

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

DOI: 10.15838/ptd.2025.1.135.3

УДК 332.1 | ББК 65.050.23

© Макарова М.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО РАССЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОЛОЖЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДЕМОГРАФИИ



МАРИЯ НИКИТИЧНА МАКАРОВА

Институт экономики Уральского отделения РАН

Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: makarova.mn@uiec.ru

ORCID: 0000-0001-6144-6178; ResearcherID: H-7717-2017

Актуализация задач пространственного развития России определяет необходимость изучения расселенческих процессов как одного из способов территориальной организации общества. Развитие методологии пространственной демографии, увеличение глубины демографических данных и совершенствование математического инструментария позволяют применять новые подходы в исследовании расселения. В статье для анализа региональных систем расселения автором предложено использовать такой показатель пространственного развития, как градиент плотности населения, теоретическое изменение которого является экспоненциальной функцией и описывается законом Кларка. Это позволило проверить гипотезу о том, что в регионах, характеризующихся наличием выраженных агломерационных процессов, градиент плотности населения будет соответствовать закону Кларка, в то время как в регионах с иным типом расселения закон Кларка выполняться не будет. Новизна исследования связана с тем, что на основе регрессионного моделирования автором показано наличие двух типов региональных систем расселения: в регионах индустриального освоения наблюдаются выраженные агломерационные процессы, что подтверждается выполнением закона Кларка для градиента плотности населения, а в регионах неиндустриального освоения (добывающих, агропромышленных) система расселения имеет иную структуру и закон Кларка не выполняется. Перспективным направлением исследования является проверка выдвинутой гипотезы на всех субъектах РФ. Полученные результаты могут быть использованы при анализе процессов урбанизации и агломерирования, а также реализации политики пространственного развития в российских регионах.

Для цитирования: Макарова М.Н. (2025). Исследование систем городского расселения на основе методических положений пространственной демографии // Проблемы развития территории. Т. 29. № 1. С. 30–40. DOI: 10.15838/ptd.2025.1.135.3

For citation: Makarova M.N. (2025). Studying urban settlement systems based on methodological provisions of spatial demography. *Problems of Territory's Development*, 29 (1), 30–40. DOI: 10.15838/ptd.2025.1.135.3

Пространственная демография, расселение, градиент плотности, закон Кларка, агломерации, регионы, УрФО.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Статья подготовлена в соответствии с планом НИР по гос. заданию Института экономики УрО РАН на 2024–2026 гг. № 0327-2024-0009 «Механизмы регулирования экономического поведения населения в условиях структурных изменений».

Введение

Реализация Стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 года¹ и ее актуализация на последующий период создают предпосылки для изучения расселения населения как способа территориальной организации социально-экономического пространства для поиска направлений повышения эффективности управленческих решений на национальном и региональном уровне. Также возникает необходимость изучения долговременных тенденций трансформации системы расселения в контексте анализа внутрирегиональных закономерностей и определения пространственно-временных перспектив демографических процессов, в первую очередь численности населения (Чугунова и др., 2013; Короленко, 2023).

Первоначально расселение изучалось географами, а население рассматривалось преимущественно в контексте размещения

производительных сил (Гали, 2011). Более поздние исследования силами экономистов, социологов, градостроителей, историков, демографов показали, что расселение – это особый вид территориальной организации общества, затрагивающий более широкий круг вопросов, чем обеспечение производства трудовыми ресурсами (Ткаченко, 2018). Благодаря этому на стыке нескольких областей знания возникла пространственная демография как наука о пространственной динамике демографических процессов (Entwisle, 2007), в т. ч. о трансформации системы расселения.

Термин «пространственная демография» (spatial demography) вошел в активный понятийно-категориальный аппарат в англоязычном сегменте науки в середине 1980-х гг. и с тех пор имеет достаточно стабильный контингент авторов (рис. 1).

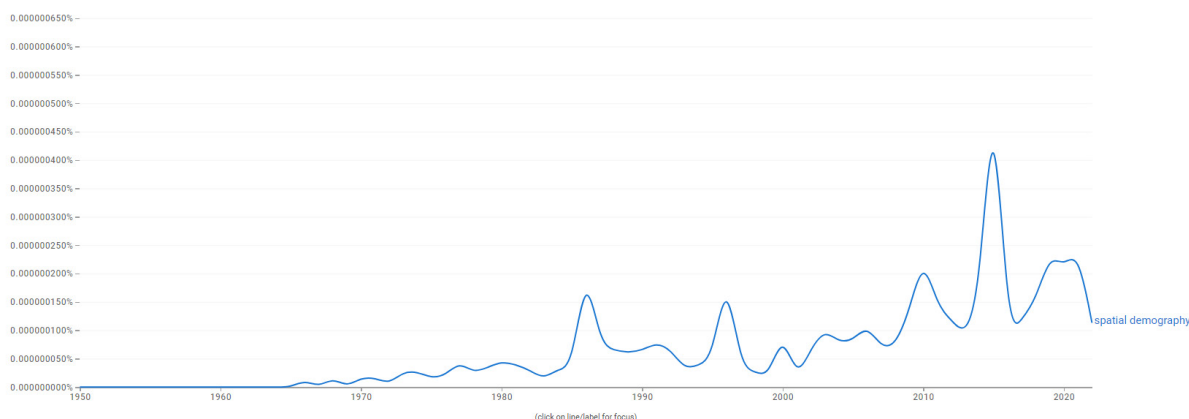


Рис. 1. Динамика употребления термина «spatial demography» в англоязычном сегменте Google Books (нормированный показатель)

Источник: построено с помощью инструмента Books Ngram Viewer.

URL: https://books.google.com/ngrams/graph?content=spatial+demography&year_start=1950&year_end=2019&corpus=en&smoothing=0&case_insensitive=false (дата обращения 19.09.2024).

¹ Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р. URL: https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/rasporyazhenie_ot_13_fevalya_2019_g_207_r.html (дата обращения 19.09.2024).

В русскоязычном научном поле понятие пространственной демографии менее распространено, однако это направление исследований также набирает популярность (рис. 2).

В базе публикаций eLibrary на сегодняшний день зафиксировано 103 публикации с упоминанием пространственной демографии, затрагивающие вопросы миграции, демографических процессов и демографического развития, регионов и их пространственного развития, урбанизации и сельских территорий и др.² Таким образом, следует отметить возрастающий интерес к данному направлению научных исследований, связанный с интенсивным изучением разнообразных, в первую очередь цифровых, данных о демографических процессах и развитием инструментария по их анализу.

Как отмечает Б. Энтвайсл, характеристики населения так или иначе тесно связаны с местом его пребывания, отражающим локальный социальный контекст (Entwisle, 2007), т. е. для пространственной демографии принципиально важны относительное расположение социальных явлений, причины такого расположения и его последствия (Logan, 2016). На индивидуальном уровне время и местоположение демографических результатов связаны с изменениями индивидуальной жизненной траектории (Willekens, 2014), на популяционном уровне – с пониманием механизмов изменения численности населения популяций, распределенных в пространстве (Raymer et al., 2019).

Ключевым понятием пространственного анализа выступает расстояние, под которым обычно понимается расположение чего-то по отношению к чему-то другому: «Все взаимосвязано, но близкие вещи более взаимосвязаны, чем отдаленные» (Первый закон географии) (Tobler, 1970). Дж. Логан акцентирует внимание на таких функциях расстояния, как показатель доступности к другим людям и ресурсам или показатель подверженности вреду, что выступает основой для определения и интерпретации кластеров пространственно связанных явлений (Logan et al., 2010).

В связи с развитием теоретических и методологических наработок и вычислительных инструментов в сочетании с увеличением объема и глубины демографических данных следует отметить, что область пространственной демографии постоянно развивается (Matthews, Stiberman, 2021). Исследователи все чаще работают с данными с географической привязкой, в настоящее время растет число приложений, изучающих пространственные процессы рождаемости, смертности, миграции, здравоохранения и их детерминанты в развитых и развивающихся странах.

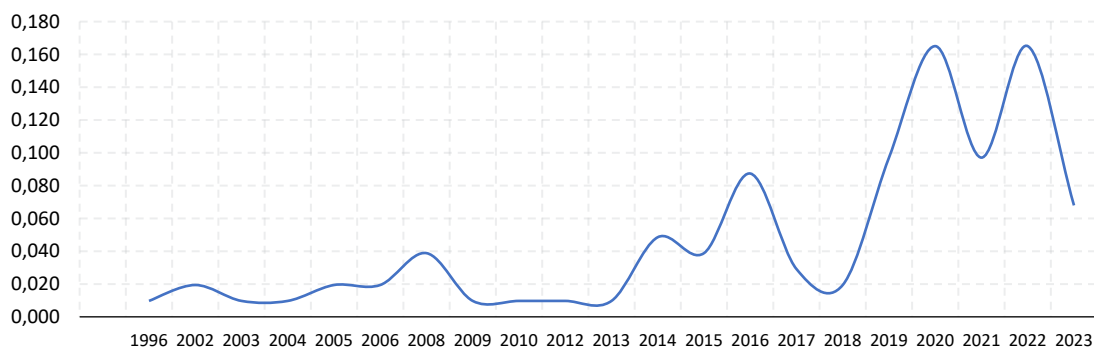


Рис. 2. Динамика числа публикаций, содержащих термин «пространственная демография», по базе eLibrary (нормированный показатель)

Источник: построено с помощью аналитических инструментов eLibrary.

URL: https://elibrary.ru/itembox_profile.asp?id=1528720 (дата обращения 19.09.2024).

² Построено с помощью аналитических инструментов eLibrary. URL: https://elibrary.ru/itembox_profile.asp?id=1528720 (дата обращения 19.09.2024).

Среди основных методов пространственной демографии следует выделить картирование для визуализации пространственного распределения демографических явлений (Logan, 2016); пространственную эконометрику для учета пространственных эффектов автокорреляции (Anselin, 2010) или неоднородности (Lu et al., 2014); многоуровневое моделирование для изучения влияния контекстуальных факторов на социальное поведение, проявляющееся на более низком уровне (Matthews, Parker, 2013) и др. Таким образом, теоретические подходы и методический инструментарий пространственной демографии являются релевантными для исследования региональных демографических процессов.

Одним из способов измерить пространственный срез распределения той или иной исследуемой характеристики территориального развития выступает показатель плотности. При этом научный и практический интерес представляет не только сама плотность, но и ее изменение относительно какой-либо точки в пространстве, т. н. градиент плотности (Бакланов, 2021). Например, в социально-демографических исследованиях способом оценки пространственного размещения населения является градиент плотности населения в связи с изучением урбанизации и размещения городского населения (Круглов и др., 2013), составляющих основу расселенческих процессов на современном этапе общественного развития. Отдельным направлением в пространственной демографии является вопрос изучения процессов формирования и развития городских агломераций (Щитова и др., 2020; Фаузер и др., 2021; Ершова и др., 2024), однако возможны и иные варианты организации систем расселения, что актуализирует задачи, связанные с развитием инструментария пространственных исследований социально-демографических процессов, позволяющих, в том числе, проверить наличие агломерации и провести делимитацию ее границ.

Градиент плотности населения используется для характеристики размещения населения в городах и метрополиях и рассчитывается на основе закона Кларка (Vyas, Shulka, 2017), отражающего экспоненциальную зависимость плотности населения от удаленности от центра города (1):

$$D_x = D_0 * \exp^{-bx}, \quad (1)$$

где:

x – удаленность от центра города;

D_0 – плотность населения в центре города;

D_x – плотность населения на расстоянии x от центра города;

b – коэффициент наклона.

На наш взгляд, научный интерес представляет возможность применения закона Кларка для анализа не городских, а региональных систем расселения. Исходя из предположения, что городская агломерация может рассматриваться как «расширенный» город, гипотеза исследования формулируется следующим образом: градиент плотности населения в регионах, характеризующихся наличием выраженных агломерационных процессов, будет соответствовать закону Кларка, в то время как в регионах с иным типом расселения закон Кларка работать не будет.

Данные и методы

Исследование проводилось на примере регионов Уральского федерального округа, обладающих различной экономической специализацией и характером хозяйственного освоения территории, в т. ч. различными типами расселения. Для оценки системы расселения нами использован показатель численности населения муниципального образования⁵ за 2022 год, который, с одной стороны, характеризует источники формирования социально-экономической активности на территории (социальный и трудовой капитал), с другой – представляет результат расселенческих процессов в виде распределения населения по территории региона.

⁵ Согласно Базе данных показателей муниципальных образований Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst> (дата обращения 17.05.2024).

Плотность населения рассчитана как отношение численности населения к площади соответствующего муниципального образования⁴. Муниципальные образования ранжированы по удаленности от областного центра по расстояниям, оцененным с помощью данных Яндекс.Карты в виде длины пути по автодорогам между центральными населенными пунктами муниципального образования.

Для построения регрессионной модели предварительно проводилось логарифмирование данных, что позволило перейти от экспоненциальной формы зависимости к линейной, а также преодолеть ограничения в применении регрессионного анализа, связанные с отличием распределения плотности населения от нормального. Оценка надежности и достоверности полученных зависимостей осуществлялась согласно требованиям регрессионного анализа (F-stat, t-stat, уровень значимости $p = 0,05$, 95% доверительный интервал, R^2).

Результаты

Регионы УрФО характеризуются значительным разбросом показателей плотности населения в муниципальных образованиях: от 0,05 чел./км² в Красноселькуском районе ЯНАО до 2360,7 чел./км² в Челябинском ГО (табл. 1). Наибольшая

дифференциация плотности населения наблюдается в Курганской области (3,34 раза), система расселения которой состоит из двух городов, окруженных сельскими территориями, где преобладает развитие сельского хозяйства. Менее всего дифференциация плотности населения выражена в ХМАО, где население сосредоточено в 13 городах, ориентированных на добывающую промышленность, а сельские территории между ними заселены слабо и мало освоены.

Кроме того, следует отметить, что распределение показателя плотности населения по территориям уральских регионов является асимметричным, смещенным вправо, что еще раз подтверждает неравномерность размещения населения в связи с особенностями экономического и социального освоения региона.

Для проверки гипотезы исследования были построены регрессионные модели, оценивающие градиент плотности населения в зависимости от удаленности от центра региона в соответствии с законом Кларка по формуле (1). Результаты моделирования приведены ниже (табл. 2).

Как видим, для половины регионов УрФО подтверждается распределение градиента плотности населения по закону Кларка. Это Свердловская, Челябинская

Таблица 1. Плотность населения муниципальных образований в регионах УрФО в 2022 году, чел./км²

Субъект УрФО	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум	Коэффициент вариации, раз
Курганская область	49,92	4,96	2,42	777,31	3,34
Свердловская область	130,12	19,02	0,15	1385,34	2,25
Тюменская область, в т. ч.	203,50	5,61	0,05	1224,97	1,68
– ХМАО	317,07	97,51	0,26	1149,62	1,22
– ЯНАО	136,90	0,67	0,05	535,62	1,36
– Тюменская область без АО	140,70	4,89	0,39	1224,97	2,46
Челябинская область	190,52	14,30	4,01	2360,74	2,27

Рассчитано по: База данных показателей муниципальных образований Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst> (дата обращения 17.05.2024).

⁴ Согласно Базе данных показателей муниципальных образований Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst> (дата обращения 17.05.2024).

Таблица 2. Статистические характеристики регрессионных моделей, оценивающих градиент плотности населения по закону Кларка для муниципальных образований регионов УрФО в 2022 году

Субъект УрФО	Кол-во наблюдений	X	R ²	F-stat
Курганская область	26	-0,0077 (s.e. 0,004)	0,1209	3,30
Свердловская область	69	-0,0086* (s.e. 0,001)	0,3726	39,79*
Тюменская область, в т. ч.	61	-0,0007 (s.e. 0,001)	0,0179	1,07
– ХМАО	22	-0,0006 (s.e. 0,004)	0,0009	0,02
– ЯНАО	13	0,0019 (s.e. 0,003)	0,0399	0,46
– Тюменская область без АО	26	-0,0075* (s.e. 0,003)	0,1819	5,36*
Челябинская область	40	-0,0056* (s.e. 0,003)	0,1044	4,43*

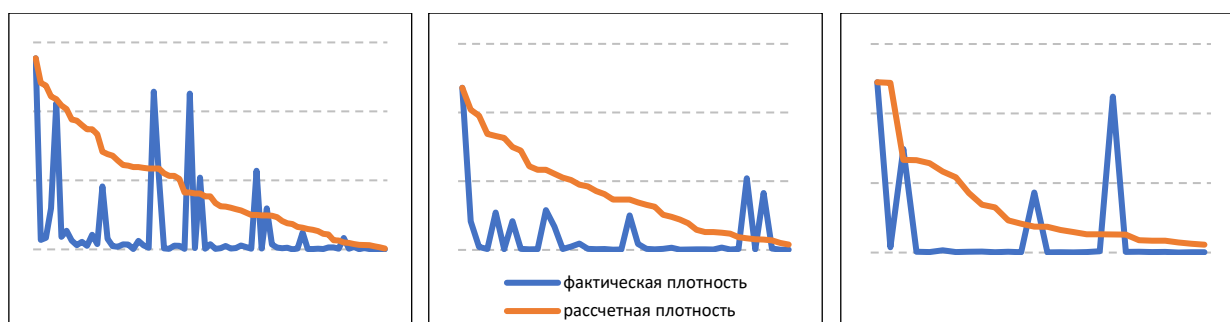
* Значимы при $p = 0,05$ и $\alpha = 0,95$.

Рассчитано по: База данных показателей муниципальных образований Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst> (дата обращения 17.05.2024).

области и Тюменская область без АО. При этом наибольшую объясняющую силу закон Кларка имеет для размещения населения Свердловской области – он объясняет около 37,3% вариации плотности населения в регионе. Для Челябинской области и Тюменской области без АО объясняющая сила данной модели существенно ниже – 10,4 и 18,2% соответственно (рис. 3).

Отрицательный знак при переменной «расстояние» свидетельствует о том, что по мере удаления от областного центра

плотность населения падает, т. е. наблюдается процесс стягивания населения к конкретной территории при обезлюдивании соседних (агломерационный процесс). Больше по модулю значение коэффициента при независимой переменной показывает, что агломерационные процессы вокруг Екатеринбурга (Свердловская область) более выражены, чем вокруг Челябинска и Тюмени, что подтверждается другими исследованиями (Ворошилов, 2019).



а) Свердловская область

б) Челябинская область

в) Тюменская область без АО

Рис. 3. Фактическое и расчетное (по закону Кларка) значение плотности населения в муниципальных образованиях регионов в зависимости от расстояния до областного центра в регионах с выраженными агломерационными процессами

Рассчитано по: База данных показателей муниципальных образований Росстата.

URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst> (дата обращения 17.05.2024).

В отношении другой части уральских регионов не представляется возможным использовать закон Кларка для анализа системы расселения, поскольку коэффициенты при переменной и регрессии в целом не имеют статистической значимости (см. табл. 2). Кроме того, если для Курганской области расчетное значение градиента плотности населения имеет центростремительный потенциал, то в ХМАО зависимость отсутствует, а в ЯНАО, наоборот, можно предположить центробежный характер градиента плотности населения. Однако еще раз подчеркнем, что данные регрессионные модели не являются статистически надежными (рис. 4).

Мы предполагаем, что в значительной мере систему расселения определяет тип хозяйственного освоения территории, что открывает перспективы дальнейшего исследования особенностей систем расселения неагломерационного типа. Исторически сложилось так, что в указанных регионах население движется вслед за размещением добывающих и обрабатывающих предприятий (ХМАО, ЯНАО) или агропромышленного комплекса (Курганская область), а не в логике процессов урбанизации и агломерационного строительства, характерных для индустриальных регионов. Таким образом, для регионов с неиндустриальным типом экономики (преобладанием сельского хозяйства или добывающей промышленности) характерны существенные отличия в

расселенческих процессах, что определяет специфику связанных с ними задач управления, таких как обеспечение связанности отдаленных территорий и формирование доступной социальной инфраструктуры для их жителей.

Заключение

Изучение процессов расселения во взаимосвязи с социально-экономическим поведением населения представляет собой важную исследовательскую задачу вследствие актуализации вопросов пространственного развития России, обозначенного в национальных стратегических документах. В процессе исследования выдвинута гипотеза о различиях в формировании систем расселения промышленных регионов и регионов неиндустриального освоения в результате приоритетного действия различных факторов.

Используя положения пространственной демографии, в частности понятие градиента плотности населения и закон Кларка как аналитический инструмент для его моделирования, на основе регрессионных моделей мы оценили системы расселения регионов УрФО. Это позволило выделить два типа регионов с существенно отличающимся размещением населения. В регионах промышленного освоения (Свердловская, Челябинская и Тюменская области) выполняется закон Кларка для градиента плот-

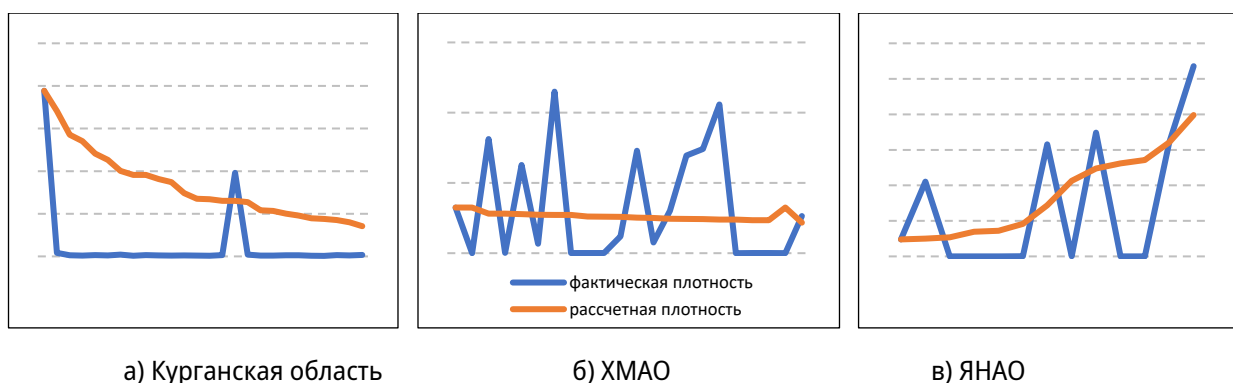


Рис. 4. Фактическое и расчетное (по закону Кларка) значение плотности населения в муниципальных образованиях регионов в зависимости от расстояния до областного центра в регионах с «хозяйственным» типом расселения

Рассчитано по: База данных показателей муниципальных образований Росстата.

URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst> (дата обращения 17.05.2024).

ности населения, а сами региональные системы расселения характеризуются выраженными агломерационными процессами. В регионах неиндустриального освоения (добыча полезных ископаемых – ХМАО, ЯНАО, агропромышленной специализации – Курганская область) невозможно применять закон Кларка для анализа систем расселения, поскольку полученные регрессионные модели являются статистически не значимыми, что обусловлено в первую очередь экономической специализацией регионов и особенностями размещения мест приложения труда.

Таким образом, научная новизна исследования связана с расширением возможностей применения положений простран-

ственной демографии для анализа систем расселения. В ходе работы решена задача адаптации инструментария, предназначенного для моделирования градиента плотности населения, на примере данных о расселении в российских регионах, показан его исследовательский потенциал для разработки типологии систем расселения, а также обоснованы границы применимости закона Кларка в целях исследования процессов расселения в российских регионах. Это позволяет определять регионы, где сложились устойчивые агломерационные процессы, и регионы, где система расселения развивается иным способом. Представляется перспективным проверить полученные результаты на данных остальных субъектов РФ.

ЛИТЕРАТУРА

- Бакланов П.Я. (2021). Географические градиенты как измерение географического пространства // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природа, население, хозяйство территорий. Владивосток: Тихоокеанский ин-т географии ДО РАН. С. 11–13. DOI: 10.35735/tig.2021.56.55.002
- Ворошилов Н.В. (2019). Подходы к оценке развитости агломераций на территории России // Проблемы развития территории. № 4 (102). С. 40–54. DOI: 10.15838/ptd.2019.4.102.2
- Гали Д.А. (2011). Основные методологические парадигмы теории расселения населения // Вестник НГУЭУ. № 1. С. 67–78.
- Ершова С.А., Шишелова С.А., Орловская Т.Н. (2024). Методика делимитации границ Санкт-Петербургской агломерации // Вестник МГСУ. Т. 19. Вып. 7. С. 1173–1185. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.7.1173-1185
- Короленко А.В. (2023). Трансформация системы расселения и ее демографические проявления: опыт исследования на региональном и муниципальном уровне // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 16. № 2. С. 127–148. DOI: 10.15838/esc.2023.2.86.7
- Круглов Ю.В., Стецурина Е.С., Снежкина О.В. (2013). Исследование и статистическое моделирование расселения населения // Вестник СибАДИ. Вып. 2 (30). С. 62–67.
- Ткаченко А.А. (2018). Ключевые понятия теории расселения: попытка переосмысления // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. № 2. С. 10–15.
- Фаузер В.В., Смирнов А.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. (2021). Городские агломерации в системе расселения Севера России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 14. № 4. С. 77–96. DOI: 10.15838/esc.2021.4.76.5
- Чугунова Н.В., Полякова Т.А., Богат Д.В., Игнатенко С.А., Ситникова О.О. (2013). Система городского расселения в развитии инновационных процессов российского пространства // Проблемы региональной экологии. № 4. С. 206–210.
- Щитова Н.А., Белозеров В.С., Соловьев И.А. (2020). Концепция исследования демографического развития городских агломераций (на примере агломераций Европейской России) // Наука. Инновации. Технологии. № 4. С. 125–136.
- Anselin L (2010). Thirty years of spatial econometrics. *Papers in Regional Science*, 89 (1), 3–25. DOI: 10.1111/j.1435-5957.2010.00279.x

- Entwisle B. (2007). Putting people into place. *Demography*, 44, 687–703.
- Logan J.R. (2016). Challenges of spatial thinking. In: Howell F.M. (eds.). Recapturing space: New middle-range theory in spatial demograph. *Spatial Demography Book Series 1*, VI, 379. DOI: 10.1007/978-3-319-22810-5_2
- Logan J.R., Zhang W., Xu H. (2010). Applying spatial thinking in social science research. *GeoJournal*, 75, 15–27.
- Lu B., Charlton M., Harris P., Fotheringham S.A. (2014). Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: A case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, January, 1–22. DOI: 10.1080/13658816.2013.865739
- Matthews S., Stiberman L. (2021). Looking back, looking forward: Progress and prospect for spatial demography. *Spatial Demography*, 9, 1–29. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40980-021-00084-9>
- Matthews S.A., Parker D.M. (2013). Progress in spatial demography. *Demographic Research*, 28, 271–312. DOI: 10.4054/demres.2013.28.10
- Raymer J., Willekens F., Rogers A. (2019). Spatial demography: A unifying core and agenda for further research. *Population Space and Place*, 25 (4), 1–13.
- Tobler W.R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234–240.
- Vyas T.H., Shulka R. (2017). Analyzing urban population density gradient for Morbi city. *International Conference on “Research and Innovations in Science, Engineering & Technology” ICRISSET-2017*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/319483530> (accessed 22.05.2024).
- Willekens F. (2014). *Multistate analysis of life histories with R*. Springer.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Мария Никитична Макарова – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения РАН (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: makarova.mn@uiec.ru)

Makarova M.N.

STUDYING URBAN SETTLEMENT SYSTEMS BASED ON METHODOLOGICAL PROVISIONS OF SPATIAL DEMOGRAPHY

The actualization of the tasks of Russia's spatial development determines the need to study settlement processes as one of the ways of territorial organization of society. The development of the spatial demography methodology, the increase in the depth of demographic data and the improvement of mathematical tools make it possible to apply new approaches to the study of settlement. In the article, to analyze regional settlement systems, we propose to use such an indicator of spatial development as the gradient of population density, the theoretical change of which is an exponential function and is described by Clarke's law. This allowed testing the hypothesis that in regions characterized by the presence of pronounced agglomeration processes, the population density gradient will follow Clarke's law, while in regions with a different type of settlement, Clarke's law will not be fulfilled. The novelty of the study is related to the fact that based on regression modeling we show the presence of two types of regional settlement systems: in the regions of industrial development there are pronounced agglomeration processes, which is confirmed by the fulfillment of Clarke's law for the gradient of population density, and in the regions of non-industrial development (extractive, agro-industrial) the settlement system has a different structure and Clarke's law is not fulfilled. A promising direction of the research is to test the hypothesis in all constituent entities of the Russian Federation.

The results obtained can be used in the analysis of urbanization and agglomeration processes, as well as in the implementation of spatial development policy in Russian regions.

Spatial demography, settlement, density gradient, Clarke's law, agglomerations, regions, Ural Federal District.

REFERENCES

- Anselin L (2010). Thirty years of spatial econometrics. *Papers in Regional Science*, 89(1), 3–25. DOI: 10.1111/j.1435-5957.2010.00279.x
- Baklanov P.Ya. (2021). Geographic gradients – as a measurement of geographical space. In: *Geosistemy Severo-Vostochnoi Azii: priroda, naselenie, khozyaistvo territorii* [Geosystems of Northeast Asia: Nature, Population, Economy of Territories]. Vladivostok: Tikhoookeanskii in-t geografii DO RAN. DOI: 10.35735/tig.2021.56.55.002 (in Russian).
- Chugunova N.V., Polyakova T.A., Bogat D.V., Ignatenko S.A., Sitnikova O.O. (2013). Urban settlement system in the development of innovation processes in the Russian space. *Problemy regional'noi ekologii*, 4, 206–210 (in Russian).
- Entwisle B. (2007). Putting people into place. *Demography*, 44, 687–703.
- Ershova S.A., Shishelova S.A., Orlovskaya T.N. (2024). Methodology for delimitation of the St. Petersburg agglomeration boundaries. *Vestnik MGSU*, 19(7), 1173–1185. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.7.1173-1185 (in Russian).
- Fauzer V.V., Smirnov A.V., Lytkina T.S., Fauzer G.N. (2021). Urban agglomerations in the settlement system of the North of Russia. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz=Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 14(4), 77–96. DOI: 10.15838/esc.2021.4.76.5 (in Russian).
- Gali D.A. (2011). Main methodological paradigms of population settlement theory. *Vestnik NGUEU*, 1, 67–78 (in Russian).
- Korolenko A.V. (2023). Transformation of the resettlement system and its demographic manifestations: Research experience at the regional and municipal levels. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz=Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 16(2), 127–148. DOI: 10.15838/esc.2023.2.86.7 (in Russian).
- Kruglov Yu.V., Stetsurina E.S., Snezhkina O.V. (2013). Study and statistical modeling of population settlement (by example of Penza). *Vestnik SibADI*, 2(30), 62–67 (in Russian).
- Logan J.R. (2016). Challenges of spatial thinking. In: Howell F.M. (Ed.). *Recapturing Space: New Middle-Range Theory in Spatial Demograph. Spatial Demography Book Series 1*, 5, 379. DOI: 10.1007/978-3-319-22810-5_2
- Logan J.R., Zhang W., Xu H. (2010). Applying spatial thinking in social science research. *GeoJournal*, 75, 15–27.
- Lu B., Charlton M., Harris P., Fotheringham S.A. (2014). Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: A case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, January, 1–22. DOI: 10.1080/13658816.2013.865739
- Matthews S., Stiberman L. (2021). Looking back, looking forward: Progress and prospect for spatial demography. *Spatial Demography*, 9, 1–29. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40980-021-00084-9>
- Matthews S.A., Parker D.M. (2013). Progress in spatial demography. *Demographic Research*, 28, 271–312. DOI: 10.4054/demres.2013.28.10
- Raymer J., Willekens F., Rogers A. (2019). Spatial demography: A unifying core and agenda for further research. *Population Space and Place*, 25(4), 1–13.
- Shchitova N.A., Belozerov V.S., Soloviev I.A. (2020). The research concept of metropolitan areas demographic development (in the case of European part of Russia metropolitan areas). *Nauka. Innovatsii. Tekhnologii=Science. Innovations. Technologies*, 4, 125–136 (in Russian).

- Tkachenko A.A. (2018). Key concepts of the settlement theory: An attempt of rethinking. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Geografiya=Lomonosov Geography Journal*, 5(2), 10–15 (in Russian).
- Tobler W.R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234–240.
- Voroshilov N.V. (2019). Approaches to assessing the development of agglomerations in Russia. *Problemy razvitiya territorii=Problems of Territory's Development*, 4(102), 40–54. DOI: 10.15838/ptd.2019.4.102.2 (in Russian).
- Vyas T.H., Shulka R. (2017). Analyzing urban population density gradient for Morbi city. *International Conference on "Research and Innovations in Science, Engineering & Technology" ICRASET-2017*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/319483530> (accessed: May 22, 2024).
- Willekens F. (2014). *Multistate analysis of life histories with R*. Springer.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Mariya N. Makarova – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Institute of Economics, Ural Branch of RAS (29, Moskovskaya Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: makarova.mn@uiec.ru)