

# СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ, ПОДГОТОВКА И ОБУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

## DEVELOPMENT STRATEGY, SPECIALIST EDUCATION AND PROFESSIONAL TRAINING

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)  
УДК 332.14:911.37  
DOI: 10.18503/1995-2732-2022-20-4-144-153



### ОЦЕНКА ПОЛИЦЕНТРИЧНОСТИ СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ: ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К МЕТОДАМ, КОЛИЧЕСТВУ НАБЛЮДЕНИЙ И УРОВНЮ АГРЕГИРОВАНИЯ ДАННЫХ

Красносельская Д.Х.<sup>1</sup>, Тимирьянова В.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

<sup>2</sup> Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

**Аннотация. Постановка задачи (актуальность работы).** Объективно наблюдаемые процессы глобализации и сопутствующие изменения конфигурации пространственно-организованных систем актуализируют разработку новых методов оценки систем расселения. Концепция полицентрического развития занимает центральное место в системе пространственного стратегирования европейских стран. Сторонники концепции считают, что ее успешное внедрение на различных уровнях иерархически организованных систем позволит снизить асимметрию социально-экономического развития регионов, улучшить доступ к транспортной и социальной инфраструктуре человека вне зависимости от места его проживания. В условиях повсеместного использования автоматизированных систем принятия управленческих решений необходима оценка преимуществ и недостатков существующих методик оценки полицентричности. Целью работы является выявление особенностей применения различных оценок полицентричности в зависимости от используемого метода анализа, количества учитываемых объектов наблюдения и уровня агрегации данных. **Используемые методы.** В работе представлен сравнительный анализ семи методов оценки полицентричности. Исследование проводится на большом массиве данных, включая 18944 территориальные единицы в разрезе 82 субъектов РФ на 1 января 2020 г. **Новизна.** Выявлены зависимости оценок полицентричности от количества наблюдений, используемых методов оценки и уровня агрегации. **Результат.** Сравнительный анализ показал несогласованность оценок, выполненных различными методами оценки полицентричности. Выделены регионы, продемонстрировавшие противоречивые оценки полицентричности/моноцентричности и обоснована чувствительность результатов оценки к количеству включаемых наблюдений. Определена высокая зависимость рангового коэффициента корреляции к уровню агрегации данных, используемых в расчете. **Практическая значимость.** Выявленные особенности оценки полицентричности на примере российской системы расселения могут быть использованы при формировании положений политики территориального развития регионов и поселений.

**Ключевые слова:** полицентричность, системы расселения, методы оценки, уровень агрегации данных

© Красносельская Д.Х., Тимирьянова В.М., 2022

#### Для цитирования

Красносельская Д.Х., Тимирьянова В.М. Оценка полицентричности систем расселения: чувствительность к методам, количеству наблюдений и уровню агрегирования данных // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20. №4. С. 144-153. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2022-20-4-144-153>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

# ESTIMATE OF SETTLEMENT SYSTEMS' POLYCENTRICITY: SENSITIVITY TO METHODS, NUMBER OF OBSERVATIONS AND A LEVEL OF DATA AGGREGATION

Krasnoselskaya D.Kh.<sup>1</sup>, Timiryanova V.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Bashkir State University, Ufa, Russia

**Abstract. Problem Statement (Relevance).** Objectively observed globalization processes and accompanying changes in the configuration of spatially organized systems raises the relevance of development of new methods for estimating settlement systems. The concept of polycentric development takes a central stage in the system of spatial strategizing in European countries. Proponents of the concept believe that its successful implementation at various levels of hierarchically organized systems will reduce the asymmetry of social and economic development of regions and improve access of people to transport and social infrastructure regardless of their places of residence. In the context of the widespread use of automated management decision-making systems, it is necessary to assess advantages and disadvantages of the existing polycentricity estimation methods. **Objectives.** The aim of the study is to identify the features of applying various polycentricity estimates, depending on the analysis method used, the number of relevant objects under observation and the level of data aggregation. **Methods Applied.** The paper presents a comparative analysis of 7 methods for estimating polycentricity. The study is conducted on a large array of data, including 18,944 territorial units in the context of 82 constituent territories of the Russian Federation as of January 1, 2020. **Originality.** We revealed the dependences of polycentricity estimates on the number of observations, the applied methods and the level of aggregation. **Result.** The comparative analysis showed inconsistency in the polycentricity estimates made by different methods. The regions that demonstrated contradictory estimates of polycentricity/monocentricity are identified and the sensitivity of the results to the number of observations included is justified. The high dependence of the rank correlation coefficient on the level of aggregation of the data used in the calculation is determined. **Practical Relevance.** The revealed features of the polycentricity estimates of the Russian settlement system as an example can be used when preparing provisions of a policy on territorial development of regions and settlements.

**Keywords:** polycentricity, settlement systems, estimation methods, level of data aggregation

## For citation

Krasnoselskaya D.Kh., Timiryanova V.M. Estimate of Settlement Systems' Polycentricity: Sensitivity to Methods, Number of Observations and a Level of Data Aggregation. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2022, vol. 20, no. 4, pp. 144-153. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2022-20-4-144-153>

## Введение

Концепция полицентричного развития экономики территорий получила широкое распространение в академических кругах в последние годы. Традиционно полицентричность рассматривается как наиболее эффективная форма пространственной структуры «в привязке» к проблемам оптимального распределения ресурсов, устойчивого развития территорий и снижения уровня социально-экономического неравенства регионов по сравнению с моноцентричной системой [1-5]. Однако, как отмечают ученые, получившее популярность направление региональных исследований аккумулировало в себе большое количество инструментов и методов, дающих противоречивые оценки, а нечеткие аналитические рамки, возникшие в результате эмпирической апробации, приводят к противоречивым выводам о влиянии полицентрической системы на социально-

экономические характеристики территориального развития и порождают неоднозначность в принятии управленческих решений [6]. В связи с этим появились работы, в которых осуществляется сравнение результатов оценки полицентричности, полученных различными методами [5-7] в зависимости от количества включаемых в анализ наблюдений [8, 9]. Установлено, что различия в оценках могут быть значительными, что имеет серьезные последствия при их использовании в последующем анализе причинно-следственных связей. Учитывая вышеизложенное, необходимо дальнейшее изучение условий и причин проявления таких различий в оценках пространственной структуры.

На текущий момент проведенные исследования предполагали апробацию методов оценки полицентричности на достаточно специфичных данных небольших стран Евросоюза и густонаселенного Китая. Кроме того, большинство ра-

бот предполагало анализ не более 50-ти наблюдений в рамках каждого региона. Поэтому исследование, нацеленное на оценку полицентричности/моnocентричности и сравнительный анализ полученных результатов на примере российской пространственной структуры, характеризующейся высоким разнообразием вариантов расселения в разрезе регионов, представляется своевременным и актуальным.

Целью работы является выявление условий появления различных оценок полицентричности в зависимости от используемого метода анализа, количества учитываемых объектов наблюдения и уровня агрегации данных.

В отличие от ранее проводимых исследований, в данной работе расширяется база сравнения за счет территорий с большим количеством объектов наблюдений. Более того, дополнительно изучается влияние на получаемые результаты учитываемого уровня административно-территориального деления (масштаба агрегации данных). В результате конкретизации условий применимости методов, их недостатков и возможностей взаимодополнения, исследование вносит вклад в развитие существующих методов оценки полицентричности/моnocентричности и алгоритмов типологизации территорий.

#### Методические основы оценки полицентричности

Полицентричность, как антоним моnocентричности, применительно к системам расселения рассматривается с позиции поляризации экономического пространства [1]. Данное понятие образовано от греческих слов *polús* («много») и *kentrikós* («центр») и фактически определяет ситуацию, при которой в рамках конкретной территории формируется более одного центра.

Традиционно оценка полицентричности предусматривает анализ структуры расселения или занятости. Впервые распределение городов и их иерархия были исследованы Ципфом [10]. Он один из первых отметил, что система расселения тяготеет к определенному распределению и применил уравнение, описывающее связь между рангом населенного пункта и численностью населения:

$$\log(Pop_i) = \alpha + \beta \cdot \log(Rank_i), \quad (1)$$

где  $Rank_i$  – ранг  $i$ -го объекта наблюдения (населенного пункта), полученный путем ранжирования объектов по численности населения;  $Pop_i$  – численность населения  $i$ -го объекта наблюдения

(населенного пункта);  $\alpha$  – константа;  $\beta$  – коэффициент регрессионного уравнения, характеризующий угол наклона или степень полицентричности территории.

В рамках уравнения рангу 1 соответствует самый крупный объект наблюдения, с самой высокой численностью населения. Коэффициент  $\beta$  всегда принимает отрицательное значение, так как с ростом ранга объекта наблюдения его размер, характеризуемый численностью населения, снижается. Чем ниже значение коэффициента, тем сильнее объекты наблюдения отличаются друг от друга, чем ближе значение к нулю, тем более равномерны объекты распределены по численности населения.

Данный показатель активно применяется для оценки систем расселения Российской Федерации [2, 11, 12]. Подход, основанный на ранговом распределении, получил значительное развитие и за рубежом [4, 6, 8, 13, 14]. Интерес к подходу позволил внести ряд улучшений в первоначальный алгоритм.

В частности, Х. Гайбах и Р. Ибрагимов заметили, что получаемые в ходе расчетов оценки сильно смещены в малых выборках [15]. В связи с чем они предложили вычитать  $\frac{1}{2}$  из значения ранга при расчетах:

$$\log_{10}(Pop_i) = \alpha + \beta \cdot \log_{10}(Rank_i - 1/2). \quad (2)$$

Другие ученые отметили, что расчеты можно проводить не для всех наблюдений, а только для самых крупных. В исследованиях чаще всего применяются оценки, основанные на первых 4-х и 10-ти наблюдениях [6, 13, 16].

Отмечая преимущества рангового подхода, ученые предлагали усложненные методики оценки полицентричности, в которых оценка коэффициентов выступала только как основа для последующего анализа [5, 17]. В рамках данного метода анализ проводится по данным первых четырех самых крупных населенных пунктов:

$$InterPoly = \frac{1}{3} \sum_{k=2}^4 \left| \frac{1}{InterSlope_k} \right|; \quad (3)$$

$$InterSlope_k = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (x_i - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}; \quad (4)$$

$$x_i = \log_{10}(Rank_i + 0,5); \quad (5)$$

$$y_i = \log_{10}(Pop_i); \quad (6)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{k}; \quad (7)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^k y_i}{k}, \quad (8)$$

где  $k$  принимает значения 2, 3 и 4.

Более низкое значение *InterSlope* предполагает более сбалансированное распределение среди учитываемых в каждом наборе в расчете центров и, таким образом, указывает на более полицентрическую систему. Соответственно, более низкие значения обобщающего показателя *InterPoly* указывают на более высокие уровни моноцентричности.

Помимо метода рангового распределения, учеными предлагались и другие варианты оценки полицентричности. Наиболее простой из используемых методов [6, 14], предполагает оценку доли самого большого населенного пункта в регионе, исходя из предположения о том, что «чем выше его первенство, тем более моноцентричен регион».

Опираясь на логику моноцентричного варианта расселения, в научной литературе для оценки систем расселения предлагается использование индекса Херфиндала-Хиршмана [17, 18]. В данном случае высокая концентрация населения в пределах одного города указывает на более моноцентричное распределение населения по территории.

Несколько иной подход прослеживается в предложенной М. Вангом [17] методике, представляющей собой адаптацию метода Н. Грина [19], опирающейся на оценки стандартных отклонений:

$$P_G = 1 - \frac{\sigma_F}{\sigma_{F \max}}, \quad (9)$$

где  $\sigma_F$  – стандартное отклонение численности населения объектов наблюдения;  $\sigma_{F \max}$  – стандартное отклонение условного набора из двух наблюдений, где численность населения в первом равна нулю, а во втором принимает значение численности населения самого крупного объекта наблюдения (населенного пункта). О полицентричности свидетельствует значение, близкое к 1.

Появление новых методов оценки полицентричности не случайно. На текущий момент не найдено метода, в полной мере отвечающего потребностям исследования систем расселения. Результаты оценки данными методами порой весьма противоречивы [6, 7]. Очевидно, что оценки полицентричности зависят не только от подхода, но и от количества учитываемых наблюдений [6, 8, 9]. Так, при малом количестве наблюдений может диагностироваться полицентричность, однако по мере роста количества наблюдений может начать проявляться моноцентричность [8]. В. Чжанг, Б. Деррудер ставят вопрос о чувствительности мер полицентричности к добавлению новых центров и выделяют три варианта изменения кривой, характеризующей полицентричность [9]. Еще один важный аспект, на который следует обратить внимание, – это уровень агрегации данных. Объективно на результаты оценки может оказывать влияние то, какая единица наблюдения используется в анализе: переписной участок, село/город или городское и сельское поселение, включающее несколько сел/городов с учетом их агломерационной связи. Так, Павлов В.Ю. сделал расчеты, опираясь на данные в разрезе 37-ми муниципальных Самарской области [2]. Это достаточно крупное деление для Самарской области, в состав которой входит 25 городских и 1309 населенных пунктов в разрезе 306 городских и сельских поселений. Растворцева С.Н. и Манаева И.В. посчитали целесообразным «включить в анализ некоторые сельские поселения, численность жителей которых увеличивается быстрыми темпами (часто из-за близости к крупным агломерациям), иногда превышая показатели поселков городского типа», так как «такие населенные пункты могут длительное время не относиться к городам по административным причинам, но вносят свой вклад в систему расселения региона» [12]. В свою очередь, Макарова М.Н. опиралась на данные о численности населения 73 городов и поселков городского типа Свердловской области, исключая из анализа сельские поселения [11].

С целью более глубокого изучения чувствительности получаемых оценок полицентричности к методам, количеству объектов наблюдения и уровню агрегации данных были проведены расчеты полицентричности описанными выше методами, проведено сравнение результатов оценки для различного количества включенных наблюдений и для различного уровня агрегации данных.

### Данные и этапы анализа

Анализ проводился по данным о численности населения 18944 территориальных единиц (включая города федерального значения, городские округа, городские и сельские поселения, межселенные территории) в разрезе 82 субъектов РФ на 1 января 2020 г., представленным в статистическом бюллетене «Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям», сформированном Федеральной службой государственной статистики (<https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13282>). Для целей сравнительного анализа данных на разных уровнях агрегации использовались база о численности населения отдельных населенных пунктов Омской области и Ханты-Мансийского автономного округа, размещенная в ИНИД (Инфраструктура научно-исследовательских данных, АНО «ЦПУР», <http://www.data-in.ru/data-catalog/datasets/160/>).

Анализ проводился в три этапа. На первом этапе осуществлялась оценка полицентричности семью методами, предусматривающими расчет Индекса Херфиндаля-Хиршмана (*HHI*), рангового коэффициента корреляции для первых 4 наблюдений (*Slope2/3/4*), рангового коэффициента корреляции для первых 10-ти наблюдений (*Slope10*), доли самого большого населенного пункта в регионе (*Primacy*), расчета значения *InterPoly*, а также показателя *PG* по адаптированному методу Грина (*Green*). Полученные оценки сравнивались методом корреляционного анализа. Регионы с ярко выраженными различиями в полученных оценках рассматривались более детально. На втором этапе тестировалось изменение полученных оценок полицентричности для регионов в результате увеличения числа учитываемых в расчетах наблюдений. На третьем этапе сравнивались результаты оценки, полученные при расчете на разных уровнях агрегации данных: 1 – для городских и сельских поселений, 2 – для городов, сел, деревень.

### Результаты и их обсуждение

Расчеты, проведенные семью методами, показали, что моноцентризм наблюдается в группе: г. Москва и Московская область, в Камчатском крае, Магаданской, Томской и Ярославской областях, Ненецком автономном округе. Аналогично все семь методов указывают на более высокий уровень полицентризма в Краснодарском крае, Республиках Башкортостан, Дагестан и Крым, Ростовской области. Следует отметить, что в отношении ряда регионов получены достаточно противоречивые оценки уровня их полицентрич-

ности/моноцентричности. Например, Омская, Новосибирская, Калининградская и Кемеровская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа одними показателями определяются как более полицентрично, а другими, как более моноцентрично организованные.

С целью выявления степени согласованности оценок нами был проведен корреляционный анализ рангов, полученных субъектами РФ на основе оценок их полицентричности/моноцентричности. Он показал, что в целом оценки *HHI*, *InterPoly*, *Slope2/3/4* фактически аналогичны доле самого крупного населенного пункта в регионе (*Primacy*), что соотносится с результатами сравнительного анализа, проведенного в работе Б. Деррудера [6]. Однако во всех остальных случаях результаты оценок носят более противоречивый характер. Так, аналогично исследованиям Б. Деррудера [6], Б. Бартошевича и С. Марцинчака [7], П. Венери и Д. Бургаласси [14] нами установлено, что оценки, основанные на стандартных отклонениях (*Green*), дали результаты, отличные от тех, которые получены методами, учитывающими ранговое распределение (*Slope2/3/4*) и концентрацию населения в крупных городах (*Primacy*). Проведенные нами расчеты также показали, что оценки, основанные на стандартных отклонениях, (*Green*) и *InterPoly* не коррелируют. Чтобы глубже взглянуть на ситуацию, мы по аналогии с ранее проводимыми исследованиями [8, 9] исследовали различие получаемых оценок полицентричности при различном наборе данных.

Фактически ключевые различия выявляются при сравнении результатов оценки показателей, рассчитываемых на основе всей выборки, и показателей, опирающихся на данные о самых крупных наблюдениях (*Primacy*, *Slope2/3/4*). Мы выделили восемь регионов, в которых эти оценки наиболее сильно различаются. В **табл. 1** представлены ранги, определенные для каждого региона на основе полученных оценок их полицентричности различными методами.

Данные **табл. 1** показывают, что Кемеровская область согласно оценкам рангового распределения, основанном на данных первых четырех крупнейших поселений (*Slope2/3/4*), определяется как полицентрично организованная система, в то время как оценки по методу Грина (*Green*) и по методу рангового распределения по данным всех наблюдений (*Slope*) указывают на более моноцентричную организацию пространства. И наоборот, Омская и Рязанская области первой группой методов определяются как полицентричные, в то же время значения *Green* и *Slope* позволяют классифицировать их как более моноцентрично организованные территории.

Таблица 1. Ранги, полученные регионами по результатам оценки моно/полицентричности различными мерами  
 Table 1. Ranks of the regions based on the mono-/polycentricity estimates by various methods

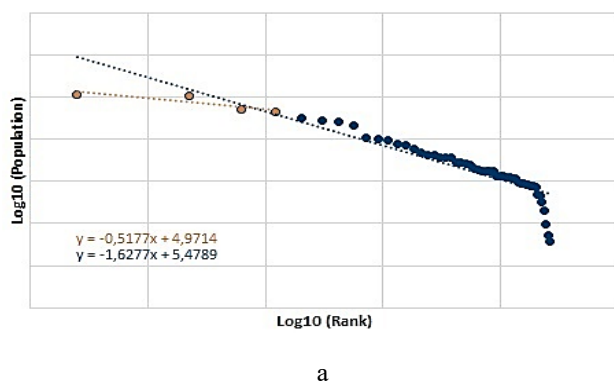
Наименование субъекта РФ	Количество наблюдений $N$	$HNI$	$Primacy$	$Slope2/3/4$	$Slope 10$	$InterPoly$	$Green$	$Slope$
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	99	11	7	4	5	5	70	81
Республика Ингушетия	41	13	9	5	2	7	75	75
Кемеровская область	79	14	4	2	7	2	73	82
Рязанская область	265	68	71	78	48	78	26	5
Ульяновская область	146	74	74	74	77	74	41	8
Омская область	391	79	79	81	76	81	9	9

Визуализация на примере нескольких субъектов РФ позволяет показать, что оценки  $Green$  и  $Slope$  определяются в большей степени распределением многочисленных наблюдений, не относящихся к первым по численности населения. В случае Ямало-Ненецкого автономного округа в окружении двух примерно равных основных городов, позволяющих определять его как полицентричный, расположены различные по размеру поселения, распределение которых больше соответствует моноцентричной организации (рис. 1, а). В то же время в Рязанской области один значительно выделяющийся из общей массы поселений центральный город, позволяющий говорить о моноцентризме, окружен небольшими многочисленными поселениями, распределение которых изменяет угол наклона общей прямой (рис. 1, б).

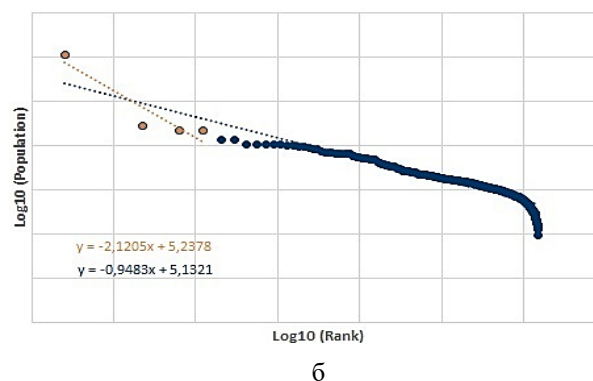
Таким образом, различие оценок определяется несовпадением типа распределения самых крупных поселений и остальной массы поселений, расположенных в окружении.

Результаты оценки  $InterPoly$  в целом коррелируют с результатами оценок  $Slope2/3/4$ ,  $HNI$ ,

$Primacy$ . Однако обращает на себя внимание очень высокое значение показателя  $InterPoly$  для Кемеровской и Вологодской областей, Ямало-Ненецкого автономного округа. Анализ распределения населения в поселениях этих регионов показывает, что в них доля первых двух крупнейших наблюдений практически равны. Так, в Кемеровской области численность населения Кемеровского городского округа составляет 556382 чел. (20,9% от общей численности населения субъекта РФ), а Новокузнецкого городского округа 549403 чел. (20,7%). В Вологодской области в городском округе г. Вологда численность населения составляет 317426 чел. (27,4%), городском округе г. Череповец – 314834 чел. (27,1%). В Ямало-Ненецком автономном округе городской округ г. Новый Уренгой – 118033 чел. (21,7%), городской округ г. Ноябрьск – 106911 чел. (19,6%). Таким образом, данный показатель позволяет выделить регионы с двумя и более примерно равными центрами, то есть конкретизировать, что речь не просто о полицентризме, а о таком его проявлении, при котором центры имеют равные веса (рис. 2).



а



б

Рис. 1. Ранговое распределение для Ямало-Ненецкого автономного округа (а) и Рязанской области (б), 2020 г.  
 Fig. 1. Rank distribution for the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (a) and the Ryazan Region (б), 2020

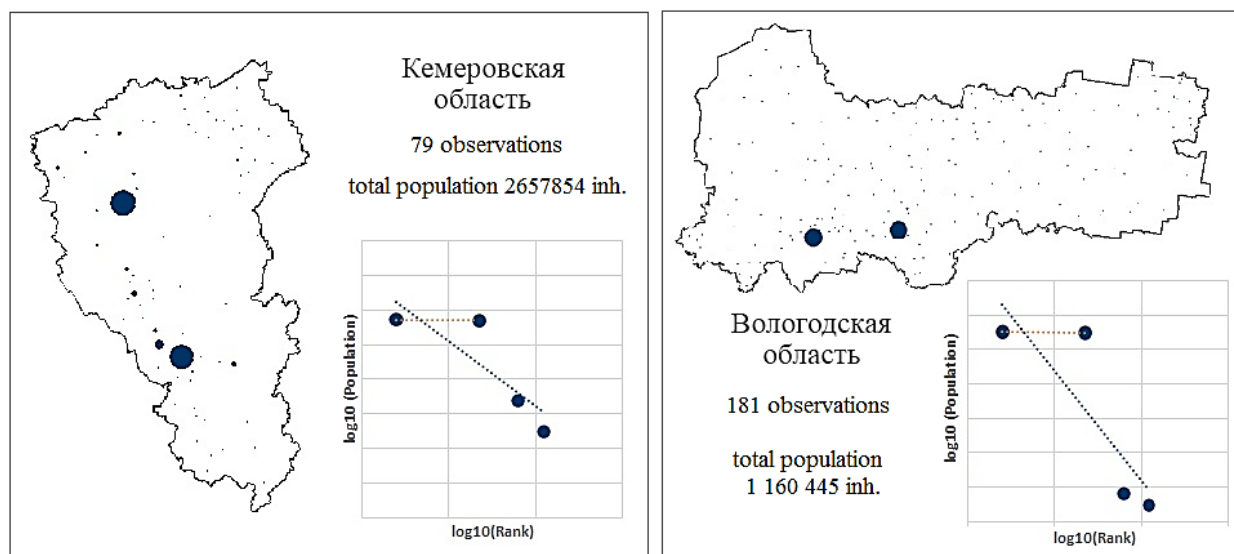


Рис. 2. Ранжированные оценки поли/моноцентричности Кемеровской и Вологодской областей, 2020 г.  
 Fig. 2. Ranked poly-/monocentricity estimates for the Kemerovo and the Vologda Regions, 2020

Представленные выше графики (см. рис. 1) визуально показывают, что расчеты, основанные на данных первых четырех наблюдений и всех наблюдений, будут различаться. Для целей тестирования изменения полученных оценок полицентричности для регионов в результате увеличения числа учитываемых в расчетах наблюдений мы выделили два субъекта РФ (рис. 3). Так, Республика Башкортостан, на основе данных первых девяти наблюдений, в целом больше относилась к моноцентрично организованным территориям. По мере увеличения числа наблюдений до 20-ти она оценивалась как более полицентрично организо-

ванная территория. Далее до 166-го наблюдения значение коэффициента  $\beta$  (угол наклона, *Slope*) снижалось и затем снова начало увеличиваться, в итоге не сильно, но превышая значение «-1» после включения 384-го наблюдения. Такое волнообразное изменение фактически объясняется тем, что внутри ранжированного ряда высокая частота встречаемости поселений определенного размера. Обратная, но зеркально похожая ситуация складывается в республике Татарстан. Следовательно, число учитываемых в расчетах объектов наблюдения сказывается на полученный результат оценки полицентричности.

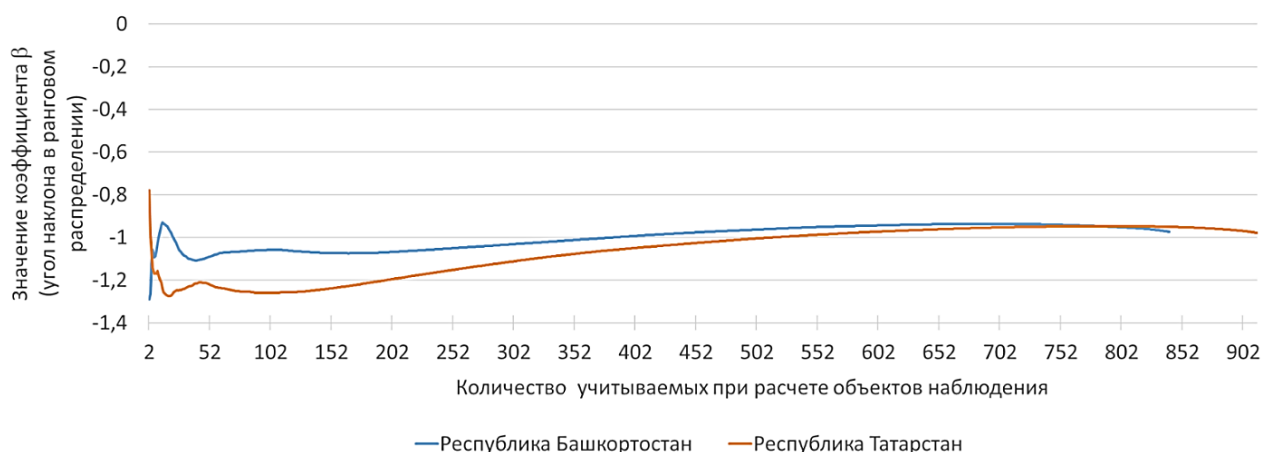


Рис. 3. Значение коэффициента  $\beta$  (угол наклона, *Slope*), оцениваемое по методу рангового распределения для различного числа учитываемых объектов наблюдений  
 Fig. 3. Coefficient  $\beta$  (slope angle) estimated by the rank distribution method for a different number of relevant objects under observation

Анализ результатов расчета показателей на разном уровне агрегации также показывает, что результат может отличаться. Административно-территориальное деление Российской Федерации выделяет несколько уровней: национальный, региональный, муниципальный. При этом на муниципальном уровне выделяются несколько уровней подчинения: 1 – городские округа и муниципальные районы, 2 – городские и сельские поселения, 3 – городские и сельские населенные пункты. Отличие второго от третьего состоит в том, что под населенным пунктом понимается конкретная деревня, село, город, а под поселением один или несколько объединенных общей территорией населенных пунктов. Представленные данные для Омской области и Ханты-Мансийского автономного округов в целом позволяют говорить, что уровень агрегации данных оказывает влияние только на оценку рангового коэффициента корреляции при включении всех объектов наблюдения (табл. 2).

Таблица 2. Результаты оценки полицентричности на разном уровне агрегации данных  
Table 2. Polycentricity estimates at different levels of data aggregation

Число объектов наблюдения	<i>HNI</i>	<i>Primacy</i>	<i>Slope<sup>2/3/4</sup></i>	<i>Slope 10</i>	<i>InterPoly</i>	<i>Green</i>	<i>Slope</i>
Омская область							
391 городское и сельское поселение	3604	59,9	-2,12	-1,42	0,12	0,90	-0,95
1430 населенных пунктов	3643	60,3	-2,12	-1,43	0,12	0,95	-1,42
Ханты-Мансийский автономный округ							
99 городских и сельских поселений	978	22,7	-0,69	-0,84	0,72	0,74	-1,66
192 населенных пункта	957	22,3	-0,69	-0,84	0,74	0,81	-2,16

Так как большинство включенных в анализ показателей опираются на данные только первых десяти крупнейших поселений, некоторые различия в полученных оценках для них связаны с тем, что часто городские поселения помимо городских населенных пунктов включают и проживающее рядом сельское население в рамках городских округов. Объективно следует ожидать различия в оценках для таких городских поселений, которые включают несколько городов (например, городской округ г. Махачкалы,

помимо самого города, включает 8 поселков городского типа, удельный вес которых составляет 18% от общей численности округа).

### Заключение

Проведенный анализ показал, что оценка полицентричности чувствительна к применяемым методам, количеству включенных в анализ наблюдений и уровню агрегации данных. Это снижает возможности автоматизированного анализа систем расселения, требуя детального изучения каждого случая. Каждый метод в отдельности не дает точной оценки. Только совместное рассмотрение результатов оценки *InterPoly*, *HNI*, *Primacy*, *Green* и *Slope* позволяет увидеть полную картину. Большое количество мелких поселений влияет на «пологость» линии регрессии, изменяя результат оценки, сделанный на основе большего количества объектов наблюдения в сравнении с данными оценки для первых четырех или десяти наблюдений. Уровень агрегации данных также влияет на получаемые оценки, требуя более четкого аргументирования дизайна расчетов целям анализа.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований, направленных на разработку более совершенных методов анализа полицентричности. В частности, это могут быть методы, одновременно учитывающие результаты оценки систем расселения несколькими вариантами, которые дополняют друг друга.

### Список источников

1. Гетманцев К.В. Полицентричность экономического пространства региона и методы её измерения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 8. С. 61-68.
2. Павлов Ю.В. Баланс системы расселения региона: оценка по закону Ципфа и влияние на региональное развитие // Вопросы территориального развития. 2020. Т. 8. № 2. URL: <http://vtr.isertram.ru/article/28521>
3. Krasnoselskaya D., Timiryanova V. Do polycentric patterns influence the economic performance of municipalities? Empirical evidence from Russia // Regional Science Policy & Practice. 2022. Pp. 1-22.
4. Sun B., li W., Zhang Z., Zhang T., Is polycentricity a promising tool to reduce regional economic disparities? Evidence from China's prefectural regions // Landscape and Urban Planning. 2019. Vol. 192. 103667.
5. Wang M., Derudder B., Liu X. Polycentric urban development and economic productivity in China: A multiscalar analysis // Environment and Planning A: Economy and Space. 2019. Vol. 51(8). Pp. 1622-1643.
6. Derudder B., Liu X., Wang M., Zhang W., Wu K., Caset F. Measuring polycentric urban development: The



- importance of accurately determining the “balance” between “centers” // *Cities*. 2021. Vol. 111. 103009.
7. Bartosiewicz B., Marcinczak S. Investigating polycentric urban regions: different measures – different results // *Cities*. 2020. Vol. 105. 102855.
  8. Möck M., Küpper P. Polycentricity at its boundaries: consistent or ambiguous? // *European Planning Studies*. 2020. Vol. 28. No. 4. Pp. 830-849.
  9. Zhang W., Derudder B. How sensitive are measures of polycentricity to the choice of ‘centres’? A methodological and empirical exploration // *Urban studies*. 2019. Vol. 56. No. 16. Pp. 3339-3357.
  10. Zipf G. K. *Human Behavior and the Principle of Least Effort*. 1949. Addison-Wesley press inc. Massachusetts. 573 p.
  11. Макарова М.Н. Малые города в пространственной структуре размещения населения региона // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2017. Т. 10. № 2. С. 181-194.
  12. Растворцева С.Н., Манаева И.В. Тенденции и факторы современного развития малых и средних городов // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2022. Т. 15. № 1. С. 110-127.
  13. Meijers E. J., Burger M. J., Spatial Structure and Productivity in US Metropolitan Areas // *Environment and Planning A: Economy and Space*. 2010. № 42(6). Pp. 1383-1402.
  14. Veneri P., Burgalassi D. Questioning Polycentric Development and its Effects. Issues of Definition and Measurement for the Italian NUTS-2 Regions // *European Planning Studies*. 2012. Vol. 20(6). Pp. 1017-1037.
  15. Gabaix X., Ibragimov R. Rank-1/2: A simple way to improve the OLS estimation of tail exponents // *Journal of Business and Economic Statistics*. 2011. № 29. Pp. 24-39.
  16. Burger M., Meijers E., Form follows function? Linking morphological and functional polycentricity // *Urban Studies*. 2012. Vol. 49(5). Pp. 1127-1149.
  17. Wang M. Polycentric urban development and urban amenities: Evidence from Chinese cities // *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*. 2020. Vol. 48. No. 3. Pp. 400-416.
  18. Volgmann K., Münter A. Understanding metropolitan growth in German polycentric urban regions // *Regional Studies*. 2022. Vol. 56(1). Pp. 99-112.
  19. Green N. Functional Polycentricity: A Formal Definition in Terms of Social Network Analysis // *Urban Studies*. 2007. Vol. 44. No. 11. Pp. 2077-2103.
  - [Territorial Development Issues], 2020, vol. 8, no. 2 (52). (In Russ.)
  3. Krasnoselskaya D., Timiryanova V. Do polycentric patterns influence the economic performance of municipalities? Empirical evidence from Russia. *Regional Science Policy & Practice*, 2022, pp. 1-22.
  4. Sun B., Li W., Zhang Z., Zhang T. Is polycentricity a promising tool to reduce regional economic disparities? Evidence from China’s prefectural regions. *Landscape and Urban Planning*, 2019, 192, 103667.
  5. Wang M., Derudder B., Liu X. Polycentric urban development and economic productivity in China: A multiscalar analysis. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 2019, 51(8), 1622-1643.
  6. Derudder B., Liu X., Wang M. et al. Measuring polycentric urban development: The importance of accurately determining the “balance” between “centers”. *Cities*, 2021, 111, 103009.
  7. Bartosiewicz B., Marcinczak S. Investigating polycentric urban regions: different measures – different results. *Cities*, 2020, 105, 102855.
  8. Möck M., Küpper P. Polycentricity at its boundaries: consistent or ambiguous? *European Planning Studies*, 2020, 28, 4, 830-849.
  9. Zhang W., Derudder B. How sensitive are measures of polycentricity to the choice of ‘centres’? A methodological and empirical exploration. *Urban studies*, 2019, 56, 16, 3339-3357.
  10. Zipf G.K. *Human behavior and the principle of least effort*. Addison-Wesley Press Inc. Massachusetts, 1949, 573 p.
  11. Makarova M.N. Small towns in the spatial structure of regional population distribution. *Ekonomicheskie i sotsialnye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2017, no. 1, pp. 181-194. (In Russ.)
  12. Rastvortseva S.N., Manaeva I.V. Modern development of small and medium-sized cities: Trends and drivers. *Ekonomicheskie i sotsialnye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2022, vol. 15, no. 1, pp. 110-127. (In Russ.)
  13. Meijers E.J., Burger M.J. Spatial structure and productivity in US metropolitan areas. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 2010, 42(6), 1383-1402.
  14. Veneri P., Burgalassi D. Questioning polycentric development and its effects. Issues of definition and measurement for the Italian NUTS-2 regions. *European Planning Studies*, 2012, 20(6), 1017-1037.
  15. Gabaix X., Ibragimov R. Rank-1/2: A simple way to improve the OLS estimation of tail exponents. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2011, 29, 24-39.
  16. Burger M., Meijers E. Form follows function? Linking morphological and functional polycentricity. *Urban Studies*, 2012, 49(5), 1127-1149.
  17. Wang M. Polycentric urban development and urban amenities: Evidence from Chinese cities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 2020, 48, 3, 400-416.

### References

1. Getmantsev K.V. Polycentricity of the region economic space and methods of its measurement. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy], 2020, no. 8, pp. 61-68. (In Russ.)
2. Pavlov Yu.V. Regional settlement system balance: Assessment under Zipf’s Law and impact on the regional development. *Voprosy territorialnogo razvitiya*

- ment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2020, 48 (3), 400-416.
18. Volgmann K., Münter A. Understanding metropolitan growth in German polycentric urban regions. Regional Studies, 2022, 56(1), 99-112.
19. Green N. Functional polycentricity: A formal definition in terms of social network analysis. Urban Studies, 2007, 44 (11), 2077-2103.

Поступила 28.09.2022; принята к публикации 09.10.2022; опубликована 22.12.2022  
Submitted 28/09/2022; revised 09/10/2022; published 22/12/2022

**Красносельская Дина Хадимовна** – кандидат экономических наук, доцент,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия.  
Email: dina-hamzina@mail.ru. ORCID 0000-0002-1668-2937

**Тимирьянова Венера Маратовна** – доктор экономических наук, доцент,  
Башкирский государственный университет, Уфа, Россия.  
Email: 79174073127@mail.ru. ORCID 0000-0002-1004-0722

**Dina Kh. Krasnoselskaya** – PhD (Economics), Associate Professor,  
Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia.  
Email: dina-hamzina@mail.ru. ORCID 0000-0002-1668-2937

**Venera M. Timiryanova** – DrSc (Economics), Associate Professor,  
Bashkir State University, Ufa, Russia.  
Email: 79174073127@mail.ru. ORCID 0000-0002-1004-0722