

Анализ территориального распределения населения в субъектах Северо-Кавказского федерального округа

Андреев В.В., кандидат физико-математических наук, доцент,
Институт перспективных исследований ФГБОУ ВО «Московский
педагогический государственный университет», Москва, Россия
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, Россия

Аннотация. Выполненная на основе данных всероссийской переписи населения 2010 года проверка законов Гибрата и Ципфа показала, что территориальное распределение населения в субъектах Северо-Кавказского федерального округа им не подчиняется. Во всех субъектах наблюдается существенный перекося в территориальном распределении населения: значительная его часть проживает в столицах, а половина населения субъекта – в нескольких крупных городах (от 2 до 23). При этом отсутствует какое-либо существенное движение населения из одних субъектов в другие.

Ключевые слова: закон Гибрата, закон Ципфа, распределение Парето, миграция населения, дисбаланс территориального распределения населения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-00631.

Analysis of people territorial distribution in regions of the North-Caucasian Federal District

Andreev V.V., candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor
Russian Institute for Advanced Study of the Moscow Pedagogical State University,
Moscow, Russia
Chuvash State University, Cheboksary, Russia

Annotation. Test of Gibrat and Zipf laws, performed on the base of data of All-Russian Population Census of 2010, has shown that in the North-Caucasian Federal District regions the people territorial distribution does not conform to these laws. In all regions significant distortion in people territorial distribution is observed and a significant part of them lives in capitals, and also the half of regions population lives in several large cities (from 2 to 23). At the same time, there is no significant people movement from one region to another.

Keywords: Gibrat's law, Zipf's law, Pareto distribution, population migration, imbalance of people territorial distribution.

The work was supported by Russian Foundation for Basic Research (RFBR) in framework of the scientific project № 19-010-00631.

Введение

Знание территориального распределения населения и тенденций его изменения как в стране в целом, так и в каждом из субъектов Федерации важно при разработке программ социально-экономического развития [1- 3]. На разных временных этапах развития распределение жителей по населённым пунктам может подчиняться различным статистическим законам. Логнормальное распределение соответствует равновесной устоявшейся ситуации в стране или регионе [4]. При этом распределение жителей по крупнейшим городам с определённой точностью подчиняется закону Ципфа [5- 7]. В исследованиях [1- 3] было установлено, что в Приволжском федеральном округе (ПФО), а также в России в целом, распределение населения по городам и поселениям не подчиняется законам Гибрата и Ципфа. Аналогичные исследования, выполненные для США [6, 7], свидетельствуют, что логнормальный закон распределения жителей по населённым пунктам выполняется хорошо.

В данной работе на основе этих законов проанализировано территориальное распределение населения в Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО). Мотивация такого исследования состоит ещё в том, что СКФО

является одним из проблемных по количеству ежегодно совершаемых преступлений террористической направленности [8].

Теоретическое обоснование и методология исследования

Подробно вопросы теоретического обоснования методологии исследования изложены в предыдущей работе [2]. В качестве исходных для анализа использованы данные всероссийской переписи населения 2010 года¹. По этим данным построены гистограммы распределения жителей по населённым пунктам в каждом из субъектов СКФО. На гистограммах по оси абсцисс отложен десятичный логарифм $\lg N$ от численности населения N в различных населённых пунктах. Интервал значений десятичных логарифмов от минимальной до максимальной величины разбит на m подинтервалов с равномерным шагом:

$$h = (\lg(N_{\max}) - \lg(N_{\min})) / m. \quad (1)$$

Затем для каждого подинтервала $[\lg(N_{\min}) + (i-1)h, \lg(N_{\min}) + ih)$, $i = 1, \dots, m$ определялось количество населённых пунктов M_i , десятичные логарифмы от численности населения которых принадлежат данному подинтервалу. При этом последний подинтервал при $i = m$ является закрытым, т.е. $[\lg(N_{\min}) + (m-1)h, \lg(N_{\min}) + mh]$. Гистограммы получены при $m = 40$.

Для каждой гистограммы проверялась гипотеза о нормальном законе распределения случайной величины $\lg N$ с применением критерия согласия Пирсона (χ^2 -критерия) при уровне значимости $\alpha = 0.005$. При этом случайная величина N распределена логнормально и плотность вероятности распределения этой случайной величины задаётся формулой:

$$\rho(N) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma N}} \exp\left(-\frac{(\ln N - \mu)^2}{2\sigma^2}\right). \quad (2)$$

Для крупнейших по численности жителей городов и поселений каждого из субъектов СКФО проверялся закон Ципфа. Для этого строилось уравнение линейной регрессии, вывод которого имеется, в частности, в работе [2]:

¹ Портал всероссийской переписи населения 2010.
http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm

$$\lg N = A - a \lg R. \quad (3)$$

Здесь R – ранг города при их ранжировании по убыванию численности проживающих в них жителей; $a=1/k$ – параметр Ципфа; $A = a \lg M_m + \lg N_m$. Параметр $k > 0$ является показателем степени в функции плотности вероятности распределения случайной величины (распределения Парето):

$$\rho(N) = \begin{cases} \frac{kN_m^k}{N^{k+1}}, & N \geq N_m \\ 0, & N < N_m \end{cases}. \quad (4)$$

В случае распределения случайной величины в соответствии с законом Ципфа $a=1$ (т.е. $k=1$ в формуле (4)). В выражении для A через M_m обозначено количество населённых пунктов, численность населения которых равно или превышает значение N_m .

Из уравнения (3) при $a=1$ следует закон Ципфа:

$$\frac{\text{Численность населения города A}}{\text{Численность населения города B}} = \frac{\text{Ранг города B}}{\text{Ранг города A}}. \quad (5)$$

Если в уравнении линейной регрессии вида (3) $a > 1$, то наблюдается концентрация населения по крупным городам [2]. В противном случае $a < 1$ население непропорционально много рассеяно по малым и средним городам, а роль крупных городов в качестве системообразующих элементов занижена.

Результаты и их анализ

Анализ территориального распределения населения в субъектах СКФО

Гистограммы распределения жителей по поселениям в субъектах СКФО приведены на рис. 1. В результате проверки гипотезы о нормальном законе распределения случайной величины $\lg N$ с помощью критерия согласия Пирсона при уровне значимости $\alpha = 0.005$ было установлено, что она отвергается для всех субъектов СКФО. На рис. 1б, соответствующем Республике Ингушетия, можно обнаружить три группы поселений, подчиняющихся на отрезке $[B_i, B_i]$ равномерному закону распределения с плотностью вероятности

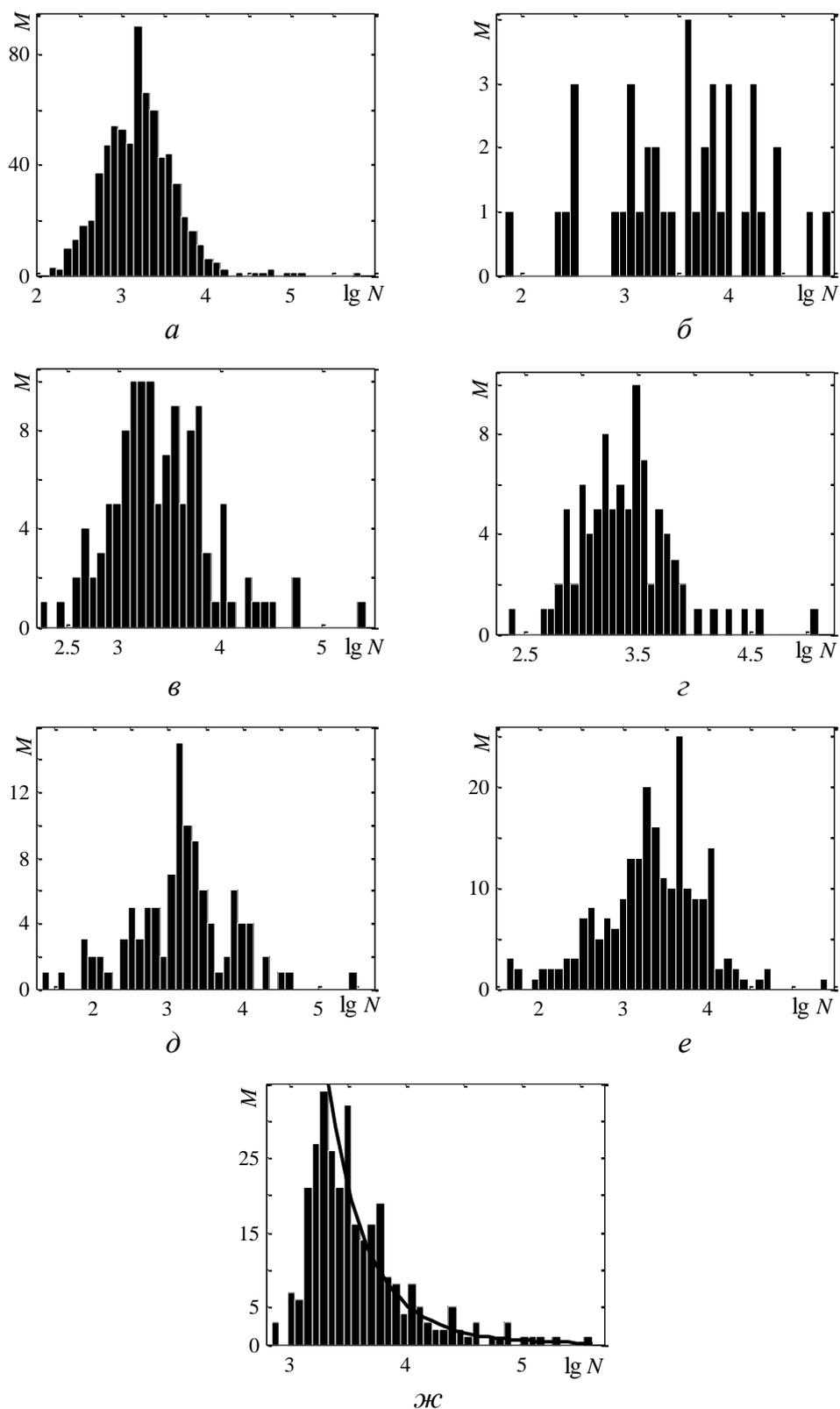


Рис. 1 – Гистограммы распределения жителей по населённым пунктам в субъектах СКФО: Республика Дагестан (а); Республика Ингушетия (б); Кабардино-Балкарская Республика (в); Карачаево-Черкесская Республика (г); Республика Северная Осетия (д); Чеченская Республика (е); Ставропольский край (ж). Сплошная кривая (ж) описывается уравнением (6)

$$\rho(\lg N) = \begin{cases} 0, & \lg N < B_i \\ \frac{1}{B_i - B_{i-1}}, & B_i \leq \lg N \leq B_{i+1} \\ 0, & \lg N > B_i \end{cases} \quad (6)$$

Здесь $i = 1, 2, 3$ – номер группы.

Интересная особенность наблюдается также на рис. 1ж, соответствующем Ставропольскому краю. В данном случае доля ступенек гистограммы, формирующих левую спадающую ветвь функции плотности вероятности распределения, крайне мала. Сплошная линия на этой гистограмме описывается формулой:

$$\rho_1(\lg N) = 131.32(3.3)^{9.38} / (\lg N)^{10.38}. \quad (7)$$

Площадь гистограммы при $\lg N \geq 3.3$ равна $S \approx 14$ и, соответственно, $k \approx 131.32 / 14 \approx 9.38$. Таким образом, это выражение соответствует распределению Парето с параметрами $\lg N_m = 3.3$ и $k = 8$. Если же случайная величина $\lg N$ распределена по Парето (7), то при $\lg N \geq \lg N_m$ в соответствии с уравнением (3) получим:

$$\lg(\lg N) = A_1 - a \lg R. \quad (8)$$

Здесь $A_1 = a \lg M_m + \lg(\lg N_m)$. Зависимость $\lg(\lg N)$ от $\lg R$ для 207 самых крупных городов и поселений Ставропольского края, для которых $\lg N \geq \lg N_m = 3.3$, представлена на рис. 2. Уравнение линейной регрессии (сплошная прямая) имеет вид:

$$\lg(\lg N) = -0.1066 \lg R + 0.7742. \quad (9)$$

Так как параметры a и k связаны между собой формулой $k = 1/a$, то из уравнения (9) имеем $k = 9.3809$. Таким образом, распределение Парето вида (7) может использоваться для приближённой оценки территориального распределения населения в Ставропольском крае при условии $\lg N \geq 3.3$. Из рис. 2 видно, что среди 207 крупнейших городов и поселений Ставропольского края наиболее значительно от уравнения линейной регрессии (9) отклоняются три самые многочисленных города – Ставрополь, Пятигорск и Кисловодск. Численности жителей Ставрополя и Пятигорска относятся как $398754/211078 =$

1.8891, а Ставрополя и Кисловодска – $398754/135368 = 2.9457$. Следовательно, для перечисленных трёх городов неплохо выполняется закон Ципфа (5) и, таким образом, они не подчиняются распределению Парето вида (7).

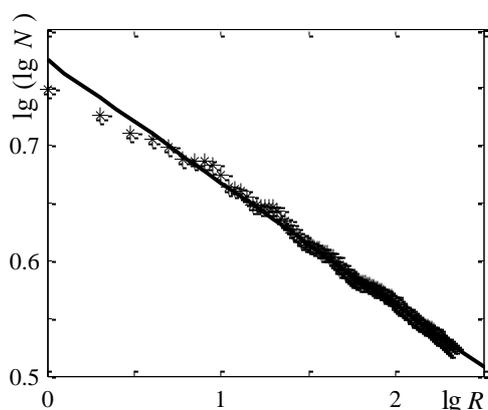


Рис. 2 – Зависимость $\lg(\lg N)$ от $\lg R$ для 207 самых крупных городов и поселений Ставропольского края

Для каждого из субъектов СКФО проанализировано соответствие распределения населения по крупнейшим городам закону Ципфа с применением линейного уравнения регрессии вида (3). Уравнения (3) для каждого из субъектов СКФО представлены на рис. 3, а также в табл. 1. При этом число крупнейших городов в каждом из субъектов СКФО, включённых в выборку для проверки соответствия закону Ципфа, определялось исходя из того, чтобы были охвачены одиночные пики высотой в 1 и 2 единицы в правом «хвосте» гистограмм на рис. 1.

В Махачкале проживали 696885 человек из 2903009 жителей Республики Дагестан (24%). Суммарная численность населения 9 крупнейших городов (из 711), отмеченных на рис. 3а, равнялась 1288721 (44.4%). При этом количество жителей в двух крупнейших городах (Махачкала и Хасавюрт с 131187 жителями) различалось в 5.31 раза против 2 в случае выполнения закона Ципфа. В то же время «звёздочки», соответствующие остальным 7 крупнейшим городам, хорошо согласуются с уравнением линейной регрессии, приведённым в табл. 1 для Республики Дагестан. Следовательно, для оценки распределения жителей по крупным городам и поселениям может использоваться распределение Парето (4) с параметром $k = 1/a = 1/1.2570 = 0.7955$. Параметр Ципфа

$a=1.2570$, больший 1, указывает на то, что присутствовала тенденция концентрации населения по крупным городам.

Из всего населения Республики Ингушетия, составлявшего 412529 человек, в Назрани проживали 93335 жителей (22.63%). В 4 крупнейших поселениях (из 41), отмеченных на рис.3б «звёздочками», проживали 216912 человек (52.58%). При этом отношения численностей жителей для указанных населённых пунктов равны: 1.52 вместо 2 в соответствии с законом Ципфа в случае Назрани и станицы Орджоникидзевская (61598 жителей); 3.01 (это почти точно совпадает с тем, что должно быть при выполнении закона Ципфа) в случае Назрани и Малгобека (31018 жителей); 3.015 против положенных по закону Ципфа 4 в случае Назрани и Карабулака (30961 житель). Однако, увеличив численность жителей Назрани до 120000, а в Малгобеке до 40000, можно достичь выполнения закона Ципфа для перечисленных 4 крупнейших поселений. В данном случае параметр Ципфа меньше единицы ($a=0.8724$, табл. 1), что указывает на рассеяние населения по малым поселениям.

Численность населения Кабардино-Балкарской Республики составляла 859939 человек. В Нальчике проживали 266033 человека (30.94%), а в 8 крупнейших городах и поселениях (из 122) – 500021 житель (58.15%). По численности жителей выделяется столица республики Нальчик, численность проживающего населения в котором превышала аналогичную величину во втором по величине городе Прохладном (59601 человек) в 4.46 раза. При этом по количеству жителей второй и восьмой (Чегем – 18019 человек) по рангу города различаются в 3.31 раза. При точном выполнении закона Ципфа величина этого отношения должна была бы равняться 4. На рис. 3в «звёздочки», соответствующие населённым пунктам с рангами с 3 по 8, достаточно хорошо аппроксимируются уравнением линейной регрессии с параметром Ципфа $a=1.2484$ (табл. 1). Следовательно, распределение жителей по этим городам может оцениваться распределением Парето (4) с параметром $k=1/1.2484=0.801$. Так как $a>1$, имеет место тенденция концентрации населения в крупных городах.

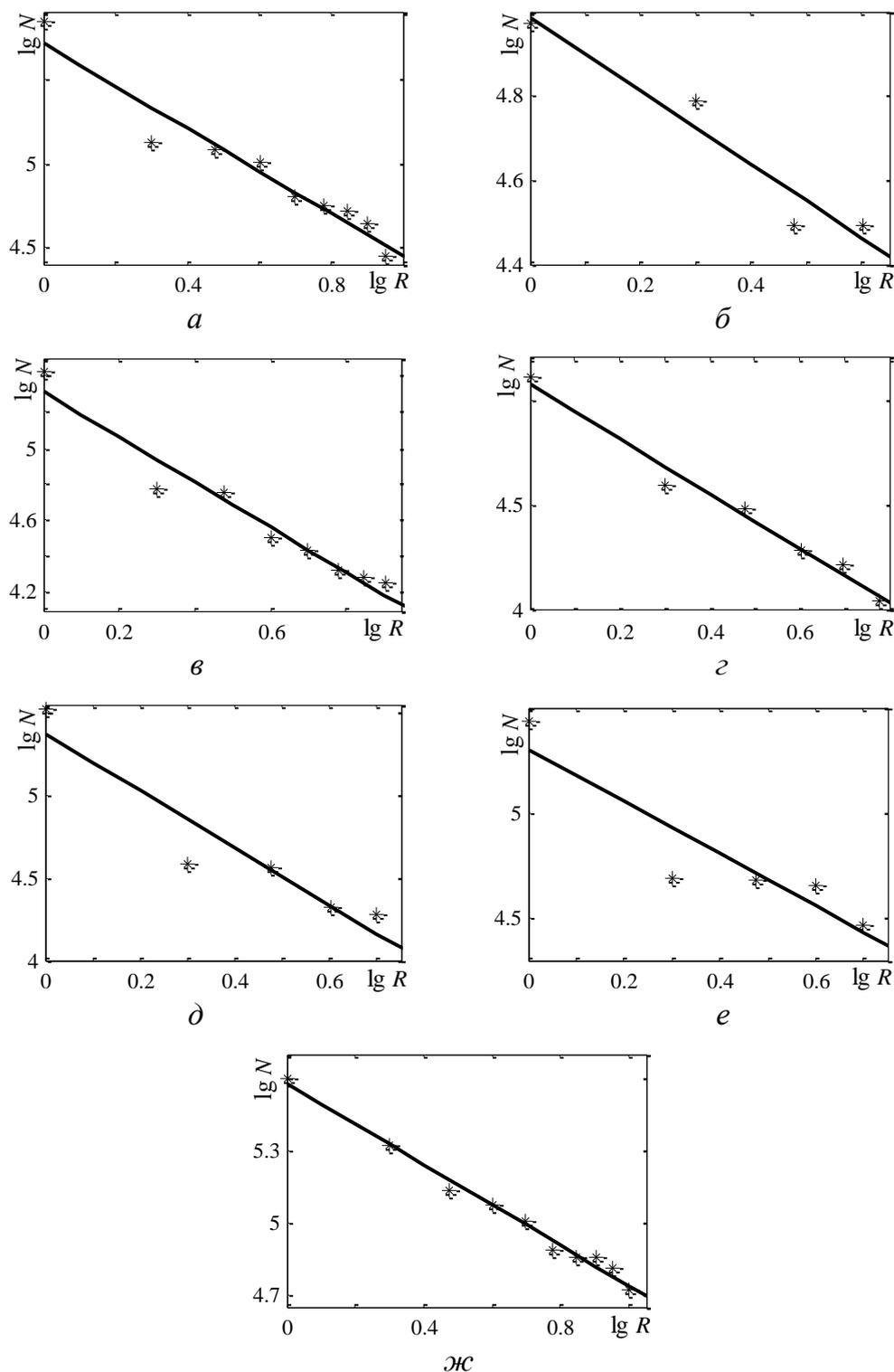


Рис. 3 – Зависимость $\lg N$ от $\lg R$ для крупнейших по численности жителей населённых пунктов субъектов СКФО: Республика Дагестан (а); Республика Ингушетия (б); Кабардино-Балкарская Республика (в); Карачаево-Черкесская Республика (г); Республика Северная Осетия (д); Чеченская Республика (е); Ставропольский край (ж)

В Карачаево-Черкесской Республике из 477859 человек в Черкесске проживали 129069 (27.01%), а в 6 наиболее крупных населённых пунктах (из

90) – 246343 (51.55%) жителя. Количество жителей в двух крупнейших городах – в Черкесске и Карачаевском городском округе (39658 проживающих) – различается в 3.25 раза. При выполнении закона Ципфа это отношение равнялось бы 2. Аналогичное отношение для второго и шестого по рангу городов – Карачаевский городской округ и Сторожевское сельское поселение (11041 житель) – составляет 3.59. В случае справедливости закона Ципфа было бы 3. В целом, уравнение линейной регрессии с параметром Ципфа $a=1.2929$ (табл. 1) неплохо аппроксимирует соответствующие 6 крупнейшим населённым пунктам «звёздочки» на рис. 3г. Распределение населения по этим городам, а также некоторым другим, составляющим правый «хвост», можно оценить с помощью распределения Парето (4) с параметром $k=0.7735$. Также происходит концентрация населения в более крупных городах и поселениях.

Таблица 1

Линейные уравнения регрессии (3) для каждого субъекта СКФО

№ п/п	Субъект СКФО	Уравнение линейной регрессии
1	Республика Дагестан	$\lg N = -1.2570 \lg R + 5.7073$
2	Республика Ингушетия	$\lg N = -0.8724 \lg R + 4.9865$
3	Кабардино-Балкарская Республика	$\lg N = -1.2484 \lg R + 5.3132$
4	Карачаево-Черкесская Республика	$\lg N = -1.2929 \lg R + 5.0733$
5	Республика Северная Осетия	$\lg N = -1.7303 \lg R + 5.3729$
6	Чеченская Республика	$\lg N = -1.2409 \lg R + 5.3025$
7	Ставропольский край	$\lg N = -0.8389 \lg R + 5.5768$

В Республике Северная Осетия с населением 712980 человек во Владикавказе проживали 330148 (46.31%), а в 5 самых крупных по числу жителей населённых пунктах – 445367 (62.47%) человек. Отличительной особенностью является то, что почти половина населения республики проживала в столице – Владикавказе. При этом почти две трети жителей проживали в 5 крупнейших населённых пунктах из 106. Параметр Ципфа в уравнении линейной регрессии (табл. 1) равен $a=1.7303$. Он является наибольшим среди всех субъектов СКФО. Очень высокий уровень концентрации населения в столице республики проявляется также в том, что количество жителей во Владикавказе и в Моздоке (второй по рангу город с населением 38768 человек) различается в 8.52 раза. В то же время, отношение

числа жителей во втором по рагу городе и в пятом Ардоне с количеством жителей 18774 человека равно 2.06 вместо 2.5, которое должно получиться при справедливости закона Ципфа. Из рис.3д можно заключить, что «звёздочки», соответствующие 3 (Беслан с населением 36728 человек), 4 (Алагир с населением 20949 человек) и 5 по рангу городам, хорошо аппроксимируются линейным уравнением с коэффициентом $a=1.7303$. Однако, отклонение городов Владикавказ и Моздок от линии регрессии существенно. Таким образом, распределение населения по вышеперечисленным трём городам может оцениваться распределением Парето (4) с параметром $k=0.5779$.

Численность населения Чеченской Республики составляла 1268989 человек и из них 271573 (21.4%) проживали в Грозном, а 443507 (34.95%) – в 5 крупнейших населённых пунктах из 222. Численность населения в Грозном превышает аналогичный показатель в Урус-Мартане (второй по числу жителей город с населением 49070 человек) в 5.53 раза. Отношение числа жителей во втором по величине города и пятом – Аргун (проживали 29525 человек) – равно 1.66. Следовательно, закон Ципфа не выполняется для крупнейших городов республики. То, что параметр Ципфа $a=1.2409$ (табл. 1) больше 1, указывает на существующее стремление населения проживать в более крупных городах. На рис.3е можно заметить, что «звёздочки», соответствующие городам с рангами с 3 по 5 хорошо аппроксимируются уравнением линейной регрессии (табл. 1). Проверкой с помощью уравнения, приведённого в табл. 1 для Чеченской Республики, можно убедиться, что распределение населения примерно по 10 крупнейшим населённым пунктам (исключая Урус-Мартан и Грозный) можно оценивать по распределению Парето (4) с параметром $k=0.8059$. Аналогичные проверки, суть которых сводится к сравнению того, насколько близки друг к другу десятичные логарифмы от численности жителей населённых пунктов, получаемые по данным всероссийской переписи населения 2010 года и вычисляемые по формулам из табл. 1, могут быть выполнены также и для других субъектов СКФО.

Из 2786281 человека, населяющих Ставропольский край, 398754 (14.31%)

проживали в Ставрополе, а 1302454 (46.74%) – в 10 (из 304) крупнейших городах. Для первых 3 по численности населения городов края неплохо выполняется закон Ципфа. Так, отношение численностей жителей Ставрополя и Пятигорска (211078 человек) равно 1.89, что достаточно близко к точному значению 2, вытекающему из закона Ципфа. Количество жителей в Ставрополе в 2.95 раза выше, чем в третьем по рангу городе Кисловодске с населением 135368 человек. При точном выполнении закона Ципфа было бы 3. В целом совокупность соответствующих 10 крупнейшим городам края «звёздочек» на рис. 3 ж аппроксимируется уравнением линейной регрессии с параметром Ципфа $a=0.8389$ (табл. 1). Следовательно, распределение населения по 10-15 крупнейшим городам может оцениваться с помощью распределения Парето (4) с параметром $k=1.1920$. Из того, что $a < 1$ вытекает преобладающее рассеяние населения в крае по малым городам. Для возникновения сети большего числа крупных городов, подчиняющихся закону Ципфа, необходимо повысить численность населения в трёх крупнейших в настоящее время городах края.

Анализ территориального распределения населения в целом по Северо-Кавказскому федеральному округу

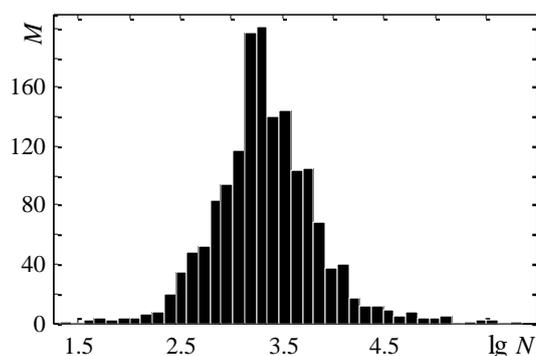


Рис. 4 – Гистограмма распределения жителей СКФО по населённым пунктам

Гистограмма распределения жителей по населённым пунктам в целом по СКФО представлена на рис. 4. Была проверена гипотеза о нормальном законе распределения случайных величин $\lg N$ с помощью критерия согласия Пирсона при уровне значимости $\alpha = 0.005$. Оказалось, что гипотеза отвергается. Таким образом, территориальное распределение населения в целом по СКФО не подчиняется закону Гибрата.

На рис. 5 «звёздочки» соответствуют 40 крупнейшим населённым пунктам СКФО (табл. 2). Уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$\lg N = -0.8891 \lg R + 5.9403 . \quad (10)$$

Таблица 2

Список 40 крупнейших населённых пунктов СКФО

№ п/п (Ранг)	Населённые пункты	Численность жителей	Отношения численности жителей Махачкалы и других населённых пунктов
1	Махачкала	696885	1
2	Ставрополь	398754	1.7477
3	Владикавказ	330148	2.1108
4	Грозный	271573	2.5661
5	Нальчик	266033	2.6195
6	Пятигорск	211078	3.3016
7	Кисловодск	135368	5.1481
8	Хасавюрт	131187	5.3121
9	Черкесск	129069	5.3993
10	Дербент	119200	5.8464
11	Невинномысск	118360	5.8878
12	Ессентуки	100996	6.9001
13	Каспийск	100129	6.9599
14	Назрань	93335	7.4665
15	Минеральные Воды	76728	9.0825
16	Георгиевск	72153	9.6584
17	Михайловск	71562	9.7382
18	Будённовск	64624	10.7837
19	Буйнакск	62623	11.1283
20	Станица Орджоникидзевская	61598	11.3134
21	Прохладный	59601	11.6925
22	Городской округ Баксан	57088	12.2072
23	Избербаш	55646	12.5235
24	Железноводск	52831	13.1908
25	Кизляр	51707	13.4776
26	Урус-Мартан	49070	14.2019
27	Шали	47708	14.6073
28	Гудермес	45631	15.2722
29	Кизилюрт	43421	16.0495
30	Изобильный	40555	17.1837
31	Карачаевский городской округ	39658	17.5724
32	Светлоград	39545	17.6226
33	Моздок	38768	17.9758
34	Зеленокумск	37371	18.6477
35	Беслан	36728	18.9742
36	Благодарный	32725	21.2952
37	Нарткала	31694	21.9879
38	Малгобек	31018	22.4671
39	Карабулак	30961	22.5085
40	Усть-Джегута	30566	22.7994

Как видно на рис. 5, отклонения «звёздочек» от прямой (10) достаточно малы. Так как параметр Ципфа a в уравнении (10) не равен 1, то из этого следует, что для 40 крупнейших городов СКФО закон Ципфа в целом не

выполняется. Если закон Ципфа выполнялся хотя бы для отдельных городов и поселений из 40 перечисленных относительно самого многонаселённого города Махачкалы, то данные первого и последнего столбцов в строках, соответствующих таким городам, должны были бы совпасть (по крайней мере были бы близки). Однако в табл. 2 такие совпадения отсутствуют. Можно обнаружить кластер из двух городов, подчиняющихся закону Ципфа (рис. 5 и табл. 2), – Нальчик и Пятигорск с рангами 5 и 6 соответственно. Отношение численностей жителей этих городов равно 1.26, а обратное отношение рангов – 1.2. Таким образом, равенство (5) выполняется неплохо. Кроме того, так как параметр Ципфа $a=0.8891$ в уравнении (10) меньше 1, имеет место в СКФО рассеяние жителей по малым населённым пунктам. Следовательно, чтобы получить распределение жителей в соответствии с законом Ципфа, необходимо развивать сеть крупных городов. Например, один из вариантов заключается в развитии и расширении первых 4 крупнейших городов округа (Махачкала, Ставрополь, Владикавказ и Грозный) за счёт привлечения населения из населённых пунктов с рангами ниже 6. В этом случае образуется сеть из более чем 6 городов, подчиняющихся закону Ципфа. Распределение жителей по 40 крупнейшим населённым пунктам СКФО достаточно точно описывается распределением Парето (4) с параметром $k=1/0.8891=1.1247$.

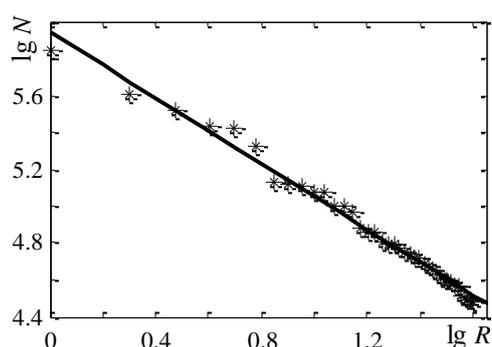


Рис. 5 – Зависимость $\lg N$ от $\lg R$ для 40 крупнейших по численности жителей населённых пунктов СКФО

В 1596 населённых пунктах СКФО проживало 9421586 человек. Население 40 (2.51%) крупнейших городов и поселений СКФО составляло 4363695 (46.32%) жителей.

Заключение

Ни в одном из субъектов СКФО, а также в целом по федеральному округу законы Ципфа и Гибрата не выполняются. Однако, имеются кластеры из 2– 3 населённых пунктов, для которых справедлив закон Ципфа. Выше в качестве таковых были отмечены кластер из трёх самых крупных городов Ставропольского края и кластер в СКФО, содержащий города Нальчик и Пятигорск. Остальные кластеры перечислены в табл. 3.

Таблица 3

Кластеры крупнейших населённых пунктов в субъектах СКФО, для которых с высокой точностью выполняется закон Ципфа

Ранг в субъекте округа	Населённые пункты	Численность жителей	Отношение рангов R населённых пунктов ¹	Отношение численности жителей в субъекте округа ²	
Республика Дагестан					
3	Кластер 1	Дербент	119200	-	-
7		Кизляр	51707	2.33	2.31
Республика Ингушетия					
1	Кластер 1	Назрань	93335	-	-
3		Малгобек	31018	3	3.01
2	Кластер 2	Станица	61598	-	-
4		Орджоникидзевская Карабулак	30961	2	1.99
Кабардино-Балкарская Республика					
4	Кластер 1	Нарткала	31694	-	-
6		Тырныауз	21000	1.5	1.51
Карачаево-Черкесская Республика					
2	Кластер 1	Карачаевский городской округ	39658	-	-
4		Зеленчукское сельское поселение	19497	2	2.03
Ставропольский край					
4	Кластер 1	Невинномысск	118360	-	-
6		Минеральные Воды	76728	1.5	1.54
5	Кластер 2	Ессентуки	100996	-	-
7		Георгиевск	72153	1.4	1.40

¹ Большие числовые значения ранга делятся последовательно на ранг самого многонаселённого города или поселения в кластере.

² Количество жителей в самом многонаселённом городе или поселении в кластере делится поочередно на численности остальных городов.

Такие кластеры при определённых обстоятельствах могут быть зародышами для появления как в отдельных субъектах СКФО, так и в округе в целом сети крупных городов, территориальное распределение населения по которым подчиняется закону Ципфа.

**Обобщённые данные о степени концентрации населения в субъектах
СКФО в крупнейших городах**

№ п/п	Субъект СКФО	Количество населённых пунктов, в которых проживает примерно половина жителей субъекта, и их доля в общем числе поселений	Доля населения, проживающего в крупнейших поселениях субъекта и по которым проверялся закон Ципфа	Количество крупнейших населённых пунктов, по которым проверялся закон Ципфа, и их доля в общем числе поселений в субъекте	Параметр a , входящий в уравнение линейной регрессии вида (3)
1	Республика Дагестан	23 (3.24%)	44.4%	9 (1.27%)	1.2570
2	Республика Ингушетия	4 (9.76%)	52.58%	4 (9.76%)	0.8724
3	Кабардино-Балкарская Республика	5 (4.10%)	58.15%	8 (6.56%)	1.2484
4	Карачаево-Черкесская Республика	6 (6.67%)	51.55%	6 (6.67%)	1.2929
5	Республика Северная Осетия	2 (1.89%)	62.47%	5 (4.72%)	1.7303
6	Чеченская Республика	18 (8.11%)	34.95%	5 (2.25%)	1.2409
7	Ставропольский край	13 (4.28%)	46.74%	10 (3.29%)	0.8389

Особенностью территориального распределения населения во всех субъектах СКФО является проживание половины всего населения в небольшом числе городов и поселений (табл. 4). Их доля от полного числа населённых пунктов в субъектах округа меняется от 1.89% (Республика Северная Осетия) до 9.76% (Республика Ингушетия). В абсолютных единицах количество населённых пунктов, в которых проживает не менее половины всех жителей округа, меняется от 2 (Республика Северная Осетия) до 23 (Республика Дагестан). Во всех субъектах округа значительное большинство жителей проживают в столицах. Выделяются города Ставрополь, доля проживающего населения в котором составляло 14.31% (минимум) и Владикавказ – 46.31% (максимум). Для других столиц субъектов округа данный показатель является следующим: Грозный – 21.4%, Назрань – 22.63%, Махачкала – 24%, Черкесск – 27.01%, Нальчик – 30.94%. В среднем доля проживающих в столицах субъектов в СКФО ниже по сравнению с ПФО [2].

Необходимо отметить также «неровный» с перепадами и подъёмами характер гистограмм на рис. 1. Это указывает на неравновесное территориальное распределение жителей и имеющие место трансформации

структуры населённых пунктов в субъектах СКФО.

По критерию близости друг к другу значений параметра Ципфа а субъекты СКФО могут быть сгруппированы на 3 кластера:

- 1) Республика Ингушетия (0.8724), Ставропольский край (0.8389);
- 2) Республика Дагестан (1.2570), Кабардино-Балкарская Республика (1.2484), Карачаево-Черкесская Республика (1.2929), Чеченская Республика (1.2409);
- 3) Республика Северная Осетия (1.7303).

В пределах каждого кластера характер распределения жителей по крупнейшим населённым пунктам субъекта округа примерно одинаков, так как приближённо описывается распределением Парето (4) близкими значениями параметра $k = 1/a$. Однако, необходимо отметить, распределение Парето плохо работает для Республики Ингушетия, в случае которой дисперсия «звёздочек» относительно уравнения линейной регрессии велика по сравнению с остальными субъектами СКФО (рис. 3).

Из анализа населённости крупнейших городов СКФО, приведённых в табл. 2, следует, что в округе по данным всероссийской переписи населения 2010 года не было однозначных признаков формирования единой для всего округа сети городов с распределением населения в соответствии с законом Ципфа. При этом, распределение населения по 40 крупнейшим городам и поселениям округа в координатах «Логарифм от численности населения города – Логарифм ранга города» хорошо описывается линейным уравнением (10) с параметром Ципфа $a = 0.8891$. Следовательно, распределение жителей по этим городам можно оценивать с помощью распределения Парето (4) с параметром $k = 1.1247$. Параметр Ципфа, меньший единицы, свидетельствует о большой доле малых и средних населённых пунктов и недостаточной развитости сети крупнейших городов.

Библиографический список

1. Андреев В.В., Лукиянова В.Ю. Проверка закона Гибрата для населённых пунктов Чувашской Республики // Вестник Чувашского

университета. 2015. № 1. С. 154-161.

2. Андреев В.В., Лукиянова В.Ю., Кадышев Е.Н. Анализ территориального распределения населения в субъектах Приволжского федерального округа с применением законов Ципфа и Гибрата // Прикладная эконометрика. 2017. Т. 48. № 4. С. 97-121.

3. Андреев В.В. Территориальное распределение населения в Российской Федерации // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 3. С. 803-811.

4. Gibrat R. Les inégalités économiques applications: Aux inégalités des richesses, a la concentration des entreprises, aux populations des villes, aux statistiques des familles, etc., d'une loi nouvelles, la loi de l'effet proportionnel. – Paris: Librairie du Recueil Sirey, 1931.

5. Zipf G.K. Human behavior and the principle of least effort. – Cambridge, MA: Addison-Wesley Press, 1949.

6. Eeckhout J. Gibrat's law for (all) cities // The American Economic Review. 2004. V. 94. № 5. P. 1429-1451.

7. Eeckhout J. Gibrat's law for (all) cities: Reply // The American Economic Review. 2009. V. 99. № 4. P. 1676-1683.

8. Андреев В.В., Кадышев Е.Н., Кортунов А.И., Семенов В.Л. Социально-экономические причины распространения терроризма // Криминологический журнал Байкальского государственного университета экономики и права. 2016. Т. 10. №2. С. 289-300.

References

1. Andreev V.V., Lukiyanova V.Yu. Test of Gibrat's Law for Populated Localities of Chuvash Republic // Bulletin of the Chuvash University [Vestnik Chuvashskogo Universiteta]. 2015. № 1. P. 154-161 (in Russian).

2. Andreev V.V., Lukiyanova V.Yu., Kadyshev E.N. Analysis of people territorial distribution in regions of the Volga Federal District on the base of Zipf and Gibrat laws // Applied Econometrics. 2017. V. 48. № 4. P. 97-121 (in Russian).

3. Andreev V.V. Territorial Distribution of the Population in the Russian

Federation // Economy of Region [Ekonomika regiona]. 2017. V. 13. № 3. P. 803-811 (in Russian).

4. Gibrat R. Les inégalités économiques applications: Aux inégalités des richesses, a la concentration des entreprises, aux populations des villes, aux statistiques des familles, etc., d'une loi nouvelles, la loi de l'effet proportionnel. – Paris: Librairie du Recueil Sirey, 1931.

5. Zipf G.K. Human behavior and the principle of least effort. – Cambridge, MA: Addison-Wesley Press, 1949.

6. Eeckhout J. Gibrat's law for (all) cities // The American Economic Review. 2004. V. 94. № 5. P. 1429-1451.

7. Eeckhout J. Gibrat's law for (all) cities: Reply // The American Economic Review. 2009. V. 99. № 4. P. 1676-1683.

8. Andreev V.V., Kadyshev E.N., Kortunov A.I., Semenov V.L. Socio-economic causes of terrorism's proliferation // Criminology Journal of Baikal National University of Economics and Law. 2016. V. 10. № 2. P. 289-300 (In Russian).