

УДК 911.3

Опыт использования данных операторов сотовой связи в зарубежных экономико-географических исследованиях

Р. А. Бабкин

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова,
Российская Федерация, 117997, Москва, Стремянный пер., 36

Для цитирования: Бабкин, Р. А. (2021). Опыт использования данных операторов сотовой связи в зарубежных экономико-географических исследованиях. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*, 66 (3), 416–439.
<https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.301>

Вступление в эпоху «Больших данных» и появление новых источников геоинформации, включая данные сотовых операторов, предоставили принципиально новые возможности для исследований многих социально-экономических процессов. По сравнению с традиционными источниками, сведения операторов сотовой связи имеют ряд уникальных особенностей и преимуществ, которые привлекают ученых из различных областей знаний. Обширный опыт применения технологий сбора и обработки пространственной информации с мобильных телефонов, накопленный за последние 15 лет, обуславливает интерес к ним в целях совершенствования демографической статистики, транспортного планирования, анализа систем расселения, статистики туризма, изучения поведения людей и мониторинга чрезвычайных ситуаций. В статье на примерах зарубежных работ продемонстрированы различные кейсы использования данных сотовых операторов в научных и научно-прикладных исследованиях по этим направлениям. Зарубежная практика применения данных операторов сотовой связи демонстрирует, насколько анализ данных способен дополнять результаты переписей и регистров населения, позволяя переходить от статического к динамическому рассмотрению системы расселения. Сочетание сведений мобильной телефонии с информацией традиционной статистики, а также другими видами «Больших данных», например дистанционного зондирования, способствует улучшению пространственного и временного разрешения геоинформации при изучении демографических и социально-экономических процессов. При этом можно наблюдать, что потенциальное использование этого источника данных не ограничивается дополнением системы существующих статистических показателей, а включает в себя создание принципиально новых

социально-экономических индикаторов (например, дневного или сезонного населения и др.). Кроме того, существующая долгое время проблема отставания отечественной статистики от передовых стран Европы и США может быть в значительной степени нивелирована в результате инкорпорирования в исследовательскую практику «Больших данных».

Ключевые слова: данные сотовых операторов, изучение систем расселения, делимитация агломераций, мониторинг социально-экономических процессов.

1. Введение и постановка проблемы

Потоки людей, транспортных средств и информации — неотъемлемые атрибуты систем расселения и важнейшие составляющие жизни современного общества. При этом с каждым годом сбор и анализ данных об этих потоках с использованием традиционных методов исследования социальных наук становится все труднее. Необходимость в высокой степени локализации и временной дробности информации делают официальную статистику неупотребимой для анализа значительного числа социально-экономических процессов. Становится очевидно, что для преодоления сложившихся статистических барьеров необходимо задействование альтернативных информационных ресурсов. К их числу можно отнести данные спутниковых снимков, социальных сетей, веб-страниц сети Интернет, транзакций банковских карт, мобильных телефонов и других источников, обобщенно называемых Big Data, или «Большие данные».

В 2008 г. американский ученый Д. Хеллерстейн охарактеризовал появление Big Data как своего рода «промышленную революцию данных» (Hellerstein, 2008). Действительно, XXI век ознаменовал настоящую технологическую революцию в сфере получения и анализа информации: появление принципиально новых источников данных, совершенствование методов их обработки и широкое внедрение в исследовательскую практику предоставили ученым большие возможности для дополнения и расширения знаний, построенных на традиционной статистике.

Отдельное место в обширном перечне возможных ресурсов Big Data занимают данные сотовых операторов, которые в последние годы стали одними из наиболее многообещающих источников дополнительной статистической информации. По образному выражению профессора Массачусетского технологического института А. Пентланда, они представляют собой «цифровые хлебные крошки», четко маркирующие пути перемещения людей в пространстве (Pentland, 2012). В сфере государственного управления, в научном и бизнес-сообществах ожидается, что сведения, полученные при помощи мобильных телефонов, могут заполнить пробелы, связанные с несовершенством официальных статистических данных.

В своем отчете за 2014 год Международный союз электросвязи (МСЭ) говорит, что средняя распространенность мобильной связи составляет 96.4 на 100 жителей во всем мире, при этом в России этот показатель достигал 99.7 на 100 жителей (Measuring the Information..., 2014). Почти каждый человек в мире живет в пределах досягаемости мобильного сигнала сотовой связи. Эти цифры демонстрируют широкую степень проникновения мобильной телефонии в современном обществе и обуславливают высокую репрезентативность данных, основанных практически на стопроцентной выборке. В том же отчете отмечается, что, учитывая высокие

показатели проникновения сотовой связи практически во все уголки планеты, этот источник информации особо актуален для развивающихся стран, а также стран, в которых имеются проблемы со сбором статистической информации (Press Conference..., 2010; Measuring the Information..., 2014).

2. Мировые лидеры и основные направления использования данных сотовых операторов

К настоящему времени данные сотовых операторов прочно заняли свою информационно-статистическую нишу в ресурсной базе многих правительственных и международных организаций, научного и бизнес-сообществ. Передовыми в использовании сведений сотовых операторов государствами, осуществляющими наиболее полный комплекс исследований, являются США, Великобритания, Франция, Бельгия и Эстония. Последняя в силу своего небольшого размера, высокого уровня информатизации общества и сложившихся научных традиций в работе с «Большими данными» выступает в качестве уникальной «экспериментальной лаборатории» для осуществления различного рода исследований на базе данных о геолокации мобильных телефонов. Среди других значимых стран выделим Германию, Италию, Испанию, Португалию, Чехию, Австрию, Швейцарию, Швецию, Японию, Китай и Израиль. Таким образом, большая часть исследований сконцентрирована в Европе, США и нескольких странах Азии. На рис. 1 в разрезе стран показаны исследовательская активность, основанная на информации сотовых операторов, и ключевые национальные приоритеты в использовании сведений мобильной телефонии.

В практическом отношении можно выделить несколько ключевых направлений исследований на основе данных сотовых операторов (рис. 1):

- формирование статистики (в том числе туристической);
- изучение систем расселения, районирование, территориальное и стратегическое планирование;
- изучение мобильности населения и построение транспортных моделей;
- изучение поведения населения и урбанистические исследования.

Среди научных организаций, использующих данные сотовых операторов в фундаментальных и прикладных исследованиях, стоит выделить научно-исследовательские группы, лаборатории и иные научные подразделения Массачусетского технологического института в Бостоне и Калифорнийского университета в Беркли (США), Тартуского университета в Эстонии, Гентского и Лувенского университетов в Бельгии, Института Фраунгофера в Мюнхене, исследовательского института Orange Lab в Париже, лаборатории IBM Research в Нью-Йорке. В меньшей степени исследования сосредоточены в Австрийском технологическом институте и Венском техническом университете, Каролинском институте в Стокгольме, Цюрихском институте картографии и геоинформатики, Израильском технологическом институте в Хайфе, в Ирландском национальном университете в Мейноте, Миланском политехническом университете, в Льежском, Пражском, Пизанском, Оксфордском и Кембриджском университетах. В отдельных исследованиях участвуют специалисты из многих других научных и учебно-научных организаций США, Ис-

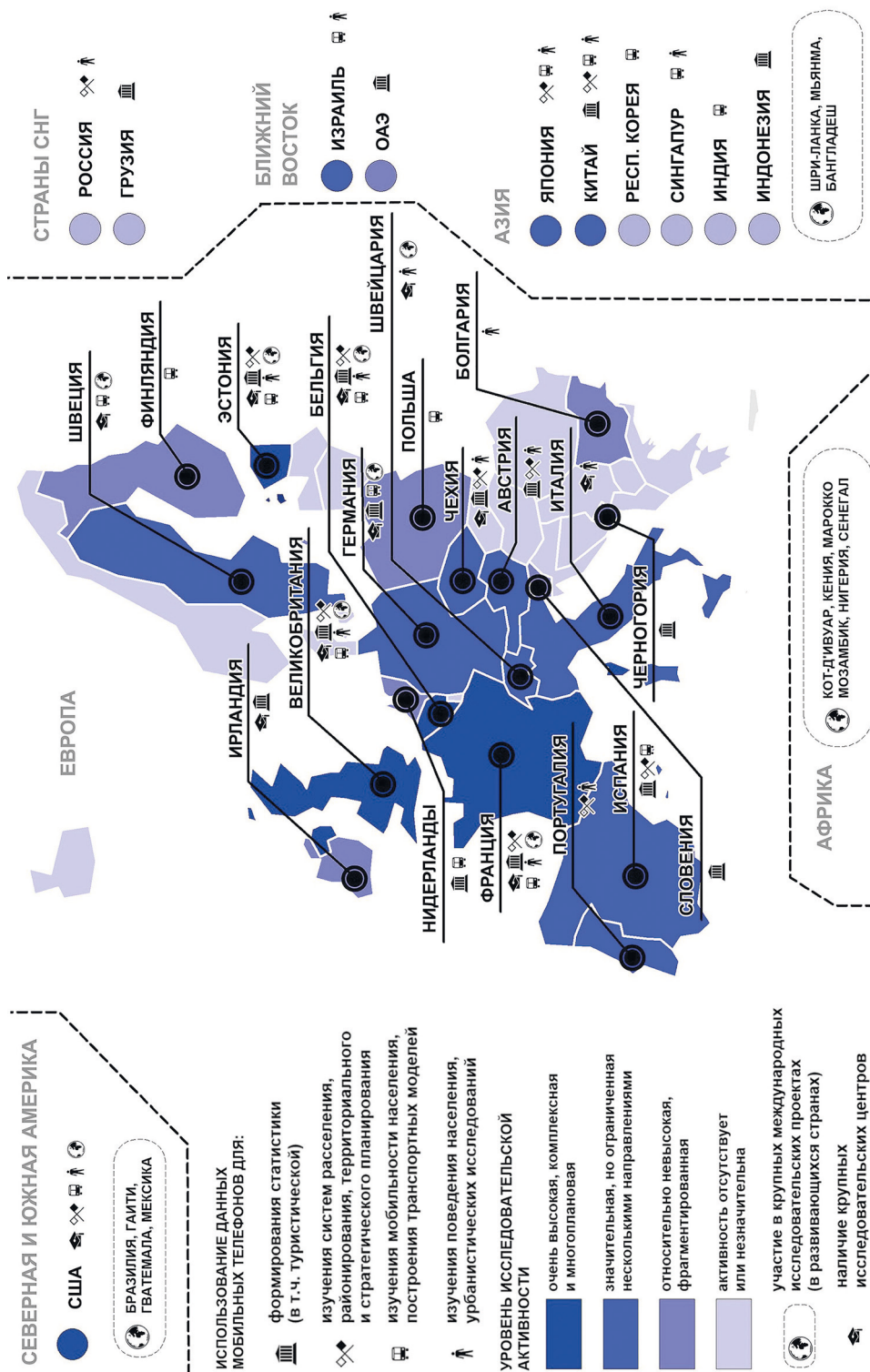


Рис. 1. Использование данных сотовых операторов в страновом разрезе. Составлено автором

пани, Франции, Великобритании, Нидерландов, Венгрии, Японии, Китая, Индии и других стран.

3. Использование данных сотовых операторов для формирования статистики

Данные операторов сотовой связи с каждым годом все больше используются в демографической статистике. Традиционно основными источниками статистики населения служат перепись, административные регистры населения, а также обследования домашних хозяйств. Базы данных, полученные на основе текущей статистики населения, считаются точными и детальными, однако весьма статичными. К тому же они имеют большие временные разрывы (как правило, представляются в годовом выражении), что не позволяет строить высокодетализированные временные ряды. В этой связи задействованием альтернативных источников данных активно интересуются статистические службы многих стран.

Хотя данные сотовых телефонов не обеспечивают точности и подробности переписи населения, сравнение этих источников информации показывает их высокую корреляцию (A Study..., 2014). В частности, в работе «Перекрестная проверка различных источников информации о мобильности» испано-французская группа исследователей показала, что три различных источника данных о населении (данные переписи, социальных сетей и мобильных телефонов) предоставляют сопоставимую информацию с коэффициентом корреляции, близким к единице (при этом данные сотовой связи больше, нежели информация социальных сетей, коррелируют с переписью) (Lenormand et al., 2014).

В силу своей динамичной природы данные сотовых телефонов способны внести существенный вклад в анализ таких «быстрых» социально-экономических процессов, как маятниковые миграции населения. Большинство людей проводят основную часть своего времени только в нескольких местах, поэтому с помощью методов кластеризации можно четко определить местонахождение дома, офиса, мест рекреации и досуга, а также проводить сравнение получившихся результатов с официальными статистическими данными, в том числе осуществлять выработку рекомендаций по совершенствованию последних (Csaji et al., 2013; Tiru, 2014). Посредством подобных сопоставлений возможна разработка системы статистических показателей, которые могут быть сформированы или улучшены благодаря данным мобильного позиционирования (рис. 2).

На фоне других типов данных использование данных операторов сотовой связи предлагает убедительный компромисс: она одновременно высокочувствительна к перемещениям пользователей и при этом четко локализована в пространстве. Кроме того, в методологическом плане, благодаря сбору информации о локализации абонентов в режиме реального времени, сведения мобильного позиционирования позволяют реализовать идею выделения индикативных точек или отрезков временных событий («полночь», «утренний старт», «полдень» и «продолжительность дня» и т. д.) в рамках т. н. «социального времени» (Ahas et al., 2015).

К числу наиболее простых и одновременно важнейших демографических показателей, которые можно получить из данных сотовых операторов, относятся численность и плотность населения. С середины 2000-х гг. научно-исследовательские

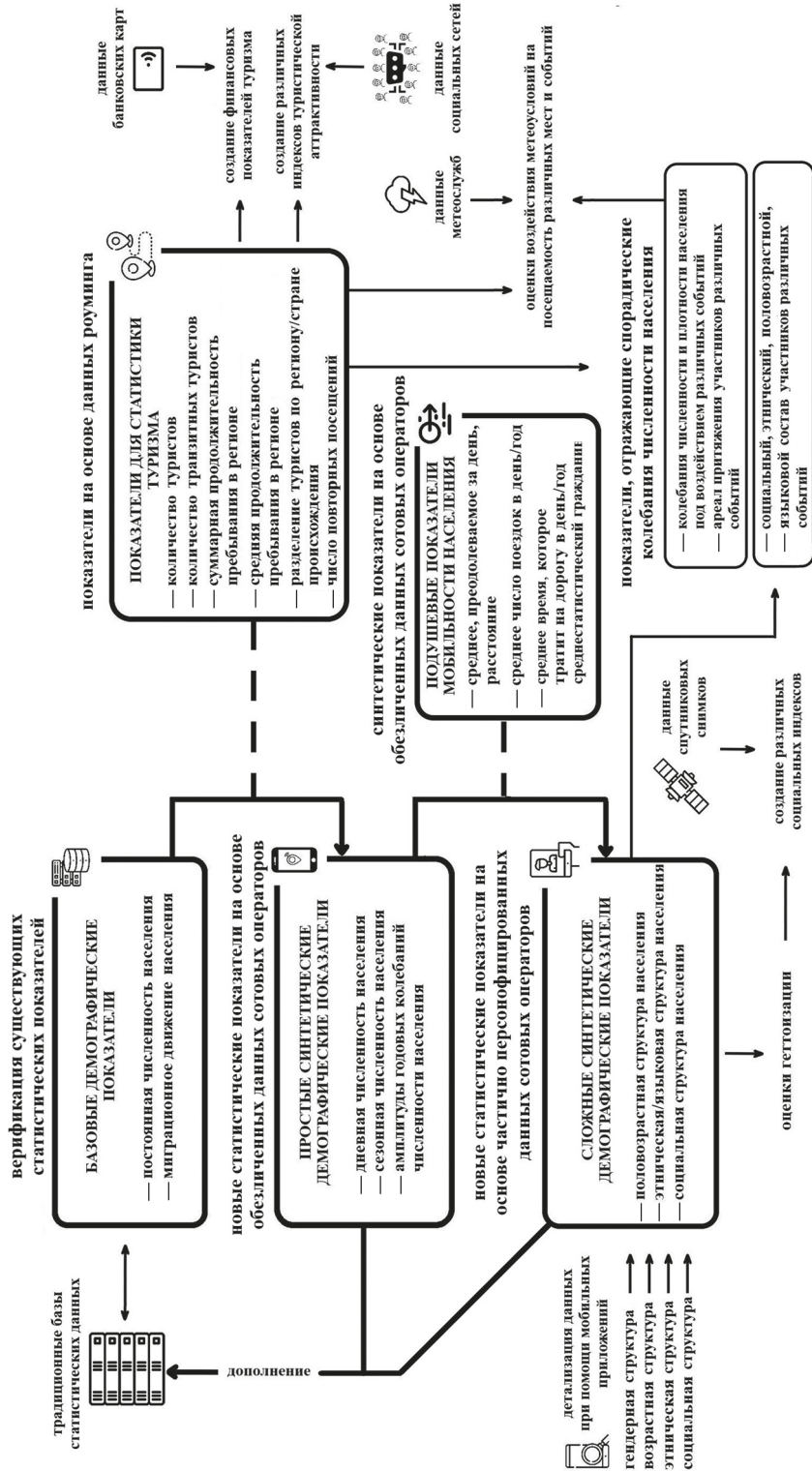


Рис. 2. Перспективная система статистических показателей, полученная при интеграции в статистику данных сотовых операторов. Составлено автором

и административные учреждения, национальные и международные организации разрабатывали методики изучения плотности и распределения населения на основе данных мобильной связи.

В силу специфики данных (их стоимости и уровня проникновения) работы по изучению возможностей их использования начинались с проектов на уровне городов. Одной из первых инициатив задействования мобильных данных в этом направлении стал реализованный в 2005 г. австро-американский проект «Грац в реальном времени» (Ratti, 2005). На основе данных крупнейшего сотового оператора Австрии «A1» ученые собрали и систематизировали информацию о трудовых мигрантских миграциях и изменениях распределения населения на территории Граца. Аналогичный проект для Рима под названием «Рим в реальном времени» был выполнен исследовательской группой Массачусетского технологического института в 2012 г. (Calabrese et al., 2013).

Первой сферой, заинтересовавшейся данными сотовых операторов в целях формирования статистики, стала туристическая отрасль. Так, в 2012 г. по заказу Евростата было проведено комплексное исследование по оценке возможностей использования данных операторов сотовой связи для получения информации о туристских потоках (Eurostat, 2014). Поскольку данное исследование носило пилотный характер, особое внимание в нем уделялось выявлению сильных и слабых сторон, связанных с доступностью, релевантностью и стоимостью данных, а также с технологическими и методологическими проблемами, возникающими при их использовании.

В исследовании было отмечено, что входящие, исходящие, роуминговые и внутренние данные, собираемые операторами сотовой связи, достаточно четко соответствуют входящим, исходящим и внутренним доменам туризма. В то же время было выявлено, что доступ к данным мобильного позиционирования затруднен главным образом из-за нормативных ограничений (связанных с существующими между странами нормативно-правовыми различиями). Следовательно, имеется необходимость в создании центральной для национальных статистических служб структуре, способной аккумулировать мультинациональные данные в соответствии с общеевропейской методологией, получая при этом долговременные, сопоставимые и надежные статистические данные о межстрановых перемещениях граждан.

На основе результатов данного исследования был сделан вывод о том, что данные, предоставляемые сотовыми операторами, могут использоваться в качестве дополнительного (но все же не заменяющего основные) источника сведений для показателей туризма. В этом контексте предпочтительным вариантом использования данных сотовых операторов может стать дополнение ими уже применяемых методов. Например, посредством сбора информации в смешанном режиме возможно уменьшение выборки дорогостоящих социологических обследований туристов. В качестве прочих преимуществ данных сотовых операторов исследователями были отмечены: своевременность, лучшее соответствие реальности во времени и пространстве, возможность калибровки для существующих данных. Данные мобильного позиционирования позволяют ретроспективно увязать цифровые треки туристов с посещением конкретных событий и мест, что дает возможность разрабатывать системы мониторинга в реальном времени. В свою очередь, мониторинг, как показывает опыт т. н. «туристического барометра» в Эстонии, — ценный ин-

струмент для планирования и управления всей туристической сферой (Ahas et al., 2007; Järv, 2013).

В Чехии данные сотовых операторов по нескольким десяткам высокоаттрактивных туристских дестинаций (объекты ЮНЕСКО, горные районы, курортные города) позволили получить сведения о количестве посетителей, стране/регионе их происхождения. Эти сведения стали применяться для разработки стратегий развития и маркетингового планирования туризма (Vogelová et al., 2018). 2010-е годы ознаменовались написанием множества работ, посвященных изучению иностранных путешественников и оценке привлекательности территорий для международного туризма в таких странах, как Франция, Германия, Китай, Черногория, Япония, Индонезия, Ирландия и др.

Ожидается, что наибольшую степень заинтересованности в использовании данных мобильного позиционирования в национальной статистике туризма демонстрируют наиболее привлекательные для туристов страны. Так, во Франции в 2015 г. был проведен эксперимент с целью изучения потенциала использования сведений о мобильном позиционировании для составления статистики туризма и перспектив замены этими данными традиционных методов сбора статистики. Эксперимент ответил на ряд вопросов, связанных с наиболее острыми проблемами этого типа геоинформации (доступа к данным, нормативных ограничений, методологии и качества оценок), во многом заложив основу для общеевропейского тренда внедрения данных сотовых операторов в статистику. В 2016 г. подобные исследования для некоторых районов были проведены в Индонезии (Handbook..., 2019).

В целом французские и индонезийские исследования выявили преимущества и недостатки этого источника информации. К числу уязвимых сторон сотовых данных были отнесены отсутствие информации о пользователе, целях посещения города или территории. В то же время специалисты подчеркивают, что основными проблемами для статистических органов являлись вопросы не методологического плана, а препятствия, касающиеся доступа к данным, их конфиденциальности и относительно высоких «начальных издержек» использования информации на базе мобильных сетей.

В свою очередь, в качестве обнаруженных преимуществ мобильного позиционирования можно обозначить высокую точность измерения краткосрочных колебаний (свойственных туристическим поездкам) и экономичность по сравнению с ежеквартальными данными о туристическом трафике, используемыми в западной статистике в настоящее время. При этом стоит упомянуть некоторую конкуренцию с другим видом «Больших данных» о туристических корреспонденциях — сведениями кредитных карт, уже используемыми для отслеживания краткосрочных тенденций (однако в отличие от данных мобильной телефонии данные кредитных карт приводятся ежемесячно, а не ежедневно). В то же время французские исследователи отмечают, что оба вида информации не являются заменителями друг друга, поскольку данные кредитных карт касаются непосредственно расходов, в то время как данные мобильных телефонов направлены на оценку количества людей и поэтому, по-видимому, лучше подходят для анализа демографической составляющей статистики туризма (Handbook..., 2019).

Постепенно из национальных проектов применения нового ресурса статистической информации стали появляться наднациональные инициативы в сфере

интеграции данных сотовых операторов в статистику. Самой крупной подобной инициативой за последнее время стал проект ESSnet Big Data, запущенный в Евросоюзе в 2016 г. (ESSnet Big Data, 2021). Его целью является интеграция «Больших данных» в регулярную разработку официальной статистики при помощи экспериментальных исследований потенциала отдельных информационных источников (в том числе данных операторов сотовой связи). Основная идея этих исследований — создание и реализация конкретных опытных приложений в различных сферах (учет туристических потоков, оценки мобильности населения, анализ рынка труда и т. д.). В случае успеха таких приложений рассматривается вопрос о разработке путей интеграции перспективного вида данных в действующие официальные статистические базы.

4. Использование данных сотовых операторов для изучения систем расселения, районирования, территориального и стратегического планирования

Сведения сотовой связи о возвратных перемещениях населения полезны для изучения систем расселения, в частности агломерационных структур. На основе данных о суточных и недельных перемещениях населения при помощи данных сотовых телефонов можно определять границы зон активного взаимодействия различных территорий, делимитировать ядро и пригородную зону агломераций, очерчивать их границы. Все это хорошо увязывается с существующими экономическими подходами к разграничению агломераций, использующими в качестве критериев делимитации такие показатели, как объемы трудовых корреспонденций и концентрацию рабочих мест.

Прологом к изучению и делимитации агломерационных структур при помощи сведений мобильной телефонии стали работы ученых Тартуского университета по исследованию систем «дом — работа» (на примере эстонских городов) и построению на этой базе соответствующих матриц корреспонденций (Ahas et al., 2009). Они же несколько позднее разработали методологию выделения функциональных районов и включили данные сотовых операторов в существующие подходы к выделению структурных элементов системы расселения Эстонии (Novak et al., 2013).

Выделение при помощи сотовых данных агломераций и изучение структурно-функциональной организации городского пространства нашло широкое применение в Чехии, где такие исследования в последние несколько лет начали проводиться в целях территориального планирования. При этом первый опыт успешного применения данных мобильной телефонии при делимитации Большой Праги вызвал интерес прочих агломераций страны и выразился в выделении метрополитенских ареалов для всей Чехии (Ouředníček et al., 2019). Близкая по тематике работа, но с большим упором на внутригородские пространственные структуры (в частности, определение моно-/полицентричности городской структуры) была осуществлена испанскими специалистами для 31 города Испании в 2014 г. (Louail et al., 2014).

С изучением структурно-функционального профиля территории тесно связан анализ суточных и недельных пульсаций населения в городах и агломерациях. К примеру, колебаниям численности населения в Пражской метрополии посвящена работа группы чешских ученых, которая на основе данных сотовых операторов

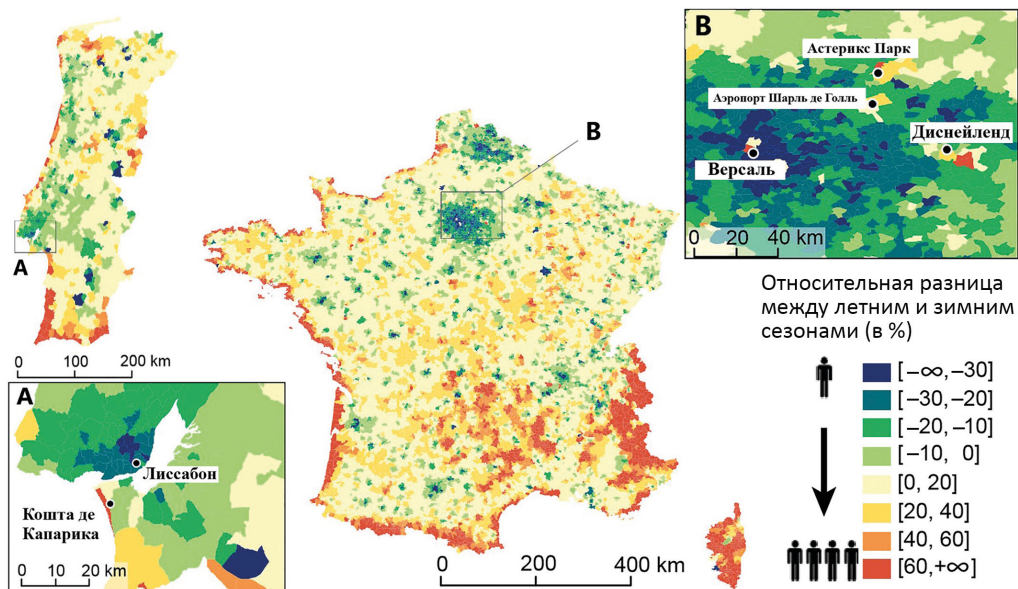


Рис. 3. Сезонные изменения в распределении населения Франции и Португалии между основным отпускным периодом (июль — август) и рабочим периодом (сентябрь — июнь) в разбивке по административным единицам 5-го уровня по данным сотовых операторов. Источник: (Deville et al., 2014)

занималась определением типов ежедневных ритмов для различных частей Пражского региона на основе корреляции с местами размещения жилой и коммерческой недвижимости (Nemeškal et al., 2020). Ими было обнаружено, что данные сотовых телефонов (в зависимости от времени и продолжительности нахождения человека на конкретной территории) позволяют выделять в составе города жилые, рабочие, транспортные и сервисные типы районов. Анализ суточных ритмов предоставил важные знания о реальном использовании различных частей города, которые были использованы для территориального планирования.

Примером исследования более длинных — сезонных — циклов жизнедеятельности людей служит работа международного коллектива ученых «Динамическое картирование населения с использованием данных мобильных телефонов» (Deville et al., 2014). В ней, используя наборы данных из более чем 1 млрд записей звонков мобильных телефонов из Португалии и Франции, исследовательская группа разработала методы картирования населения для оценки плотности населения (рис. 3).

Ученые наглядно показали значительное сокращение летней численности населения территорий, входящих в состав крупнейших городских агломераций. Напротив, для приморских, горных и многих сельских курортных территорий отмечен значительный летний всплеск людности. Данные мобильной телефонии позволили определить зимние и летние районы-аттракторы, масштабы их привлекательности, а также объекты, вносящие серьезные деформации в сезонные ритмы. Например, можно заметить, что в летние месяцы почти все муниципалитеты столичного региона Иль-де-Франс имеют меньшую людность, нежели зимой, однако в районах аэропорта «Шарль де Голль», дворцового комплекса Версаль и парков развлечений Диснейленд и Астерикс-парк эта закономерность, характерная для региона в це-

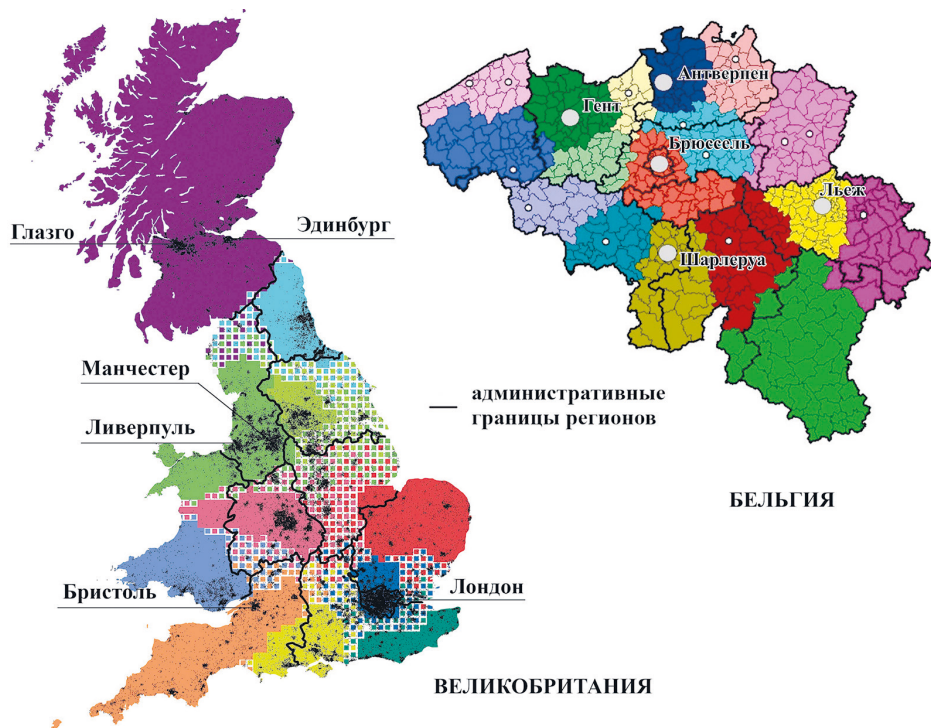


Рис. 4. Телефонное районирование Великобритании и Бельгии. Источник: (Blondel et al., 2010; Ratti et al., 2010)

лом, нарушена. Аналогичным образом вблизи Лиссабона наблюдается превышение летнего населения над зимним в районе курорта Кошта де Капарика.

Изучение естественных паттернов сетевого взаимодействия людей в пространстве на основе «Больших данных» предоставляет возможность объективного выделения границ расселенческих структур и приводит к разработке новых способов районирования. В связи с этим стоит отметить работы британских и бельгийских исследователей по «естественному» районированию на основе информации операторов сотовой связи территории своих стран (рис. 4) (Blondel et al., 2010; Ratti et al., 2010).

Эти исследования продемонстрировали, что в целом «телефонное» деление хорошо соответствует административным регионам, однако в ряде случаев обнаруживаются неожиданные пространственные структуры, которые ранее лишь предполагались в теории.

Стоит отметить возможности более глубокого анализа данных сотовой связи путем включения в него дополнительных сведений об абонентах. Так, подключив к анализу сведения о языке общения, бельгийские ученые проливают свет и на некоторые социокультурные коммуникационные различия. Помимо Бельгии, большой интерес к методологии использования данных сотовых операторов для этнического и этнокультурного районирования, а также в целях анализа этнической сегрегации отмечается у американских специалистов (Blumenstock and Fratamico, 2013).

5. Использование данных сотовых операторов для изучения мобильности населения и построение транспортных моделей

Транспортное планирование и изучение мобильности населения — одна из наиболее динамично развивающихся сфер практического приложения сведений мобильной телефонии. Для анализа транспортного трафика данные, предоставляемые сотовыми операторами, широко используются в Финляндии, Германии, Испании, Швеции и некоторых других странах (Inferring migrations..., 2016; Handbook..., 2019). Уже достаточно давно данные сотовых телефонов в связке с GPS-навигацией применяются в навигационном оборудовании для автомобилистов.

Возможность получения знаний о месте проживания и работы автомобилистов существенно помогает при изучении пиковых нагрузок на транспортную инфраструктуру. Примером работ в этом направлении может служить исследование эстонских ученых для Таллина по идентификации основных «виновников» перегрузки дорожной сети в вечерние часы пик (рис. 5) (Järvt et al., 2012).

По результатам этого исследования был опровергнут тезис о ведущей роли в пятничных пробках жителей субурбий и, напротив, выявлена определяющая роль жителей города, выезжающих за его пределы с рекреационно-досуговыми целями. Важным заключением эстонских ученых стало понимание природы пиковой нагрузки на транспортную инфраструктуру в пятничный вечер. Более 60 % поездок в вечерний час пик пятницы (в отличие от других дней недели) не были связаны с работой, а мотивы автомобилистов в этот день находились за пределами их повседневной трудовой деятельности. Таким образом, крупнейшая дорожная пробка за неделю была обусловлена увеличением общей индивидуальной мобильности в обществе, что совпадает с некоторыми более ранними исследованиями, в которых досуг обозначался в качестве основной мотивации перемещений людей в постиндустриальном обществе (Schlich et al., 2004). В результате на примере Таллина было показано, что понимание транспортного поведения определенных групп населения может помочь в мероприятиях по анализу и транспортному планированию систем расселения.

6. Использование данных сотовых операторов для изучения поведения людей и в урбанистических исследованиях

Использование детализированных (например, при помощи специальных мобильных приложений) данных сотовых операторов, а также их синтез с другими источниками информации широко применяются в различных урбанистических исследованиях и при построении предиктивных (прогностических) моделей социально-экономического уровня развития территории. Так, при помощи наложения и сопоставления данных, основанных на показателях мобильных телефонов (средние объемы вызовов в регионе, адресаты вызовов и т. д.), с разнообразными социально-экономическими переменными (например, уровень доходов) строятся статистические модели, способные показывать закономерности и тенденции развития территорий.

Синергетическое использование данных сотовых операторов и информации наиболее ярко проявляется в изучении мобильности населения в разрезе соци-

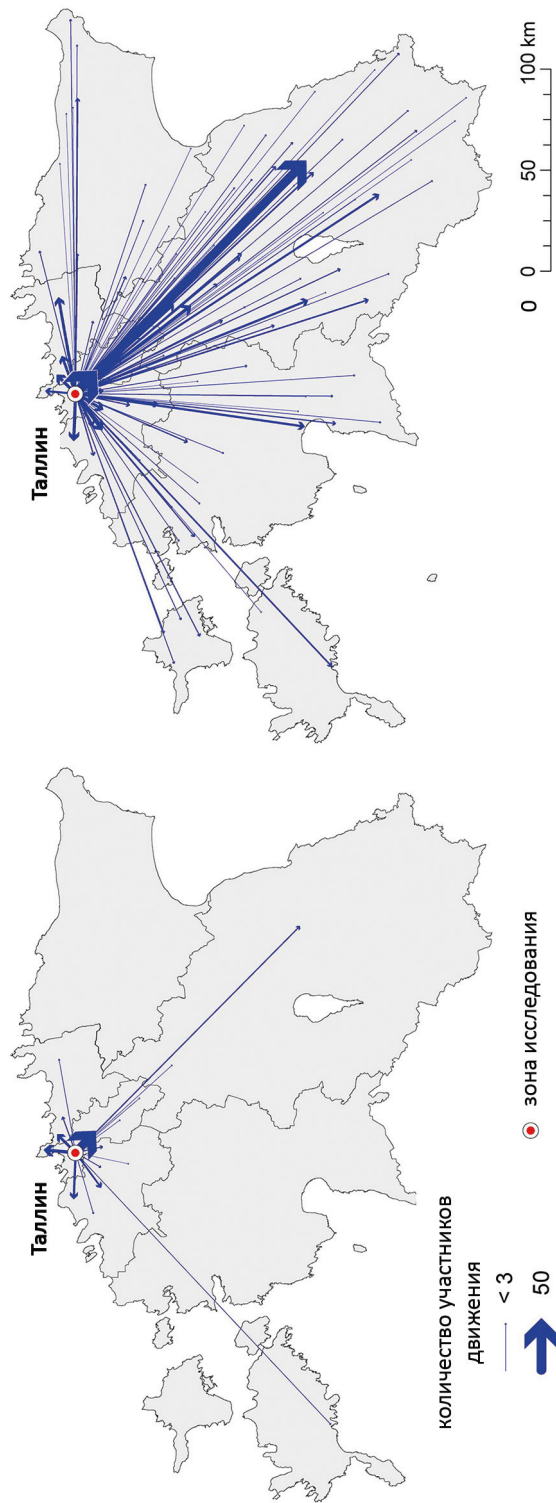


Рис. 5. Конечные пункты назначения участников дорожного движения, которые проживают в Таллине и пользовались изучаемым участком автодороги в вечерний час пик с понедельника по четверг (слева) и в пятницу (справа). Источник: (Järv et al., 2012)

альной и имущественной дифференциации абонентов. К примеру, изучению взаимосвязей между уровнем благосостояния и разветвленностью социальных контактов на основе синтеза данных сотовых операторов и официальной статистики посвящена работа британских специалистов «Сетевое разнообразие и экономическое развитие» (Eagle et al., 2010). Она продемонстрировала, что разнообразие взаимоотношений индивидов тесно связано с экономическим развитием местных сообществ. Связь между мобильностью людей и их социальными сетями подробно рассмотрена в работе португальских ученых, в которой на основе длинных рядов данных сотовых операторов показана зависимость между силой социальных связей и перемещениями людей (Phithakkitnukoon et al., 2012).

Сочетание теоретической базы бихевиористской парадигмы и технологических возможностей сотовой связи способствовало появлению работ по изучению поведения людей в городской среде (Ahas et al., 2010). При этом в силу ограниченных возможностей получения высокодетализированных знаний об абонентах¹, работы по этому направлению, как правило, проводились в рамках определенных кейсов, рассматривающих отдельные характеристики в условиях ограниченной выборки. Модели поведения людей в городе на основе данных операторов сотовой связи были разработаны для многих крупнейших центров, таких как Нью-Йорк, Лос-Анжелес, Бостон, Харбин, Сингапур, Лондон и Пекин (Calabrese et al., 2013; Jiang et al., 2017). В них с помощью цифровых треков пользователей мобильной связи прорисовывалась картина пространственной привлекательности отдельных компонентов городской ткани, что позволило лучше понять пространственно-временную специфику функционирования городского пространства.

Обширный блок работ посвящен изучению поведения отдельных социальных страт. Здесь стоит выделить работы по изучению мобильности в разрезе возрастных (на примере Праги и Эстонии), этнических (на примере эстоно- и русскоязычных жителей Таллина), гендерных (на примере жителей пригородов Таллина), национальных (на примере иностранцев в Милане) групп (Novak and Temelova, 2012; Silm et al., 2013; Silm and Ahas, 2014; Bajardi et al., 2015; Masso et al., 2018).

К поведенческим моделям относятся также модели дальних путешествий, построенные на основе данных сотовых операторов в 2007–2017 гг. в Израиле, США и Великобритании (Bekhor et al., 2013; Calabrese et al., 2013; Birkin et al., 2017). В них при помощи сопоставления данных о поездках, полученных от сотовых операторов, с другой социально-экономической информацией ученые расширили понимание поведения людей во время продолжительных путешествий. В частности, были обнаружены заметные различия фактической структуры поведенческих предпочтений от заявленных (полученных в результате социологических опросов перед поездками). Такие результаты показали недооценку воздействия «ситуативного» фактора на изменение первоначальных планов путешественников.

Перспективным направлением использования данных сотовых операторов служит изучение влияния на систему расселения различных событий. В рамках проекта «Рим в реальном времени» — на примере празднования победы национальной сборной в финальном матче чемпионата мира и концерта Мадонны (Real Time Rome, 2006). На рис. 6 отчетливо видны пики активности в центре Рима во

¹ Чаще всего такие сведения добываются при помощи специализированных мобильных приложений, добровольно устанавливаемых абонентами на свой мобильный телефон.

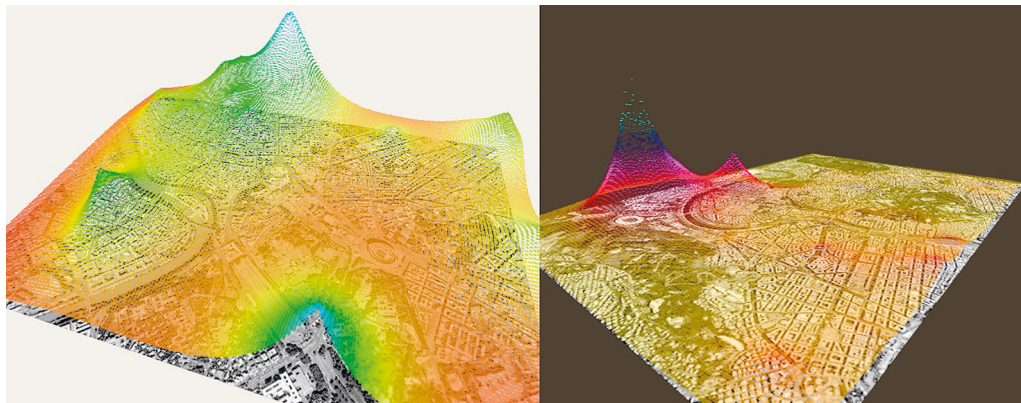


Рис. 6. Поверхность плотности активности использования мобильных телефонов во время празднования победы национальной сборной на ЧМ по футболу 10 июля 2006 г. в 20:30 (слева) и во время концерта Мадонны 6 августа 2006 г. в 19:00 (справа). Источник: (Real Time Rome, 2006)

время празднования победы сборной Италии на ЧМ-2006 по футболу (вечером 10 июля национальная сборная вернулась в Рим) и в районе стадиона «Олимпико» во время выступления певицы Мадонны в августе того же года.

Похожее исследование было проведено группой ученых из института Фраунгофера в 2008 г., когда были рассмотрены пульсационные процессы, связанные с несколькими футбольными матчами в Милане (Andrienko and Andrienko, 2008). Еще более масштабный, однако так и не реализованный² проект предполагалось осуществить во время Олимпиады 2012 г. в Лондоне (The Cancellation..., 2012). Другим примером культурно-массового мероприятия, ставшего объектом внимания исследователей, стал Фестиваль света в бельгийском Генте (Versichele et al., 2012).

Все обозначенные проекты делали акцент на изучении пространственной структуры мест притяжения людей. Примером рассмотрения событийности с другого ракурса — для определения мест формирования людских потоков — является работа ученых Тартуского университета по измерению «водосборных» площадей туристических событий с использованием данных пассивного позиционирования (рис. 7) (Ahas et al., 2007; Nilbe et al., 2014). В частности, ими был подтвержден принцип «затухания» расстояния, сформулированный шведским географом Г.Олссоном на основе первого закона В.Тоблера³, согласно которому по мере удаления от места события число посетителей уменьшается (Tobler, 1970; Olsson, 1970). Кроме того, исследователями были выявлены сезонные закономерности (например, возрастающая доля дальних путешественников в межсезонье и зимой).

Примером использования сведений сотовых операторов в исследовании политических событий можно назвать анализ протестных акций в рамках т. н. «Марша миллиона»⁴. Новый инструмент помог довольно точно описать социальную со-

² Во многом по причине общественного недоверия к сохранению конфиденциальности данных при их сборе и анализе.

³ Первый закон Тоблера гласит: «Все связано со всем остальным, но близкие вещи более связаны, чем отдаленные» (Tobler, 1970).

⁴ «Марш миллиона» — одна из крупнейших акций протеста в Израиле, проходившая летом 2011 г.

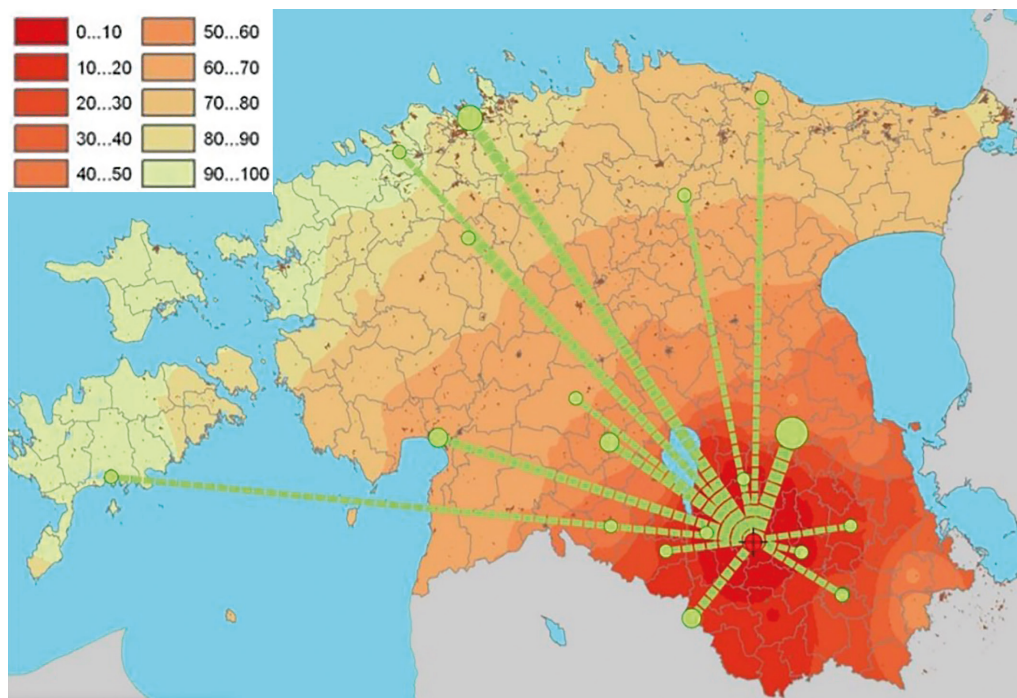


Рис. 7. Определение зоны «водосбора» участников конкурса рыболовов «Золотая рыбка 2009», проходящего в г. Тарту. Источник: (Nilbe et al., 2014)

ставляющую протеста (например, было выявлено, что основная часть протестующих принадлежала к бедным слоям населения, а половина — была жителями Тель-Авива) (Stelman, 2012). Таким образом, информация сотовых телефонов может представлять интерес не только для изучения подобного рода событий, но и для предотвращения различного рода политических спекуляций (например, касающихся часто возникающих споров о численности протестующих).

7. Международные проекты в развивающихся странах

Отдельно стоит отметить высокий интерес к данным сотовой связи, проявляемый исследовательскими коллективами, занимающимися изучением социально-экономического и демографического развития развивающихся стран. Во многих таких странах (особенно в тех, где происходили гражданские войны, стихийные бедствия и иные гуманитарные катастрофы) перепись населения не проводилась в течение сорока и более лет. В результате численность населения, его структура и распределение представляются крайне приблизительными (Press Conference..., 2010). Более того, «дефектные» демографические данные также приводят к неточностям в расчетах ВВП и других экономических показателей. Эта ситуация образно характеризуется учеными как «статистическая катастрофа Африки» (Aker and Mbiti, 2010). В таких государствах, по мнению директора по финансовому консультированию и банковским услугам Всемирного банка М. Джугале, «Большие данные» имеют повышенное значение для использования национальными статистическими службами, позволяя

«перепрыгнуть» этап классических способов сбора информации и сразу перейти к эпохе сбора сведений при помощи мобильных телефонов и спутниковых снимков (Giugale, 2012). В более мягком виде такого рода «статистический рывок» актуален и для России, поскольку отечественные статистические базы по многим направлениям сильно отстают от своих американских и европейских аналогов.

Помимо восполнения «статистических пробелов» данные сотовых операторов в постсоциалистических и развивающихся странах активно применяются в сфере транспортного моделирования. При этом, если в постсоциалистических государствах транспортные проблемы детерминируются структурно-функциональной перестройкой структур расселения, сопровождающейся изменением направлений и объемов транспортных потоков, то главной проблемой развивающихся государств является стремительная урбанизация. Рост городов в них опережает развитие инфраструктуры, что чрезвычайно усиливает нагрузку на дорожные сети. В результате дороги и системы общественного транспорта испытывают колоссальные перегрузки, а люди теряют много времени при трудовых и иных корреспонденциях. Все это, в свою очередь, имеет негативные последствия для экономического и социального развития.

Исследователи IBM Research показали, что можно отслеживать маршруты поездок граждан и использовать информацию, основанную на данных мобильной телефонии, для лучшего планирования и управления транспортными услугами (Berlingerio et al., 2013). Например, в рамках проекта «Планирование мобильности для Африки» специалистами из французского института Orange Lab была разработана транспортная модель, позволяющая понимать текущие и будущие потребности инфраструктуры Абиджана — крупнейшего города Кот-д'Ивуара. С ее помощью были созданы новые автобусные маршруты, сократившие время поездок на общественном транспорте в городе в среднем на 10 %, а некоторые из изысканий ученых были использованы для планирования строящейся в городе системы метрополитена (Nanni et al., 2013; Berlingerio et al., 2013).

При содействии специалистов из Европы и США изучение мобильности и построение транспортных моделей также производились в Индии, Марокко, Мьянме, Бангладеше, Шри-Ланке и Сенегале. При этом полученные данные о поведении жителей крупных городов в развивающихся странах параллельно анализировались и сопоставлялись с имеющимися сведениями о перемещениях жителей городов развитых стран, что предоставило исследователям весьма интересные результаты. Например, было обнаружено, что расстояние, в среднем преодолеваемое горожанами в развивающихся странах, в шесть раз меньше, чем соответствующее расстояние в странах развитого мира. При этом городские жители в развивающихся странах преодолевают большие расстояния в своей повседневной жизни по сравнению с людьми, живущими в субурбиях, что нехарактерно для жителей европейских или американских мегаполисов (Yadav et al., 2014).

Разработанная международным коллективом ученых методология исследования бедности при помощи мобильных операторов была апробирована при изучении социально-экономического состояния Кот-д'Ивуара (Smith-Clarke et al., 2014; Ščerapović et al., 2015). Для этой страны, исходя из частоты звонков в разное время дня, были построены различные модели мобильности граждан. Затем исследователи проводили сравнение полученных моделей с данными из других источников

(новости о конкретных событиях в рассматриваемый период, данные переписи, экономическая активность, индекс бедности, данные об электростанциях и энергосистемах и т.д.). Результаты показали высокую корреляцию многих показателей, выявляя показатели, полученные исключительно с использованием данных телефонных звонков. Тем самым одновременно решалась болезненная для бедных стран проблема дороговизны сбора статистической информации.

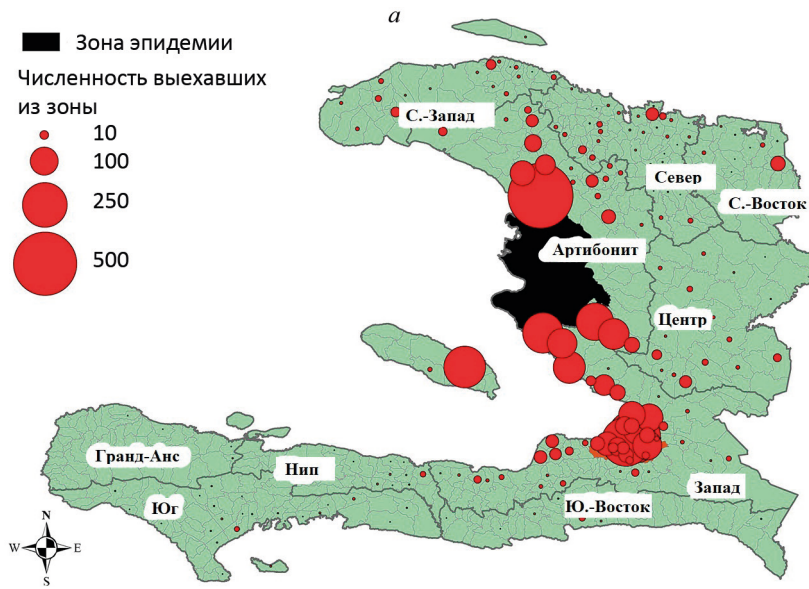
Уникальные возможности данных мобильной связи при «ситуативном» анализе определяют высокий потенциал их применения при мониторинге последствий различного рода чрезвычайных ситуаций и для изучения «шоковых пульсаций» населения, особенно распространенных в развивающихся странах. Данные сотовых операторов, получаемые в режиме реального времени при оперативной обработке и использовании, могут выступать ценнейшим источником информации для экстренных служб в ситуациях, когда требуется своевременная информация о перемещениях и местонахождении пострадавших людей, например в случае природных или техногенных бедствий, вооруженных конфликтов или эпидемий (Deville et al., 2014).

Так, во время землетрясения в Республике Гаити в 2011 г. оценки перемещения населения, произведенные при помощи данных крупнейшего в стране сотового оператора — Digicel, с высокой степенью точности совпали с результатами большого ретроспективного опроса населения ООН (рис. 8, а) (Lu et al., 2012). Это продемонстрировало применимость данного источника и его высокую полезность в контексте необходимости оперативного мониторинга ситуации во время и после стихийного бедствия. Как показал пример Гаити, сведения о перемещениях людей после катастрофы могут оказать существенную помощь при организации снабжения пострадавших продовольствием, водой и медикаментами.

В случаях стихийных бедствий, связанных с распространением инфекционных заболеваний, данные сотовых операторов могут быть использованы для оценки рисков географического распространения заболеваемости, маршрутов импорта болезней и определения параметров зоны карантина. Среди исследований, посвященных изучению распространения заболеваний, стоит отметить работу специалистов Каролинского института (Швеция) по определению путей распространения малярии в Кении на основе данных мобильных телефонов, а также исследование международного коллектива ученых по моделированию диффузии эпидемий (Lu et al., 2012; Tizzoni et al., 2014). Шведские ученые путем отслеживания масштабов миграций из очага эпидемии в другие районы построили графы маршрутов импорта болезней, в пространственном отношении характеризующих эпидемиологическую картину распространения малярии (рис. 8, б).

8. Выводы

Как показывает международная практика, информация, получаемая при помощи сотовой связи, — перспективный и репрезентативный аналитический инструмент, способный повысить качество работ во многих исследовательских направлениях. Эти данные могут выступать как в качестве независимого информационного ресурса, так и в сочетании с традиционными статистическими ресурсами или другими типами «Больших данных».



б

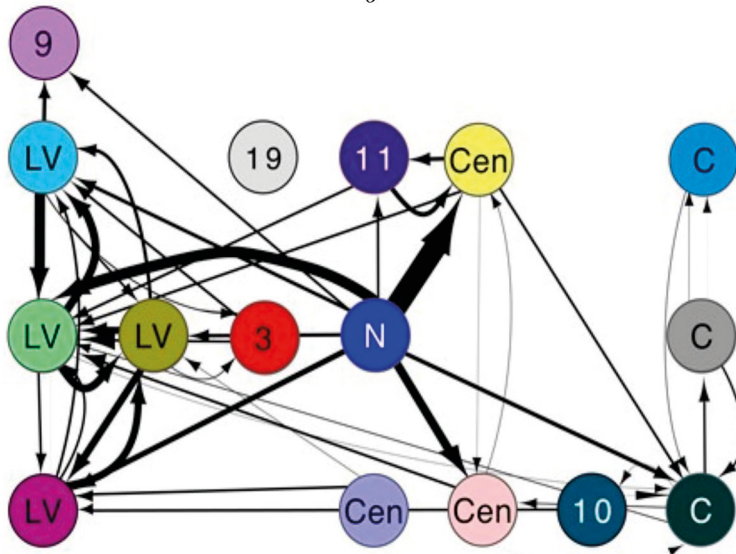


Рис. 8. Среднесуточное количество владельцев SIM-карт, выезжающих из зоны вспышки холеры на Гаити в октябре 2010 г. (а), и пример сети переноса малярии между поселениями и регионами Кении (б). Источник: (Lu et al., 2012; Wesolowski et al., 2012)

Имеющиеся за рубежом исследования демонстрируют, каким образом анализ данных о мобильных телефонах, которые ежедневно собираются сотовыми операторами, может дополнять результаты традиционной переписи. Информация о локализации абонентов предоставляет преимущества в вопросах измерения динамики и распределения людей. Кроме того, сочетание сведений мобильной телефонии с информацией традиционной статистики, а также другими источниками «Большой

ших данных», например дистанционного зондирования, способствует улучшению пространственного и временного разрешения геоинформации при исследовании различного рода демографических и социально-экономических процессов.

Сведения сотовых операторов предоставляют возможность оценки численности, плотности и распределения населения с высокой пространственно-временной детализацией и, если это требуется, в отрыве от административно-территориального деления. Их использование позволяет проследить, как меняется распределение населения в зависимости от времени суток, дней недели, сезона года или от конкретного события. Основываясь на статистике населения, историческом анализе, мониторинге в реальном времени, данные операторов сотовой связи можно применять при построении демографических и миграционных прогнозов, оценке рисков и формирования различных сценариев возможных чрезвычайных ситуаций и т. д.

Анализ перемещений людей в системе «дом — работа — досуг — рекреация» позволяет более детально подойти к анализу систем расселения, районированию, построению транспортных и поведенческих моделей. Важным прикладным следствием служит возможность инкорпорировать полученные результаты в статистику и в сферу территориального планирования.

При этом потенциальное использование новых источников данных не ограничивается внедрением в систему показателей существующей статистики. Они могут применяться для создания новых индикаторов или для улучшения и калибровки существующих. К числу таких новых показателей можно отнести чрезвычайно полезные при анализе систем расселения значения дневной или сезонной численности населения, маятниковых трудовых миграций, эластичности расселения (перепадов в течение года численности населения на территории) и т. д.

Многоплановость и высокая степень проникновения мобильной телефонии приводят к лучшему пониманию поведения людей во времени и пространстве. Используемые в сочетании с традиционными обследованиями, эти данные могут предоставить возможность уменьшить размеры выборки и привести к экономии затрат и снижению нагрузки на респондентов при социологических опросах.

Литература/References

- A Study on Urban Mobility and Dynamic Population Estimation by Using Aggregate Mobile Phone Sources. (2014). *CSIS Discussion Paper. No. 115*. [online] Available at: <http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/dp/115.pdf> [Accessed 10 July 2021].
- Ahas, R., Aasa, A., Silm, S. and Tiru, M. (2007). Mobile Positioning Data in Tourism Studies and Monitoring: Case Study in Tartu, Estonia. In: M. Sigala, L. Mich, J. Murphy, ed., *Information and Communication Technologies in Tourism*. Vienna: Springer, 119–128. https://doi.org/10.1007/978-3-211-69566-1_12
- Ahas, R., Aasa, A., Yuan, Y., Raubal, M., Smoreda, Z., Liu, Y., Ziemlicki, C., Tiru, M. and Zook, M. (2015). Everyday space-time geographies: using mobile phone-based sensor data to monitor urban activity in Harbin, Paris, and Tallinn. *International Journal of Geographical Information Science*, 29 (11), 2017–2039. <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1063151>
- Ahas, R., Silm, S., Järv, O., Saluveer, E. and Tiru, M. (2010). Using mobile positioning data to model locations meaningful to users of mobile phones. *Journal of Urban Technology*, 1 (17), 3–27. <https://doi.org/10.1080/10630731003597306>
- Ahas, R., Silm, S., Saluveer, E. and Järv, O. (2009). Modelling home and work locations of populations using passive mobile positioning data. In: G. Gartner, K. Rehr, ed., *Location based services and telecartography II, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Berlin, Heidelberg: Springer, 301–315. https://doi.org/10.1007/978-3-540-87393-8_18

- Aker, J. C. and Mbiti, I. M. (2010). Mobile Phones and Economic Development in Africa. *Journal of Economic Perspectives*, 3 (24), 207–232. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1693963>
- Andrienko, G. and Andrienko, N. (2008). Spatio-temporal aggregation for visual analysis of movements. In: *Visual Analytics Science and Technology conference*, 51–58. <http://dx.doi.org/10.1109/VAST.2008.4677356>
- Bajardi, P., Delfino, M., Panisson, A., Petri, G. and Tizzoni, M. (2015). Unveiling patterns of international communities in a global city using mobile phone data. *Data Science*, 4, 1–17. <https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-015-0041-5>
- Bekhor, S., Cohen, Y. and Solomon, C. (2013). Evaluating Long Distance Travel Patterns in Israel by Tracking Cellular Phone Positions. *Journal of Advanced Transportation*, 47, 435–446. <https://doi.org/10.1002/atr.170>
- Berlingerio, M., Calabrese, F., Lorenzo, G., Nair, R., Pinelli, F. and Sbodio, M. (2013). AllAboard: A system for exploring urban mobility and optimizing public transport using cellphone data. In: *Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*, 663–666. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40994-3_50
- Birkin, M., Clarke, C. and Clarke, M. (2017). *Retail Location Planning in an Era of Multi-Channel Growth*. London: Routledge.
- Blondel, V., Krings, G. and Thomas, I. (2010). Regions and borders of mobile telephony in Belgium and in the Brussels metropolitan zone. *Brussels Studies*, 42, 1–12. <https://doi.org/10.4000/BRUSSELS.806>
- Blumenstock, J. and Fratamico, L. (2013). Social and Spatial Ethnic Segregation: A Framework for Analyzing Segregation with Large-Scale Spatial Network Data. In: *Proceedings of the 4th Annual Symposium on Computing for Development*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/2537052.2537061>
- Calabrese, F., Diao, M., Lorenzo, D., Ferreira, J. and Ratti, C. (2013). Understanding individual mobility patterns from urban sensing data: A mobile phone trace example. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 26, 301–313. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.09.009>
- Csaji, B., Browet, A., Traag, V. A., Delvenne, J.-C., Huens, E., Van Dooren, P., Smoreda, Z. and Blondel, V. (2013). Exploring the Mobility of Mobile Phone Users. *Physics and Society*, 6 (392), 1459–1473. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2012.11.040>
- Deville, P., Linard, C., Martine, S., Gilbert, M., Steven, F., Gaughan, A., Blondel, V. and Tatem, A. (2014). Dynamic population mapping using mobile phone data. *PNAS*, 111 (45), 88–93. <https://doi.org/10.1073/pnas.1408439111>
- Eagle, N., Macy, M. and Claxton, R. (2010). Network diversity and economic development. *Science*, 328 (5981), 1029–1031. <https://doi.org/10.1126/science.1186605>
- ESSnet Big Data. (2021). *European Commission*. [online] Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/cros/content/essnet-big-data_en [Accessed 10 July 2021].
- Eurostat. (2014). Feasibility study of the use of mobile positioning data for tourism statistics. In: *Consolidated Report Eurostat Contract No. 30501.2012.001–2012.452*. <https://doi.org/10.2785/55051>
- Giugale, M. (2012). *Fix Africa's Statistics*. [online] Available at: https://www.huffpost.com/entry/fix-africas-statistics_b_2324936 [Accessed 10 July 2021].
- Handbook on the use of Mobile Phone data for Official Statistics. (2019). *UN Global Working Group on Big Data for Official Statistics*. [online] Available at: <https://unstats.un.org/bigdata/task-teams/mobile-phone/MPD%20Handbook%2020191004.pdf> [Accessed 10 July 2021].
- Hellerstein, J. (2008). *The Commoditization of Massive Data Analysis*. O'reilly Radar. [online] Available at: <http://radar.oreilly.com/2008/11/the-commoditization-of-massive.html> [Accessed 10 July 2021].
- Inferring migrations, traditional methods and new approaches based on mobile phone, social media, and other big data. Feasibility study on inferring (labour) mobility and migration in the European Union from big data and social media data. (2016). In: *Feasibility study on inferring (labour) mobility and migration in the European Union from big data and social media data*. <https://doi.org/10.2767/61617> [online] Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f66f928-f307-4c1f-9bec-fde0d2008c69> [Accessed 10 July 2021].
- Järv, O. (2013). *Mobile phone based data in human travel behaviour studies: New insights from a longitudinal perspective*. Tartu: University of Tartu Press.
- Järv, O., Ahas, R., Saluveer, E., Derudder, B. and Witlox, F. (2012). Mobile phones in a traffic flow: A geographical perspective to evening rush hour traffic analysis using call detail records. *PLoS ONE*, 7 (11), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049171>

- Jiang, S., Ferreira, J., Gonzalez, J. and Gonzalez, M. (2017). Activity-Based Human Mobility Patterns Inferred from Mobile Phone Data: A Case Study of Singapore. *IEEE Transactions on Big Data*, 2 (3), 208–219. <https://doi.org/10.1109/TBDATA.2016.2631141>
- Lenormand, M., Picomell, M., Cantú-Ros, O.G., Tugores, A., Louail, T., Herranz, R., Barthelemy, M., Frías-Martínez, E. and Ramasco, J.J. (2014). Cross-Checking Different Sources of Mobility Information. *PLoS ONE*, 8 (9), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105184>
- Louail, T., Lenormand, M., Ros, O.-K., Picornell, M., Herranz, R., Frías-Martínez, E., Ramasco, J. and Barthelemy, M. (2014). From mobile phone data to the spatial structure of cities. *Scientific Reports*, 4, 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep05276>
- Lu, X., Bengtsson, L. and Holme, P. (2012). Predictability of population displacement after the 2010 Haiti earthquake. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 29 (109), 11576–11581. <https://doi.org/10.1073/pnas.1203882109>
- Masso, A., Silm, S. and Ahas, R. (2018). Generational differences in spatial mobility: A study with mobile phone data. *Population, Space and Place*, 25 (2), 1–15. <https://doi.org/10.1002/psp.2210>
- Measuring the Information Society Report*. (2014). International Telecommunication Union Place des Nations. Geneva.
- Nanni, M., Trasarti, R., Furletti, B., Gabrielli, L., Mede, P., Bruijn, J., Romph, E. and Bruil, G. (2013). MP4-A project: Mobility planning for Africa. In: *3rd Conference on the Analysis of Mobile Phone datasets (Net-Mob 2013)*.
- Nemeškal, J., Ouředníček, M. and Pospíšilová, L. (2020). Temporality of urban space: daily rhythms of a typical week day in the Prague metropolitan area. *Journal of Maps*, 1 (16), 30–39. <https://doi.org/10.1080/17445647.2019.1709577>
- Nilbe, K., Ahas, R. and Siiri, S. (2014). Evaluating the Travel Distances of Events Visitors and Regular Visitors Using Mobile Positioning Data: The Case of Estonia. *Journal of Urban Technology*, 21 (2), 91–107. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.888218>
- Novak, J. and Temelova, J. (2012). Everyday Life and Spatial Mobility of Young People in Prague: A Pilot Study Using Mobile Phone Location Data. *Sociologický časopis*, 5 (48), 911–938. <https://doi.org/10.13060/00380288.2012.48.5.05>
- Novak, J., Ahas, R., Aasa, A. and Silm, S. (2013). Application of mobile phone location data in mapping of commuting patterns and functional regionalisation: A pilot study of Estonia. *Journal of Maps*, 1 (9), 10–15. <https://doi.org/10.1080/17445647.2012.762331>
- Olsson, G. (1970). Explanation, Prediction and Meaning Variance: An Assessment of Distance Interaction Models. *Economic Geography*, 46, 223–233. <https://doi.org/10.2307/143140>
- Ouředníček, M., Nemeškal, J., Pospíšilová, L. and Hampl, M. (2019). *Vymezení území pro Integrované teritoriální investice (ITI) v ČR: Technická metodika*. Prague: Ministry of Regional Development Press. (In Czech)
- Pentland, A. (2012). *Reinventing Society in the Wake of Big Data*. Edge. [online] Available at: <https://www.edge.org/conversation/reinventing-society-in-the-wake-of-big-data> [Accessed 10 July 2021].
- Phithakkitnukoon, S., Smoreda, Z. and Olivier, P. (2012). Socio-Geography of Human Mobility: A Study Using Longitudinal Mobile Phone Data. *PLoS ONE*, 7 (6), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039253>
- Press Conference on Challenges Faced by Countries Emerging from Conflicts in Conducting Census of Housing, Population. (2010). *World population and Housing Census Programme. United Nations Statistics Division*. [online] Available at: <https://reliefweb.int/report/liberia/press-conference-challenges-faced-countries-emerging-conflicts-conducting-census> [Accessed 12 Aug. 2021].
- Ratti, C. (2005). Mobile Landscape — Graz in real time. In: *Proceedings of 3rd Symposium on LBS & TeleCartography in Vienna University of Technology*, 28–30.
- Ratti, C., Sobolevsky, S., Calabrese, F., Andris, C., Reades, J., Martino, M., Claxton, R. and Strogatz, S. (2010). Redrawing the Map of Great Britain from a Network of Human Interactions. *PLoS ONE*, 5 (12), 1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014248>
- Real Time Rome. (2006). *MIT Senseable City Lab*. [online] Available at: <http://senseable.mit.edu/realtimerome/> [Accessed 10 July 2021].
- Šcepanovic, S., Mishkovski, I., Hui, P. and Nurminen, J. (2015). Mobile Phone Call Data as a Regional Socio-Economic Proxy Indicator. *PLoS ONE*, 4 (10), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124160>
- Schlich, R., Schönfelder, S., Hanson, S. and Axhausen, K. (2004). Structures of Leisure Travel: Temporal and Spatial Variability. *Transport Review*, 24, 219–237. <https://doi.org/10.1080/0144164032000138742>

- Silm, S. and Ahas, R. (2014). The temporal variation of ethnic segregation in a city: Evidence from a mobile phone use dataset. *Social Science Research*, 47, 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2014.03.011>
- Silm, S., Ahas, R. and Nuga, M. (2013). Gender differences in space-time mobility patterns in a post-communist city: a case study based on mobile positioning in the suburbs of Tallinn. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 40 (5), 814–828. <https://doi.org/10.1068/b38068>
- Smith-Clarke, C., Mashhadi, A. and Capra, L. (2014). Poverty on the Cheap: Estimating Poverty Maps Using Aggregated Mobile Communication Networks. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 511–520. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557358>
- Stelman, T. (2012). Trendit mapping population movements through mobile signals. *NoCamels*. [online] Available at: <https://nocamels.com/2012/03/trendit-mapping-population-movements-through-mobile-signals/> [Accessed 10 July 2021].
- The Cancellation of Mobile Phone Tracking System for the London Olympics: An Overview. (2012). *Tracking Mobile (TM)*. [online] Available at: <https://trackingmobile.co.uk/the-cancellation-of-mobile-phone-tracking-system-for-the-london-olympics-an-overview/> [Accessed 10 July 2021].
- Tiru, M. (2014). Overview of the sources and challenges of mobile positioning data for statistics. In: *International Conference on Big Data for Official Statistics in Beijing*, 1–26.
- Tizzoni, M., Bajardi, P., Decuyper, A., King, G., Schneider, C., Blondel, V., Smoreda, Z., González, M. and Colizza, V. (2014). On the use of human mobility proxies for modeling epidemics. *PLoS Comput. Biol.*, 7 (10), 1–35. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003716>
- Tobler, W.R. (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234–240. <https://doi.org/10.2307/143141>
- Versichele, M., Neutens, T., Goudeseune, S., van Bossche, F. and van de Weghe, W. (2012). Mobile Mapping of Sporting Event Spectators Using Bluetooth Sensors: Tour of Flanders Sensors. *Sensors (Basel)*, 12 (10), 14196–14213. <https://doi.org/10.3390/s121014196>
- Vogelová, M., Chaloupka, R. and Abrhám, J. (2018). Potential of new data sources in tourism. *Slovak Journal of Public Policy and Public Administration*, 5 (2). [online] Available at: <https://sjpppa.fsvucm.sk/index.php/journal/article/view/83> [Accessed 12 Aug. 2021].
- Wesolowski, A., Eagle, N., Tatem, A. and Smith, D.L. (2012). Quantifying the impact of human mobility on malaria. *Science*, 338 (6104), 267–270. <https://doi.org/10.1126/science.1223467>
- Yadav, K., Kumar, A., Bharati, A. and Naik, V. (2014). Characterizing mobility patterns of people in developing countries using their mobile phone data. In: *2014 Sixth International Conference on Communication Systems and Networks (COMSNETS)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/COMSNETS.2014.6734892>

Статья поступила в редакцию 10 сентября 2020 г.

Статья рекомендована в печать 18 июня 2021 г.

Контактная информация:

Бабкин Роман Александрович — babkin_ra@mail.ru

The experience of using the mobile phone data in economic geographical researches in foreign

R. A. Babkin

Plekhanov Russian University of Economics,
36, Stremyanny per., Moscow, 117997, Russian Federation

For citation: Babkin, R. A. (2021). The experience of using the mobile phone data in economic geographical researches in foreign. *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 66 (3), 416–439. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.301> (In Russian)

The era of Big Data and the emergence of new sources of geo-information, including mobile phone data, have provided fundamentally new opportunities for research on many socio-economic processes. Compared to traditional statistical sources, mobile phone data has many

unique features and advantages that attract scientists from various fields of knowledge. Extensive experience in the use of technologies for collecting and processing spatial information from mobile phones over the past 15 years has led to an interest in them in order to improve demographic statistics, transport planning, analysis of settlement systems, tourism statistics, study of human behavior and emergency monitoring. The article demonstrates various cases of using mobile operator data in scientific and applied research in these areas based on the examples of foreign works. The foreign practice of using data from mobile operators demonstrates how data analysis can complement the results of censuses and population registers, making it possible to move from a static to dynamic consideration of the settlement system. The combination of mobile telephony data with traditional statistics, as well as other types of Big Data, such as remote sensing, helps to improve the spatial and temporal resolution of geo-information in the study of demographic and socio-economic processes. At the same time, it can be observed that the potential use of this data source is not limited to supplementing the system of existing statistical indicators, but includes the creation of new socio-economic indicators. At the same time, the long-standing problem of national statistics lagging behind the leading countries of Europe and the United States can be largely offset by the incorporation of Big Data into research practices.

Keywords: mobile phone data, study of settlement systems, delimitation of agglomerations, monitoring of socio-economic processes.

Received: September 10, 2020

Accepted: June 18, 2021

Contact information:

Roman A. Babkin — babkin_ra@mail.ru