и ночного населения территории. Привлекательные для деловой деятельности районы характеризуются повышенной дневной людностью ($K_{\text{атр}}$ более 1,1) и являются «районами-аттракторами». Их расположение отра-

жает центр-периферийную поляризацию Московского региона: почти все они сконцентрированы в Москве. Районы центра столицы с наибольшим сосредоточением деловых функций отличаются более чем двукратным преобладанием дневного населения над ночным ($K_{атр}$ более 2,0) и могут быть выделены как «суператтракторы». Кроме того, дневной сверхпривлекательностью отличается район Капотня – территория города, отличающаяся неудовлетворительной транспортной доступностью и локализующая нескольких крупных трудоемких производств, среди которых выделяется Московский нефтеперерабатывающий завод.

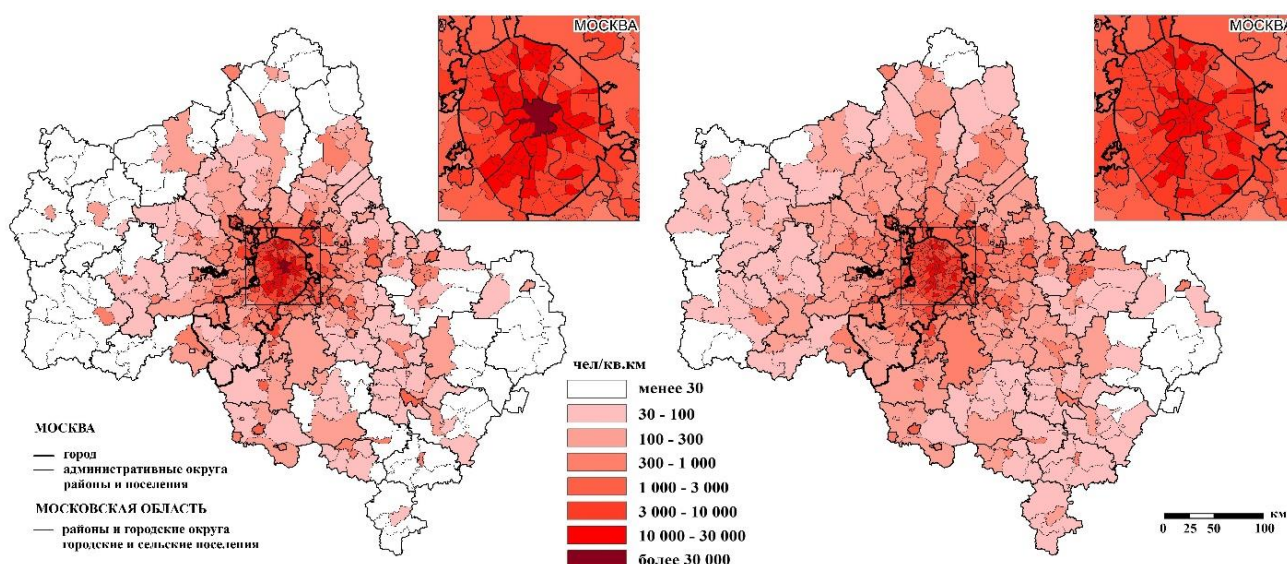


Рис. 5. Плотность населения Московского региона в будний день холодного (слева) и выходную ночь теплого (справа) сезонов года

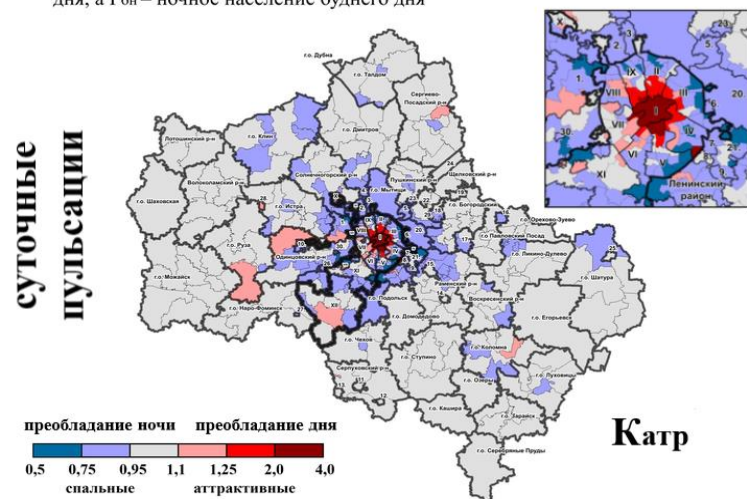
Источник: составлено автором по данным сотовых операторов

Противоположную роль играют территории с повышенной ночной концентрацией населения ($K_{атр}$ менее 0,95) – «районы-спальни». К их числу относится большинство муниципалитетов периферийных частей Москвы и ближнего к столице пояса Московской области. При этом ряд районов с наименьшей обеспеченностью местами приложения труда можно охарактеризовать в качестве «суперспальных» с $K_{атр}$ менее 0,75.

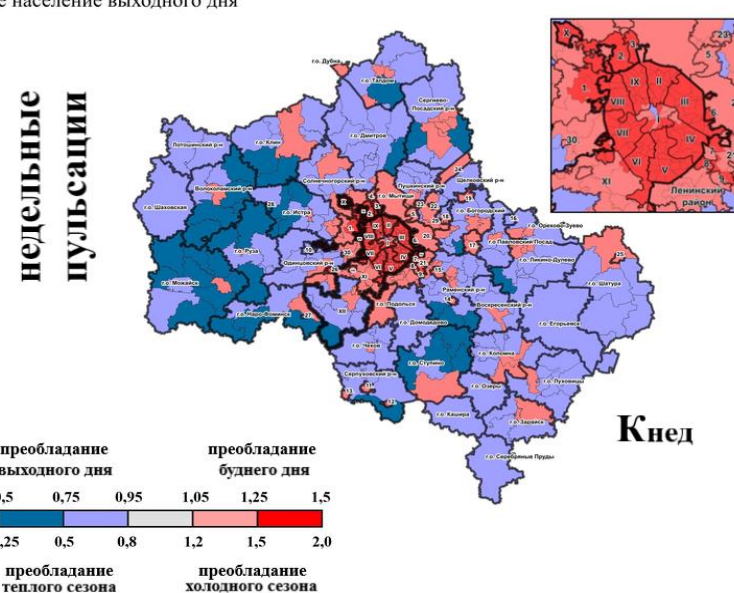
Примерно одинаковая дневная и ночная людность характеризует **спально-аттрактивные районы**, к которым относятся некоторые части Москвы, как правило, прилегающие к районам-аттракторам. Здесь совпадение дневной и ночной людности связано с высокой замещающей мобильностью (на смену выезжающим прибывает примерно такое же число выезжающих комьютеров). Подобное соотношение дневного и ночного населения также свойственно большей части муниципальных образований Московской области вне ближнего к Москве пояса. Наблюдаемая здесь невысокая суточная динамика объясняется небольшими масштабами ежедневных маятниковых миграций в столицу и доминированием удлинённых циклов взаимодействия с ней.

Коэффициенты недельных ($K_{нед}$) и сезонных ($K_{сез}$) пульсаций численности населения в общем виде разделяют столичный регион на высокоурбанизированные и относительно слабоурбанизированные территории.

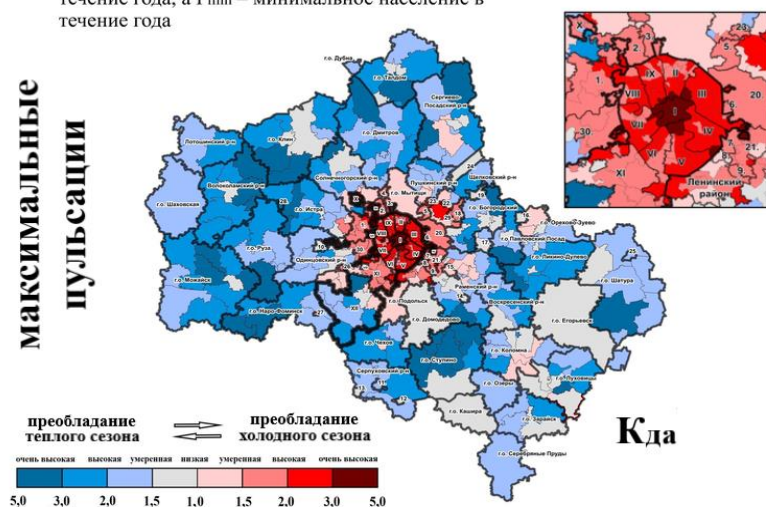
$K_{атр} = R_{бд} / R_{бн}$, где $R_{бд}$ – дневное население буднего дня, а $R_{бн}$ – ночное население буднего дня



$K_{нед} = R_{бн} / R_{вн}$, где $R_{бн}$ – ночное население буднего дня, $R_{вн}$ – ночное население выходного дня



$K_{да} = P_{max} / P_{min}$, где P_{max} – максимальное население в течение года, а P_{min} – минимальное население в течение года



$K_{сез} = R_{бн} / R_{вн}$, где $R_{бн}$ – ночное население буднего дня холодного времени года, а $R_{вн}$ – ночное население выходного дня теплого времени года

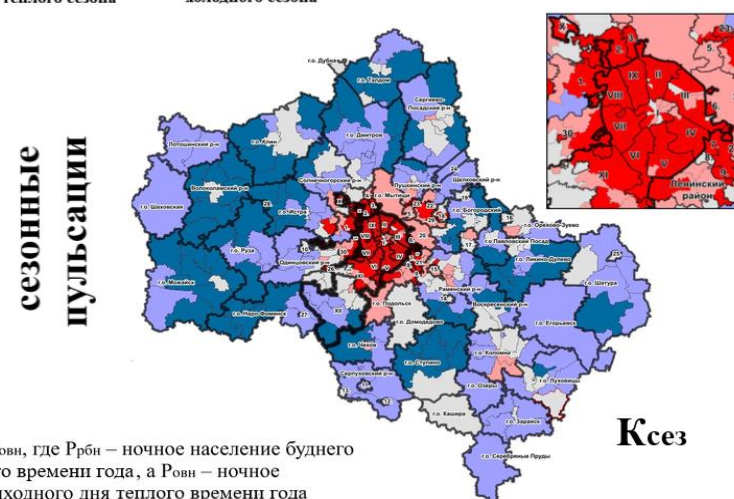


Рис. 6. Разновременные пульсации численности населения в Московском регионе (2018 г.)

Источник: составлено автором по данным сотовых операторов

Используемые коэффициенты:

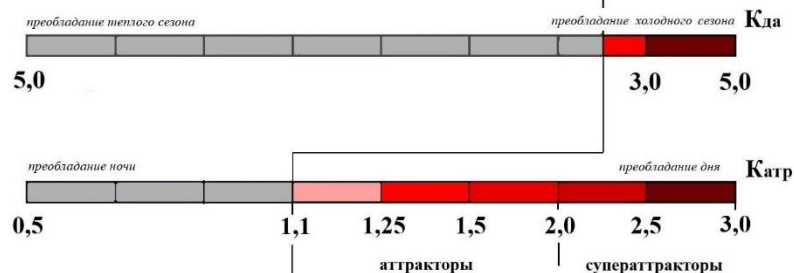
Катр (коэффициент аттрактивности) - соотношение дневной и ночной численности населения

Квнд (коэффициент недельных пульсаций) - соотношение людности выходной и будней ночей

Ксез (коэффициент сезонных пульсаций) - соотношение численности населения в холодное и теплое время года

Кда (коэффициент динамической амплитуды) - соотношение максимальной и минимальной численности населения

РАЙОНЫ-АТТРАКТОРЫ

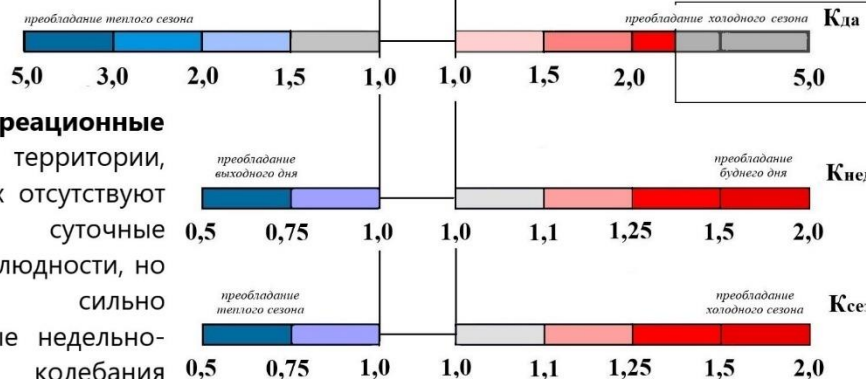


Суператтрактивные районы – территории с очень высокой концентрацией центров притяжения. Дневное население существенно больше ночного, а недельно-сезонные пульсации сглажены.

Аттрактивные районы – территории с высокой концентрацией центров притяжения. Дневное население выше ночного, выражены недельно-сезонные пульсации.

РАЙОНЫ ДАЧНОЙ РЕКРЕАЦИИ

Катр = 1,0



Дачно-рекреационные районы – территории, на которых отсутствуют заметные суточные пульсации людности, но имеются сильно выраженные недельно-сезонные колебания численности населения.

СПАЛЬНО-АТТРАКТИВНЫЕ РАЙОНЫ

Спально-аттрактивные районы – территории с примерным равенством дневного и ночного населения, недельно-сезонные пульсации имеют выраженный характер.

Спальные районы – территории с превосходством ночного населения над дневным. Недельно-сезонные колебания людности хорошо выражены.

Суперспальные районы – территории, на которых ночная людность существенно превышает дневную. Недельно-сезонные циклы пульсаций хорошо выражены.

РАЙОНЫ-СПАЛЬНИ

Рис. 7. Комплексная типология районов Московского региона

Источник: составлено автором

В рамках недельного цикла районы с высокой долей городского населения выделяются повышенной людностью буднего дня, а для сезонного цикла – холодного времени года. В относительно слабоурбанизированных или **дачно-рекреационных районах** за счет массовой миграции дачников отмечается преобладание населения выходных дней и летних месяцев в пределах недельных и сезонных пульсаций соответственно.

Комплексно характеризует территорию **коэффициент динамической амплитуды ($K_{да}$)**, отражающий соотношение максимальной и минимальной людности в течение всего года. Так, места дачной рекреации отличаются умеренно-высокими значениями этого показателя: для них характерны величины $K_{да}$ свыше 1,5 (летнее население существенно превосходит зимнее). При этом $K_{да}$ аналогично $K_{атр}$ позволяет с высокой точностью выделить «районы-аттракторы» и «районы-спальни»: оба типа территорий характеризуются превосходством людности холодного времени года, однако «районы-аттракторы» как более «гибкие» элементы системы расселения имеют значения $K_{да}$ свыше 2,5.

4. Интеграция пространственно-временного подхода и данных сотовых операторов в методику выделения функциональных городских районов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) позволила перейти к выделению в качестве ядер агломерации территорий с высокой плотностью дневного населения (более 1 500 чел./км²) и структурировать пригородную зону на части с преобладанием суточных и недельно-сезонных типов пульсаций численности населения.

Методика выделения функциональных городских районов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) – один из универсальных международных подходов к делимитации и структуризации агломераций. Согласно ей, функциональный городской район состоит из высокоплотного городского ядра (плотность населения свыше 1 500 чел./км²) и прилегающей территории (коммутирующей зоны), тесно интегрированной с ядром посредством трудовых связей.

В своем классическом виде методика ОЭСР не подходит для Московской агломерации, поскольку по ее формальным критериям к ядру агломерации будет относиться вся Москва (за исключением Зеленоградского и Троицкого административных округов) и значительная часть ближних к столице муниципалитетов Московской области, что противоречит всем имеющимся представлениям центр-периферийного разделения столичной агломерации. Размеры ядра агломерации, соответственно, приводят к расширению пригородной зоны, охватывающей более 90% Московского региона с границами, далеко выходящими за пределы области. Такая картина связана с тем, что, в отличие от агломераций развитых стран с их малоэтажными субурбиями, в состав ядра Московской агломерации попадают обычные спальные районы столицы и ее города-

спутники с высокоплотной многоэтажной застройкой и невысоким уровнем обеспеченности населения рабочими местами ($K_{атр}$ менее 1,0).

Построение при помощи хроногеографического подхода модели «пульсирующей» в разновременных ритмах агломерации существенно расширяет теоретические рамки коммуникационных процессов, позволяя оперировать пространственными и временными аспектами функционирования системы расселения. Алгоритм моделирования «пульсирующей» агломерации решает методологические проблемы модификации методики ОЭСР, а также теоретически обосновывает структурирование пригородной зоны в зависимости от характера ее агломерационного взаимодействия (рис. 8).

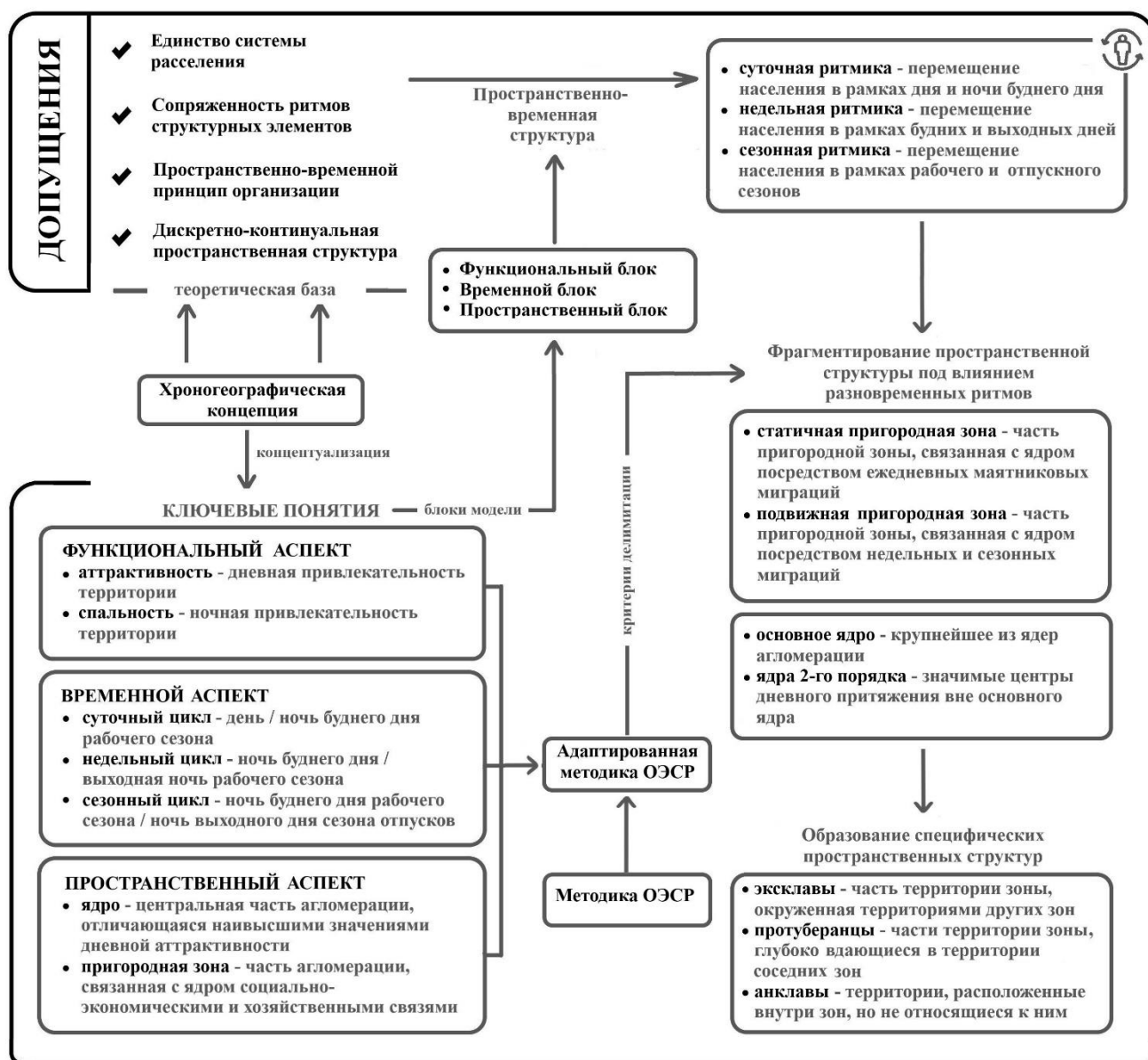


Рис. 8. Алгоритм моделирования «пульсирующей» агломерации

Источник: составлено автором

Делимитация ядра в модифицированном варианте проведена в зависимости от плотности дневного, а не всего населения (обычно соответствующего ночному распределению жителей). При этом пригородная зона разделена на статичную и подвижную

части: первая взаимодействует с ядром в рамках суточной ритмики, а вторая включает в себя территории, входящие в состав пригородной зоны под воздействием недельно-сезонных циклов (рис. 9).

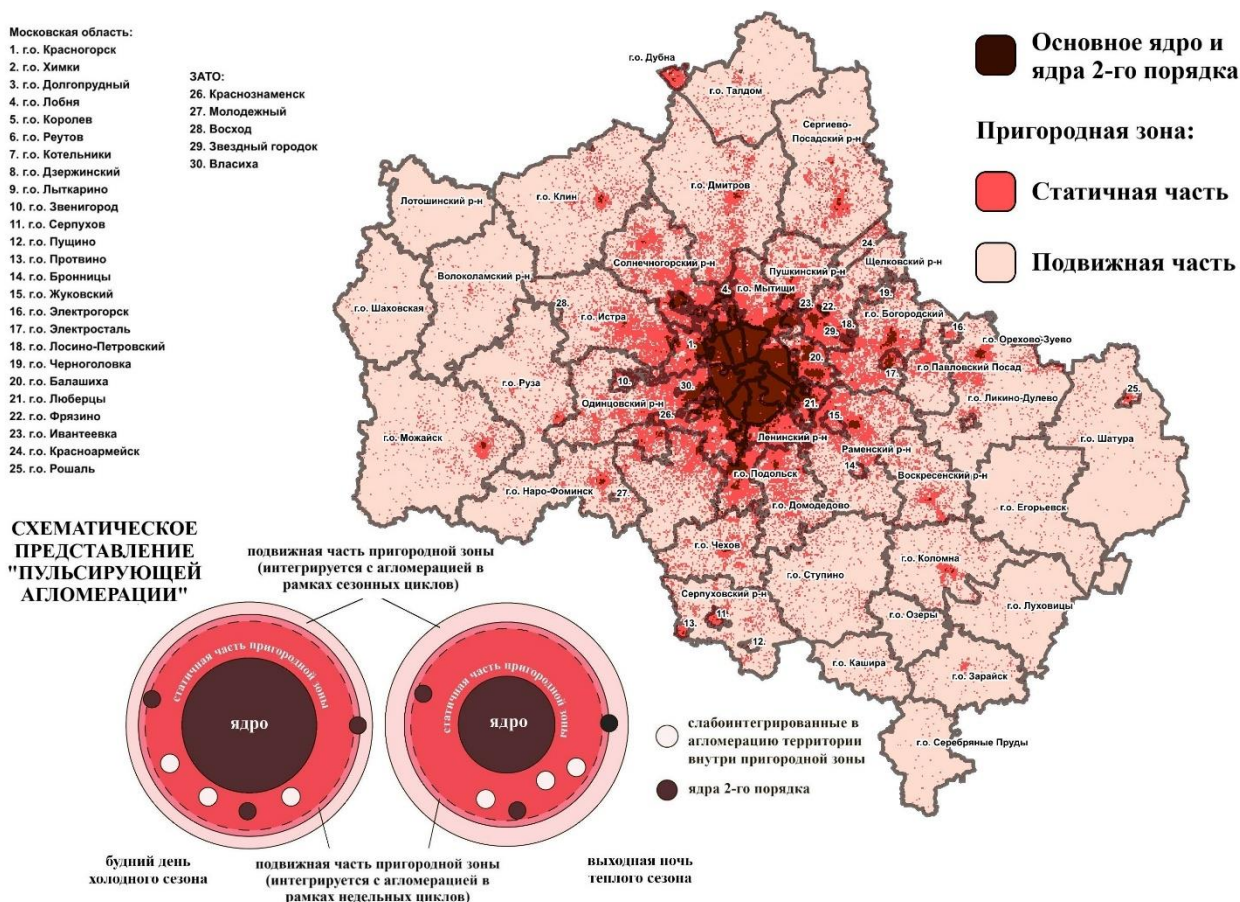


Рис. 9. Выделение ядра и пригородной зоны Московской агломерации по модифицированной методике ОЭСР

Источник: составлено автором по данным сотовых операторов

В таком варианте границы **основного ядра** проходят примерно в пределах Московской кольцевой автодороги (МКАД), а на территории ближнего к столице пояса Подмосковья и в крупных городах на некотором удалении от Москвы (Коломна, Дубна, Дмитров и т.д.) выделены **ядра 2-го порядка**.

«**Статическая часть пригородной зоны**» формируется территориями, 15% занятых жителей которых совершают ежедневные маятниковые миграции в ядра (как и в классической методике ОЭСР). При использовании модифицированной методики статическая часть пригородной зоны концентрирует 5,6-6,4 млн чел. в холодное время года и 6,4-6,5 млн чел. в теплый сезон. «**Подвижная часть пригородной зоны**» включает в себя территории, входящие в состав пригородной зоны под воздействием недельных (прежде всего удлинённых трудовых), а также сезонных (дачно-рекреационных) ритмов жизнедеятельности людей, а ее людность варьирует в зависимости от сезона в пределах 1,9-2,7 млн чел.

5. Под воздействием крупных инфраструктурных проектов нециклическая динамика системы расселения Московского региона интенсифицирует процессы трансформации и за короткое время меняет исторически сложившиеся структурно-функциональные роли территорий. Изменения градиентов суточных и сезонных пульсаций численности населения районов вблизи Московского центрального кольца (МЦК) и в Новой Москве отражают сдвиги между спальными, деловыми и рекреационными функциями этих территорий. Существенное увеличение в 2015–2018 гг. ночной людности Новой Москвы фиксирует реальные темпы ее заселения, вдвое превышающие официальные данные, а равновеликий рост дневного и ночного населения зоны вблизи МЦК свидетельствует о сбалансированном характере развития этой территории в рассматриваемый период.

Помимо циклической динамики, обусловленной внутренними социально-экономическими ритмами, для расселения свойственна нециклическая динамика, связанная с воздействием внешних факторов, например, инфраструктурными мегапроектами. Структурно-функциональные сдвиги, вызванные ими, можно оценивать в зависимости от соотношения численности дневного и ночного населения территории и его изменения на различных этапах реализации проекта. Так, воздействие одного из крупнейших инфраструктурных проектов последних лет – Московского центрального кольца (МЦК) – к 2018 г. привело к заметным преобразованиям функциональных ролей прилегающих к нему районов (рис. 10).

В пространственном отношении наиболее заметные изменения, вызванные МЦК, характерны для районов внешней зоны кольца, в то время как для внутренней зоны роль железнодорожного кольца сильно сглажена наличием развитой транспортной инфраструктуры и высокой степенью сформированности пространственного каркаса. В целом, рост «спальных» функций пришелся на территории с достаточно высокими показателями концентрации дневного населения и, соответственно, их привлекательности. Наибольший рост дневного населения наблюдался в классических спальных районах (Бескудниковский, Марфино и др.), что говорит о благоприятной роли МЦК в создании там новых рабочих мест.

Серьезные подвижки в проявлении сезонности выявляются данными сотовых операторов в ближних к МКАД районах Новой Москвы (примерно в границах Новомосковского АО), которые быстро теряют дачно-рекреационные функции, превращаясь в высокоурбанизированные территории с характерными для них ритмами сезонных пульсаций численности населения.

Проект освоения Новой Москвы привел к ускоренному росту численности населения, не фиксируемого статистикой. За 2015–2018 гг. людность некоторых районов (Московский, Внуковское, Десеновское и др.) выросла в 1,5–2,0 раза, хотя Росстат фиксирует для них рост только на 40–70% (рис. 11).

РАЙОНЫ:

Акад. - Академический
Беск. - Бескудниковский
Войк. - Войковский
Гаг. - Гагаринский
НС. - Нагатинно-Саловники
Наг. - Нагорный
Рост. - Ростокино
Свиб. - Свиблово
Тим. - Тимирязевский
Хам. - Хамовники
Юж-П. - Южнопортовый

МЦК

Производственные зоны
(с номером ПКЗ)

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ТИП:

спальные стабильные
спально-аттрактивные стабильные
аттрактивные стабильные
спальные с растущей
аттрактивностью
спально-аттрактивные
с растущей аттрактивностью
спально-аттрактивные
со снижающейся аттрактивностью
аттрактивные
со снижающейся аттрактивностью

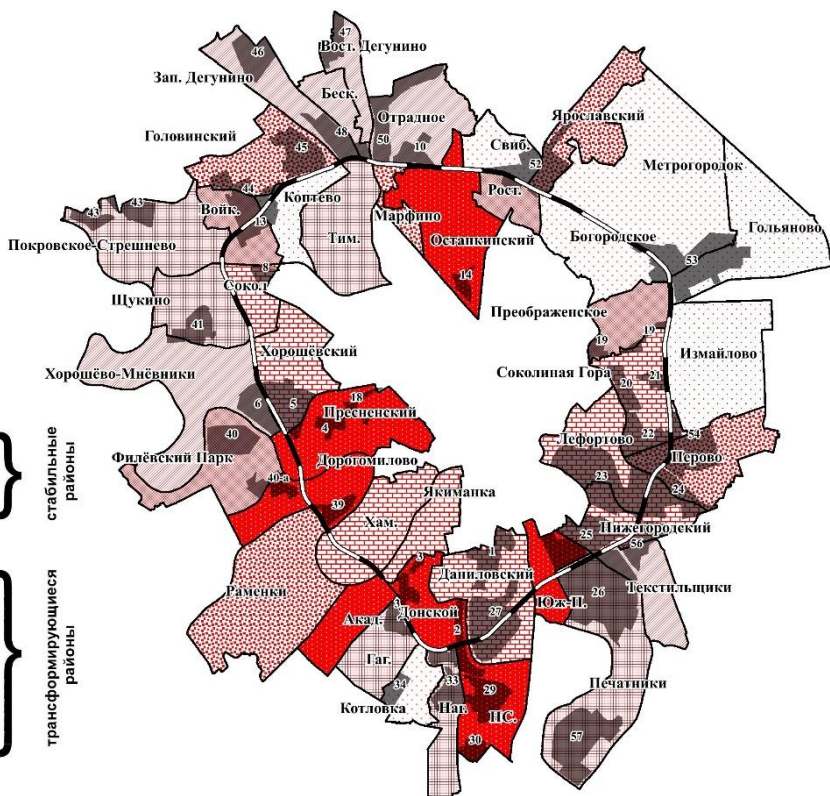


Рис. 10. Типология районов в зоне тяготения к МЦК по соотношению и динамике спальных и деловых функций, 2015–2018 гг.

Источник: составлено автором по данным сотовых операторов

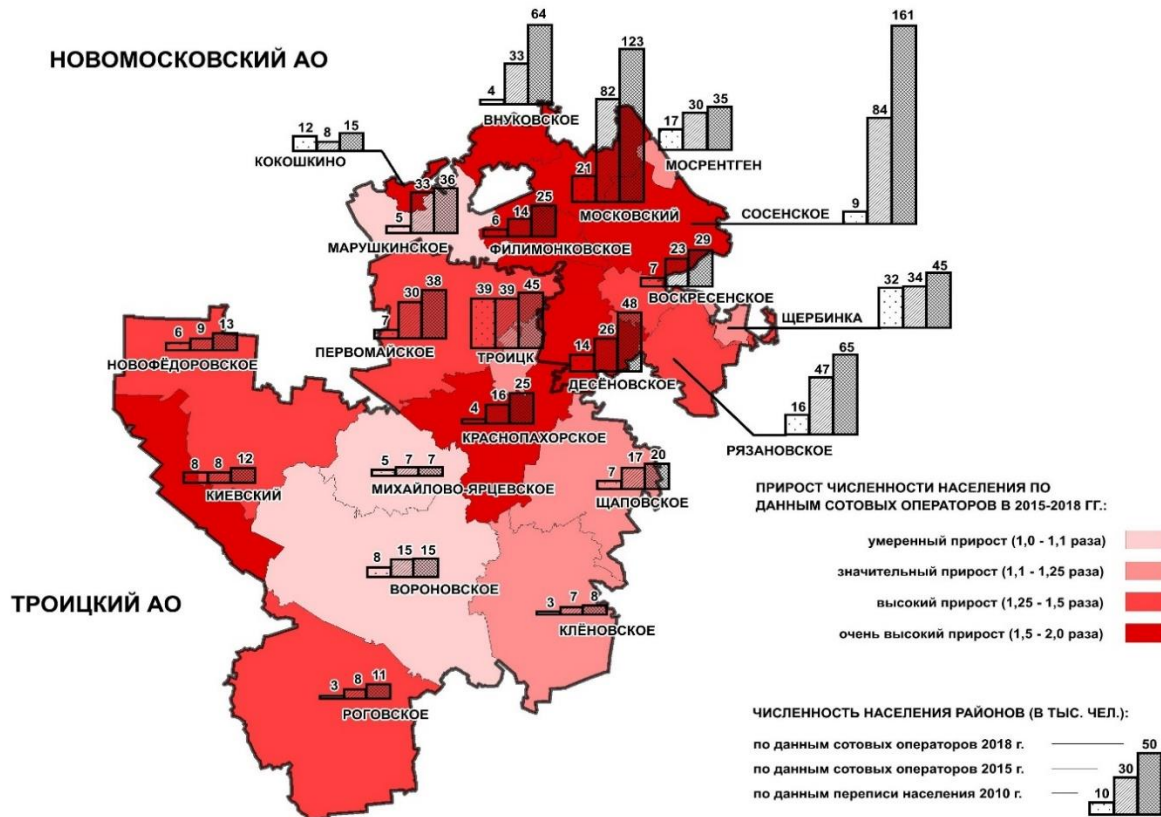


Рис. 11. Динамика численности населения в районах Новой Москвы в 2010–2018 гг.

Источник: составлено автором по данным сотовых операторов и Всероссийской переписи населения 2010 г.

Непосредственно перед началом комплексного освоения Новой Москвы численность ее населения оценивалась переписью 2010 г. в 235 тыс. чел. К 2016 г., согласно официальным данным, наблюдался рост людности этих территорий примерно на треть – до 314 тыс. чел., однако сведения сотовых операторов показали значительно большее значение – 570 тыс. чел. К началу 2019 г. различия стали еще более выраженными: по данным Росстата, численность населения Новой Москвы составила 390 тыс. чел., а сведения о локализации абонентов показали уже 840 тыс. чел.

6. Событийные мероприятия нарушают сложившиеся суточно-недельные циклы пульсаций численности населения, формируя специфическое динамическое пространство. Высокодетализированные данные сотовых операторов связывают цифровые треки телефонов с местами и событиями, выделяя ядра притяжения и ареалы сбора посетителей. При этом сравнение агломерационных и событийных пространственно-временных паттернов выявляет высокую степень схожести и преемственности между ними.

Спорадические пульсации, вызванные различными событийными проектами, характеризуются кратковременностью и возвратным характером протекания. Динамика расселения под их влиянием может рассматриваться во многих аспектах: соотношение местных жителей и посетителей, изменение функций территории и ее адаптация под новые потоки, влияние внешних факторов (погодные условия, сезонность и т.д.), выделение точек-аттракторов событий, изучение ареалов притяжения посетителей различных мероприятий. Эти характеристики сближают событийные пульсации с динамикой, вызванной агломерационным эффектом, однако проявляющейся в дискретной форме.

События в короткий срок деформируют устоявшиеся суточно-недельные циклы динамики системы расселения. Подобные искажения хорошо заметны при построении профилей людности мест проведения крупных спортивных или культурных мероприятий, например, районов размещения инфраструктуры Чемпионата мира по футболу 2018 г. (ЧМ-2018). В их числе: Раменки – место локализации фан-зоны, Хамовники и Покровское-Стрешнево – районы расположения стадионов «Лужники» и «Спартак» соответственно (рис. 12).

Матчи ЧМ-2018 оказали существенное воздействие на недельные циклы пульсаций. Так, игра между сборной России и Испании в воскресенье 1 июля и финальный матч, проводимый в воскресенье 15 июля, фактически сгладили недельный пульсационный ряд. Особенно отчетливый пик людности наблюдался в районах Хамовники и Раменки вечером 14 июня, когда проходила церемония открытия чемпионата на стадионе «Лужники». В это время, по данным сотовых операторов, численность населения Хамовников превышала обычную для такого дня примерно на 60 тыс. чел., а Раменок – на 20–25 тыс. чел. Подобные «всплески» людности в меньшей степени были отмечены и для прочих дат проведения игр Чемпионата.

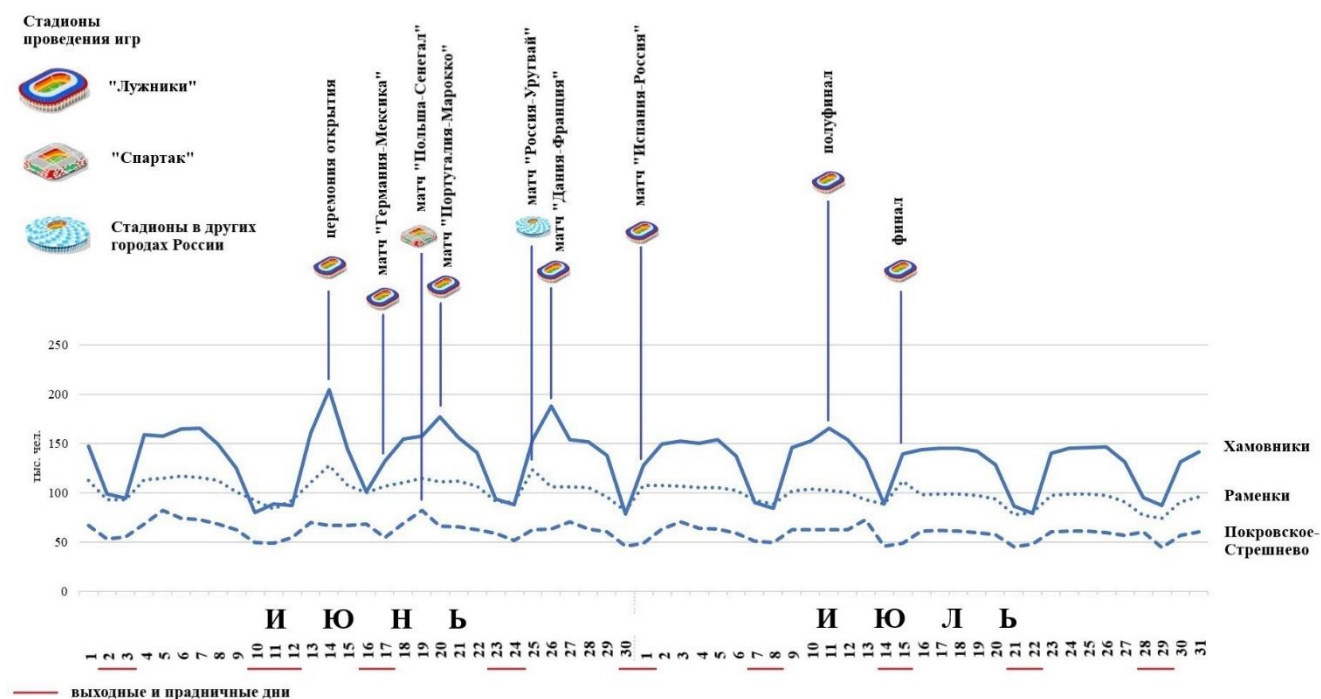


Рис. 12. Динамика вечерней численности населения (18:00) районов размещения стадионов и фан-зоны во время проведения ЧМ-2018 (июнь–июль 2018 г.)

Источник: составлено автором по данным сотовых операторов

В то же время, несмотря на то, что профиль численности населения позволяет увидеть резкие «всплески» людности в дни проведения матчей, сравнение информации сотовых операторов со сведениями Ростуризма и FIFA свидетельствует о недоучете мобильными данными примерно 15-25% посетителей, что говорит о необходимости задействования информации роуминга при анализе пульсаций под воздействием международных событий, привлекающих значительное количество зарубежных посетителей.

Трансформация событийного пространства в течение дня под влиянием событий городского масштаба прослеживается на примере празднования Дня города Москвы 2018 г. Это мероприятие имело несколько выраженных центров притяжения, которые можно четко локализовать, привязав к ограниченному числу наиболее популярных мест столицы, а ареал сбора посетителей, в целом, соответствовал границам столичной агломерации (рис. 13).

В утренние часы повышенной популярностью пользовались местные центры притяжения, как правило, парки районного значения. При этом значительных различий в численности утреннего населения между 8 сентября и другими субботами этого месяца не наблюдалось. К 16:00 становятся выраженными повышенные показатели людности событийных аттракторов в историческом центре (Красная площадь, парк «Зарядье», Тверская улица и т.д.), в районе стадиона «Лужники», Поклонной горы и ВДНХ. К вечеру (20:00) к ним добавились парки «Сокольники» и «Измайлово». В течение всего дня некоторым превышением средних для сентября значений людности были отмечены все парковые зоны столицы.

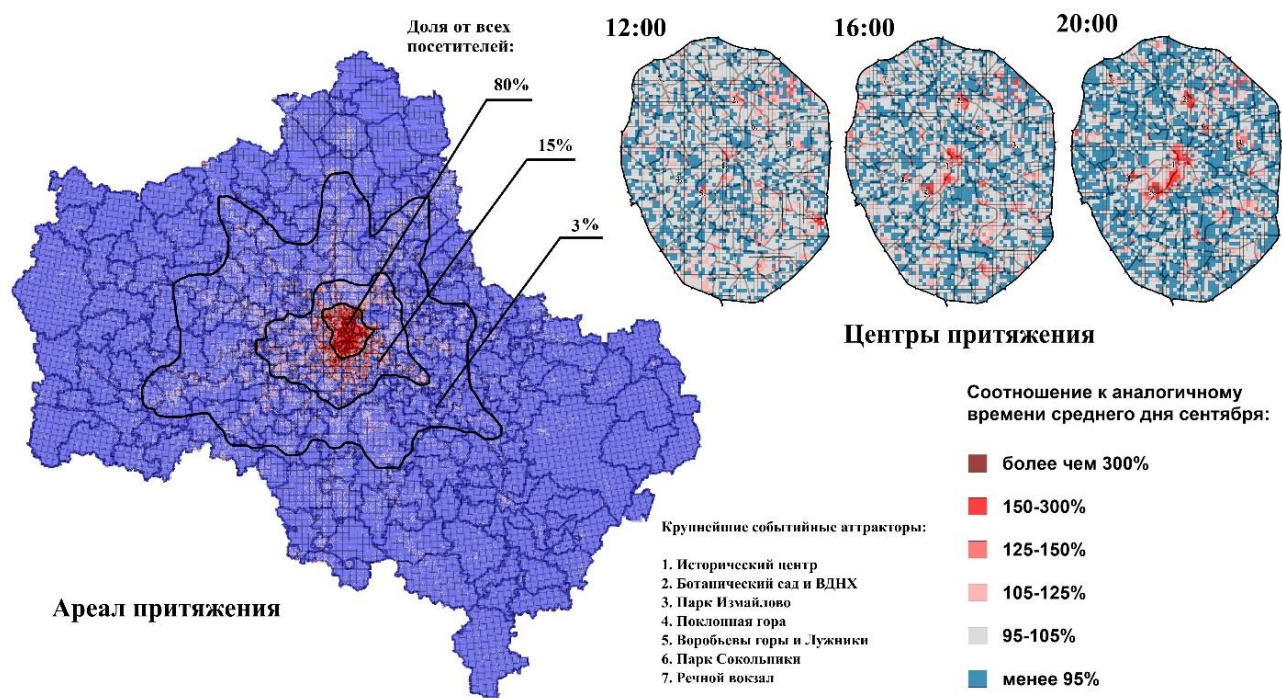


Рис. 13. Выделение центров и ареала притяжения в рамках празднования Дня города 8 сентября 2018 г. (для Москвы в границах МКАД) в разрезе сетки 500x500 м

Источник: составлено автором по данным сотовых операторов

Наиболее заметное проявление событийности наблюдалось с 18:00 до 21:00, когда событийные аттракторы концентрировали максимальное число гостей, а территория их сбора достигла максимальных размеров. Ареал притяжения посетителей праздника показывает, что 85% их потока сформировалось на территории Москвы, а 98% – в пределах столичной агломерации. Такое распределение говорит об устойчивости ключевых паттернов агломерационной организации расселения столичного региона для событийного пространства, преобладающая которых наблюдается и в спорадически возникающих пространственно-временных структурах.

III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Хроногеографическая концепция формирует методологическую основу для изучения пространственно-временной динамики расселения, а применение высокодетализированных данных сотовых операторов – необходимый для этого информационный ресурс. На основе этого синтеза формируется база показателей ночной, дневной, недельной и сезонной численности населения, комплексно отражающая эту динамику и позволяющая изучать территорию в рамках социального времени без привязки к единицам административного деления.

2. Выявление и объяснение статистических искажений при помощи данных сотовых операторов повышает качество имеющихся баз данных и построенного на их основе анализа. Сведения о локализации абонентов сотовой связи показывают, что на официальную статистику воздействует ряд деформирующих факторов, в результате чего она переоценивает численность населения Москвы в старых границах на 0,9 млн чел., и, напротив, недоучитывает 3,3 млн жителей Новой Москвы и Московской области.

3. Коэффициенты суточных и недельно-сезонных пульсаций численности населения отражают основные особенности функционирования системы расселения в пространственной проекции, выделяя «аттрактивные», «спальные», «спально-аттрактивные» и «дачно-рекреационные» типы территорий столичного региона.

4. Данные сотовых операторов выявляют в качестве ядра столичной агломерации территории реального дневного притяжения компьютеров, а включение в делимитацию сведений о суточных и недельно-сезонных перемещениях фрагментирует пригородную зону в соответствии с преобладающими на ее территории циклами пульсаций численности населения. Построенная автором модель «пульсирующей» агломерации позволяет пересмотреть сложившиеся взгляды на агломерационное взаимодействие, переместив фокус с рассмотрения маятниковых трудовых миграций на разновременные пульсации, связанные с динамикой во всех сферах жизнедеятельности человека.

5. Происходящее под воздействием инфраструктурных или событийных проектов изменение значений сложившихся градиентов пульсаций людности отражает пространственно-временную трансформацию расселения через синергетическое рассмотрение территории и ее функционального наполнения. Сведения сотовых операторов отмечают реальные темпы изменения постоянного и сезонного населения, а также дневной аттрактивности территорий Новой Москвы и вблизи МЦК, а для событийных мероприятий – фиксируют центры притяжения и ареалы сбора посетителей, выделяя через призму хроногеографии дискретное динамическое пространство.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи, опубликованные в журналах Scopus, WoS, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности

1. **Бабкин Р.А.** Оценка численности населения муниципальных образований Московского столичного региона по данным операторов сотовой связи // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2020. № 4. С. 116–121.
2. **Махрова А.Г., Бабкин Р.А.** Анализ пульсаций системы расселения Московской агломерации с использованием данных сотовых операторов // Региональные исследования. 2018. № 2 (60). С. 68–78.
3. **Махрова А.Г., Бабкин Р.А.** Методические подходы к делимитации границ Московской агломерации на основе данных сотовых операторов // Региональные исследования. 2019. № 2 (64). С. 48–57.
Makhrova A.G., Babkin R.A. Methodological Approaches to the Delimitation of the Boundaries of the Moscow Agglomeration Based on Data from Mobile Network Operators // Regional Research of Russia. 2020. Vol. 10. № 3. P. 373–380.
4. **Махрова А.Г., Бабкин Р.А., Казаков Э.Э.** Динамика дневного и ночного населения как индикатор структурно-функциональных изменений территории города в зоне влияния Московского центрального кольца с использованием данных операторов сотовой связи // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2020. Т. 13, № 1. С. 159–179.

Иные публикации

5. **Бабкин Р.А.** Пространственно-временная пульсация системы расселения Московского столичного региона (МСР) // Инновационная экономика. 2018. № 3 (16). С. 1–10.
6. **Бабкин Р.А.** Пространственная динамика Московской агломерации // Географические исследования Сибири и сопредельных территорий. Мат-лы Междунар. географической конф., посвящ. 90-летию со дня рождения академика В.В. Воробьева (Иркутск, 21–25 октября 2019 г.). Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2019. С. 22–25.

Статьи в прочих журналах и сборниках

Полный список публикаций с учетом работ в сборниках материалов и тезисов российских и международных конференций и научно-популярных статей доступен на странице соискателя в ИАС «ИСТИНА»: https://istina.msu.ru/profile/R_5093/

IV. СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Введение

Глава 1. Теоретико-методологические основы изучения пространственно-временной динамики расселения

- § 1.1. Синтез пространства и времени в контексте изучения расселения
- § 1.2. Пространственно-временная динамика расселения
- § 1.3. Зарубежный и отечественный опыт использования данных сотовых операторов

Глава 2. Циклическая динамика расселения Московского региона

- § 2.1. Сопоставление данных сотовых операторов с традиционными статистическими источниками
- § 2.2. Анализ суточных, недельных и сезонных изменений в расселении Московского региона
- § 2.3. Делимитация и структуризация Московской агломерации

Глава 3. Нециклическая динамика расселения Московского региона

- § 3.1. Трансформация расселения Новой Москвы под влиянием проекта комплексного развития территории
- § 3.2. Воздействие на расселение инфраструктурных проектов на примере Московского центрального кольца
- § 3.3. Спорадическая событийная динамика расселения под воздействием Чемпионата мира по футболу и Дня города Москвы

Заключение

Список литературы

Приложение