

## Моделирование социально-демографической асимметрии территориального развития\*



Мария Никитична

**МАКАРОВА**

Институт экономики УрО РАН

Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: Makarova.mn@uiec.ru

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

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы моделирования социально-демографической асимметрии методами пространственной эконометрики. Его актуальность связана с нарастающими диспропорциями демографической динамики в региональном пространстве, что, несомненно, требует научного осмысления и разработки соответствующих управленческих решений. Целью исследования является обоснование методических положений по моделированию социально-демографической асимметрии территориального развития на примере конкретного региона. В ходе анализа отечественных и зарубежных публикаций по исследованию асимметрии территориального развития, в т. ч. социально-демографической, предложена типология методологических подходов и методов ее моделирования и оценки, обоснована необходимость применения методов пространственной эконометрики, преимуществами которых выступают не только возможность оценить наличие самого феномена асимметрии, но и определение связей между изучаемыми территориальными образованиями, рассмотрение их взаимовлияния в условиях неравномерности развития регионального пространства. Расчет глобального и локальных индексов Морана на примере системы расселения Свердловской области позволил получить следующие результаты: подтверждено наличие социально-демографической асимметрии в виде пространственной автокорреляции показателей численности населения муниципальных обра-

\* Публикация подготовлена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-821.2020.6 «Оценка социально-демографической асимметрии территориального развития в контексте трансформации регионального пространства».

**Для цитирования:** Макарова М.Н. Моделирование социально-демографической асимметрии территориального развития // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. Т. 14. № 2. С. 29–42. DOI: 10.15838/esc.2021.2.74.2

**For citation:** Makarova M.N. Modeling socio-demographic asymmetry of territorial development. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 29–42. DOI: 10.15838/esc.2021.2.74.2

зований региона; предложена типология муниципальных образований по их вкладу в формирование социально-демографической асимметрии, что дало возможность определить точки агломерационного притяжения, а также показать наличие прямых и обратных пространственных взаимосвязей между ключевыми территориями; обоснована тенденция усиления социально-демографической асимметрии в результате увеличения роли Екатеринбургской агломерации и падения значения двух других точек притяжения в системе расселения. Полученные результаты могут быть полезны заинтересованным специалистам для обоснования мер по регулированию социально-демографического и пространственного развития региона за счет использования позитивных и нивелирования негативных эффектов социально-демографической асимметрии.

**Ключевые слова:** социально-демографическая асимметрия, население, пространственное моделирование, система расселения, регион, территориальное развитие.

### Введение

Неравномерность распределения природных ресурсов и тяготеющих к ним производительных сил, обладающих историческими, национальными и социокультурными особенностями развития, обеспечивает значительные различия в уровнях социально-экономического развития территорий не только в границах страны в целом, но и зачастую в рамках одного региона. Для описания данного феномена в региональной экономике используются различные термины: диспропорции, дифференциация, неравенство и пр., отражающие структурные, иерархические, качественные и другие стороны неравномерности. Комплексной категорией, учитывающей различные аспекты неравномерности, выступает асимметрия. Под ней понимаются устойчивые во времени и пространстве отклонения в условиях и результатах развития территорий, сокращение которых обеспечивает выравнивание качества жизни населения, а в долгосрочном плане способствует устойчивому социально-экономическому развитию в целом.

Особенно ярко на региональном уровне проявляются диспропорции демографической динамики: одни территории демонстрируют устойчивый рост численности населения, повышение качества человеческого капитала и трудовых ресурсов, что стимулирует экономический рост, в то время как другие переживают отток населения, снижение качества человеческого капитала и замедление социально-экономического развития в целом. Это позволяет говорить о социально-демографической асимметрии территориального развития и трансформации регионального пространства. Однако, несмотря на то что феномен социально-демографической асимметрии территориаль-

ного развития является наблюдаемым и очевидным, в науке он осмыслен, на наш взгляд, недостаточно. В связи с этим цель нашего исследования заключается в обосновании методологических положений по моделированию социально-демографической асимметрии территориального развития на примере конкретного региона.

### Теоретический обзор

Обзор теоретических подходов к осмыслению пространства и асимметрии как его неотъемлемого свойства в предыдущих публикациях позволил нам определить социально-демографическую асимметрию следующим образом [1]:

— как процесс несимметричного воспроизводства человеческого капитала на различных территориях региона, обеспеченный неравномерной динамикой протекания демографических процессов (рождаемости, смертности, миграции) и развития соответствующей инфраструктуры (здравоохранения, образования, культуры и т. д.);

— как результат размещения населения в пространстве региона в виде неоднородной системы расселения, трансформирующейся под влиянием комплекса факторов различной природы (природно-климатических, научно-технологических, социально-экономических, политических, институциональных и пр.).

Такое комплексное ее понимание позволило привлечь широкий круг исследований для обоснования типологии методологических подходов и методических инструментов для оценки социально-демографической асимметрии территориального развития. За основу при систематизации методологических подходов были взяты критерии наличия схожести объектов ис-

следования, аналогичности методологического аппарата, близости целей и задач исследования, специфических черт и особенностей. Полученная типология методологических подходов и методов оценки представлена на *рисунке 1*.

На уровне методологии оценки социально-демографической асимметрии можно выделить нормативные, индикативные и компаративные подходы. Нормативные подходы предполагают сравнение достигнутого уровня развития региона с отдельными нормативами, определенными законодательными актами на федеральном, региональном или муниципальном уровне, и в этом смысле однородность и устойчивость развития обеспечиваются выполнением соответствующих нормативов. Индикативные подходы опираются на оценку целевых показателей, заданных различными программами и проектами развития, достижение которых на всех территориях обеспечивает сбалансированное (симметричное) развитие. Наиболее часто применяемым методом является оценка эффективности и результативности выполнения программ.

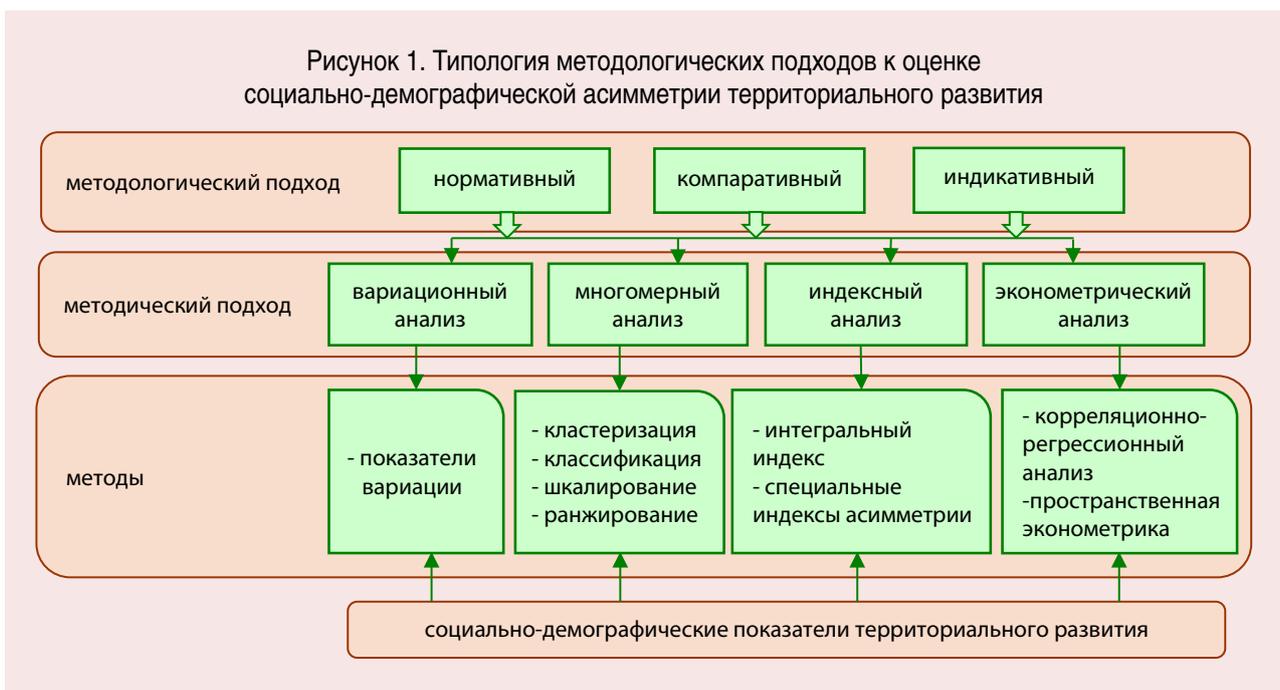
Компаративные подходы преимущественно направлены на сравнительный анализ текущего положения в различных территориях, что позволяет применять широкое разнообразие методов оценки. Преимуществом компаративного подхода выступает большая свобода в выборе показателей и методов оценки в зависимости от

целей исследования, а наличие значительного числа общедоступных статистических данных повышает уровень доверия к проведенным оценкам и позволяет верифицировать полученные результаты.

В зависимости от целей анализа могут быть выбраны различные методические подходы к оценке социально-демографической асимметрии. К первой группе относятся методики вариационного анализа показателей социально-демографического развития, основным преимуществом которых является возможность оценить степень неоднородности значений анализируемого показателя. Кроме того, расчет показателей вариации возможен как для абсолютных, так и для относительных показателей [2]. Для оценки асимметрии территориального развития используется расчет размаха вариации (амплитуды колебаний) [3; 4; 5], среднего квадратического отклонения [6], коэффициента вариации [7; 8] или анализ нескольких показателей вариации в комплексе [9; 10; 11]. Применение показателей вариации позволяет сопоставлять асимметрию территориального развития в различных разрезах, а также в динамике.

Вторую группу методических подходов к оценке социально-демографической асимметрии развития составляют методы многомерного анализа, которые имеют в качестве

Рисунок 1. Типология методологических подходов к оценке социально-демографической асимметрии территориального развития



основной цели осуществление типологизации территориальных образований в соответствии с учетом интенсивности проявления пространственных различий (асимметрии развития). В зависимости от задач исследования и доступности математического инструментария ученые используют ранжирование и кластеризацию [12], мультипараметрическую структурную диагностику [13], теорию графов [14] и другие. Среди их ключевых преимуществ следует отметить возможность выявления малоприметных, скрытых факторных воздействий, допустимость сравнений территориальных систем в комплексе изучаемых параметров, возможность выработки стратегических и тактических решений, касающихся управления территориальными системами разного уровня, и их сегментирования для выработки управленческих мер и разработки новых алгоритмов принятия решений.

В третью группу методических подходов к оценке социально-демографической асимметрии входят методики, основанные на вычислении интегральных индексов и оценке их неоднородности, представляющие собой процедуру отбора наиболее существенных показателей, используемых в дальнейшем для сравнения территориальных систем, факторную оценку состояния территориальной системы, внутрирегиональных различий по отдельным показателям, а также формирование интегральных показателей для последующей типологизации территорий [15]. Преимуществом данного подхода является то, что он дает возможность получить обобщающий показатель по каждому из исследуемых направлений (сфер), представляя некое методологическое единство частных показателей; позволяет сравнивать и распределять территориальные образования как по одному из изучаемых направлений проявления асимметрии, так и по нескольким [16]. Однако наличие значительного количества показателей приводит к увеличению объема и трудоемкости расчетов, затрудняет оценку влияния каждого фактора на изменение результирующего показателя, а также снижает возможности сопоставления результатов различных исследований между собой.

Четвертую группу подходов составляют методики, основанные на комплексном применении статистических методов для анализа терри-

ториальных различий, использующие различные методы математического моделирования. Во-первых, исследователи оперируют определением «средних стандартов», вычисляют отклонения текущих значений показателей от стандартов и оценивают вклад каждого показателя в формирование уровня неравномерности [17]. Это позволяет выявить величину межтерриториальных различий, установить стадию неравномерности, которой соответствуют обнаруженные различия, выделить территории с более высоким уровнем развития и отстающие территории, а также основные факторы, стимулирующие или тормозящие развитие территорий.

Во-вторых, применяются различные модификации методов корреляционно-регрессионного анализа (построение регрессий на панельных данных, например распределения Ципфа [18; 19; 20], анализ процессов конвергенции/дивергенции развития территорий [21]) и пространственной эконометрики (например построение пространственной автокорреляционной модели Морана [22; 23; 24]). Они популярны за рубежом и только недавно начали проникать в отечественную практику пространственных исследований [25]. Вместе с тем, именно они позволяют не только оценить наличие и степень диспропорций территориального развития, но и определить связи между изучаемыми территориальными образованиями и рассмотреть их взаимовлияние. В связи с этим именно методы пространственной эконометрики выбраны нами в качестве методического инструментария исследования.

#### **Данные и методы**

##### *Данные*

Объективным индикатором оценки социально-демографической асимметрии как результата расселенческих процессов является численность населения. Это один из немногих показателей, для которых можно сформировать достаточно длинный ретроспективный ряд на уровне муниципальных образований, что позволяет искать закономерности в пространственном размещении населения и его динамике с помощью математических методов. Поскольку система расселения достаточно инертна, а на ее трансформацию требуется значительный период времени, нами выбран наибольший из доступных периодов, состав-

ляющий тридцать лет, начиная с самых ранних статистических данных (перепись 1989 г.) и заканчивая наиболее свежими данными о численности населения муниципальных образований на начало 2019 г.,<sup>1</sup> на основе которых рассчитываются локальные и глобальный индексы Морана. Матрица весов сформирована с учетом расстояний между центральными населенными пунктами муниципальных образований, рассчитанных по автодорогам согласно информации специализированных сайтов<sup>2</sup>. Выбор стандартизированной матрицы связан, во-первых, со сложившейся практикой аналогичных исследований, когда именно расстояния по автодорогам признаются в качестве эквивалента для оценки удаленности точек в социально-экономическом пространстве; во-вторых, с доступностью данных и относительно простым алгоритмом расчетов по сравнению, например, с оценкой изохрон.

*Методы*

Социально-демографическая асимметрия отражает неоднородность системы расселения региона, что позволяет привлекать методы пространственной эконометрики [26] для визуализации неравномерности пространственного развития и формирования групп схожих и различающихся территорий. Одним из них является метод моделирования пространственной автокорреляции Морана [27; 28], включающий расчет глобального и локальных индексов Морана.

Глобальный индекс Морана позволяет оценить наличие или отсутствие пространственной автокорреляции между значениями показателей соседних территорий и рассчитывается по формуле (1) [29]:

$$IG = \frac{\sum \sum (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{N}{\sum \sum w_{ij}}, \quad (1)$$

где  $N$  – число территорий;  $w_{ij}$  – элемент матрицы пространственных весов для территорий  $i$  и  $j$ ;  $x_{ij}$  – значение показателя для конкретной территории;  $\bar{x}$  – среднее значение для показателя.

<sup>1</sup> <https://www.citypopulation.de/en/russia/ural/admin/> (дата обращения 26.05.2020).

<sup>2</sup> <https://yandex.ru/map/>; <https://www.avtodispatcher.ru/distance/>

Наличие пространственной автокорреляции и ее характер (положительная или отрицательная) определяются в результате проверки гипотезы о значимости глобального индекса Морана с использованием  $z$ -статистики по формуле (2):

$$Z = \frac{IG - EI}{\sigma} \quad (2)$$

и оценки нулевой гипотезы о теоретически случайной структурной закономерности пространственной модели.

Качественные характеристики пространственной автокорреляции анализируются путем сопоставления  $IG$  с пороговым значением  $EI$ , рассчитанным как (3):

$$EI = \frac{1}{n - 1}, \quad (3)$$

где  $n$  – количество объектов в выборке.

Если  $IG > EI$ , то наблюдается положительная пространственная автокорреляция (т. е. значения на соседних территориях подобны), если  $IG < EI$ , то отрицательная автокорреляция (т.е. значения на соседних территориях отличаются), если  $IG = EI$ , то автокорреляция отсутствует (значения расположены случайным образом) [29].

При наличии пространственной автокорреляции строится диаграмма рассеяния Морана, где по горизонтальной оси откладываются  $z$ -стандартизированные значения показателей, а по вертикальной – значения пространственного вектора  $WZ$ . Таким образом, территории кластеризуются по четырем квадрантам, характеризующимся различными качественными параметрами (табл. 1).

Локальные индексы Морана ( $LISA$ ) рассчитываются для каждой рассматриваемой территории отдельно и позволяют оценить наличие или отсутствие пространственной автокорреляции конкретной территории с соседними. Формула расчета выглядит следующим образом (4) [29]:

$$LISA_i = N \cdot \frac{(x_i - \bar{x}) \cdot \sum w_{ij}(x_j - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}. \quad (4)$$

Таблица 1. Качественные характеристики квадрантов диаграммы рассеяния Морана

Квадрант LH (low-high)	Квадрант HH (high-high)
Территории в нем имеют относительно низкие собственные значения анализируемого показателя, окружены территориями с относительно высокими значениями анализируемого показателя; автокорреляция отрицательная	Территории в нем имеют относительно высокие собственные значения анализируемого показателя, окружены территориями с относительно высокими значениями анализируемого показателя; автокорреляция положительная
Квадрант LL (low-low)	Квадрант HL (high-low)
Территории в нем имеют относительно низкие собственные значения анализируемого показателя, окружены территориями с относительно низкими значениями анализируемого показателя; автокорреляция положительная	Территории в нем имеют относительно высокие собственные значения анализируемого показателя, окружены территориями с относительно низкими значениями анализируемого показателя (полюса роста); автокорреляция отрицательная

Стоит также отметить, что сумма локальных индексов Морана  $LISA_i$  по всем территориям представляет собой не что иное, как глобальный индекс Морана  $IG$ .

#### Результаты и обсуждение

За период 1989–2019 гг. система расселения Свердловской области претерпела ряд изменений (табл. 2). Так, численность населения в регионе выросла с 3785,0 до 4169,9 тыс. чел., что составило 110,2%. За это же время в результате реформы местного самоуправления число муниципальных образований в регионе увеличилось с 61 до 69 ед. При этом средняя численность населения муниципального образования сократилась с 62,0 до 60,4 тыс. чел., или на 2,5%. Также снизился коэффициент вариации численности населения в муниципальных обра-

зованиях с 34,3 до 32,8%, что может свидетельствовать о некоторой конвергенции территорий региона по данному показателю.

На основе данных о численности населения в муниципальных образованиях Свердловской области в 1989 и 2019 гг. нами рассчитан глобальный индекс Морана с использованием стандартизированной матрицы расстояний (табл. 3).

Анализ значений z-статистики позволил сделать вывод о неслучайном характере пространственного распределения значений численности населения в муниципальных образованиях региона. А сопоставление  $IG$  с пороговым значением  $EI$  показывает наличие отрицательной пространственной автокорреляции. Это свидетельствует о том, что наблю-

Таблица 2. Динамика показателей системы расселения Свердловской области за 1989–2019 гг.

Показатель	1989 г.	2019 г.
Численность населения, тыс. чел.	3785,0	4169,9
Число муниципальных образований, ед.	61	69
Средняя численность муниципального образования, тыс. чел.	62,0	60,4
Среднее квадратическое отклонение численности населения муниципальных образований	180,6	184,3
Коэффициент вариации численности населения муниципальных образований, %	34,3	32,8
Индекс концентрации городского населения	0,521	0,563

Рассчитано по: Population of cities and towns. URL: <http://www.citypopulation.de/en/russia/ural/admin/> (дата обращения 26.05.2020).

Таблица 3. Глобальный индекс Морана по численности населения для муниципальных образований Свердловской области по стандартизированной матрице расстояний

Год	$IG$	$EI^*$	z-статистика	Пространственная автокорреляция
1989	-0,0321	-0,0167	-7,18**	отрицательная
2010	-0,0245	-0,0147	-5,02**	отрицательная
2019	-0,0248	-0,0147	-3,44**	отрицательная

\* Значение  $EI$  меняется с течением времени в связи с изменением количества муниципальных образований в регионе, их типа и границ в результате реформы местного самоуправления в 2003–2009 гг.

\*\* При  $\alpha = 0,05$  позволяет отклонить нулевую гипотезу о том, что наблюдаемая пространственная модель отражает теоретическую случайную структурную закономерность.

Рассчитано по: Population of cities and towns. URL: <http://www.citypopulation.de/en/russia/ural/admin/> (дата обращения 26.05.2020).

даются статистически значимые различия в значениях показателя численности населения соседних территорий. Таким образом, мы можем говорить о наличии социально-демографической асимметрии в регионе.

На основе диаграммы рассеяния Морана по стандартизованным данным о численности населения за 1989 и 2019 гг. муниципальные образования Свердловской области разделены по типам LH, LL, HH, HL (рис. 2), где по оси абсцисс откладывается параметр  $Z$  (локальный индекс Морана), а по оси ординат – параметр  $WZ$  (стандартизованные расстояния).

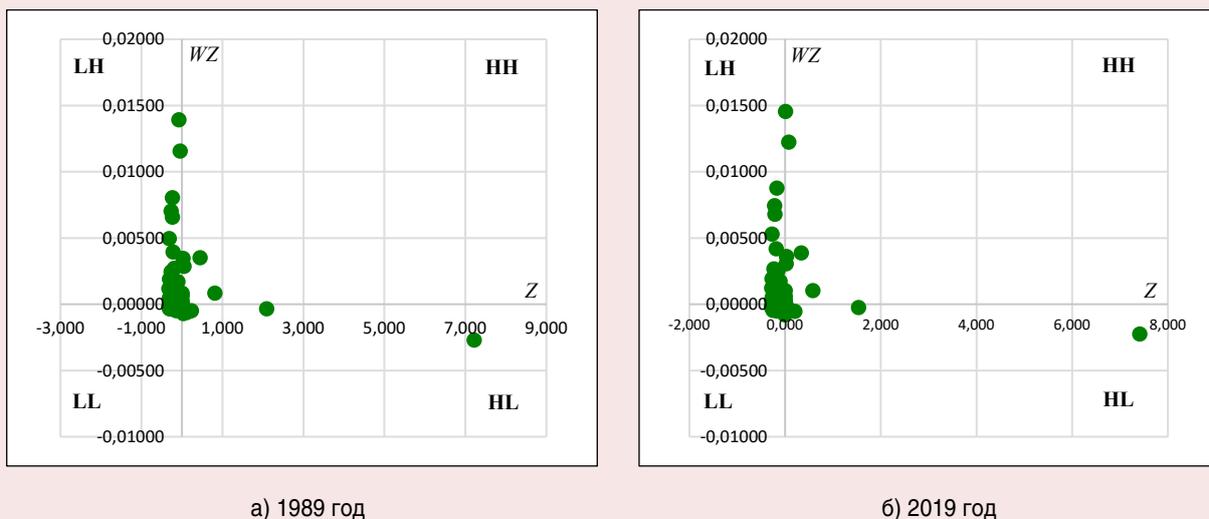
Отметим несколько характеристик полученных диаграмм рассеяния. Во-первых, с течением времени наблюдается увеличение вариации показателей  $Z$  и  $WZ$ . Если в 1989 году размах вариации соответствующих показателей составлял 7,998 и 0,0176, то в 2019 году он увеличился до 8,207 и 0,0177 соответственно, причем за счет роста максимальных значений. Это подтверждает тезис об усилении социально-демографической асимметрии и увеличении веса отдельных муниципалитетов в системе расселения.

Во-вторых, около  $\frac{3}{4}$  муниципальных образований характеризуются достаточно близкими

значениями  $Z$  и  $WZ$  и располагаются вокруг точки  $(0; 0)$ . Для исследования социально-демографической асимметрии интерес представляет остальная четверть муниципалитетов, которые являются выбросами и имеют значительно отличающиеся параметры  $Z$  и  $WZ$ . Эти 17 муниципалитетов формируют три типа в зависимости от квадранта матрицы рассеяния, в который они попадают (табл. 4).

**Первый тип** – это территории, входящие в кластер HL по диаграмме рассеяния Морана, так называемые полюса роста, т. е. территории, имеющие относительно высокие собственные значения численности населения и окруженные территориями с относительно низкими значениями численности населения. В случае системы расселения Свердловской области к этому типу относятся три муниципалитета (МО г. Екатеринбург, ГО Н. Тагил и Серовский ГО), являющиеся ядрами агломерационных образований и точками притяжения населения из окружающих территорий. Данные муниципалитеты сохраняют функцию ядра первого порядка на протяжении всего наблюдаемого периода, однако вес первого в региональной системе расселения увеличивается, а два остальных теряют вес в пользу областного центра (рис. 3).

Рисунок 2. Диаграмма рассеяния Морана по стандартизованной численности населения муниципальных образований Свердловской области



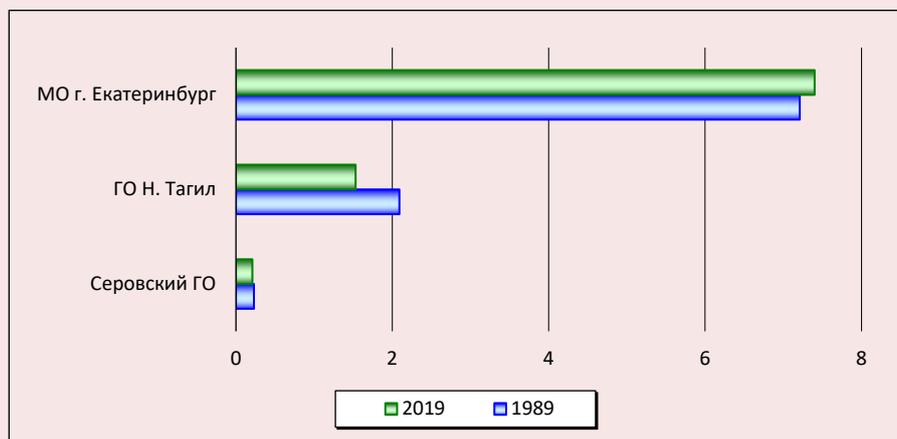
Рассчитано по: Population of cities and towns. URL: <http://www.citypopulation.de/en/russia/ural/admin/> (дата обращения 26.05.2020).

Таблица 4. Типы муниципальных образований в системе расселения Свердловской области согласно диаграмме рассеяния Морана

Тип МО	1989 год		2019 год	
	МО	Доля среди всех МО, %	МО	Доля среди всех МО, %
НЛ (ядра первого порядка)	МО г. Екатеринбург ГО Н. Тагил Серовский ГО	5	МО г. Екатеринбург ГО Н. Тагил Серовский ГО	4
НН (ядра второго порядка Екатеринбургской агломерации)	ГО К.-Уральский ГО Первоуральск ГО Ревда Полевской ГО	7	Березовский ГО ГО В. Пышма ГО К.-Уральский ГО Первоуральск ГО Ревда Полевской ГО	9
ЛН (города-спутники Екатеринбурга)	Арамилский ГО Белоярский ГО Березовский ГО ГО В. Дуброво ГО Верх-Нейвинск ГО В. Пышма ГО Дегтярск ГО Заречный ГО Среднеуральск Сысертский ГО	16	Арамилский ГО Белоярский ГО ГО В. Дуброво ГО Дегтярск ГО Заречный ГО Среднеуральск Сысертский ГО	10
Итого*	17	28	17	23

\*В 1989 г. система расселения включала 61 муниципалитет, в 2019 г. – 70.  
 Рассчитано по: Population of cities and towns. URL: <http://www.citypopulation.de/en/russia/ural/admin/> (дата обращения 26.05.2020).

Рисунок 3. Динамика локальных индексов Морана для ядер первого порядка агломерационных образований Свердловской области



Рассчитано по: Population of cities and towns. URL: <http://www.citypopulation.de/en/russia/ural/admin/> (дата обращения 26.05.2020).

Несмотря на то что ГО Н. Тагил и Серовский ГО, являясь экстремумами для окружающего их пространства, обладают агломерационным потенциалом, его реализация в виде

формирования полноценных городских агломераций в ближайшей перспективе не представляется возможной, поскольку их вес в системе расселения снижается и оба муници-

палитета характеризуются тенденцией к сокращению численности населения и экономического потенциала. Кроме того, они не имеют в зоне своего влияния ядер второго порядка и/или городов-спутников, как Екатеринбургская агломерация.

Ко *второму типу* относятся территории кластера НН по диаграмме рассеяния Морана, т. е. те, которые имеют относительно высокие собственные значения анализируемого показателя и окружены территориями с относительно высокими значениями анализируемого показателя. Это ядра второго порядка Екатеринбургской агломерации – ГО К.-Уральский, ГО Первоуральск, ГО Ревда, Полевской ГО, а также Березовский ГО, ГО В. Пышма, вошедшие в состав кластера к концу рассматриваемого периода. Кроме того, все указанные муниципальные образования имеют положительные связи пространственной корреляции с ядром агломерации – Екатеринбургом, т. е. в региональной системе расселения с увеличением веса ядра первого порядка возрастают и веса ядер второго порядка.

Территории второго типа характеризуются ростом численности населения, если они территориально смыкаются с Екатеринбургом (Березовский ГО, ГО В. Пышма), или незначительным снижением численности населения, если они находятся на расстоянии 50 и более км от Екатеринбурга (ГО К.-Уральский, ГО Первоуральск, ГО Ревда, Полевской ГО). Во всех перечисленных муниципалитетах сохраняется достаточно стабильная социально-экономическая ситуация, создаются рабочие места, развивается социальная и транспортная инфраструктура. Относительно высокий уровень жизни позволяет удерживать население на местах.

На наш взгляд, в ближайшей перспективе указанные территории сохранят свою функцию в системе расселения Свердловской области и будут выступать в качестве точек притяжения населения, хотя и менее значимых, чем областной центр.

*Третий тип* муниципальных образований составляют территории кластера ЛН по диаграмме рассеяния Морана, т. е. имеющие относительно низкие собственные значения численности населения и окруженные территориями с относительно высокими значениями анализи-

руемого показателя. К ним относятся муниципалитеты, формирующие спутники ядра агломерации (Арамильский ГО, Белоярский ГО, ГО В. Дуброво, ГО Дегтярск, ГО Заречный, ГО Среднеуральск, Сысертский ГО). Кроме того, все указанные территории имеют значимые отрицательные связи с ядром агломерации и, таким образом, являются источниками человеческого капитала для областного центра.

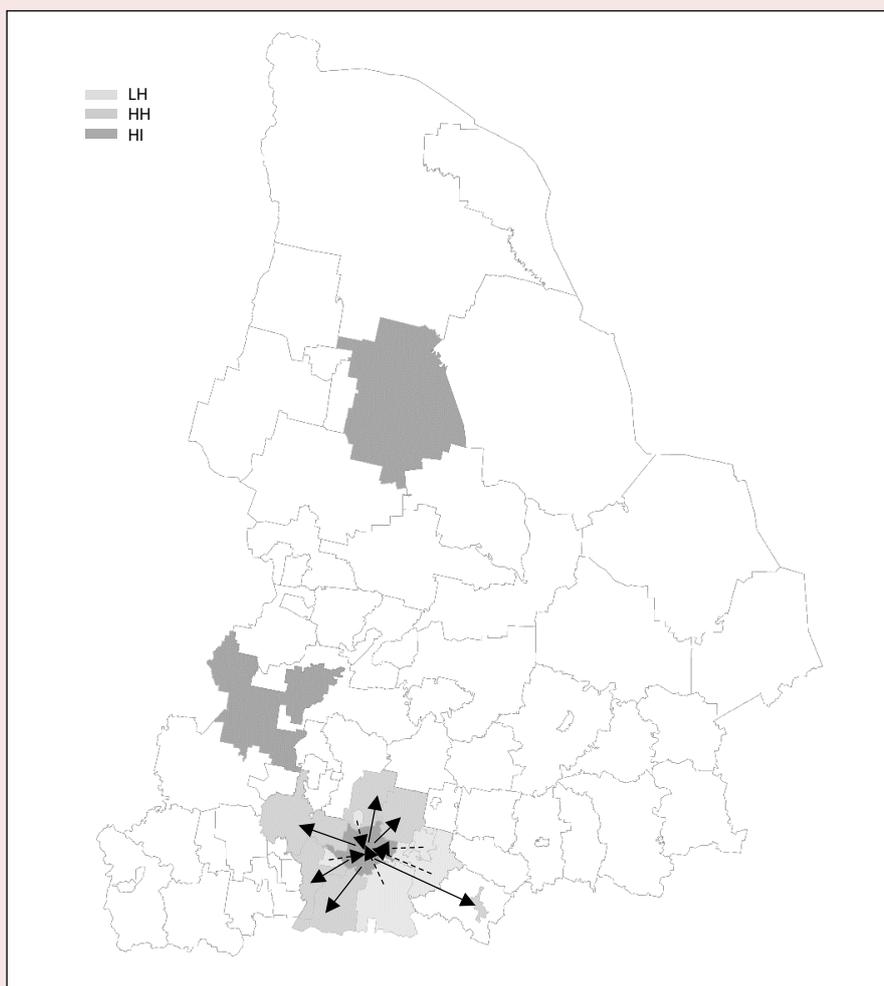
Для данных муниципальных образований характерен прирост численности населения в 2019 году в среднем на 105% к уровню 1989 года. За счет более дешевого жилья и относительно более низких цен эти территории привлекательны для жителей, ежедневно совершающих поездки на работу в столицу региона. Вместе с тем их проблемой является слабое развитие социальной инфраструктуры при высокой нагрузке на нее, что связано с особенностями уплаты НДФЛ по месту работы, а не проживания, а именно этот налог формирует большую часть муниципального бюджета. В перспективе муниципальные образования данного типа сохранят свою функцию «спальных районов» агломерации и продолжат наращивать численность населения, что актуализирует необходимость решать накопленные инфраструктурные проблемы.

На *рисунке 4* представлена карта Свердловской области, на которой отмечены типы муниципальных образований согласно описанной выше типологии, визуально отражается структура Екатеринбургской агломерации, состоящей из ядра первого порядка и его спутников, нескольких ядер второго порядка, а также ядра потенциальных агломераций при движении на север региона.

Полученная картина отражает в целом исторически сложившуюся специфику региональной системы расселения – так называемое кустовое расселение, где население сосредоточено в крупных городах, а между точками концентрации наблюдаются провалы<sup>3</sup>. Таким образом, в течение длительного времени в регионе сохраняются три агломерационных образова-

<sup>3</sup> Анализ территориальной, возрастной и образовательной структуры трудовых ресурсов Свердловской области в среднесрочной и долгосрочной перспективе: отчет о НИР. Екатеринбург: АЦ «Эксперт-Урал», 2012. 84 с. С. 22.

Рисунок 4. Типы муниципальных образований в системе расселения Свердловской области в 2019 г. и связи между ними



Стрелками (—▶) обозначены прямые агломерационные связи, пунктирными стрелками (----▶) – обратные.

Рассчитано по: Population of cities and towns. URL: <http://www.citypopulation.de/en/russia/ural/admin/> (дата обращения 26.05.2020).

ния с центрами в Екатеринбурге, Н. Тагиле и Серове. Однако их роль и перспективы в региональном пространстве Свердловской области разнятся. Если Екатеринбургская агломерация является точкой экономического роста и центром притяжения населения в регионе, то Н. Тагил и Серов, хотя по-прежнему доминируют на локальном уровне, не только не проявили агломерационный потенциал, но и теряют свое значение в качестве точек роста для системы расселения в целом. Более того, трансформация регионального пространства идет в направлении формирования единой

Екатеринбургско-Нижнетагильской агломерации с постепенной утратой Н. Тагилом значения до уровня ядра второго порядка (за рассматриваемый период значение локального индекса для этих двух территорий снизилось с 0,0044 до 0,0032). Взаимное влияние Екатеринбурга и Серова остается на одном уровне, LISA для этих территорий на протяжении всего рассматриваемого периода составляет 0,0002, что, скорее, связано со значительной удаленностью Серовского ГО (более 350 км), чем с его значимостью в формировании регионального пространства.

Вместе с тем развитие указанных агломерационных образований закреплено в соответствующем разделе Стратегии социально-экономического развития Свердловской области до 2030 года, где прописана идея сбалансированного развития территорий региона<sup>4</sup>. Однако такая задача, на наш взгляд, противоречит объективным социально-демографическим процессам, происходящим в Свердловской области. Кроме того, если разнообразные инструменты развития Екатеринбургской агломерации активно обсуждаются на региональном и муниципальном уровне, разрабатываются соответствующие нормативно-правовые акты<sup>5</sup>, то для территорий вокруг Н. Тагила и Серова задача агломерационного строительства остается декларативной, поскольку реальные процессы стягивания экономического пространства к этим точкам не происходят, органы исполнительной власти не предлагают эффективных мер по удержанию и закреплению населения на указанных территориях, а межмуниципальное сотрудничество развито достаточно слабо в связи со сложившейся системой нормативно-правового регулирования [30].

#### **Заключение**

Таким образом, в результате применения методов пространственной эконометрики для анализа системы расселения Свердловской области подтвердилось наличие социально-демографической асимметрии в виде пространственной автокорреляции показателей численности населения муниципальных образований. Кроме того, анализ глобального и локальных индексов Морана в динамике свидетельствует о тенденции нарастания диспропорций демографической динамики в регионе.

По результатам анализа структуры диаграммы рассеяния Морана нами предложена типология муниципальных образований Свердловской области в зависимости от значимости локальных индексов Морана и той

функции, которую выполняют территории в региональном пространстве.

Определены точки агломерационного притяжения (3 муниципалитета), показано наличие прямых и обратных пространственных взаимосвязей между ключевыми территориями региона, рассмотрена динамика их значимости в структуре регионального пространства. Так, две потенциальные точки агломерационного притяжения (Н. Тагил и Серов) теряют свое значение в системе расселения в пользу областного центра (Екатеринбурга) на протяжении достаточно длительного периода. Вокруг же региональной столицы сформировалось полноценное агломерационное объединение с присутствием ядра первого порядка с территориями-спутниками и наличием ядер второго порядка. Тесные социально-экономические связи между указанными муниципалитетами актуализируют вопрос управления агломерационными процессами, в первую очередь на межмуниципальном уровне взаимодействия, что является достаточно проблематичным в условиях действующего законодательства и сложившейся практики межмуниципального сотрудничества.

Научная новизна выполненной работы заключается в развитии методологии исследования социально-демографической асимметрии регионального развития на основе применения методов пространственной эконометрики, позволяющих выявить пространственные закономерности демографического развития региона. Практическая значимость исследования состоит в возможности использовать полученные результаты для обоснования стратегических направлений социально-экономического развития региона с учетом выявленных закономерностей и трендов трансформации системы расселения для нивелирования негативных эффектов социально-демографической асимметрии и решения задачи, связанной с повышением качества жизни населения вне зависимости от места проживания.

<sup>4</sup> О Стратегии социально-экономического развития Свердловской области на 2016–2030 годы: Закон Свердловской области от 21.12.2015 г. № 151-ОЗ. URL: <http://economy.midural.ru/content/strategiya-2030> (дата обращения 26.07.2020).

<sup>5</sup> В Свердловской области подписан ряд соглашений, касающихся развития Екатеринбургской городской агломерации. URL: [http://midural.ru/news/on\\_the\\_eve/document173731/](http://midural.ru/news/on_the_eve/document173731/) (дата обращения 14.12.2020).

## Литература

1. Макарова М.Н., Трушкова Е.А. Обзор теоретических подходов к исследованию социально-демографической асимметрии территориального развития // Журнал фундаментальных исследований. 2020. № 9. С. 67–72. DOI: 10.17513/fr.42846
2. Акперов И.Г., Брюханова Н.В. Устойчивое развитие региона в условиях локальной асимметрии социально-экономических процессов // Ученые записки Института управления, бизнеса и права. Серия: Экономика. 2014. № 4. С. 8–17.
3. Misakov V., Misakov A., Tsurova L., Eskiyev M., Playeva Z. Some asymmetry problems of the socio-economic and political relations of territorial subjects of the Russian Federation. *Journal of History Culture and Art Research*, 2017, vol. 6 (5), pp. 247–255. DOI: <http://dx.doi.org/10.7596/taksad.v6i5.128>
4. Кузнецова И.И. Проблема территориальной дифференциации в региональной экономике и возможности ее исследования на городском уровне // Труды Института системного анализа РАН. 2006. Т. 22. С. 261–268.
5. Лавровский Б.Л. Измерение региональной асимметрии на примере России // Вопросы статистики. 1999. № 3. С. 45–52.
6. Тургель И.Д. Локальная асимметрия регионального развития: содержание, оценка, социально-экономические последствия // Проблемы, успехи и трудности переходной экономики (Опыт России и Беларуси) / под ред. М.А. Портного. М.: Моск. обществ. науч. фонд, 2000. С. 233–243.
7. Мисаков В.С., Мисаков А.В. Проблемы выравнивания территориальной асимметрии депрессивных республик северного Кавказа // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 9 (63). Ч. 1. С. 19–26.
8. Шильцин Е.А. Вопросы оценки региональной асимметрии // Актуальные проблемы социально-экономического развития: взгляд молодых ученых: сб. науч. тр. / под ред. В.Е. Селиверстова, В.М. Марковой, Е.С. Гвоздевой. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2005. С. 143–158.
9. Кондусова В.Б., Бахина В.А. Вариационный анализ рынка труда в административно-территориальных образованиях Оренбургской области // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2019. № 3. С. 27–35.
10. Аникина В.И., Кузьмич Р.И. Сглаживание дифференциации социально-экономического развития муниципальных образований в городской агломерации // Вестник СибГАУ. 2010. № 2. С. 183–188.
11. Тургель И.Д., Победин А.А. Территориальная дифференциация социально-экономического развития муниципальных образований в субъекте Российской Федерации: опыт вариационного анализа (на примере Свердловской области) // Региональная экономика: теория и практика. 2007. № 12. С. 12–23.
12. Проект СИРЕНА: методы измерения и оценки региональной асимметрии. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2002. 248 с.
13. Рой О.М., Юдина М.А. Эвристические возможности мультипараметрической модели структурной диагностики развития региональных систем // Известия Уральского государственного экономического университета. 2014. № 2 (52). С. 62–68.
14. Евченко А.В. Применение экономико-математических методов для анализа территориальной социально-экономической асимметрии и выбора целевых ориентиров развития районов // Вестник Самарского государственного университета. Серия «Экономика и управление». 2005. № 2. С. 191–197.
15. Троцкий А.Я., Мищенко И.В. Исследование хозяйственных трансформаций в хозяйственной системе региона // Известия Алтайского государственного университета. 2015. № 2 (86). Т. 1. С. 181–187.
16. Таран О.Л. Индикативная оценка социально-экономического состояния и развития региональной экономики: монография. Кисловодск: Тьютор, 2007. 332 с.
17. Гурбанова К.С., Кlesh В.С. Методика оценки неравномерности социально-экономического развития региона // Проблемы развития территории. 2018. № 6 (98). С. 30–41. DOI: 10.15838/ptd.2018.6.98.2
18. Benguigui L., Blumenfeld-Lieberthal E. A dynamic model for city size distribution beyond Zipf's law. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2007, vol. 384 (2), pp. 613–627. DOI: 10.1016/j.physa.2007.05.059
19. Wu Y., Jiang M., Chang Zh. et al. Does China's urban development satisfy Zipf's law? A multiscale perspective from the NPP-VIIRS nighttime light data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, vol. 17 (1), no. 1460. DOI: 10.3390/ijerph17041460

20. Manaeva I.V. Distribution of cities in federal Districts of Russia: Testing of the Zipf law. *Economy of Region*, 2019, vol. 15 (1), pp. 84–98. DOI: 10.17059/2019-1-7
21. Lanzieri G. Is fertility converging across the member states of the European Union? In: *Work Session on Demographic Projections. Lisbon, 28-30 April 2010*. Luxembourg: Publications office of the European Union, 2010. Pp. 137–154.
22. Spijker J., Recano J., Martinez S. et al. Mortality by cause of death in Colombia: A local analysis using spatial econometrics. *Journal of Geographical Systems*, 2020 August. DOI: 10.1007/s10109-020-00335-1
23. Manesh S.N., Choi, J.O., Shrestha B.K. et al. Spatial analysis of the gender wage gap in architecture, civil engineering, and construction occupations in the United States. *Journal of Management in Engineering*, 2020, vol. 4, no. 04020023. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000780
24. Mansour Sh., Saleh E., Al-Awadhi T. The effects of sociodemographic characteristics on divorce rates in Oman: Spatial modeling of marital separations. *Professional Geographer*, vol. 72 (3), pp. 332–347. DOI: 10.1080/00330124.2020.1730196
25. Lavrikova Ju.G., Suvorova A.V. Spatial aspects of regional infrastructure distribution (the case of Sverdlovsk region). *R-Economy*, 2019, vol. 5 (4), pp. 155–167.
26. Anselin L. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. 304 p.
27. *Introduction to Spatial Analysis. Invited Lecture. Population Science and GIS Workshop*. UC Santa. 2006. 207 p.
28. Moran P. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society*, 1948, vol. 10, pp. 243–251.
29. Павлов Ю.В., Королева Е.Н. Пространственные взаимодействия: оценка на основе глобального и локального индекса Морана // *Пространственная экономика*. 2014. № 3. С. 95–110. DOI: 10.14530/se.2014.3.95-110
30. Козлова О.А., Макарова М.Н. Межмуниципальное сотрудничество как институт стратегического развития территории // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2018. Т 11. № 3. С. 132–144. DOI: 10.15838/esc.2018.3.57.9

### Сведения об авторе

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

Makarova M.N.

### Modeling Socio-Demographic Asymmetry of Territorial Development

**Abstract.** The article explores the issues of modeling socio-demographic asymmetry using spatial econometrics. Its relevance is associated with the growing disproportions of demographic dynamics in the regional space that undoubtedly requires scientific understanding and development of appropriate management decisions. The purpose of this study is to substantiate the methodological provisions for modeling the socio-demographic asymmetry of territorial development using a case-study of a specific region. Based on an analysis of domestic and foreign publications on the study of the territorial development asymmetry, including socio-demographic one, the author proposes a typology of methodological approaches and methods of its modeling and evaluation and substantiates the need to use spatial econometrics methods, the advantage of which is not only an opportunity to assess the presence of the asymmetry phenomenon, but also to determine the links between studied territorial entities and evaluate their mutual influence in the conditions of uneven development of regional space. The calculation of Moran's global and local indices using a case study of the Sverdlovsk Oblast's settlement system allowed us to obtain the following results: (1) the presence of socio-demographic asymmetry in the form of spatial autocorrelation of the population indicators of the region's municipalities was confirmed; (2) a typology of municipalities is proposed according to their contribution to the formation of socio-demographic asymmetry, which allowed us to determine the points of agglomeration attraction, as well

as to show the presence of direct and inverse spatial relationships between the region's key territories; (3) the author substantiates the trend of increasing socio-demographic asymmetry in the region as a result of the increasing role of the Yekaterinburg agglomeration and the decline in the value of other two attraction points in the settlement system. The results obtained can be used by interested specialists to justify measures to regulate the socio-demographic and spatial development of the region by using positive and leveling negative effects of the socio-demographic asymmetry.

**Key words:** socio-demographic asymmetry, population, spatial modeling, settlement system, region, territorial development.

### **Information about the Author**

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

Статья поступила 12.02.2021.