

## АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЯ ЗАКОНА ЦИПФА В ГОРОДАХ РОССИИ\*

Светлана Николаевна РАСТВОРЦЕВА<sup>a\*</sup>, Инна Владимировна МАНАЕВА<sup>b</sup>

<sup>a</sup> доктор экономических наук, профессор кафедры мировой экономики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Российская Федерация  
Rastvortseva@bsu.edu.ru

<sup>b</sup> кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры мировой экономики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Российская Федерация  
in.manaeva@yandex.ru

\* Ответственный автор

### История статьи:

Принята 04.08.2015  
Одобрена 30.09.2015

УДК 332.132

JEL: R12

**Ключевые слова:** город, «ранг-размер», теории размещения, закон Ципфа, города России

### Аннотация

**Предмет.** Большое значение при проведении социально-экономической политики в регионах имеет понимание процессов концентрации ресурсов, населения, предприятий на отдельных территориях, чаще всего в городах. Это вызвано и общемировой тенденцией урбанизации, и агломерационными факторами, возникающими в местах сосредоточения экономической активности и усиливающими дифференциацию регионального развития в рамках страны. Вопросы размещения экономической активности в территориальном пространстве решаются учеными на протяжении двух сотен лет. Современные работы демонстрируют интерес экономистов к проявлению в региональной системе закона Ципфа и распределению городов по принципу «ранг-размер».

**Цели.** Проверка выполнения закона Ципфа в российских городах, доказательство или опровержение гипотезы о том, что в России коэффициент Ципфа зависит от размера географической территории федерального округа.

**Методология.** В исследовании с помощью метода наименьших квадратов проведен анализ выполняемости закона Ципфа в целом по России и отдельно по каждому федеральному округу. В общей сложности в выборку попали 1 123 города России с численностью населения свыше 1 000 чел. в 2014 г.

**Результаты.** Проявление закона Ципфа имеет место на всей территории России. По округам коэффициент Ципфа варьирует в диапазоне от  $-0,65$  (Дальневосточный федеральный округ) до  $-0,9$  (Уральский и Северо-Кавказский федеральные округа). Равномерность иерархии городов Уральского и Северо-Кавказского федеральных округов обусловлена тем, что на Урале 139 городов расположены на территории площадью 1 789 тыс. км<sup>2</sup>, на Кавказе – 56 городов – 170 тыс. км<sup>2</sup>. На Дальнем Востоке расположение городов сильно разрежено – 66 городов на площади 6 000 тыс. км<sup>2</sup> (коэффициент Ципфа равен  $-0,65$ ). В результате анализа выборки городов России с численностью населения свыше 100 тыс. чел. получили значение коэффициента Ципфа, равное  $-1,13$ .

**Выводы.** При проверке закона Ципфа в целом для городов России определено, что закон выполняется для малых (8 600–15 300 чел.) и крупных городов (66 700–331 000 чел.). В выборке городов, численность населения которых превышает 100 тыс. чел., закон Ципфа не выполняется для городов свыше 1 млн чел. (исключением является Санкт-Петербург). Результатом проведенных исследований стало подтверждение гипотезы о наличии зависимости коэффициента Ципфа от размеров географической территории федерального округа.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

### Введение

Большое значение при проведении социально-экономической политики в регионах имеет понимание процессов концентрации ресурсов, населения, предприятий на отдельных территориях, чаще всего в городах. Это вызвано и общемировой тенденцией урбанизации, и агломерационными факторами, возникающими в

местах сосредоточения экономической активности и усиливающими дифференциацию регионального развития в рамках страны. Под экономической активностью (economic activity) авторы понимают не только размещение промышленного производства, сферы услуг и прочих видов деятельности, но и населения, трудовых ресурсов, инвестиций и даже благосостояния (выраженного, например, в уровне заработных плат). Традиционно в теории размещения домохозяйства и аграрный сектор рассматриваются в рамках

\*Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 15-36-20012.

землепользования и не относятся к экономической активности [1].

При принятии предпринимательского решения о размещении производства в том или ином регионе (городе) на первый план выходят факторы, которые обеспечили бы высокую рентабельность в будущем. К числу этих факторов можно отнести перспективы дальнейшего расширения деятельности, доступность трудовых ресурсов нужного качества и по низкой цене, приемлемый уровень налогов и возможность получения субсидий, уровень развития инфраструктуры, особенно транспортной, наличие социальных объектов. Региональные правительства со своей стороны должны прогнозировать динамику и качественные характеристики перечисленных факторов для проведения соответствующих мероприятий по повышению привлекательности территории.

Вопросы размещения экономической активности в территориальном пространстве (городе, регионе, стране) решаются учеными на протяжении двух сотен лет. В экономике редко встречаются эмпирические отношения, которые заслуживают того, чтобы называться законами. Закон Ципфа для городов является одной из самых очевидных зависимостей в экономике и общественно-социальных науках в целом [2]. Современные работы демонстрируют интерес экономистов к закону Ципфа и распределению городов по принципу «ранг-размер».

Целью исследования является проверка выполнения закона Ципфа в российских городах, доказательство или опровержение гипотезы о том, что в России коэффициент Ципфа зависит от размера географической территории федерального округа.

### Обзор исследований

Для достижения поставленной цели рассмотрим имеющиеся эмпирические исследования по этой проблематике в зарубежной экономической литературе. Гипотезу эмпирической зависимости между размером города (численностью его населения) и его рангом в иерархии городов региона или страны предложил Ф. Ауэрбах (1913) [3]. Закон Ципфа предусматривает, что в пределах территории распределение по размеру города подчиняется распределению Парето с индексом, равным единице. Другое определение закона Ципфа заключается в том, что если крупные города ранжировать по убыванию численности их населения, то отношение численности двух

городов будет обратно пропорционально отношению их рангов. Первыми провели комплексные исследования на примере 44 стран К. Розен и М. Резник. Апробация закона Ципфа показала, что наибольший индекс Парето имеет место в Австралии (1,9), наименьший характерен для Марокко (0,8). Исследователи утверждают, что в Австралии индекс завышен, и относят этот случай к исключениям. Если убрать из выборки Австралию, то лидером по индексу Парето становится Нигерия – 1,5 [4].

Одноэтапную структурную модель для объяснения размера города, апробация которой проводилась на 121 городе США с численностью населения больше 100 тыс. чел., предлагает Т. Камерон. Исследователь заключает, что размер города зависит от многих факторов, одним из которых является расстояние до столичных центров [5].

Закономерности иерархии городов сформулировал П. Кругман [6]. В результате анализа действия закона Ципфа для эмпирической закономерности и неадекватности существующих теорий городов он ввел понятие «тайна иерархии городов». Закон Ципфа, утверждает К. Габаикс, для городов является образцом закона агломераций, который выражает наиболее точную закономерность в экономике. Он распространяется практически на все страны и временные промежутки. Ученый пишет, что закон Ципфа должен служить предпосылкой для закона о росте городов на местном уровне. Исследователь определяет две группы объяснения этого закона: экономические предпосылки и случайные процессы. Экономическое объяснение основывается на балансировании транспортных издержек, положительном и отрицательном внешнем влиянии, разнице в производительности. Основная проблема этого разделения заключается в том, что сложно увидеть, как различные экономические структуры (США в 1991 г. и Индия в 1911 г.) производят одинаковую балансировку сил. В рамках этой теории не возникает предпосылок для использования закона Ципфа.

Модель, которая определяет роль пространственного распределения в создании закона Ципфа, предлагает Ю. Мансури [7] (апробирует в США). В модели распределение по размерам городов достигает допустимого равновесия. Автор расширяет функции модели за счет включения внешних эффектов.

В то же время З. Хи и Р. Харрисс утверждают, что закон Ципфа соблюдается в большинстве стран.

Концепция распределения размеров городов требует учета влияния междугородних взаимосвязей на процесс экономического роста [8].

Исследователи Н. Маура и М. Рибейро называют закон Ципфа проявлением динамики сложных систем: «Демографическое распределение индивидуумов по поверхности земли, имеющее резкие пики концентрации населения в городах, чередующихся с относительно большими протяженностями, где плотность населения гораздо ниже, следует степенному закону типичной динамики сложных систем» [9].

Динамичную модель для измерения размера города с использованием закона Ципфа разработали Л. Бенгуин и Е. Блюменфелд-Липертхал [10]. Эта модель базируется на основе двух факторов: случайном мультипликативном росте и увеличении числа городов. Авторы выделяют такие особенности модели, как адаптация к различным условиям и влияние времени на городскую систему.

Геопространственную перспективу справедливости закона Ципфа на городах США изучают Б. Джеинг и Т. Джиа [11]. Результаты их исследований подтверждают соблюдение закона Ципфа на территории всей страны. Ученые заключают, что города соответствуют степенному распределению, коэффициент Ципфа варьируется около единицы.

Закон Ципфа на городах Чувашской Республики проверили В.В. Андреев, В.Ю. Лукиянова<sup>1</sup>, которые показали выполнение закона Ципфа для ряда городских округов. Если же в выборку включить Чебоксарский городской округ, то наблюдается нарушение закона Ципфа.

### Методология исследования

Закон Ципфа, касающийся распределения размера городов, обычно представлен нелинейной зависимостью между рангов города  $r$  и его размером  $s$ , иногда это правило называют «ранг-размер». Его можно записать следующей формулой:  $S = r^{-1}$ .

Соответственно размер города  $s$  будет равен 1, 1/2, 1/3 и т.д., если ранг города  $r$  равен 1, 2, 3. Самый крупный город в два раза больше следующего по

<sup>1</sup> Андреев В.В., Лукиянова В.Ю. Проверка закона Гибрата для населенных пунктов Чувашской Республики // Вестник Чувашского университета. 2015. № 1. С. 154–161.

рангу и в три раза больше третьего по рангу и т.д. Это уравнение носит общий характер для экономических явлений в распределении доходов и размеров фирм [12].

Степенное выражение закона Ципфа представлено следующим образом:

$$y = kx^{-\alpha},$$

где  $k$  – константа;

$x$  – количество;

$\alpha$  – экспонента степенного закона.

Этот закон известен как распределение Парето. Итальянский ученый В. Парето рассматривал распределение благосостояния между регионами и определил, что оно крайне неравномерно: 20% населения владеют 80% блага (богатства), и 80% населения – только 20% блага – правило «богатый богатеет».

Для определения степенной функции Б. Джеинг и Т. Джиа предлагают построить логарифмическую шкалу, которая должна представлять прямую линию [11]:  $\ln(y) = -\alpha \ln(x) + \ln(k)$ .

Закон Ципфа или Парето-распределение представляет собой выражение степенного закона. Значение экспоненты  $\alpha$  степенной функции определяют методом наименьших квадратов, также известен метод систематического смещения. В связи с тем что функция степенного распределения не всегда сопоставима с другими видами распределения, такими как логарифмически нормальное распределение и экспоненциальное распределение, очень сложно выдвигать какие-либо гипотезы относительно этого закона.

Правдоподобные методы были предложены М. Голдстеином [13], М. Невманом [14], которые основываются на тесте Колмогорова – Смирнова для определения распределения по степенному закону. Эти методы используются не только для того, чтобы соответствовать данным (или части данных) по степенному закону, но и для определения, насколько эти данные подходят в сравнении с другими видами распределения. Показатель задается следующей формулой [11]:

$$\alpha = 1 + n \left[ \sum \ln \frac{x_i}{x_{\min}} \right]^{-1},$$

где  $\alpha$  – оцениваемая экспонента;

$x_{\min}$  – минимальное значение, которое достигает распределение по степенной функции.

В законе Ципфа экспонента равняется единице.

Тест Колмогорова – Смирнова, модифицированный А. Клаизетом [15], позволяет достичь максимального соответствия: размер городов подходил к закону о степенном распределении. Основная идея – максимальное расстояние  $\delta$  между данными по кумулятивной функции плотности и построенной моделью:

$$\delta = \max |f(x) - g(x)|, x > x_{\min},$$

где  $f(x)$  – кумулятивная функция синтетических данных со значением не меньше  $x_{\min}$ ;

$g(x)$  – кумулятивная функция степенного закона распределения, которая наилучшим образом соответствует условию  $x > x_{\min}$ .

### Информационная база исследования

Для проверки закона Ципфа в городах Российской Федерации авторы использовали данные Федеральной службы государственной статистики за 2014 г. Объектом исследования являются города Российской Федерации в рамках федеральных округов и страны в целом. В выборку были включены населенные пункты, имеющие статус города в 2014 г. В итоге была сформирована выборка, включающая 1 123 города, численность населения которых варьирует от 1 тыс. чел. до 12 108,3 тыс. чел. На следующем этапе исследования выполняемость закона Ципфа проверялась на городах, численность населения которых свыше 100 тыс. чел. Ввиду того что на территории отдельного федерального округа число городов с численностью свыше 100 тыс. чел. незначительно, для экономического анализа проверка действия закона Ципфа проводилась в целом для Российской Федерации.

### Результаты исследования

Проведем классификацию городов России по численности населения следующим образом:

- малые – численность населения до 20 тыс. жителей;
- средние – от 20 до 100 тыс. жителей;
- большие – от 100 до 250 тыс. жителей;
- крупные – от 250 тыс. до 1 млн жителей.

С учетом этой классификации проанализируем города Российской Федерации в 2014 г. (табл. 1).

На территории России большее число городов имеет средний размер. В ряде округов преобладают малые города: в Центральном федеральном округе – 45% от общего числа, Северо-Западном федеральном округе – 56%. Результаты анализа свидетельствуют, что в среднем число малых и средних городов в пять раз превышает число больших и крупных. Для расчетного аппарата в исследовании используем метод наименьших квадратов и определим экспоненту распределения.

Графики, отражающие проявление закономерности «ранг-размер» (закон Ципфа) в городах на региональном и национальном уровнях России, представлены на рис. 1.

В Центральном федеральном округе распределение численности населения соответствует закону Ципфа, за исключением очень маленьких городов (1 000–6 000 чел.) и девяти наиболее крупных городов (408 500–1 014 600 чел.). Примечательно, что Москва попадает под действие закона Ципфа. Таким городам, как Воронеж, Ярославль, Рязань, Липецк, Тула, Курск, Тверь, Иваново, Брянск, необходимо увеличить численность жителей.

В Северо-Западном федеральном округе под действие закона Ципфа не попадают маленькие города с численностью от 1 200 до 5 800 чел., крупные города – от 187 300 до 448 500 чел. Под действие закона Ципфа попадает Санкт-Петербург, при этом численность его населения могла быть и меньшей.

В Южной федеральном округе складывается следующая ситуация: маленькие города (9 000–18 000 чел.) не соответствуют распределению по закону Ципфа. Крупным городам – Ростову-на-Дону (1 109 800 чел.) и Волгограду (1 018 000 чел.) – целесообразно увеличить численность населения.

В отношении Северо-Кавказского федерального округа отметим, что таким крупным городам, как Махачкала (578 300 чел.), Ставрополь (419 800 чел.), Владикавказ (307 300 чел.), большим – Пятигорск (146 000 чел.) и Хасавюрт (135 300 чел.) необходимо увеличить численность населения. Не попадают под действие закона Ципфа в Северо-Кавказском федеральном округе малые города с численностью населения от 4 800 чел. до 10 400 чел.

На территории Приволжского федерального округа исключением из закона Ципфа являются малые города с численностью населения от 2 100 до 5 800 чел., крупные города – от 1 096 700 до 1 263 900 чел. (Нижний Новгород, Казань, Самара, Уфа).

В Уральском федеральном округе яркое несоответствие закону Ципфа отмечается в Екатеринбурге (1 412 300 чел.) и Челябинске (1 169 400 чел.). Увеличение численности населения необходимо таким городам, как Тюмень (679 900 чел.), Магнитогорск (414 900 чел.), Нижний Тагил (357 300 чел.), Сургут (332 300 чел.). Численность населения малых городов, не соответствующих закону «ранг-размер», варьируется от 8 000 до 16 100 чел.

В Сибирском федеральном округе под действие закона Ципфа не попадают маленькие города (1 900–8 600 чел.) и крупные – Новосибирск (1 547 900 чел.), Омск (1 166 100 чел.), Красноярск (1 035 500 чел.), Барнаул (632 800 чел.), Иркутск (613 000 чел.).

На территории Дальневосточного федерального округа закон Ципфа проявляется в маленьких городах с численностью населения от 9 400 до 11 800 чел., в средних – от 58 800 до 94 300 чел. и большом – г. Артем (102 400 чел.). На все остальные города федерального округа закон Ципфа не распространяется.

При проверке действия закона Ципфа в целом для городов России было выявлено, что закон распространяется на малые города с численностью населения от 8 600 до 15 300 чел., крупные – от 66 700 до 331 000 чел.

По результатам анализа городов с численностью населения более 100 тыс. чел. можно сделать вывод, что под действие закона Ципфа не попадают города с численностью населения свыше миллиона человек (исключением является Санкт-Петербург).

Результаты анализа проверки закона Ципфа в городах России представлены в табл. 2.

Авторы исследовали проявления закона Ципфа отдельно в каждом федеральном округе Российской Федерации в 2014 г. В целом проявление закона Ципфа имеет место на всей территории России. По округам коэффициент Ципфа варьирует в диапазоне от  $-0,65$  (Дальневосточный федеральный округ) до  $-0,9$  (Уральский и Северо-Кавказский федеральные округа). Предполагаем, что равномерность иерархии городов Уральского и Северо-

Кавказского федеральных округов обусловлена тем, что на Урале 139 городов расположены на территории площадью 1 789 тыс. км<sup>2</sup>, на Кавказе – 56 городов на 170 тыс. км<sup>2</sup>. На Дальнем Востоке расположение городов сильно разрежено – 66 городов на площади 6 000 тыс. км<sup>2</sup> (коэффициент Ципфа составляет  $-0,65$ ).

В результате проведенного анализа по выборке городов России численностью населения свыше 100 тыс. чел. получили значение коэффициента Ципфа, равное  $-1,13$ , что отражают равномерность распределения анализируемых городов на территории РФ в целом. Высокие значения  $R^2$  (около 0,9) указывают на наличие сильной связи «ранг-размер».

### Заключение

В работе проверена выполняемость закона Ципфа на региональном и национальном уровнях в России в 2014 г. В исследование были включены населенные пункты, имеющие статус «город», с численностью населения в 2014 г. от 1 до 12 108,3 тыс. чел. Отдельно был проведен анализ по выборке городов с численностью свыше 100 тыс. чел.

Выявлено, что закон Ципфа выполняется на территории Российской Федерации в разной степени. Анализируя отдельно федеральные округа, определено, что под действие этого закона не попадают малые города с численностью населения от 1 000 до 18 000 чел. и крупные – от 135,3 до 5 132 тыс. чел. Примечательно, что Москва в Центральном федеральном округе соответствует закону Ципфа. При проверке закона Ципфа в целом для городов России обнаружено, что закон выполняется для малых (8 600–15 300 чел.) и крупных городов (66 700–331 000 чел.). Интерес представляет выборка из городов, численность населения которых превышает 100 000 чел. В этой группе закон Ципфа не выполняется для городов, численность населения которых больше 1 млн чел. (исключением является Санкт-Петербург).

По России коэффициент Ципфа варьирует от  $-0,64$  (Дальневосточный федеральный округ) до  $-0,9$  (Уральский и Северо-Кавказский федеральные округа). При анализе выборки городов с численностью населения свыше 100 тыс. чел. коэффициент Ципфа составил  $-1,13$ , что указывает на равномерность иерархии городов в данной выборке. Результатом проведенных исследований стало подтверждение гипотезы о наличии зависимости коэффициента Ципфа от размеров географической территории федерального округа.

Таблица 1

Классификация городов России по численности населения в 2014 г.

Федеральный округ	Малые города, до 20 тыс. чел.		Средние города, 20–100 тыс. чел.		Большие города, 100–250 тыс. чел.		Крупные города, 250–1 000 тыс. чел.	
	Количество, ед.	Доля, %	Количество, ед.	Доля, %	Количество, ед.	Доля, %	Количество, ед.	Доля, %
Центральный	139	45	124	40	27	9	17	6
Северо-Западный	84	56	53	36	4	3	7	5
Южный	19	24	43	53	9	12	8	11
Северо-Кавказский	7	13	35	62	9	16	5	9
Приволжский	71	36	95	47	15	8	17	9
Уральский	32	23	86	62	11	8	10	7
Сибирский	44	34	65	50	11	8	10	8
Дальневосточный	30	46	26	39	6	9	4	6
Всего...	426	38	527	47	92	8	78	7

Таблица 2

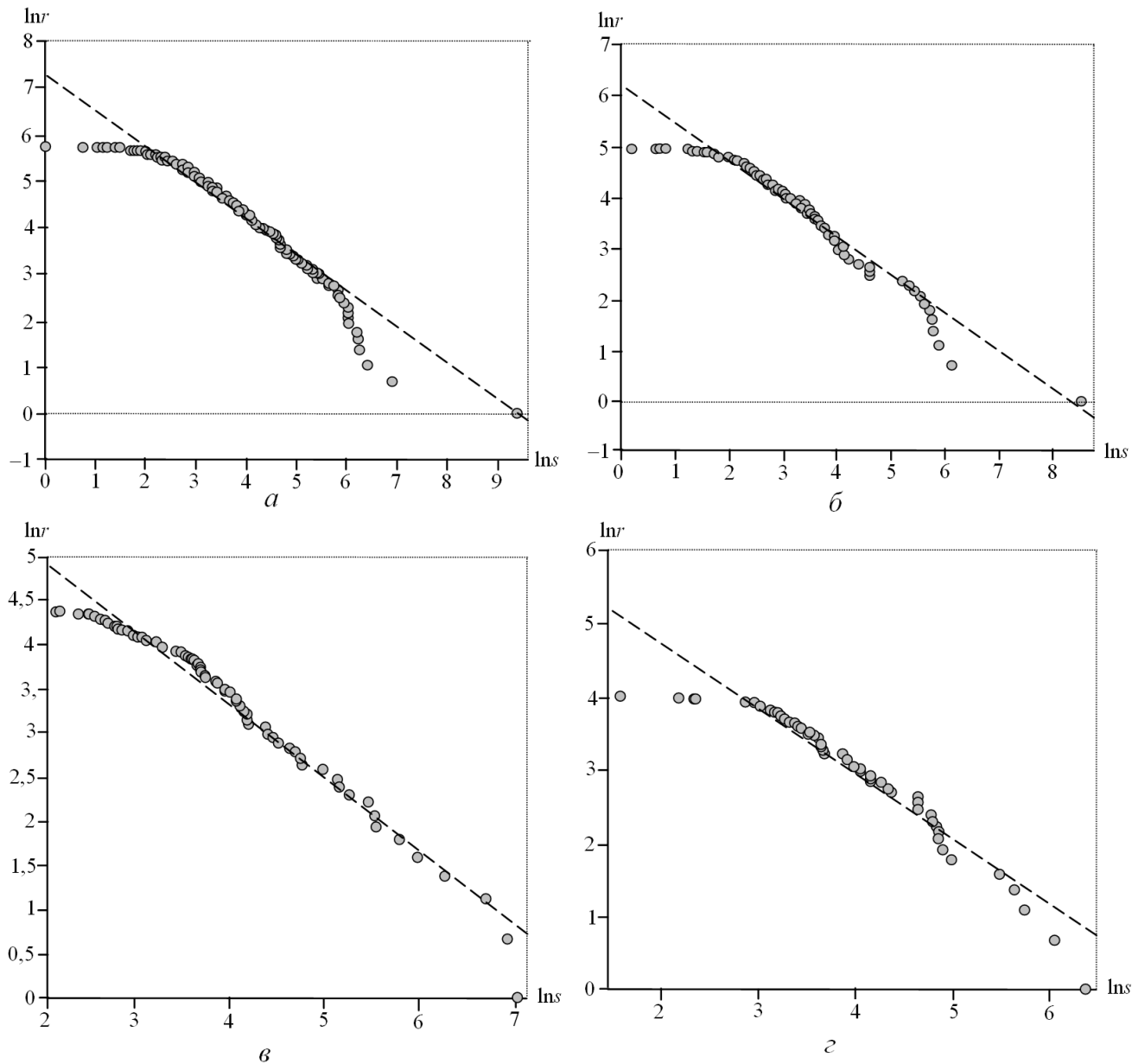
Результаты проверки закона Ципфа в городах России по федеральным округам в 2014 г.

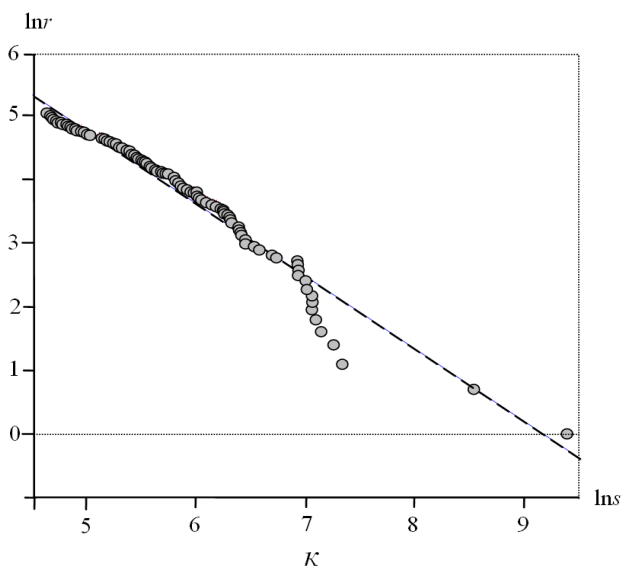
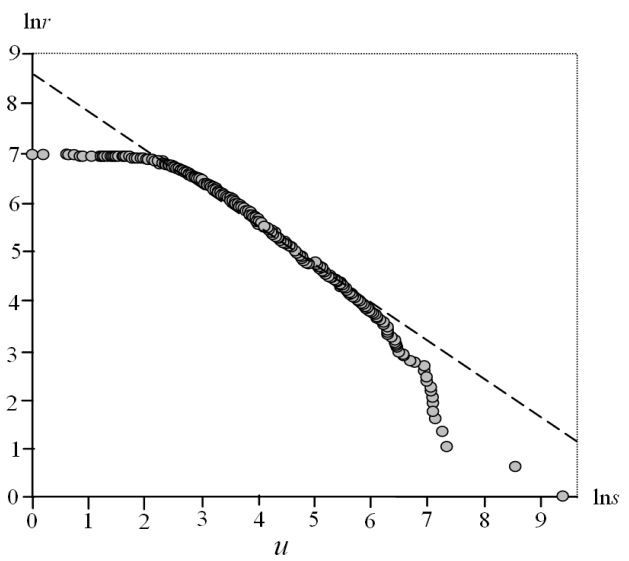
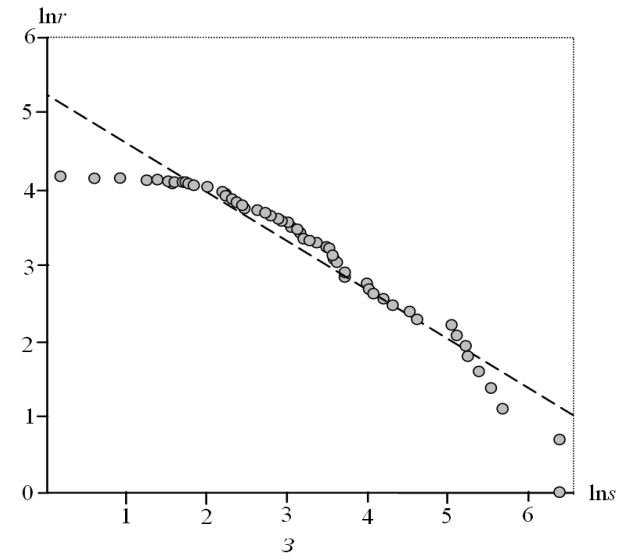
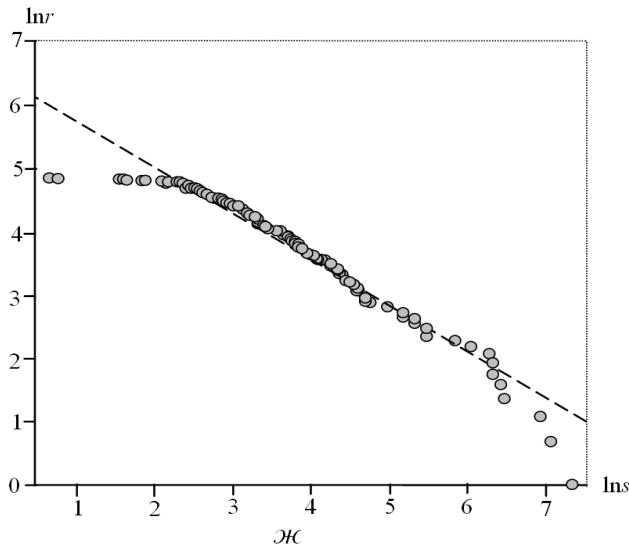
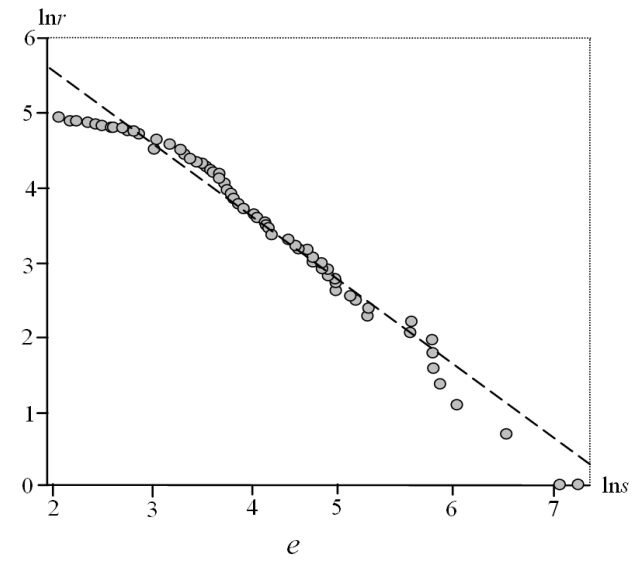
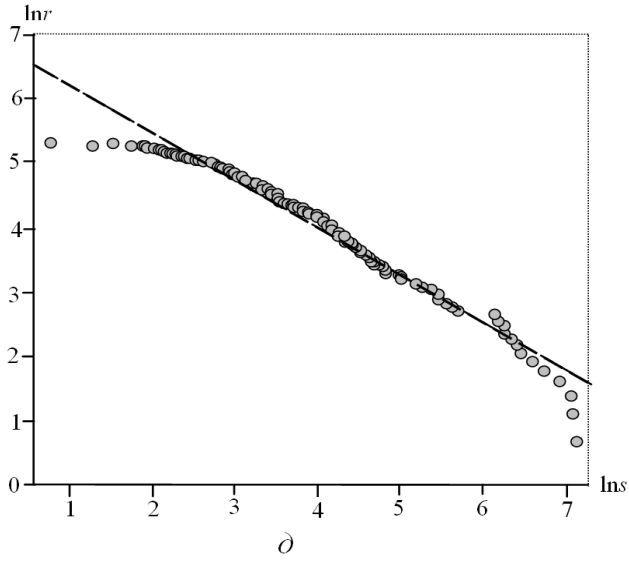
Федеральный округ	Количество, ед.	Площадь округа, тыс. км <sup>2</sup>	Минимальная численность населения, тыс. чел.	Максимальная численность населения, тыс. чел.	Коэффициент Ципфа
Центральный	307	650	1	12 108,3	–0,76
Северо-Западный	148	1 677,9	1,2	5 132	–0,7
Южный	79	421,3	9	1 109,8	–0,82
Северо-Кавказский	56	170	4,8	578	–0,9
Приволжский	198	1 037	2,1	1 096,7	–0,73
Уральский	139	1 789	8	1 169,4	–0,9
Сибирский	130	5 114,8	1,9	1 547,9	–0,7
Дальневосточный	66	6 000	1,2	603,2	–0,65
Всего...	1 123	16 860	1	12 108,3	–0,77

Рисунок 1

Зависимость «ранг-размер» для городов России в целом и по федеральным округам

*a* – Центральный федеральный округ; *б* – Северо-Западный федеральный округ; *в* – Южный федеральный округ; *г* – Северо-Кавказский федеральный округ; *д* – Приволжский федеральный округ; *е* – Уральский федеральный округ; *ж* – Сибирский федеральный округ; *з* – Дальневосточный федеральный округ; *и* – города России, всего; *к* – города России с численностью населения свыше 100 тыс. чел.







### Список литературы

1. *Beckmann M.J.* Lectures on Location Theory. Berlin, Springer-Verlag, 1999.
2. *Brakman S., Garretsen H., van Marrewijk C., van den Berg M.* The Return of Zipf: Towards a Further Understanding of the rank-size distribution // *Journal of Regional Science*. 1999. № 39(1). P. 182–213.
3. *Auerbach F.* Das gesetz der bevölkerungskonzentration // *Petermanns Geographische Mitteilungen*. 1913. № 59. P. 74–76.
4. *Rosen K.T., Resnick M.* The Size Distribution of Cities: An Examination of the Pareto Law and Primacy // *Journal of Urban Economics*. 1980. Vol. 8. P. 165–186.
5. *Cameron T.A.* One-stage structural models to explain city size // *Journal of Urban Economics*. 1990. № 27. P. 294–307.
6. *Krugman P.* Confronting the Mystery of Urban Hierarchy // *Journal of the Japanese and International Economies*. 1996. № 10. P. 399–418.
7. *Mansury Yu., Gulyas L.* The emergence of Zipf's Law in a system of cities: An agent-based simulation approach // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2007. Vol. 31. Iss. 7. P. 2438–2460.
8. *Xu Z., Harriss R.* A Spatial and Temporal Autocorrelated Growth Model for City Rank–Size Distribution // *Urban Studies*. 2010. Vol. 47. Iss. 2. P. 321–335.
9. *Moura N.J., Ribeiro M.B.* Zipf law for Brazilian cities // *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2006. Vol. 367(C). P. 441–448.
10. *Benguiguia 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). P. 613–627.
11. *Jiang B., Jia T.* Zipf's law for all the natural cities in the United States: a geospatial perspective // *International Journal of Geographical Information Science*. 2011. Vol. 25. № 8. P. 1269–1281.
12. *Alperovich G.* The Size Distribution of Cities: On the Empirical Validity of the Rank-Size Rule // *Journal of Urban Economics*. 1984. Vol. 16. Iss. 2. P. 232–239.
13. *Goldstein M.L., Morris S.A., Yen G.G.* Problems with fitting to the power law distribution // *The European Physical Journal B*. 2004. Vol. 41. P. 255–258.
14. *Newman M.E.J.* Power laws, Pareto distributions and Zipf's law // *Contemporary Physics*. 2005. Vol. 46. № 5. P. 323–351.
15. *Clauset A., Shalizi C.R., Newman M.E.J.* Power-law distributions in empirical data // *SIAM Review*. 2009. № 51. P. 661–703.

## ANALYZING THE EFFECT OF THE ZIPF'S LAW IN RUSSIAN CITIES

Svetlana N. RASTVORTSEVA<sup>a,\*</sup>, Inna V. MANAEVA<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Belgorod National Research University, Belgorod, Russian Federation  
srastvortseva@gmail.com

<sup>b</sup> Belgorod National Research University, Belgorod, Russian Federation  
in.manaeva@yandex.ru

\* Corresponding author

### Article history:

Received 4 August 2015

Accepted 30 September 2015

**JEL classification:** R12

**Keywords:** location theory, Zipf's Law, rank-size distribution, Russian cities

### Abstract

**Subject** Pursuing the socio-economic policy in regions requires understanding the processes of concentration of resources, population, enterprises in certain territories, mostly, in cities. Recent studies show increasing interest of economists in the Zipf's Law manifestation in the regional system, and cities distribution under the rank-size principle.

**Objectives** The aims are to test the Zipf's Law in Russian cities, to support or reject the hypothesis that in Russia the Zipf coefficient depends on the size of the geographical territory of the federal district.

**Methods** We used the least square method to analyze the Zipf's Law in Russian cities in general, and in each federal district, in particular. The sampling includes 1,123 Russian cities with population over 1,000 people in 2014.

**Results** The Zipf's Law manifests in the entire territory of the Russian Federation. In federal districts, the Zipf coefficient ranges from -0.65 (the Far Eastern Federal District) to -0.9 (the Ural and North Caucasian Federal Districts). The analysis of the sampling of cities with population over 100 thousand people demonstrated -1.13 Zipf's coefficient.

**Conclusions** The test of the Zipf's Law for Russian cities shows that it is valid for small (8,600–15,300 people) and large cities (66,700–331,000 people). The Zipf's Law fails for cities with population exceeding one million people (except for the city of St. Petersburg). The study supports the hypothesis on dependence of the Zipf coefficient on the size of a federal district.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

### Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 15-36-20012.

### References

1. Beckmann M.J. Lectures on Location Theory. Berlin, Springer-Verlag, 1999.
2. Brakman S., Garretsen H., Van Marrewijk C., Van Den Berg M. The Return of Zipf: Towards a Further Understanding of the Rank-Size Distribution. *Journal of Regional Science*, 1999, no. 39(1), pp. 183–213.
3. Auerbach F. Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 1913, no. 59, pp. 74–76.
4. Rosen K.T., Resnick M. The Size Distribution of Cities: An Examination of the Pareto Law and Primacy. *Journal of Urban Economics*, 1980, vol. 8, pp. 165–186.
5. Cameron T.A. One-Stage Structural Models to Explain City Size. *Journal of Urban Economics*, 1990, no. 27, pp. 294–307.
6. Krugman P. Confronting the Mystery of Urban Hierarchy. *Journal of the Japanese and International Economies*, 1996, no. 10, pp. 399–418.
7. Mansury Yu., Gulyás L. The Emergence of Zipf's Law in a System of Cities: An Agent-Based Simulation Approach. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2007, vol. 31, iss. 7, pp. 2438–2460.
8. Xu Z., Harriss R. A Spatial and Temporal Autocorrelated Growth Model for City Rank-Size Distribution. *Urban Studies*, 2010, vol. 47, iss. 2, pp. 321–335.

9. Moura N.J., Ribeiro M.B. Zipf Law for Brazilian Cities. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2006, vol. 367(C), pp. 441–448.
10. 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.
11. Jiang B., Jia T. Zipf's Law for All the Natural Cities in the United States: A Geospatial Perspective. *International Journal of Geographical Information Science*, 2011, vol. 25, no. 8, pp. 1269–1281.
12. Alperovich G. The Size Distribution of Cities: On the Empirical Validity of the Rank–Size Rule. *Journal of Urban Economics*, 1984, vol. 16, iss. 2, pp. 232–239.
13. Goldstein M.L., Morris S.A., Yen G.G. Problems with Fitting to the Power-law Distribution. *The European Physical Journal B*, 2004, vol. 41, pp. 255–258.
14. Newman M.E.J. Power Laws, Pareto Distributions and Zipf's Law. *Contemporary Physics*, 2005, vol. 46, no. 5, pp. 323–351.
15. Clauset A., Shalizi C.R., Newman M.E.J. Power-law Distributions in Empirical Data. *SIAM Review*, 2009, no. 51, pp. 661–703.