

Принцип Парето: предсказуемые концентрации ресурса в самоорганизующихся системах

Грачёв Г.А.

Начиная с конца XIX в. во многих областях знания широко используют эмпирический принцип Парето, отображающий неравномерность распределения причин и следствий в виде правила 20:80. Однако признавая его очевидную пользу он изначально вызывал множество вопросов относительно долей этого правила. В этой работе автор показывает, в каких случаях правило 20:80 является научным законом и какие причины приводят к отклонениям от него. Рассмотрены применения принципа Парето в физике, геохимии, в биологии, филологии, в экономической географии, в политологии, в экономике и в управлении банковскими системами

Pareto Principle: Predictable resource concentrations in self-organizing systems

Grachev G.A.

Since the end of the 19th century, many fields of knowledge have widely used the empirical Pareto principle, which reflects the unevenness of the distribution of cause and effect in the form of the 20:80 rule. However, while acknowledging its obvious benefits, it initially raised many questions about the proportions of this rule. In this work, the author shows in which cases the 20:80 rule is a scientific law and what causes lead to deviations from them. Applications of the Pareto principle in physics, geochemistry, biology, philology, economic geography, political science, economics and management of banking systems are considered.

Оглавление

1	Введение	5
Раздел 1. Теоретические аспекты		10
2	Основные понятия и определения	10
2.1	Основная гипотеза работы.....	10
2.2	Кривая Парето	11
2.3	Системно значимые элементы	13
2.4	Правило рычага	15
Обсуждение.....		15
3	Феноменологические модели концентрации ресурса в системах.....	17
3.1	Распределение Парето	17
3.2	Модель «ранг-размер»	19
3.3	Модели песочной кучи.....	21
3.3.1	Модель суммативных систем	21
3.3.2	Модель интегративных систем	24
3.4	Сравнение однопараметрических моделей	26
3.5	Модель промежуточных состояний системы	27
3.6	Норма упорядоченности систем	30
3.7	Процентный барьер	33
Обсуждение		35
Раздел 2. Эмпирическая проверка основной гипотезы		37
4	Эмпирические данные и методика обработки	37
4.1	Эмпирические данные	37
4.2	Методика обработки	37

Г. А. Грачёв

5	Системы неживой природы	39
5.1	Вселенная.....	39
5.2	Окислы континентальной коры.....	40
5.3	Ферромагнетики.....	41
	Обсуждение	43
6	Биологические системы	44
6.1	Биологически значимые элементы	44
6.2	Лейкоцитарная формула	45
6.3	Структура ночного сна человека.....	47
	Обсуждение	48
7	Филология	48
7.1	Минимум слов, необходимых для понимания устной речи и текстов ...	49
7.2	Частотный словарь	50
	Обсуждение	52
8	Системы расселения населения	53
8.1	Введение	53
8.2	Расселение по субъектам федерации	54
8.3	Влияние климата на системы расселения	57
	Обсуждение	60
9	Государственные союзы.....	61
9.1	Военно-политические объединения	61
9.2	Экономические союзы.....	65
	Обсуждение	69
10	Экономические системы	71
10.1	Неравенство доходов	71
10.2	Источники дохода населения.....	73
10.3	Отраслевая структура мирового хозяйства	75
10.4	Ранговые распределения продаж.....	77
10.5	Федеральный бюджет США	79
	Обсуждение	83
11	Партийные системы	85

Г. А. Грачёв

11.1	Введение	85
11.2	Классификация партийных систем по типу их целостности.....	86
11.3	Результаты голосования по регионам.....	87
11.4	Президентские выборы.....	89
	Обсуждение	92
12	Динамика ключевых показателей банковской системы России: 2008-2022	94
12.1	Введение	94
12.2	Банковские системы стран мира.....	96
12.3	Достаточное количество банков	98
	Обсуждение	101
	Заключение	102
	Декларация о конкурирующих интересах	105
	Обозначения в формулах	106
	Список использованных источников	107

1 Введение

В конце XIX века Вильфредо Парето, исследуя распределение доходов и богатства в странах мира, заметил, что в Италии на долю 20 % населения приходилось 80 % земли [19]. Обнаруженное Парето значительное неравенство в распределении ресурсов произвело сильное впечатление на специалистов и вызвало большой интерес к изучению аналогичных закономерностей в системах разной природы. Исследования показали, что коэффициент относительной концентрации $K \approx 20/80$, где числитель — доля первых по рангу элементов, знаменатель — доля, принадлежащего им ресурса, устойчиво проявляет себя в разных областях знания, что подтверждают многочисленные примеры в [20,21] и [8].

Одним из первых, кто на практике применил эту закономерность в экономике, был Форд Дики, который использовал её для классификации ресурсов фирмы по степени их важности [22]. В 1954 г. Джозеф Джуран, ознакомившись с исследованием Парето пришёл к выводу, что Парето обнаружил ранее неизвестный закон природы, который он назвал принципом Парето [23–25]. Принцип Парето часто именуют правилом 20:80 и трактуют, как «20 % усилий дают приблизительно 80 % результата, а остальные 80 % усилий — лишь 20 % результата». На быденном уровне сложилось устойчивое мнение, что принцип Парето применим ко всем фактам человеческой жизни [20]. В результате никто не сомневается в том, что 20 %

Г. А. Грачёв

клиентов приносят приблизительно 80 % дохода; 80 % жалоб исходят от 20 % клиентов; 20 % продукции дают 80 % дохода; 20 % предприятий производят 80 % продукции; 20 % всех возможностей для совершения ошибок составляют 80 % ошибок; на 20 % всех работников приходится 80% всех прогулов; на любом совещании 80 % всех решений принимаются за 20 % времени; 20 % авторов исследовательских работ пишут 80 % всех опубликованных работ; 20 % людей в нашей жизни дают нам 80 % поводов для стресса; 80 % преступлений совершают 20 % преступников; 20 % мужчин выпивают 80 % пива; и т.д. [26]. Даже в IT-индустрии правило 20:80 стало поговоркой: «80 процентов всех конечных пользователей обычно используют только 20 процентов функций программного приложения» [27]. В США правило 20:80 широко используют в здравоохранении — 20% пациентов используют 80% ресурсов здравоохранения [28].

Однако Парето не объявлял об открытии им универсального правила 20:80. И неудивительно, поскольку он знал, что фактические данные о британских подоходных налогах в его *Cours d'économie politique* показывают, что 27.7 % населения имели приблизительно 72.3 % дохода. По сути, обнаруженное В. Парето неравенство доходов в Британии даёт ещё одно приближённое правило 30:70, на которое обратил внимание Георгий Ципф [29]. Он же сформулировал обобщённое правило концентрации ресурса: «20-30 % используемого ресурса дают приблизительно 70-80 % результатов, связанных с этим ресурсом, а оставшиеся 80-70 %, соответственно, обеспечивают всего лишь 30-20 % результатов» [29–32]. Позже были обнаружены и другие эмпирические закономерности концентрации ресурса. Так, у маркетологов в начале 21 века стал популярным закон 20:59 [33,34].

Вопрос: В каких случаях одни те же закономерности концентрации ресурса могут проявлять себя в системах разной природы? В данной работе автор исходит из того, что для этого требуется выполнение трёх условий. Во-первых, структура макроскопического мира системы не должна зависеть от структуры микроскопического мира. В физике такими макроскопическими

Г. А. Грачёв

структурами являются движение твердых тел, критические явления в магнитных материалах и жидкостях и т. д. Во-вторых, системы имеют одинаковую размерность. В-третьих, у систем одинаковый тип целостности — механический или органичный [35,36].

В данной работе первое условие рассматривается, как постулат [37], второе — доказанная гипотеза [15,17,18,38,39]. Третье — как гипотеза, требующая эмпирической проверки. Ниже приводятся многочисленные примеры, подтверждающие правильность этого предположения и показывающие, что, при выполнении определённых условий правило 20:80 является научным законом — суждением, обладающим высокой степенью предсказуемости.

Работа состоит из двух разделов: Раздел 1 «Теоретические аспекты» и Раздел 2 «Эмпирическая проверка основной гипотезы».

Раздел 1 состоит из двух глав (Глава 2 и Глава 3). В Главе 2 даны определения основным понятиям работы: «самоорганизующаяся система», «упорядоченность системы», «норма упорядоченности», «механическая целостность» и «органичная целостность» системы. Формализованы понятия: «кривая Парето», «системно значимые элемент» и принцип Парето. Используя правило рычага показано, что система находится в состоянии равновесия, когда её кривая Парето симметрична относительно диагонали, соединяющей вершины (0,1) и (1,0) квадрата.

В Главе 3 рассмотрены достоинства и недостатки широко используемой модели «ранг-размер». Сконструирована «феноменологическая модель» механически целых систем. В качестве прототипа этой модели использована песочная куча, образованная падением песчинок на приподнятый над столом круг заданного радиуса [40,41]. Модель кривой Парето органично целостных систем получена из кривой Парето механически целостных систем путем перехода от усеченного конуса к эквивалентному шару, имеющему такой же объём, что и усечённый конус. Теоретически определено, что у механически целых систем критический показатель степени кривой Парето равен единице,

Г. А. Грачёв

а у органично целых систем — обратной величине числа степеней свободы. Показано, что концентрация ресурса у органично целых систем с тремя степенями свободы удовлетворяют правилу 21:79. Установлено, что такие системы имеют наиболее устойчивое состояние равновесия, что объясняет почему системы, удовлетворяющие приближённому правилу 20:80 встречается чаще других правил концентрации ресурса. Рассмотрено влияние процентного барьера для принятия элементов в систему на тип целостности систем. Для описания промежуточного состояния систем предлагается использовать двухпараметрическую модель, сконструированную в работе [42].

Раздел 2 состоит из 9 глав (Глава 4-Глава12). В Главе 4 кратко описана информация об эмпирических данных и методике их обработки. Часть этих данных ранее уже использовалась автором в предыдущих работах. Однако в настоящей книге они применяются для оценки типа целостности систем, что не делалось ранее.

В главах с 5 по 12 приводятся результаты проверки основной гипотезы работы на реальных системах живой и неживой природы. В Главе 5 «Системы неживой природы» выполнена классификация целостности Вселенной, окислов континентальной коры и спонтанной намагниченности никеля. В главе 6 «Биологические системы» выполнен анализ типа целостности «биологически значимых элементов», «лейкоцитарной формулы» и «структуры ночного сна». В Главе 7 «Филология» — «количество слов» для понимания текста и разговорной речи, «частотный». В Главе 8 «Системы расселения населения» выполнена классификация типов целостности системы расселения по субъектам федерации и городов в субъектах федерации. Рассмотрено влияние климата на системы городского расселения. В Главе 9 — «военно-политических объединений» и «экономических союзов». Глава 10 посвящена анализу типов целостности системы распределения доходов населения и «источников дохода» населения, «отраслевой структуры» мирового хозяйства, «ранговых распределений продаж», упорядоченности доходной и расходной частей Федерального бюджета США. В Главе 11

Г. А. Грачёв

определены типы целостности партийных систем стран мира по «результатам голосования» в «Парламент» и «выборов Президента России». Глава 12 рассмотрена динамика типа целостности «банковской системы» России и стран мира.

Раздел 1. Теоретические аспекты

2 Основные понятия и определения

2.1 Основная гипотеза работы

Ограничимся рассмотрением самоорганизующихся систем — счётное больше единицы число, изолированных от среды взаимосвязанных элементов, внутреннее взаимодействие которых проявляет тенденцию к упорядочению.

Систему будем считать упорядоченной, если её элементы можно ранжировать по размеру. Упорядоченность системы равна нулю, когда элементы имеют одинаковый размер или, когда весь ресурс системы сосредоточен в одном элементе.

Норма упорядоченности — распределение ресурса, при котором система устойчиво функционирует на протяжении длительного времени. Отклонения от нормы в обе стороны, следуя [43], будем считать деградацией, а развитие упорядоченности в направлении нормы — эволюцией системы.

Самоорганизующиеся системы могут быть механически или органично целостными [35]. Используя терминологию Л. Фон Берталанфи, механически целые — это «суммативные системы», свойства которых равны сумме свойств

Г. А. Грачёв

её компонентов. Органично целые, или «интегративные системы» — это системы, части которых существуют в неразрывной связи и самостоятельным бытием вне этого целого не обладают [44].

Примеры суммативных систем — груда камней, терриконы угольных разработок, строительная куча песка и т.п. Элементы таких систем обладают значительной автономностью по отношению друг к другу и к самой системе; связи между ними внешние, несущественные, преимущественно случайные. Однако, несмотря на это, эти образования в течение известного времени могут противостоять внешним взаимодействиям в качестве относительно самостоятельных совокупностей.

В интегративных системах внутренние связи намного прочнее и стабильнее внешних. Интегративные качества, составляющие специфику целостности, принципиально новые по сравнению с теми, что имеются у компонентов, выступающих в функции элементов, а нередко и прямо противоположные.

Основная гипотеза работы — концентрация ресурса в системах зависит от типа их целостности.

2.2 Кривая Парето

В качестве параметра порядка системы в работе используется кривая Парето — функция распределения, в которой аккумулируются доли численности, p , и размеров (ресурса), $S(p)$, элементов системы, ранжированных по убыванию размера. По определению $S(p)$ является непрерывной монотонно возрастающей на $[0, 1]$ функцией, удовлетворяющей условиям: $0 \leq p \leq 1$, $0 \leq S \leq 1$, $p \leq S(p)$, $S'_+(p) \geq 0$, в $p \in (0,1)$, $S''_+(p)(p) \leq 0$, в $p \in (0,1)$, где $S'_+(p) = \lim_{\Delta p \rightarrow 0+} \frac{\Delta S}{\Delta p}$ — правая производная $S(p)$ при $p = 0$. Из определения РС видно, что она является зеркальным

Г. А. Грачёв

отражением кривой Лоренца (L) [45] в точке $(0.5; 0.5)$ и однозначно связана с $L(p)$ соотношением $S(p) = 1 - L(1 - p)$, что позволяет при выборе модели РС использовать наработанные в экономике модели кривой Лоренца ([46–61]).

Отметим, что, если для кривой Парето правило Парето имеет формулировку: на долю 20 % самых больших элементов системы приходится 80 % ресурса (20:80), то для кривой Лоренца — на долю 80 %, ранжированных по возрастанию элементов системы приходится 20 % ресурса системы (80:20).

Используя кривую Парето, ранговое распределение системы — зависимость доли размера элемента от его ранга (w_r), можно вычислить по формуле [8]:

$$w(p_r) = S(p_r) - S(p_{r-1}), \quad r \in [1, n], \quad (2.1)$$

где r — ранг элемента; $S(p_0) = 0$; $1 \geq w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_n$; $\sum_{r=1}^n w_r = 1$.

Для $n \gg 1$, справедливо приближённое соотношение:

$$w_r \approx \bar{w} S'_+(p_r). \quad (2.2)$$

где $\bar{w} = 1/n$.

При известных значениях w_r для вычисления кумулятивной суммы и центра масс используются формулы:

$$S_i = \sum_{r=1}^i w_r, \quad (2.3)$$

$$p_c = \frac{1}{n} \sum_{r=1}^n r w_r, \quad (2.4)$$

Пределы изменения p_c определяются неравенством:

$$\frac{1}{n} \leq p_c \leq \frac{n+1}{2n}. \quad (2.5)$$

2.3 Системно значимые элементы

В экономике для оценки неравенства элементов системы широко используют индекс Гувера (HI), равный доле ресурса, которую надо перераспределить от системно значимых элементов к остальным элементам, чтобы достичь равномерного распределения ресурса. Математическое определение HI имеет вид [62]:

$$HI = \max_p [S(p) - p] = S(p_\mu) - p_\mu, \quad (2.6)$$

где $(p_\mu, S(p_\mu))$ — координаты точки, в которой РС максимально удалена от диагонали, соединяющей координаты единичного квадрата $(0,0)$ и $(1,1)$. Индекс Гувера удовлетворяет неравенству $0 \leq HI < 1$. Нижняя граница HI получается, когда имеет место полное равенство размеров, верхняя — когда система состоит из одного элемента. HI известен, как Pietra index [63] и the Schutz index [64].

Дифференцируя (2.6) получаем, что p_μ удовлетворяет уравнению:

$$S'(p_\mu) = 1. \quad (2.7)$$

Согласно формуле Ньютона-Лейбница, имеем $S(1) - S(0) = \int_0^1 S'(x)dx = 1$. Или, уравнение (2.7) определяет координату p_μ , в которой расположен средний по величине элемент системы. Таким образом, системно значимые элементы — это элементы, имеющие размер не меньше среднего. Доля системно значимых элементов равна p_μ , а совокупная доля ресурса — $S(p_\mu)$. Шанс элементов стать системно значимыми $P_\mu = p_\mu / (1 - p_\mu)$.

Для оценки асимметрии кривой Парето относительно альтернативной диагонали, соединяющей точки единичного квадрата $(0,1)$ и $(1,0)$, далее

Г. А. Грачёв

альтернативная диагональ [65], ниже используется коэффициент асимметрии, РАС, вычисляемый по формуле:

$$\text{РАС} = 1 - p_\mu - S(p_\mu). \quad (2.8)$$

Из (2.8) получаем, что у симметричных РС $\text{РАС} = 0$. У кривых Парето, имеющих правостороннюю асимметрию — $\text{РАС} > 0$, а у кривых Парето, обладающих левосторонней асимметрией $\text{РАС} < 0$. При выборе соотношения (2.8) для оценки асимметрии кривой Парето, автор исходил из того, что асимметрию кривых Парето удобно анализировать в системе координат Джини, повернутой на 45 градусов относительно исходной системы координат и началом, расположенным в точке (0.5,0.5) [66]:

$$\begin{aligned} \pi &= \frac{1}{\sqrt{2}} [S(p) + p - 1] \\ g(\pi) &= \frac{1}{\sqrt{2}} [S(p) - p] \end{aligned} \quad (2.9)$$

Отметим, что кроме соотношения (2.8) в экономике используются и другие меры измерения асимметрии кривых Парето (см., например, [42,65–71]), что необходимо учитывать при сравнении значений коэффициентов асимметрии, опубликованных разными авторами.

Отношение доли системно значимых элементов , к совокупной доле размеров этих элементов $p_\mu: S(p_\mu)$ ниже будем называть пропорцией Парето [15]. Из определения РС следует, что у пропорции Парето $K \leq 1$. У симметричных кривых Парето сумма $p_\mu + S(p_\mu) = 1$, а у асимметричных она может быть, как меньше, так и больше 1.

2.4 Правило рычага

Поставим в соответствие кривой Парето рычаг, у которого точка опоры имеет абсциссу p_μ . Рычаг находится в равновесии, если силы, действующие на него обратно пропорциональны плечам этих сил (правило рычага):

$$\frac{S_\mu}{1 - S_\mu} = \frac{1 - p_\mu}{p_\mu}, \quad (2.10)$$

Представим правило (2.10) в виде

$$p_\mu S_\mu = (1 - p_\mu)(1 - S_\mu). \quad (2.11)$$

После очевидных преобразований, получаем условие равновесия системы:

$$p_\mu + S_\mu = 1. \quad (2.12)$$

Из (2.12) следует, что система находится в равновесии, когда она имеет симметричную кривую Парето ($PAC = 0$). И, наоборот, чем больше абсолютное значение PAC , тем ниже устойчивость системы. При этом необходимо учитывать, что с увеличением концентрация ресурса асимметрия PC уменьшается в силу того, что точка с координатами $(p_\mu, S(p_\mu))$ не может выходить за пределы единичного квадрата [66,72,73].

Из правила рычага вытекает, что правило 20:80 описывает частный случай состояния равновесия самоорганизующихся систем.

Обсуждение

В этой главе мы сосредоточились на определении основных понятий, необходимых для однозначного понимания нормы упорядоченности и типа целостности систем. Основопологающим является понятие «система», которое в отличие от многочисленных толкований [74,75], исключает казусы вроде

Г. А. Грачёв

возможности существования однопартийных систем. Принципиальным является и определение понятия «системно значимые элементы», которое исключает неоднозначность «награждения» этим званием элементов, не имеющих к этому никакого отношения, особенно в банковских системах.

Используя правило рычага установлена связь между симметрией кривых Парето и равновесием систем.

3 Феноменологические модели концентрации ресурса в системах

В данной работе автор исходит из того, что каждая система имеет свой механизм самоорганизации и описать все системы с помощью одного механизма невозможно. Поэтому для прогнозирования поведения систем ниже используются феноменологические модели — модели, охватывающие набор наблюдаемых явлений, которые можно использовать для прогнозирования. При этом не ставится целью объяснить причины, лежащие в основе этих явления или связать их общими законами [76]. Проблематичность использования таких моделей состоит в том, что настраиваемые параметры модели всегда можно выбрать таким образом, чтобы модель «наиболее хорошо» представляла явление, даже если она совершенно нереалистична.

3.1 Распределение Парето

Исторически первой феноменологической моделью кривой Парето была степенная функция, которую В. Парето использовал в 1896 г. для аппроксимации доходов богатой (уплачивающей подоходный налог) части населения [77]:

$$S(p) = Ap^\beta, \quad p \ll 1, \quad 0 < \beta < 1, \quad (3.1)$$

где A, β — константы.

Г. А. Грачёв

В теории фазовых переходов константу β называют критическим показателем степени и определяют по формуле: $\beta = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{\ln S(p)}{\ln p}$ [38]. Используя соотношение

(2.2), получаем: $w_r \approx \beta / (n^\beta r^\gamma)$, где $\gamma = 1 - \beta$, $2 \leq r \ll r/n$. Полученное

Парето эмпирическое значение критического показателя степени $\beta = 1/3$.

Используя (3.1), отношение размеров первого по рангу элемента системы ко второму $\eta_2 = w_1/w_2$, можно записать в виде:

$$\eta_2 = \frac{w_1}{w_2} = \frac{S_1}{S_2 - S_1} \approx \frac{1}{2^\beta - 1}, \quad 1 \ll n. \quad (3.2)$$

Решая (3.2) относительно β , находим:

$$\beta = \frac{\ln \left(\frac{1 + \eta_2}{\eta_2} \right)}{\ln 2}. \quad (3.3)$$

Из (3.3) получаем, что элементы-приматы [78] — ранговые распределения, у которых $\eta_2 = 2$ имеют место при $\beta = 0.585$.

На **Рис. 3.1** в билогарифмической системе координат сплошной линией представлены ранговые распределения Парето, вычисленные для $n = 100$ по формуле (2.1) — истинное распределение степенной кривой Парето, пунктиром — по приближённой формуле (2.2). Синим цветом показаны ранговые распределения для $\beta = 1/3$, оранжевым — для $\beta = 0.585$.

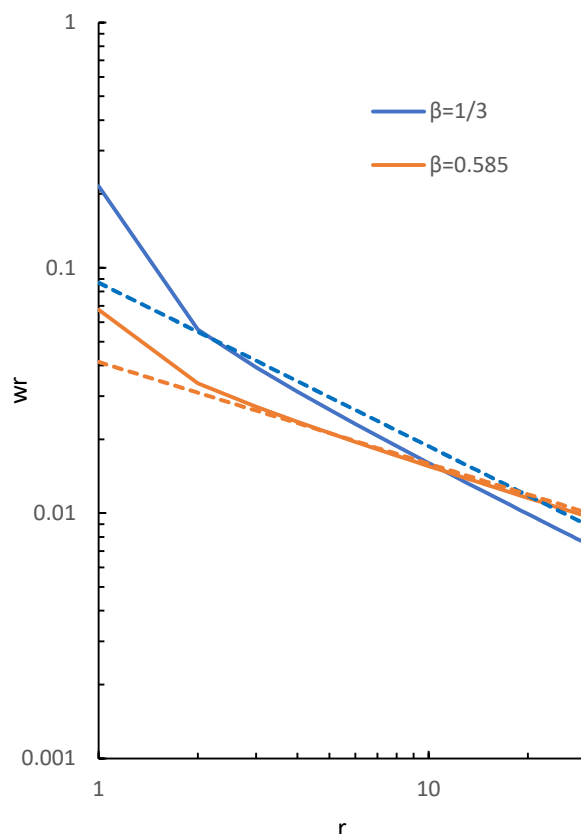


Рис. 3.1 Ранговые распределения степенных функций, вычисленные по формулам (2.1) (сплошная линия) и (2.2) (пунктир)

Из представленных на **Рис. 3.1** ранговых распределений видно, что приближение (2.2) адекватно описывает истинное ранговое распределение в ограниченном диапазоне рангов, размер которого зависит от значения критического показателя степени. При этом в обоих случаях приближённые ранговые распределения, прогнозируют размер первого элемента системы меньше истинного.

3.2 Модель «ранг-размер»

В 1912 г. Жан-Батист Эсту в работе «Диапазон стенографии» пришёл к выводу, что ранговое распределение частотности слов естественного языка можно аппроксимировать феноменологической моделью — правило «ранг-

Г. А. Грачёв

размер»: $w_r r \approx C$, где C — константа [79]. Данная модель непосредственно следует из модели Парето (3.1) и соотношения (2.2) при $n \gg 1$ и $r > 2$.

В 1913 г. Феликс Ауэрбах в статье под названием «Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration», что переводится как «Закон концентрации населения», проверил правило «ранг-размер на соответствие распределению городов по размерам в Германии, Великобритании, США, Франции, Австро-Венгрии и в европейской части России. Результатом этой проверки стал вывод, что распределения размеров городов в ограниченном диапазоне рангов ($15 \leq r \leq N$) в среднем удовлетворяют правилу «ранг-размер». По утверждению Ауэрбаха N равно числу городов с численностью населения не менее 10 тыс. жителей, константа C равна среднему значению произведений $w_r r$ [80]. Максимальное значение N Ауэрбах определял из соображений, что дальнейшее увеличение числа городов не оказывает заметного влияния на константу C . По мнению автора, основными результатами, полученными Ауэрбахом при изучении систем городского расселения, являются: утверждение, что правило «ранг-размер» выполняется в ограниченном диапазоне рангов, исключаящем самые крупные и малые города; определён размер городов, оказывающих заметное влияние на константу C ; установил, что константа C зависит от региона расселения. Основой для этих выводов послужили, построенные в декартовой системе координат графики зависимости произведения $w_r r$ от r . Отметим, что Ауэрбах первым предположил, что правило «ранг-размер», является законом, который может проявлять себя и в других областях знания. Однако статья [80] была написана на немецком языке, что существенно ограничило круг потенциальных читателей. Перевод статьи на английский язык был выполнен только в 2023 г. [81]. Существенным здесь является и то, что ни Ауэрбах, никто другой не обратили внимание на то, что среднее значение произведений $w_r r$, вычисляемое по формуле $C = \sum_{r=1}^N w_r r / N$ равно координате центра масс рангового распределения городов.

Г. А. Грачёв

В 1925 году Альфред Дж. Лотка построил зависимость рангов городов США от их размера в билогарифмической системе координат и с помощью метода наименьших квадратов аппроксимировал его зависимостью $\lg w_r \approx \lg C - \alpha \lg r$, где $\alpha \approx 0.93$ [82]. Впоследствии Ципф, проведя собственные исследования расселения населения и пришёл к выводу, что «оптимальному» распределению соответствует $\alpha = 1$, значения $\alpha < 1$ присущи «недостаточным выборкам», $\alpha > 1$ — «избыточным» [29].

Таким образом, Лотка и Ципф расширили область применения правила «ранг-размер» на первый по рангу элементы системы, сделав тем самым модель «ранг-размер» нереалистичной. Однако, несмотря на это, по странному стечению обстоятельств, выводы Ципфа стали основным критерием системности, а любые отклонения от правила «ранг-размер» свидетельством недоразвитости систем [83–85]. В то же время, следует отметить, что всё больше исследователей приходят к выводу, что правило «ранг-размер» чаще приходится отвергать, чем принимать в качестве закона для распределения городов [86], [87].

3.3 Модели песочной кучи

3.3.1 Модель суммативных систем

Возьмём в качестве прототипа механически целостных систем песочную кучу, расположенную на поднятом над столом круге радиуса R . Каждую секунду на вершину кучи падает по одной песчинке, т.е. рассматриваемая система является открытой. Благодаря ее открытости поверхность кучи постепенно становится все более крутой. Со временем растущий наклон поверхности кучи достигает значения, при котором куча уже не сможет расти,

Г. А. Грачёв

так как количество добавляемого песка в среднем становится равным количеству песка, который покидает кучу. Такое состояние является стационарным, поскольку среднее количество песка в куче и ее средняя крутизна постоянны во времени [40,41]. Форма кучи песка близка к конической, высота (H) зависит от R и силы сцепления песчинок, определяющей критический угол наклона поверхности конуса φ .

При выборе такого прототипа автор исходил из того, что песочная куча, состоящая из локально взаимодействующих песчинок, ведёт себя как единое целое и несмотря на то, что одна падающая на неё песчинка может вызвать лавину любого размера, даже катастрофические лавины не приводят к значительному обрушению кучи.

Расположим идеальный конус обычным образом: основание в плоскости XOY , вершина на оси $z = H$. Формула для вычисления объёма усечённого конуса, V_{tc} , высотой z , имеет вид: $V_{tc}(z) = V_c(H) - V_c(H - z) = V_c(H)[1 - (1 - p)^3]$, где $V_c(H) = \frac{1}{3} \frac{\pi}{\tan^2 \varphi} H^3$ — объём конуса высотой H , $p = z/H$. Кривая Парето, описывающая, нормированный на $V_c(H)$, объём усечённого конуса,

$$S(p; 3) = 1 - (1 - p)^3. \quad (3.4)$$

Центр масс конуса находится на его оси на расстоянии $z = H/4$.

Пусть теперь песчинки падают между двумя параллельными плоскостями, установленными вертикально на тот же круг на расстоянии d друг от друга. При $d \ll R$ получим плоский песочный треугольник, имеющий высоту H и длину основания, равную диаметру кругового конуса $2R$ [88,89]. Соотношение, описывающее кривую Парето песочного треугольника, имеет вид:

$$S(p; 2) = 1 - (1 - p)^2. \quad (3.5)$$

Центр масс двумерной кучи песка находится на его оси на расстоянии $z = H/3$.

Обобщающую соотношения (3.4), (3.5) модель РС запишем в виде:

$$S(p; \alpha) = 1 - (1 - p)^\alpha, \quad 0 \leq p \leq 1, \quad \alpha = 2, 3. \quad (3.6)$$

где α — число степеней свободы.

Далее модель (3.6) будем называть кривой Парето суммативных систем, так она описывает аддитивное сложение, ранжированных по убыванию частей системы, каждая из которых способна существовать вне конуса.

Используя правило Лопиталя, находим:

$$\beta = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{\ln[1 - (1 - p)^\alpha]}{\ln p} = 1. \quad (3.7)$$

Из (3.7) видно, что у суммативных систем критический показатель степени не зависит от размерности системы.

Дифференцируя (3.6), получаем:

$$S'(p) = \alpha(1 - p)^{\alpha-1}. \quad (3.8)$$

После очевидных преобразований, находим:

$$p_\mu = 1 - \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad S(p_\mu; \alpha) = 1 - \alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}, \quad G = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}. \quad (3.9)$$

Значения параметров концентрации размеров у МЦС представлены в **Таблица 3.1**.

Таблица 3.1 Значения ключевых параметров концентрации ресурса в суммативных системах

α	$p_\mu(\alpha)$	$S(p_\mu; \alpha)$	$PAC(\alpha)$	PR	$G(\alpha)$
2	0.5	0.75	-0.25	0.36	0.33
3	0.42	0.81	-0.23	0.49	0.50

Источник: расчёты автора.

Из представленных в **Таблица 3.1** ключевых параметров видно, что кривые Парето суммативных систем имеет левостороннюю асимметрию и значения коэффициентов Парето существенно меньше 0.8.

3.3.2 Модель интегративных систем

Суммативные системы становятся интегративными, когда сила взаимодействия элементов внутри системы становится больше сил внешнего воздействия на систему. В результате у систем с однородными элементами возникает новое свойство, которое имеет такую же направленность, как направленность силы взаимодействия элементов и зависит от числа степеней свободы системы. Кривая Парето в этом случае у систем с тремя степенями свободы равна радиусу эквивалентного шара, у систем с двумя степенями свободы — радиусу эквивалентного круга. В первом случае объём эквивалентного шара равен объёму кругового усечённого конуса, во втором, объёму усечённого песочного треугольника, расположенного между двумя пластинами:

$$S(p; \alpha) = \sqrt[\alpha]{1 - (1 - p)^\alpha}, \quad 0 \leq p \leq 1, \quad \alpha = 2, 3. \quad (3.10)$$

Из неравенства Коши получаем, что у органично целых систем упорядоченность всегда больше, чем у механически целых систем:

$$\begin{aligned} S(p; \alpha, 1/\alpha) &\geq S(p; \alpha), \\ S(p; \alpha_1) &\geq S(p; \alpha_2), \quad \alpha_1 \geq \alpha_2. \end{aligned} \quad (3.11)$$

С помощью правила Лопиталя, находим:

$$\beta = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{\ln[1 - (1 - p)^\alpha]}{\alpha \ln p} = \frac{1}{\alpha}. \quad (3.12)$$

Учитывая (3.12), соотношение (3.8) для $p \ll 1$ можно записать в виде:

$$S(p; \alpha) = p^{1/\alpha}, \quad p \ll 1. \quad (3.13)$$

Г. А. Грачёв

Дифференцируя (3.10), находим:

$$S'(p) = \left[\frac{1-p}{S(p)} \right]^{\alpha-1} \quad (3.14)$$

Решая уравнение (3.14), получаем аналитические соотношения, определяющие концентрацию ресурса в органично целых системах:

$$p_\mu(\alpha) = 1 - 0.5^{\frac{1}{\alpha}}, \quad S_\mu(p_\mu; \alpha) = 0.5^{\frac{1}{\alpha}}, \quad G(\alpha) = \frac{\Gamma(1/\alpha)^2}{\alpha \Gamma(2/\alpha)} - 1. \quad (3.15)$$

Из соотношений (3.15) получаем, что кривые Парето у органично целых систем симметричны относительно альтернативной диагонали — $p_\mu(\alpha) + S_\mu(p_\mu; \alpha) = 1$.

Значения параметров концентрации ресурса для $\alpha = 2$ и $\alpha = 3$ представлены в **Таблица 3.2**.

Таблица 3.2 Значения ключевых параметров концентрации ресурса в интегративных системах

α	$p_\mu(\alpha)$	$S(p_\mu; \alpha)$	$PAC(\alpha)$	$PR(\alpha)$	$G(\alpha)$
2	0.29	0.71	0	0.60	0.57
3	0.206	0.79	0	0.79	0.77

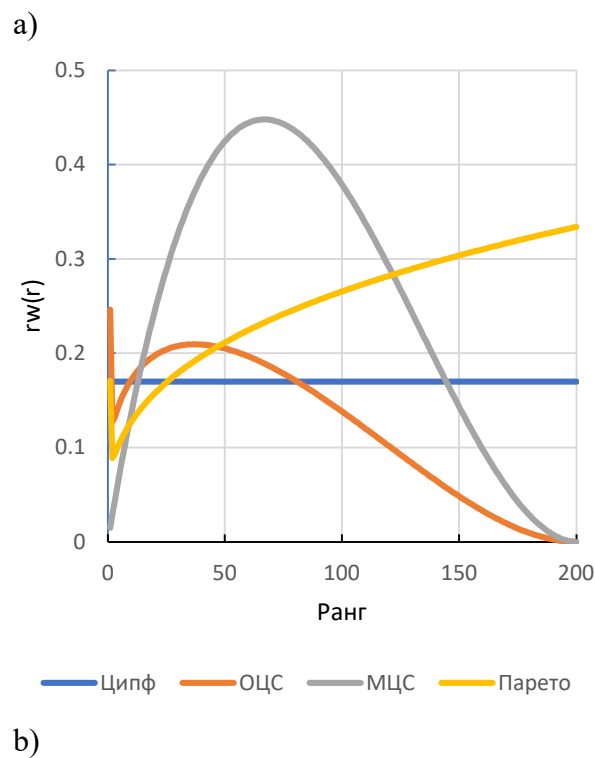
Источник: расчёты автора.

Из **Таблица 3.2** видно, что при $\alpha = 2$ доля ресурса, приходящего на системно значимые элементы системы, имеет вид: 20:60, а при $\alpha = 3$ — 21:79. В первом случае правило Парето соответствует широко используемому в маркетинге закону 20:59 [33,34] и правилу Ципфа 30:70 [29], во-втором — приближённому эмпирическому правилу Парето 20:80.

Отметим, что модель (3.10) является кривой Парето однопараметрического распределения Burr III [90] и ранее, независимо друг от друга была сконструирована в [3,91–94]. В [3] модель органично целую систему со значением параметра $\alpha = 3$ автор назвал моделью принципа Парето, так как изначально конструировал её для описания правила 20:80.

3.4 Сравнение однопараметрических моделей

Для сравнения однопараметрических феноменологических моделей рассмотрим их соответствие правилу «ранг-размер» и вклад элементов системы в координату центра масс. Соответствующие графики для $n = 200$ показаны на **Рис. 3.2**.



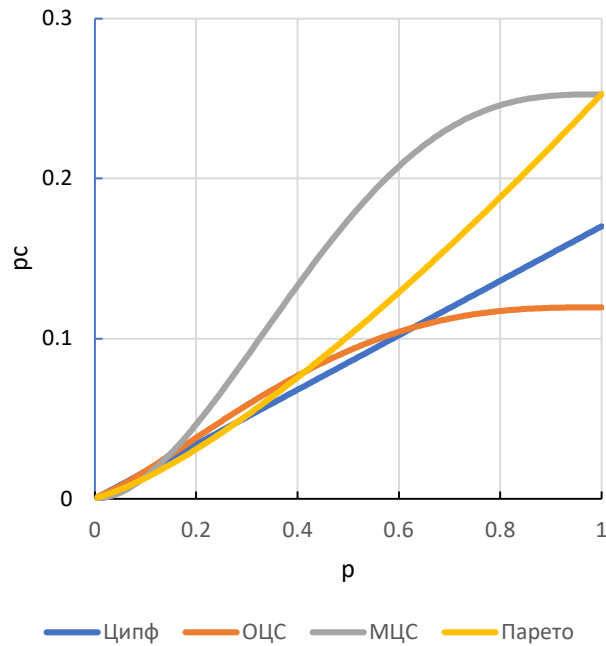


Рис. 3.2 Сравнение однопараметрических моделей (a — на соответствие правилу ранг-размер, b — зависимость координаты центра масс от доли элементов)

Из представленных на **Рис. 3.2** зависимостей произведения $w_r r$ от r видно, что у органично целых систем правило «ранг-размер» выполняется в диапазоне от $r = 15$ до $r = 62$, что совпадает с выводами Ауэрбаха [80]. В части, касающейся зависимости координаты центра масс от полноты выборки, то из **Рис. 3.2** видно, что у интегративных систем без ущерба можно ограничиться приблизительно 60 %% элементов, у суммативных систем — 80 %%, а у степенных функций ограничение выборки всегда уменьшает координату центра масс.

3.5 Модель промежуточных состояний системы

Промежуточное состояние — это состояние системы, когда она развивается в направлении к состоянию равновесия. В промежуточном состоянии объём кучи песка может быть больше (перед сходом лавин) или

Г. А. Грачёв

меньше (после схода лавин) объёма кучи песка в состоянии равновесия. Оба эти состояния можно описать с помощью двухпараметрической модели [42]:

$$S(p; \beta, \lambda) = [1 - (1 - p)^\lambda]^\beta, \quad 1 \leq \lambda < \infty, \quad 0 < \beta \leq 1. \quad (3.16)$$

$$G(\beta, \lambda) = \frac{2 \Gamma\left(\frac{1}{\lambda}\right) \Gamma(\beta + 1)}{\alpha \Gamma\left(\frac{1}{\lambda} + \beta + 1\right)} - 1, \quad (3.17)$$

где β — критический показатель степени, λ — показатель степени, определяющий распределение ресурса в системе, находящейся в промежуточном состоянии.

При $\beta = 1$ получаем кривую Парето суммативной системы, при $\beta = 1/\lambda$ — симметричную кривую Парето интегративной системы. Кривая Парето имеет левостороннюю асимметрию, если $1/\beta < \lambda$ и правостороннюю асимметрию, когда $1/\beta > \lambda$. Модель (3.16) ранее была апробирована автором и показала хорошие результаты [13,16–18,95].

Формула для вычисления n по известным значениям β и λ имеет вид:

$$n(\beta, \alpha) = \frac{1}{1 - \left(1 - w_1^{\frac{1}{\beta}}\right)^{\frac{1}{\lambda}}}. \quad (3.18)$$

Пусть $1/\beta > 1$, $\lambda = 1$. Модель кривой Парето в этом случае имеет правостороннюю асимметрию:

$$S(p; \beta, 1) = p^\beta, \quad \beta \leq 1. \quad (3.19)$$

Аналитические соотношения, определяющие концентрацию ресурса у модели (3.19) имеют вид:

$$p_\mu = \beta^{\frac{1}{1-\beta}}, \quad S_\mu = \beta^{\frac{\beta}{1-\beta}}, \quad G = \frac{1 - \beta}{1 + \beta}. \quad (3.20)$$

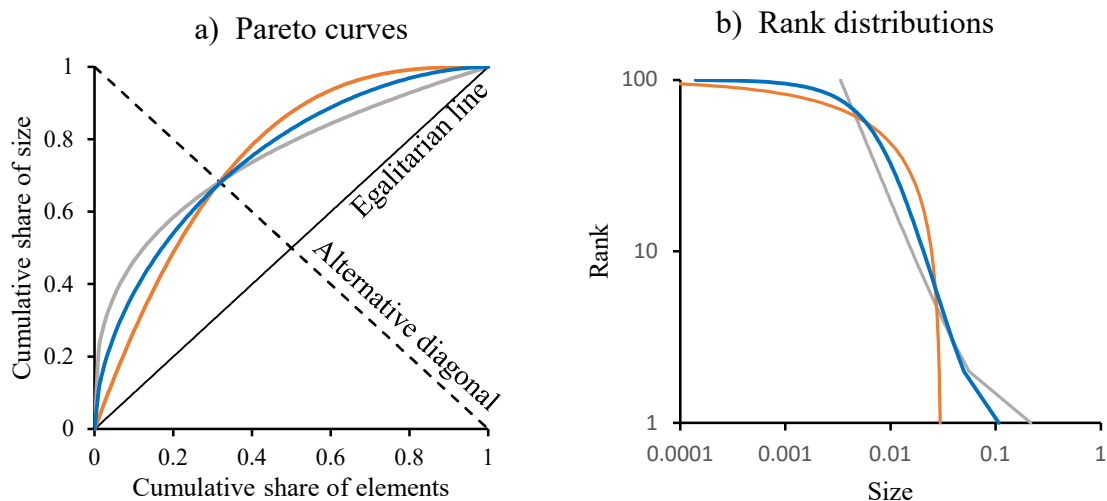
Числовые значения параметров CR представлены в **Таблица 3.3**.

Таблица 3.3 Значения ключевых параметров модели (3.19)

$1/\beta$	p_μ	$S(p_\mu)$	PAC	PR
2	0.25	0.50	0.25	0.45
3	0.19	0.58	0.23	0.59

Из представленных в **Таблица 3.3** значений параметров концентрации видно, что модель (3.19) имеет правостороннюю асимметрию и является зеркальным отражением модели (3.6). Поэтому она также является моделью механически целостных систем.

На **Рис. 3.3** показаны кривые Парето и ранговые распределения систем с $\beta = 1$ (оранжевая линия), с $\beta = 1/\lambda$ (синяя линия) и с $1/\beta > \lambda$ (серая линия). Все три кривые Парето имеют одинаковое значение коэффициента Джини $G = 0.5$.

**Рис. 3.3** Кривые Парето и ранговые распределения двухпараметрической модели

На **Рис. 3.4** представлены зависимости PAC от коэффициента Джини, G , для РС с правосторонней (серая линия) и левосторонней (оранжевая линия) асимметрией. Напомним, что G равен удвоенной площади между РС и эгалитарной линией. Значения G удовлетворяют неравенству $0 \leq G \leq 1$. Ноль имеет место, когда ресурс равномерно распределён между элементами системы, 1 — когда весь ресурс системы сосредоточен в одном элементе.

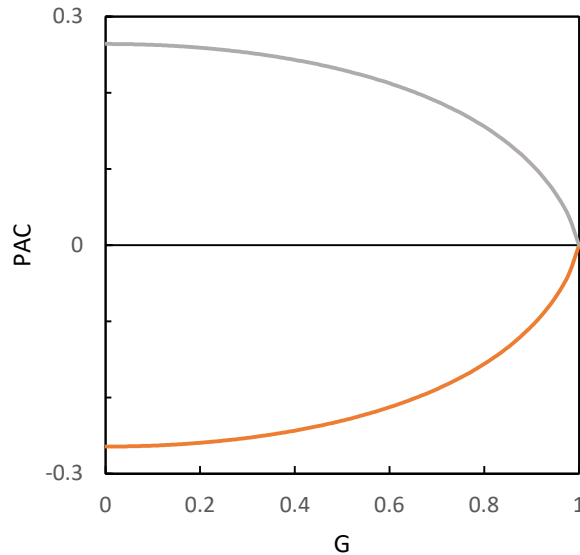


Рис. 3.4 Зависимости коэффициентов асимметрии от коэффициента Джини у кривых Парето с правосторонней (серая линия) и левосторонней (оранжевая линия) асимметриями

Из представленных на **Рис. 3.4** зависимостей РАС от G видно, что при значении $G = 0.77$ (классический принцип Парето) модуль РАС приблизительно равен 0.167. Дальнейшее увеличение концентрации ресурса в системе очень быстро уменьшает РАС до 0.

3.6 Норма упорядоченности систем

Норма упорядоченности системы — это объективная цель реального распределения ресурса, при котором система устойчиво функционирует на протяжении длительного времени. По аналогии с механическими системами, будем считать, что норма упорядоченности систем в отсутствии ограничений должна соответствовать минимуму потенциальной энергии, что эквивалентно минимальной высоте центра масс, который при $n \gg 1$ можно записать в виде:

$$p_c = \frac{\int_0^1 pS'(p)dp}{\int_0^1 S'(p)dp} = \int_0^1 pS'(p)dp. \quad (3.21)$$

Применяя к (3.21) правило интегрирования по частям, получаем связь центра масс элементов системы с коэффициентом Джини:

$$G_c = 1 - 2p_c. \quad (3.22)$$

При равномерном распределении ресурса $G = 0$, $p_c = 1/2$, при $G = 1$ (один элемент в системе), $p_c = 0$.

Обозначим буквой Δ разность центров масс суммативных и интегративных систем:

$$\Delta(\alpha) = p_{cL}(\alpha) - p_{cS}(\alpha), \quad (3.23)$$

где p_{cL} — центр масс суммативных систем; p_{cS} — центр масс интегративных систем.

Зависимости p_{cL} , p_{cS} , и разности Δ от $1/\alpha$ показаны на **Рис. 3.5**.

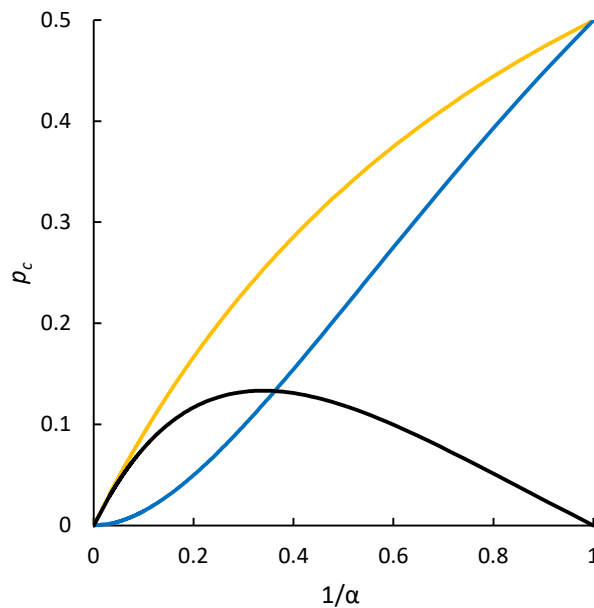


Рис. 3.5 Зависимости центров масс ранговых распределений суммативных систем (оранжевая линия) и интегративных систем (синяя линия) от числа степеней свободы и разности значений центров масс этих систем (чёрная линия)
Источник: вычислено и построено автором.

Г. А. Грачёв

Из представленных на **Рис. 3.5** графиков видно то, что и следовало ожидать (см. 2.4), у органично целых систем, имеющих симметричные кривые Парето, состояние равновесия во всех случаях более устойчиво по сравнению с состоянием равновесия механически целостных систем, имеющих асимметричные кривые Парето. Максимум Δ приходится на $\alpha = 3$. Полученный результат объясняет, почему на практике чаще всего наблюдается правило 21:79.

Исходя из этого, за точку отсчёта нормы упорядоченности можно использовать координату «центра масс» системы $p_0 = p(3, n)$, имеющей симметричную кривую Парето, значение параметра $\alpha = 3$ и состоящую из такого же количества элементов, что и испытываемая система. Характеризовать состояние системы в этом случае можно с помощью разности центров масс

$$\Delta = p_c - p_0. \quad (3.24)$$

Для систем с большим числом элементов, учитывая (3.22), получаем приближённое соотношение

$$\Delta = \frac{1 - G_c}{2} - p_0 = \frac{G_0 - G_c}{2}, \quad (3.25)$$

Неравенство, определяющее интервал значений Δ , имеет вид:

$$\frac{G_0 - 1}{2} \leq \Delta \leq \frac{G_0}{2}. \quad (3.26)$$

Учитывая, что $G_0 = 0.767$, получаем:

$$-0.12 \leq \Delta \leq 0.38. \quad (3.27)$$

Значение $\Delta = -0.12$ соответствует равномерному распределению ресурса в системе, $\Delta = 0.38$ — весь ресурс системы сосредоточен в одном элементе.

Г. А. Грачёв

В качестве альтернативы p_0 можно использовать коэффициент Парето $PR_0 = PR(3, n)$. Так, как у симметричных кривых Парето PR однозначно связан с G_0 , в качестве характеристики состояния системы можно использовать разность коэффициентов Парето

$$\Delta PR = PR_c - PR_0. \quad (3.28)$$

Неравенство, определяющее интервал значений ΔPR , имеет вид:

$$0.2 - PR_0 \leq \Delta PR \leq 1 - PR_0. \quad (3.29)$$

Учитывая, что $PR_0 = 0.787$, получаем:

$$-0.51 \leq \Delta PR \leq 0.21. \quad (3.30)$$

Таким образом, для оценки отклонения системы от нормы упорядоченности, соответствующей наиболее устойчивому функционированию системы, можно использовать разность центров масс, разность коэффициентов Джини и разность коэффициентов Парето. Две последние меры позволяют оценивать состояние систем, по набору ранее вычисленных значений G и PR .

Отметим, что в прошлом веке было замечено, что на практике чаще других встречаются симметричные кривые Парето [96], имеющие в основе логнормальное распределение [97] или однопараметрические распределения Burr [98]. Кроме этого, было установлено, что симметричные кривые Парето более всего соответствуют интересам распределения доходов населения, так как большая разница в доходах между богатыми и бедными приводит к социальным потрясениям, а увеличение налогов на предпринимателей уменьшает поступления в бюджет (закон Лаффера).

3.7 Процентный барьер

Г. А. Грачёв

Процентный барьер — доля минимального ресурса, открывающая элементам вход в состав системы. Такие барьеры широко используют в различных областях знания. Например, для прохождения партий в Парламент партии должны преодолеть электоральный барьер (как правило, 5 %). В РФ банкам для получения универсальной лицензии необходимо иметь уставной капитал не менее 1 млрд руб., а для получения базовой лицензии — не менее 300 млн руб. Во всех случаях установление барьера предназначено для ускорения процесса принятия решения (Парламент) или уменьшения затрат на контролирование деятельности элементов (банков).

В **Таблица 3.4** показана зависимость совокупного ресурса системы от доли, преодолевших заградительный барьер элементов, вычисленная для симметричной РС и параметром $\alpha = 3$. Кривые Парето систем с укороченным набором элементов показаны на **Рис. 3.6**.

Таблица 3.4 Зависимость совокупного ресурса системы от доли, преодолевших заградительный барьер элементов

p, %	S(p), %	p, %	S(p), %
15	72.8	60	97.8
20	78.7	65	98.5
25	83.3	70	99.1
30	86.9	75	99.5
35	89.9	80	99.7
40	92.2	85	99.9
45	94.1	90	100.0
50	95.6	95	100.0
55	96.9	100	100.0

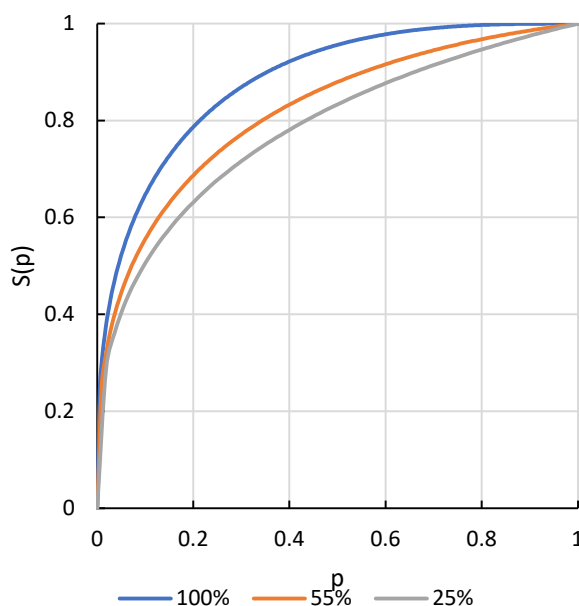


Рис. 3.6 Кривые Парето систем с укороченным набором элементов

Из представленных на **Рис. 3.6** кривых Парето видно, что уменьшение числа элементов в системе за счёт использования заградительного барьера приводит к уменьшению упорядоченности систем и появлению у кривых Парето правосторонней асимметрии, т.е. к ухудшению устойчивости функционирования системы. Таким образом, попытка сэкономить время на принятие решений и уменьшить затраты на контроль деятельности элементов системы с помощью заградительного барьера может привести к уменьшению устойчивости функционирования системы.

Обсуждение

Целью Главы 3 было конструирование феноменологических моделей кривых Парето суммативных и интегративных систем. В качестве прототипа моделей выбран самоорганизующийся песочный конус. Для перехода от суммативных к интегративным системам использовано понятие «радиус

Г. А. Грачёв

эквивалентного шара», что позволило объединить обе однопараметрические модели в одну двухпараметрическую модель, ранее сконструированную в [42].

Установлено, что при одинаковом числе степеней свободы упорядоченность суммативных систем меньше, чем у интегративных систем. Показано, что использование процентного барьера для прохождения элементов в состав системы является одной из причин перехода системы из состояния органично целостных в состояние механически целостных. Определено, что приблизительное правило 20:80 описывает норму упорядоченности интегративных систем с тремя степенями свободы и, в этом смысле, принцип Парето является законом природы. Установлено, что точное правило принципа Парето имеет вид: 21:79.

Анализ модели правило «ранг-размер» показал, что она относится к нереалистичным феноменологическим моделям и её использование приводит к неправильным выводам. Типичным примером таких ошибочных выводов является утверждение, что отклонения от правила «ранг-размер» означает недоразвитость систем [83–85].

Ключевой особенностью рассмотренных в разделе феноменологических моделей является независимость от силы сцепления песчинок, определяющей критический угол наклона поверхности конуса ϕ .

Раздел 2. Эмпирическая проверка основной гипотезы

4 Эмпирические данные и методика обработки

4.1 Эмпирические данные

Использованные в работе эмпирические данные взяты из общедоступных интернет-сайтов. Адреса сайтов приводятся по мере применения данных.

4.2 Методика обработки

Для оценки критического показателя степени использовали соотношение (3.3). Достаточное число элементов в системе при известных значениях параметров модели и доли первого по рангу элемента системы вычисляли по формуле (3.18). Координаты точки максимального удаления РС

Г. А. Грачёв

от эгалитарной линии $(p_\mu, S(p_\mu))$ определяли следующим образом. С начала находили ранг $r = m$, удовлетворяющий неравенству $w_{m+1} < \bar{w} < w_m$. Затем, применяя ряд Тейлора, вычисли p_μ и S_μ по формулам [99]:

$$\delta = \frac{w_m - \bar{w}}{n(w_m - w_{m+1})}, \quad (4.1)$$

$$p_\mu = p_m + \delta, \quad (4.2)$$

$$S_\mu = S_m + S'_m \delta \approx S_m + \delta, \quad (4.3)$$

Для оценки параметров α и β использовали метод наименьших квадратов (МНК), согласно которому минимизировали функционал:

$$F(\alpha, \beta) = \sum_{r=1}^n [y_r - S(p_r; \alpha, \beta)]^2, \quad (4.4)$$

где y_r — эмпирические значения РС, измеренные в точках p_r .

Учитывая, что МНК позволяет получить только наилучшее соответствие выбранной модели эмпирическим данным, но не сообщает насколько выбранная модель является хорошей для данных, ниже для ответа на последний вопрос вычисляли среднюю абсолютную процентную ошибку (MAPE) [100].

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - S_i}{y_i} \right| 100\%, \quad (4.5)$$

Значения $\text{MAPE} \leq 5\%$ свидетельствует об удовлетворительном уровне точности (адекватность модели); ошибка в 10 и более процентов считается очень большой. Недостатком является случаи, когда фактические значения ряда близки к 0, то в знаменателе окажется очень маленькое число, что делает значение MAPE близким к бесконечности, что не корректно.

5 Системы неживой природы

5.1 Вселенная

Согласно стандартной космологической модели Λ CDM (Lambda Cold Dark Matter), на момент своего рождения, Вселенная состояла из 4-х элементов: тёмной энергии, тёмной материи, обычного (барионного) вещества и реликтового излучения [101]. В процессе расширения плотность темной энергии не меняется, плотность вещества падает обратно пропорционально объему, а плотность излучения снижается еще быстрее и в настоящее время её вклад в структуру Вселенной меньше 0.1 %. Поэтому оперируют, как правило, с тремя структурными элементами. Расчеты, основанные на наблюдательных данных, показывают, что доля барионной и тёмной материи приблизительно равна 31.7 % (из которых лишь 4.9 % приходится на обычное вещество, а остальные 26.8 % — тёмная материя). Соответственно на долю тёмной энергии приходится приблизительно 68.3 % ('Planck captures portrait of the young Universe, revealing earliest light | University of Cambridge'). Оценка распределения материи во Вселенной с помощью модели суммативных систем дала следующие результаты: $\alpha = 2.82 \pm 0.06$, $p_\mu = 0.43$, $\text{PAC} = -0.23$. Абсолютная процентная ошибка аппроксимации $\text{MAPE} = 0.22 \%$.

Диаграмма, иллюстрирующая соответствие модели эмпирическим данным показана на **Рис. 5.1**.

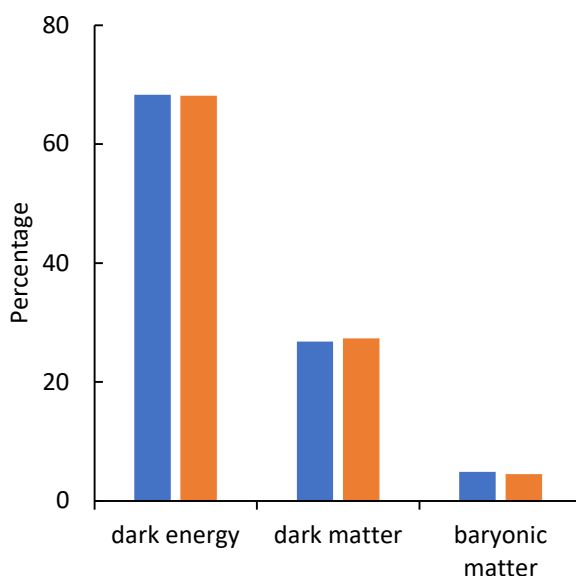


Рис. 5.1 Ранговое распределение ингредиентов Вселенной. Эмпирические данные показаны синим цветом, результаты моделирования — оранжевым

Из визуального анализа **Рис. 5.1** видно, что модель суммативных систем адекватно описывает трёхкомпонентную структуру Вселенной.

5.2 Окислы континентальной коры

Континентальная кора — земная кора континентов, образовавшаяся, после остывания внешнего слоя Земли. Основная масса разнообразных по составу окислов сосредоточена в самых верхних частях континентальной коры, соприкасающейся со свободным кислородом. Среднее содержание оксидов в земной коре, вычисленное в [103] приведено в **Таблица 5.1**. Погрешность этих данных не превышает 10%, что является высокой точностью для такого рода исследований. Ранее эти данные были использованы автором в [8].

Таблица 5.1 Состав оксидов в земной коре по [103]

Элемент	масса, %	Элемент	масса, %
SiO ₂	60.6	MgO	4.66

Г. А. Грачёв

TiO ₂	0.72	CaO	6.41
Al ₂ O ₃	15.9	Na ₂ O	3.07
Fe ₂ O ₃	6.71	K ₂ O	1.81
MnO	0.1	P ₂ O ₃	0.13

Оценка параметров модели ОЦС дала следующие результаты: $\alpha = 2.75 \pm 0.06$, $p_\mu = 0.22$, $RAC = 0$, $MAPE = 0.5 \%$. Соответствие модели эмпирическим данным показано на **Рис. 5.2**.

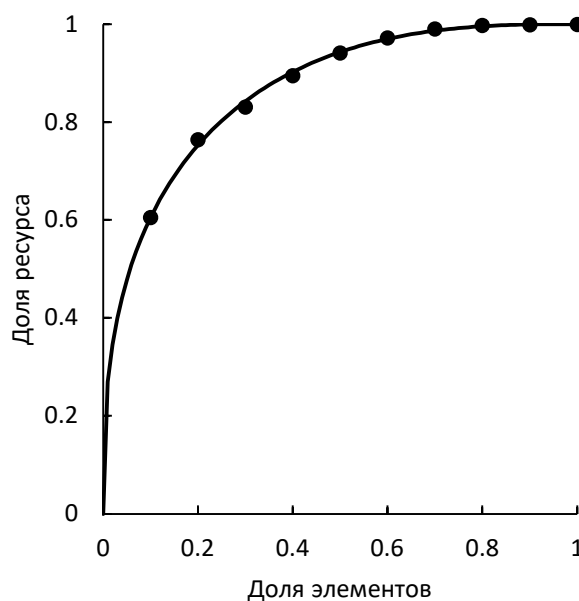


Рис. 5.2 Аппроксимация кумулятивных сумм окислов земной коры симметричной РС. Эмпирические данные показаны «жирными» точками, результаты моделирования — «толстой» линией

Из представленного на **Рис. 5.2** графика видно, что симметричная РС адекватно описывает неравенство главных окислов земной коры, что говорит о том, что они образуют органически целостную систему.

5.3 Ферромагнетики

Ферромагнетик — вещество, которое при температуре (T) ниже точки Кюри (T_c) способно обладать намагниченностью (M) в отсутствии внешнего

Г. А. Грачёв

магнитного поля. Ферромагнетизм является частным случаем фазового перехода второго рода и связан с взаимодействием между атомными магнитными моментами, стремящимися вопреки тепловому движению расположиться параллельно друг другу. Намагниченность равна 0 при $T = T_c$ (точке перехода) и $M = 1$ при $T = 0$. При $T > T_c$ намагниченность исчезает. Кривая намагниченности связана с РС соотношением: $M(t) = S(1 - t)$, где $t = \frac{T}{T_c}$, T — температура вещества.

В качестве эмпирических данных (Таблица 5.2) использована таблица намагниченности никеля [104], опубликованная в [105].

Таблица 5.2 Эмпирические данные спонтанной намагниченности никеля [106]

t	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
$M(t)$	1	0.997	0.991	0.979	0.961	0.937	0.895	0.837	0.742	0.595	0

оценка параметров модели дала следующие результаты: $\alpha = 2.68 \pm 0.03$, $p_\mu = 0.23$, $RAC = 0$, $MARE = 0.32 \%$. Соответствие модели эмпирическим данным показано на Рис. 5.3.

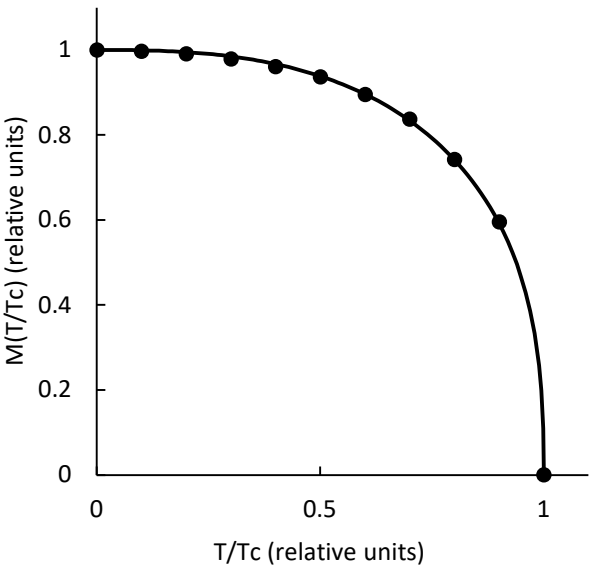


Рис. 5.3 Аппроксимация эмпирических данных намагниченности никеля симметричной моделью кривой Парето

Г. А. Грачёв

Из представленных на **Рис. 5.3** графиков видно, что симметричная модель кривой Парето адекватно описывает температурную зависимость спонтанной намагниченности никеля.

Обсуждение

Анализ концентрации ресурса во Вселенной показал, что модель Λ CDM, на основе которой вычисляются доли элементов этой системы, описывает их независимое сложение, что допускает, как расширение, так и сжатие Вселенной.

Концентрация окислов в земной коре и спонтанная намагниченность никеля соответствуют интегративной целостности, поскольку в первом случае происходит взаимодействие ограниченного количества кислорода с элементами земной коры, во втором — атомных моментов со средним полем.

Все эти системы имеют три степени свободы. Полученные значения параметра $\alpha < 3$ говорят о неполноте наборов, использованных эмпирических данных.

6 Биологические системы

6.1 Биологически значимые элементы

Биологически значимые элементы — это химические элементы, необходимые живым организмам для обеспечения нормальной жизнедеятельности. По содержанию в теле человека эти элементы делят на: макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы. Норму физиологических констант определяют путем оценки показателей у клинически здоровых молодых организмов. Для этого вычисляют средние значения показателей и оценивают допустимые пределы их вариации [107]. Полученные таким образом пределы называют референсными или нормативными для здорового человека.

Основную долю массы клетки составляют 4 элемента: кислород (65 - 75 %), углерод (15 - 18 %), водород (8 - 10 %) и азот (1.5 - 3.0 %) [108]. Сумма нижних референсных значений равна 89.5 %, верхних — 106 %, сумма средних референсных значений — 97.8 %. Результат поиска значений биологически значимых элементов, соответствующих нижним и верхним референсным значениям представлен на **Рис. 6.1**. Параметры кривой Парето имеют следующие значения: $PAC = 0.06$, $p_{\mu} = 0.26$, $\alpha = 1.9$, $\beta = 0.37$, $PR = 0.67$.

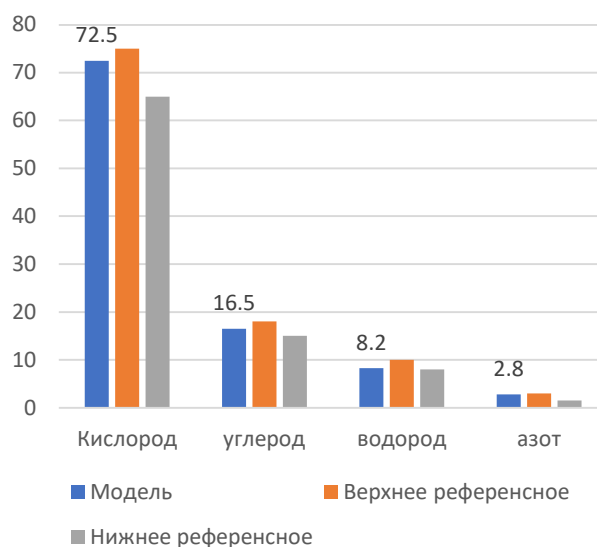


Рис. 6.1 Оценка значений биологически значимых элементов

Из представленных на **Рис. 6.1** ранговых распределений видно, что модель кривой Парето интегративной системы адекватно описывает доли биологически значимых элементов.

6.2 Лейкоцитарная формула

Наиболее распространённым тестом первичного медицинского обследования людей без учета их биологической вариабельности является лейкоцитарная формула (ЛФ) — процентное содержание лейкоцитов в сыворотке (плазме) крови. В общем случае ЛФ состоит из пяти элементов: базофилов, эозинофилов, нейтрофилов, лимфоцитов и моноцитов. В первые сутки после рождения нейтрофилы составляют около 70%, а лимфоциты — около 25% всех лейкоцитов крови. Затем относительное количество нейтрофилов уменьшается, а лимфоцитов — увеличивается. В возрасте 5–6 суток содержание нейтрофилов и лимфоцитов в крови выравнивается и составляет 40–45% (первый перекрест). Со временем наблюдается

Г. А. Грачёв

незначительная нейтропения и рост лимфоцитоза (до 60%). В возрасте 5–6 лет концентрация этих форм лейкоцитов снова выравнивается (второй перекрест). После этого постепенно содержание нейтрофилов в крови становится выше, чем лимфоцитов. В возрасте 14–15 лет ЛФ детей почти полностью совпадает с ЛФ взрослых: нейтрофилов 30–35%, лимфоцитов 60–65%. Динамика процентного содержания лимфоцитов и нейтрофилов у детей по данным А.Ф. Тура [109] представлена на **Рис. 6.2**.

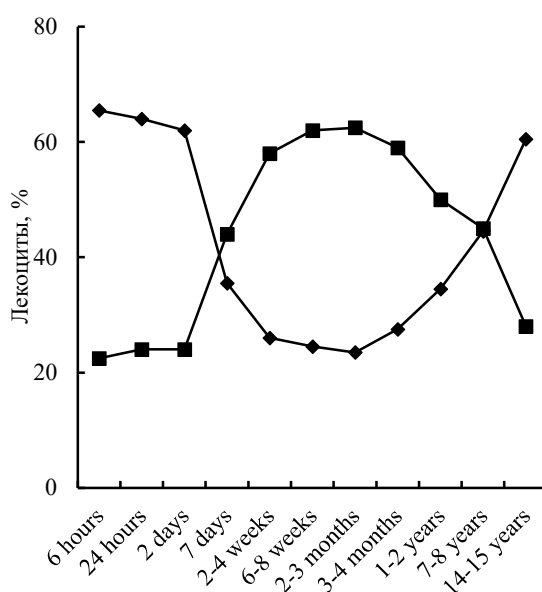


Рис. 6.2 Динамика лейкоцитарной формулы у детей (▲ – нейтрофилы; ■ – лимфоциты)

Оценка параметров модели кривой Парето, удовлетворяющей референсным значениям ЛФ, утверждённым приказами МЗ СССР № 290 (11.04.1972), № 1175 (21.11.1979), дала следующие результаты: $\alpha \approx 2.3$, $\beta \approx 0.38$, $PAC \approx 0.03$, $PR \approx 0.71$. Соответствие модели эмпирическим значениям ЛФ у взрослых показано на **Рис. 6.3**.

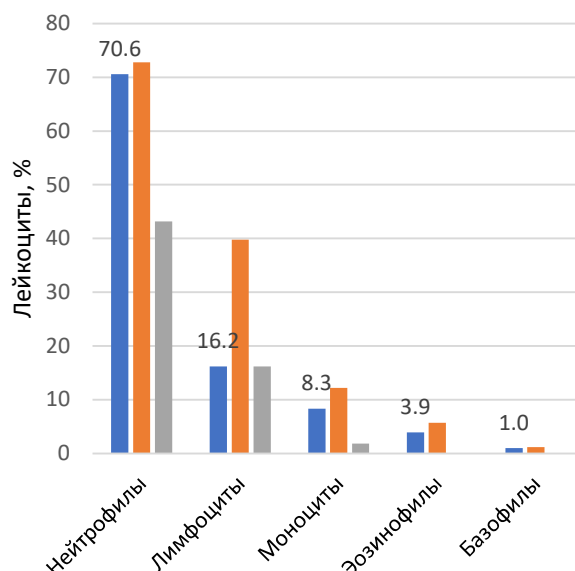


Рис. 6.3 Соответствие модели нормальным показателям ЛФ у взрослых. Верхние референсные значения показаны оранжевым цветом, нижние — серым, модель — синим

Из представленных на **Рис. 6.3** диаграмм видно, что 5-и компонентная модель ЛФ адекватно описывает распределение лейкоцитов.

6.3 Структура ночного сна человека

Структурой сна человека называют процентное соотношение суммарных за ночь длительностей быстрого сна (REM-сна), медленного сна, включая 1-ю и 2-ю стадии неглубокого, 3-ю и 4-ю стадии глубокого сна [110]. Отметим, что в 2007 г. 3-ю и 4-ю стадии глубокого сна объединили в «дельта-сон».

Основой для написания данного параграфа послужила, опубликованная ранее статья [14]. В качестве эмпирических данных использованы табличные данные длительностей стадий сна, опубликованные в [111]. Оценка параметров модели женского сна дала следующие результаты: $\alpha = 1.8 \pm 0.09$, $p_\mu = 0.33$, $RAC = 0$, $MAPE = 0.5 \%$. У мужского сна — $\alpha = 2.0 \pm 0.03$, $p_\mu = 0.40$, $RAC = 0$, $MAPE = 1.02 \%$. Соответствие модели эмпирическим данным показано на **Рис. 6.4**.

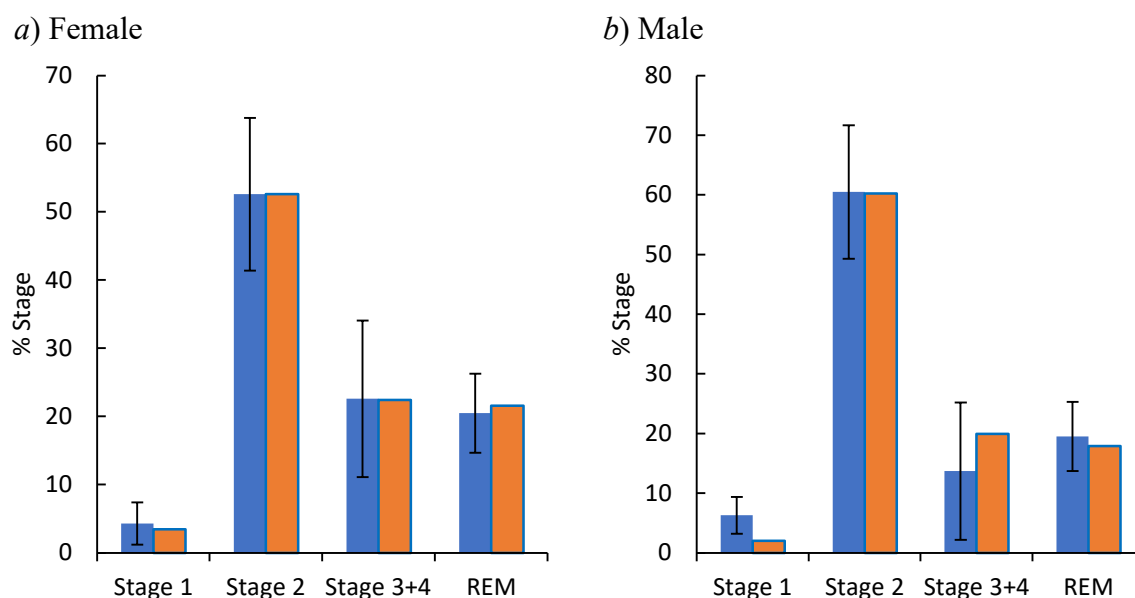


Рис. 6.4 Распределение показателей архитектуры сна у женщин (а) и мужчин (b). Эмпирические данные показаны синим цветом, модель — оранжевым

Из представленных на **Рис. 6.4** диаграмм видно, что стадии ночного сна женщин и мужчин соответствуют интегративной системе.

Обсуждение

Анализ распределения ресурса в трёх биологических системах показал, что они имеют органичную целостность и две степени свободы. Анализ динамики значений лейкоцитов у детей показал, что не всякие отклонения от нормы являются деградацией.

7 Филология

7.1 Минимум слов, необходимых для понимания устной речи и текстов

Одной из актуальных задач филологии является определение числа слов, достаточного для понимания устной речи и чтения текста. По сути, ответ на этот вопрос в 2001 г. дал Эрик Гуннемарк. Согласно его данным [112] в устной речи около 40 высокочастотных слов покрывают примерно 50 % словоупотреблений в повседневной речи на любом языке; 200 — около 80 %; 300 — 85 %; 400 — 90 %. При чтении, зная 80 высокочастотных слов можно понять 50 % простого текста; 200 — примерно 60 %; 300 — 65 %; 400 — 70 %; 800 — примерно 85 %; 1500 слов — около 95 %. Численный анализ эмпирических данных показал, что если для устной речи взять $n = 1050$ (●) и $n = 3000$ для чтения (●), то эти данные адекватно описывает симметричная кривая Парето со значением параметра $\alpha = 3$ (Рис. 7.1).

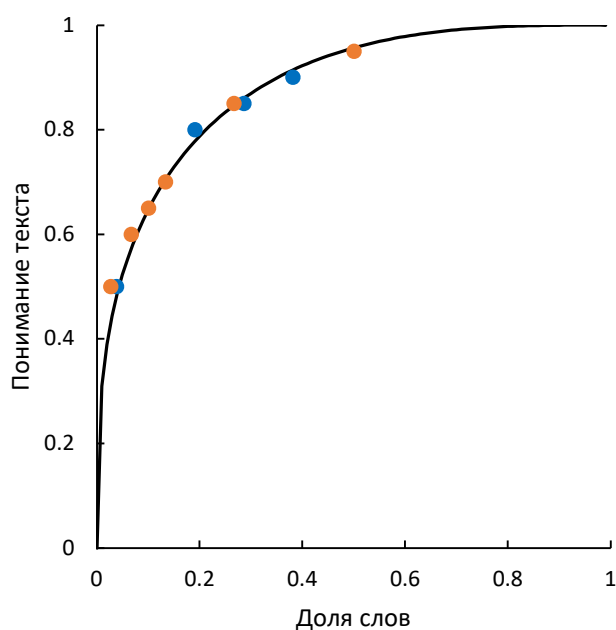


Рис. 7.1 Словарный запас для устной речи (●) и чтения (●) [112]. Модель показана сплошной линией

Таким образом, можно констатировать, что устная речь и тексты являются органично целостными системами, состоящими из относительно небольшого набора слов.

7.2 Частотный словарь

Приоритетной задачей цифровой филологии является определение частотности слов, используемых в текстах различной тематики. Результаты таких исследований публикуют в виде частотных словарей, которые используют для определения первоочередных слов при изучении иностранных языков. Первая модель для описания частотности слов была предложена Jean-Baptiste Estoup в 2012 г. [79] и носит название правило «ранг-размер». В дальнейшем эту модель многократно проверял Джозеф Ципф [30], [31], [29], а в 50-х гг. XX в. Б. Мандельброт обобщил её с помощью теории кодирования [113].

Наиболее современным Частотным словарём русской лексики в настоящее время является словарь [114]. Из опыта составления таких словарей известно [115], что для достоверного описания 1600–1700 наиболее частотных слов достаточно использовать корпус размером 400 тыс. словоупотреблений. Словарь [114] основан на текстах Национального корпуса русского языка объемом 100 млн. словоупотреблений и содержит информацию о 20 тыс. слов. В то же время каждый текст имеет некоторую собственную тему, слова которой в этом тексте будут употребляться намного чаще среднего. В результате частотный словарь, построенный на основе корпуса, отражает специфику тех текстов, которые попали в него при его составлении.

На **Рис. 7.2** представлены кумулятивные частотности слов, пересчитанные для $n = 1000, 3000, 10000$ и 20000 слов. На **Рис. 7.3** показана

Г. А. Грачёв

зависимость коэффициента Парето от отношения n/n_0 , где n_0 — достаточное число элементов (в данном случае $n_0 = 3000$).

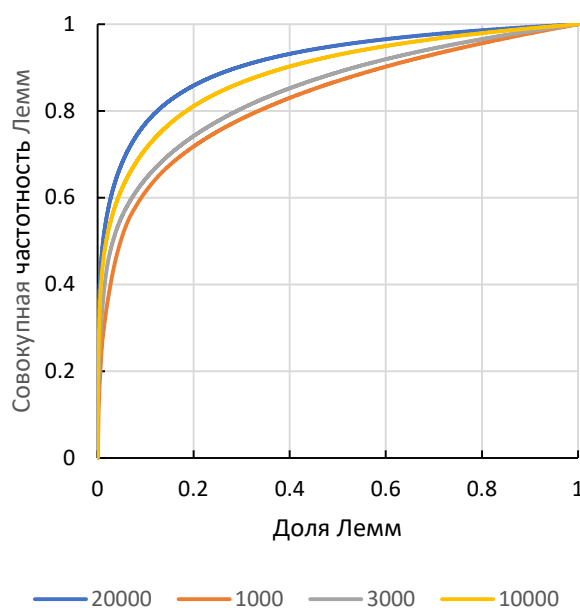


Рис. 7.2 Кумулятивные частотности лемм русского языка

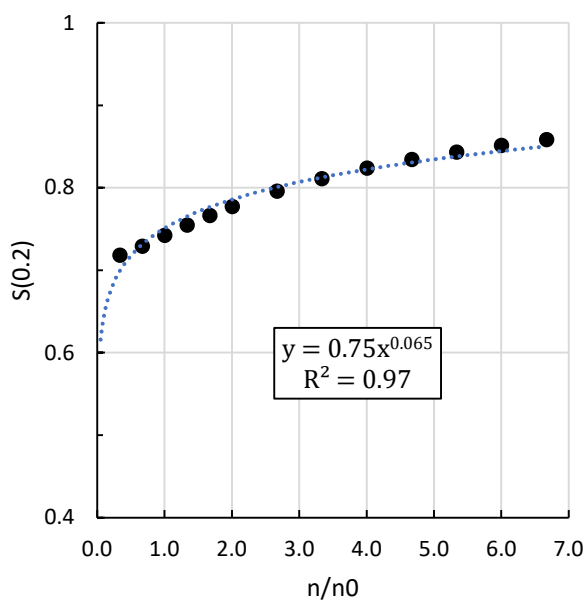


Рис. 7.3 Зависимость коэффициента Парето от отношения n/n_0 , где n_0 — достаточное число элементов

Из представленных на **Рис. 7.2** кривых Парето видно, что они имеют правостороннюю асимметрию, уменьшающуюся при увеличении неравенства.

Г. А. Грачёв

Рис. 7.3 демонстрирует зависимость коэффициента Парето от увеличения ненужных слов и возможность аппроксимации этой зависимости степенной функцией [8].

Обсуждение

Численный анализ эмпирических данных показал: наборы слов для устной речи и чтения, представляют собой органично целостные системы с тремя степенями свободы. Частотный словарь является суммативной системой со всеми вытекающими последствиями.

8 Системы расселения населения

8.1 Введение

Выше отмечалось, что среди географов [116], [117] и экономистов [118], [119], [120] существует устойчивое мнение, что численности населения федераций и городов во всех странах, в первом приближении [121], должны соответствовать правилу «ранг — размер» [80]. Допустимым исключением из этого правила могут быть только элементы-приматы — первые по рангу элементы системы, размеры которых более чем в два раза превышают размеры второго по рангу элемента [78].

В то же время в России города Москва, С.-Петербург и часть крупных городов (с населением более 1 млн человек) в билогарифмической системе координат находятся ниже линейной зависимости правила «ранг-размер» [122]. Исходя из этого некоторые исследователи сделали вывод, что большие города России еще «не доросли до необходимого размера» и предположили, что рыночная экономика со временем сможет исправить эту нестандартную для правила «ранг-размер» ситуацию [83–85]. Однако такой вывод представляется парадоксальным, так как столица РФ — город Москва является самым большим городом на европейском континенте, а город С.-Петербург занимает в списке европейских городов четвертое место по численности населения. Не менее парадоксальным в части федерального устройства РФ

Г. А. Грачёв

можно считать и вывод работы [123]: «по своей бессистемности и раздробленности существующее территориальное деление, сохраняющееся почти без изменений более восьми десятилетий, весьма архаично и не имеет аналогов в мире».

Несостоятельность таких выводов отмечалась автором в работах [4,13,73,124,125]. Обобщение результатов этих исследований приводится ниже.

8.2 Расселение по субъектам федерации

В Таблица 8.1 представлены результаты оценки неравенства распределения населения по субъектам федераций в 14 федеративных государствах. В качестве источника статистических данных использовали веб-сайт Thomas Brinkhoff: City Population (<http://www.citypopulation.de/mapindex.html>, последнее обращение 02.02.2023).

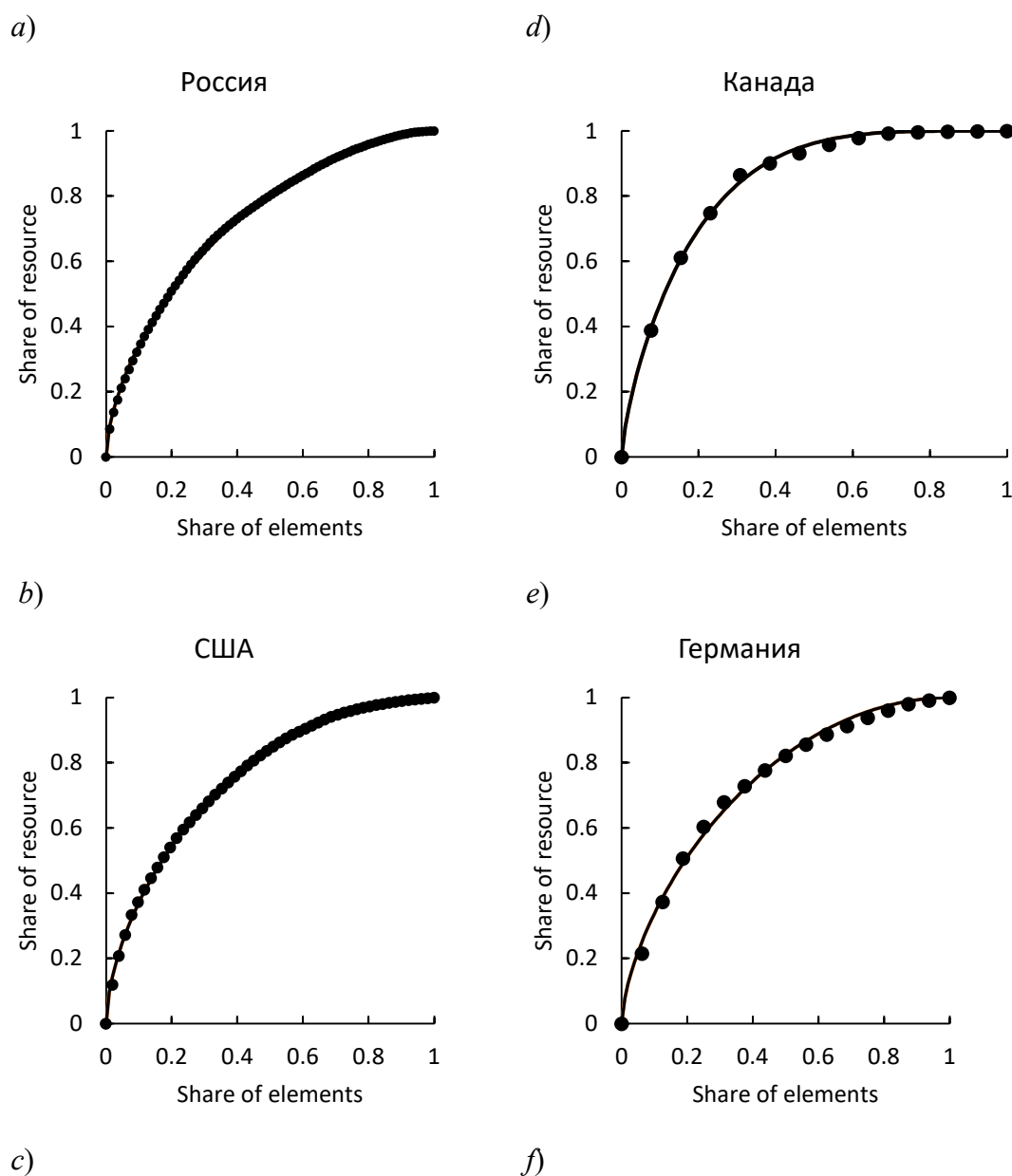
Таблица 8.1 Параметры неравенства распределения населения по субъектам федерации

Страна	Год	млн чел./субъект	км ² /субъект	n	PAC	p_μ	α	β	PR
Босния и Герцеговина	2020	0.2	4 654	11	-0.25	0.47	2.4	0.96	0.41
ОАЭ	2020	0.8	11 943	7	-0.22	0.41	3.2	0.93	0.51
Австралия	2022	2.1	641 002	12	-0.19	0.33	4.9	0.81	0.66
Индия	2021	38.1	91 313	36	-0.18	0.35	3.6	0.52	0.62
Канада	2021	3.0	768 052	13	-0.16	0.31	4.3	0.58	0.70
Пакистан	2021	34.6	146 986	6	-0.13	0.35	2.9	0.44	0.59
Германия	2021	5.2	22 349	16	-0.06	0.36	2.0	0.74	0.51
США	2021	6.5	192 680	51	-0.05	0.34	2.0	0.74	0.54
Бразилия	2021	7.9	315 399	27	-0.01	0.32	1.9	0.46	0.55
Россия	2021	1.7	201 473	85	-0.01	0.34	1.7	0.61	0.5
Мексика	2019	3.9	61 642	32	0	0.36	1.6	0.54	0.45
Нигерия	2010	5.9	24 967	37	0.1	0.37	1.2	0.87	0.35
Судан	2018	2.3	104 782	18	0.11	0.32	1.3	0.64	0.43
Аргентина	2022	1.9	115 850	24	0.13	0.21	1.5	0.21	0.65

Г. А. Грачёв

Из представленных в **Таблица 8.1** результатов видно, что в восьми случаях РС имеют левостороннюю асимметрию, в трёх, практически, нулевую и в трёх случаях правостороннюю асимметрию.

Соответствие модели системам расселения шести стран показано на **Рис. 8.1**. Ранговые распределения численности населения субъектов федерации РФ («жирные» точки) и США (кружки) в 2010 г. (линии — результаты моделирования) показаны на **Рис. 8.2**.



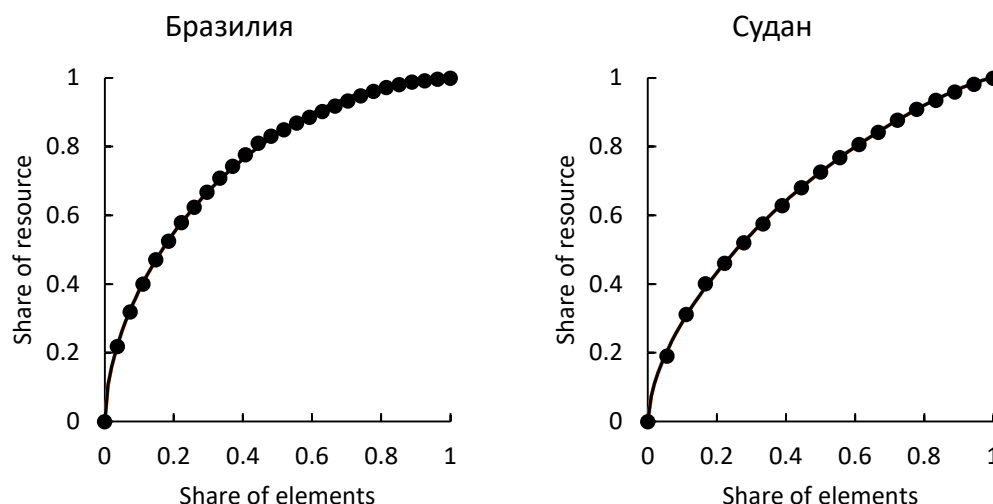


Рис. 8.1 Соответствие модели системам расселения

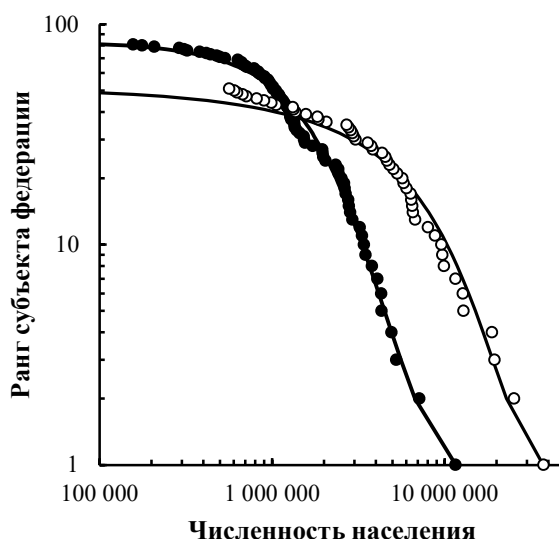


Рис. 8.2 Ранговые распределения численности населения субъектов федерации РФ («жирные» точки) и США (кружки) в 2010 г. (линии — результаты моделирования)

Из **Таблица 8.1** видно, что несмотря на то, что у России число субъектов федерации больше, чем у остальных федеративных государств, средняя площадь территории, приходящаяся на один субъект у неё такая же, как и у США. Кроме этого, кривые Парето систем расселения по субъектам федерации у США и РФ практически совпадают. Поэтому многочисленные публикации о том, что система расселения РФ недоразвита вследствие её формирования во времена централизованного планирования экономической политики [126–134]

Г. А. Грачёв

не имею основания. Это подтверждает и то, что никаких заметных изменений в системе расселения РФ и в других бывших республиках Советского Союза после перехода к рыночной экономике не произошло [130,135,136], что возможно тогда и только тогда, когда системы расселения не зависят от экономического уклада и самоорганизуются по одному и тому же закону, с учётом внешних ограничений. Одним из таких ограничений является среднегодовая температура в регионах страны.

8.3 Влияние климата на системы расселения

Территория РФ расположена в четырёх климатических поясах (от арктического до субтропического). У США климат в основной части страны умеренный континентальный. Распределение относительных частот среднегодовых температур (\bar{T}) в субъектах РФ и штатах США показано на **Рис. 8.3**. Данные о среднегодовой температуре регионов РФ взяты на сайте <https://tehtab.ru/>, для штатов США использовали сайт <https://www.currentresults.com/index.php>.

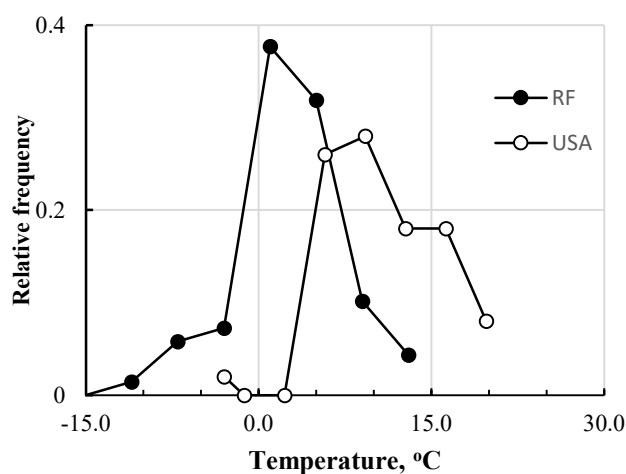


Рис. 8.3 Распределение относительных частот температуры в субъектах РФ и США
Источник: [39].

Г. А. Грачёв

Из представленных на **Рис. 8.3** графиков видно, что в совокупности среднегодовая температура в субъектах РФ и США позволяет рассмотреть зависимость урбанизации от среднегодовой температуры в интервале температур от -15 до 20 °С.

Наличие взаимосвязи между среднегодовой температурой и урбанизацией, среднегодовой температурой и показателями упорядоченности городских систем регионов РФ и США подтверждают диаграммы рассеяния на **Рис. 8.4**.

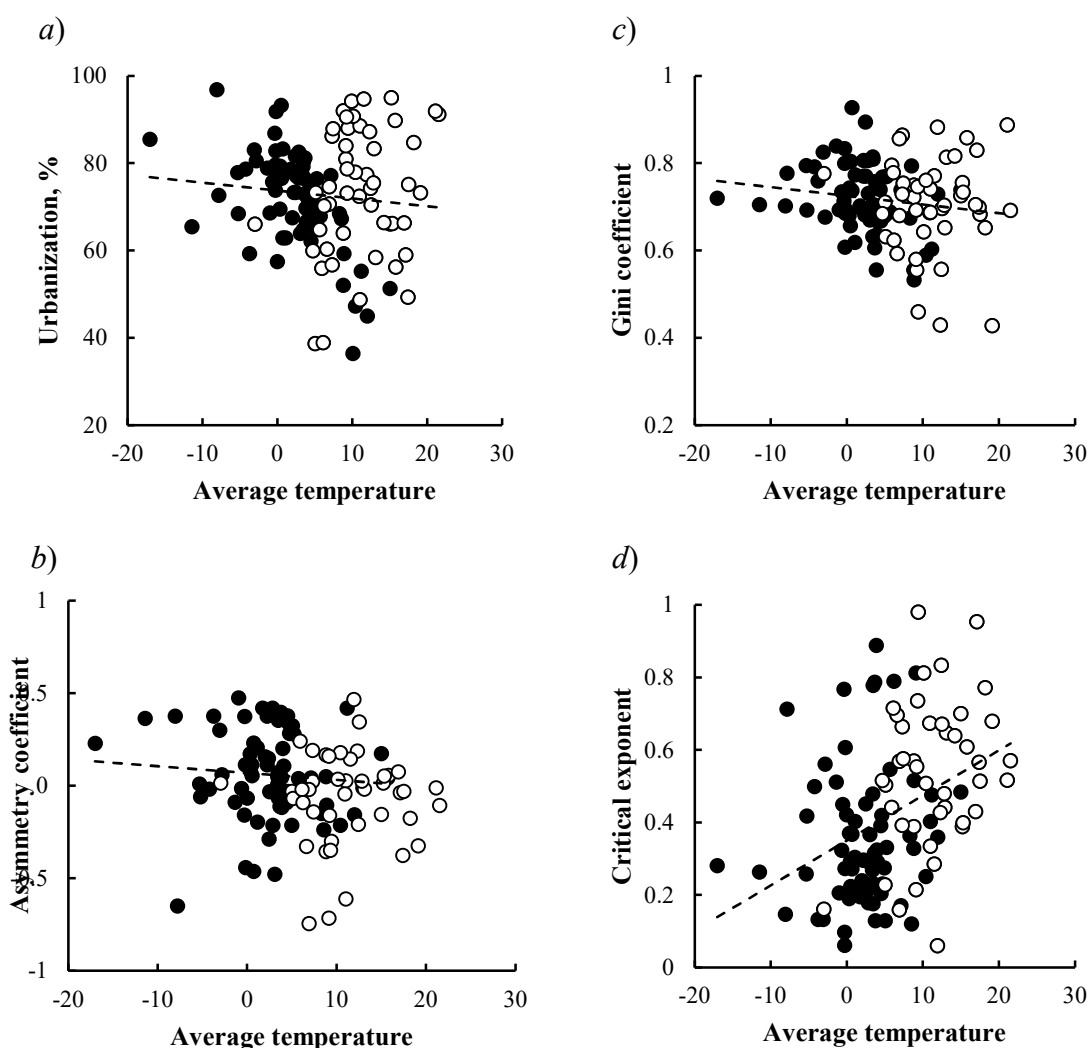


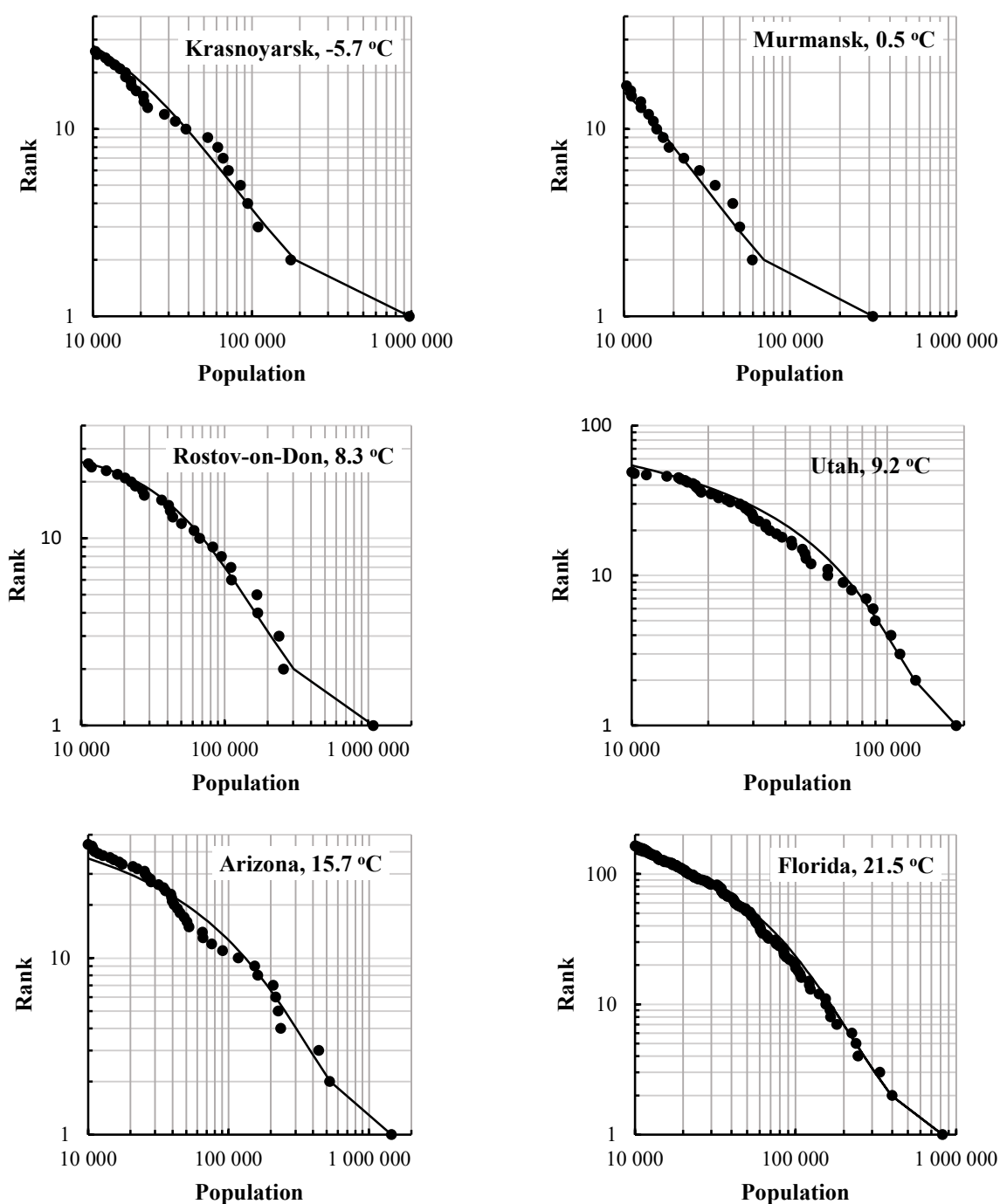
Рис. 8.4 Диаграммы рассеяния (точки — система расселения РФ, кружки — система расселения США, пунктир — линии регрессии)
Источник: [39].

Из представленных на **Рис. 8.4** эмпирических данных видно, что между среднегодовой температурой и упорядоченностью городских систем регионов

Г. А. Грачёв

существует корреляционная зависимость — увеличение температуры приводит к уменьшению урбанизации (*a*), смене симметрии кривой Парето (*b*) приблизительно при 10 °C, уменьшению концентрации неравенства (*c*) и росту критического показателя степени (*d*).

На **Рис. 8.5** «жирными» точками показаны ранговые распределения городов в трёх субъектах РФ и в трёх штатах США. Аппроксимация ранговых распределений моделью (3.17) представлена тонкой линией.



Из представленных на **Рис. 8.5** ранговых распределений видно, что модель (3.17) адекватно описывает ранговые распределения городов во всём диапазоне рангов. Отчетливо видна зависимость упорядоченности систем расселения от среднегодовой температуры региона, что объясняет большое разнообразие городских структур в субъектах РФ.

Обсуждение

Цель главы 8 — показать, что системы расселения по субъектам и городам в субъектах федераций подчиняются, рассмотренным выше закономерностям распределения ресурса. Подтверждено, что форма кривой Парето определяет тип целостности системы и не зависит от числа элементов в системе. Поэтому считать малочисленность субъектов российской федерации существенным недостатком [137] не корректно. Напротив, поскольку потребитель заинтересован максимизировать общее количество полезности, то с этой точки зрения увеличение количества субъектов федераций даёт ему большие возможностей для удовлетворения своих потребностей. Следовательно, нет оснований полагать, что укрупнение регионов за счёт уменьшения количества субъектов федерации приведёт к увеличению эффективности функционирования системы расселения РФ.

Анализ влияния климата на городские системы расселения показал, что понижение среднегодовой температуры приводит росту левосторонней асимметрии кривой Парето, увеличение — к росту правосторонней асимметрии.

9 Государственные союзы

9.1 Военно-политические объединения

В настоящее время в мире существует более 19 военно-политических объединений. Крупнейшим из них является военно-политический блок «Организация Североатлантического договора» (НАТО, созданный 4 апреля 1949). Основной целью создания блока была защита Европы от возможной угрозы советской экспансии в период холодной войны. На момент распада СССР, 26 декабря 1991 г., НАТО насчитывал 16 стран-участниц. После окончания холодной войны в состав НАТО в 1999 г. вошли Чехия, Польша и Венгрия, а в 2004 г. к ним присоединились еще семь стран. Дальнейшие расширения блока происходили в 2009, 2017 и 2020 гг. В январе 2023 г. НАТО насчитывало 30 стран и есть все основания полагать, что на этом блок останавливаться не собирается.

Общее население стран НАТО в соотношении к населению РФ — 960,6 млн человек против 146,4 млн. По оценкам экспертов, общая численность войск НАТО составляет 3.4 млн человек, резервных войск — 2.6 млн человек и 750 тыс. человек в военизированных формированиях. В РФ численность Вооружённых сил 2.04 млн человек, в том числе 1.15 млн человек военнослужащих.

Кривые долей распределения населения, ВВП и численности военнослужащих в странах НАТО показаны на **Рис. 9.1**. Из представленных на

Г. А. Грачёв

рисунке **Рис. 9.1** кривых видно, что ранги государств по этим показателям разнятся.

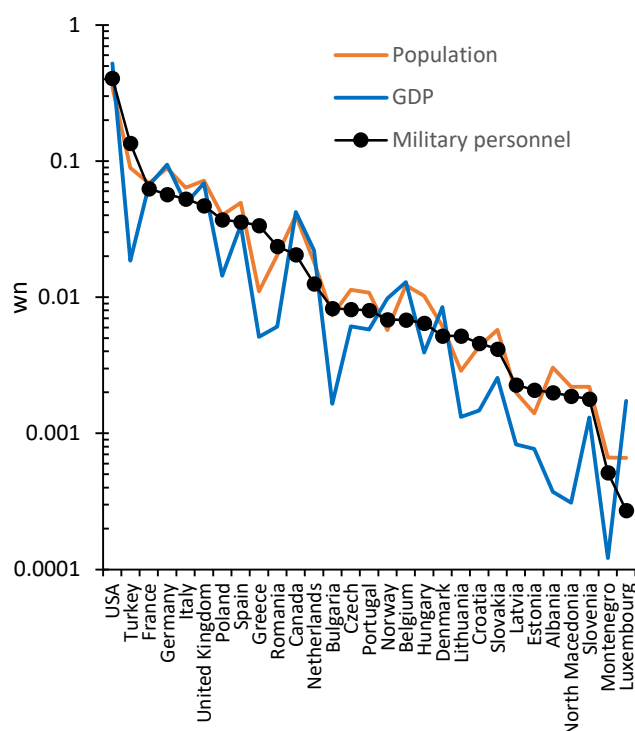


Рис. 9.1 Доли населения, ВВП и военнотружущих стран НАТО

Ранее ключевые показатели распределения населения по странам НАТО рассматривались в [5], [8]. Ниже дано обобщение этих результатов и представлены результаты обработки кривых Парето численности населения и ВС НАТО (**Таблица 9.1**)

Таблица 9.1 Ключевые параметры кривых Парето численности населения и ВС НАТО

	n	$w_1, \%$	η_2	ΔPR	PAC	p_μ	α	β	MAPE, %
Численность населения	30	35.0	3.9	-0.05	-0.08	0.27	3.5	0.52	1.26
Численность ВС	29	35.3	2.0	-0.05	-0.01	0.24	2.7	0.40	0.89

Источник: Вычисления автора

Кривая Парето численности военнотружущих стран НАТО в 2022 году, вычисленная по статистическим данным [138], показана на **Рис. 9.2** «жирными» точками, модель — линией.

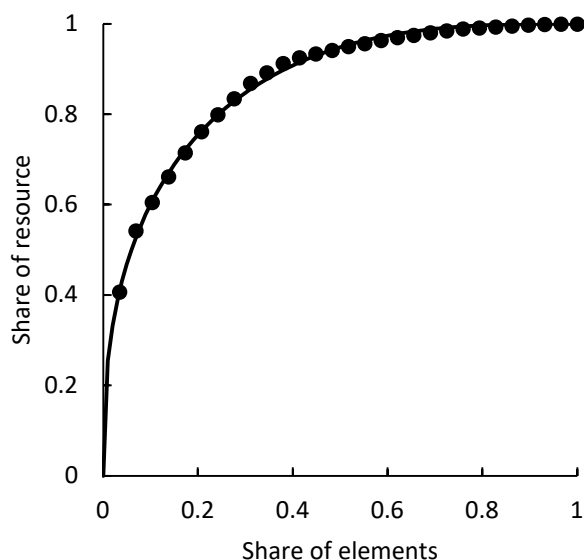


Рис. 9.2 Кривая Парето численности военнослужащих стран НАТО

Источник: Вычисления автора

Из представленных в **Таблица 9.1** данных и РС на **Рис. 9.2** видно, что кривая Парето имеет левостороннюю асимметрию, которая говорит о некоторой перезагруженности этого союза малыми элементами. В то же время, в настоящее время НАТО представляет собой высокоорганизованную по численности населения и военнослужащих систему с концентрацией неравенства близкой к принципу Парето.

В качестве альтернативы НАТО рассмотрим *Организацию Договора о коллективной безопасности* (ОДКБ) — региональная международная организация в области коллективной безопасности с участием Армении, Белоруссии, Казахстана, России и Таджикистана. Провозглашаемые цели: «укрепление мира, международной и региональной безопасности и стабильности, защита на коллективной основе независимости, территориальной целостности и суверенитета государств-членов, приоритет в достижении которых государства-члены отдают политическим средствам». Начало ОДКБ было положено 15 мая 1992 года подписанием Договора о коллективной безопасности в Ташкенте (Узбекистан). Общее население стран,

Г. А. Грачёв

входящих в ОДКБ, составляет 193 835 249 человек (2021). Численность миротворческих сил на 2022 год — 3600 человек.

Ключевые параметры кривой Парето численности населения стран ОДКБ представлены в **Таблица 9.2** Кривая Парето численности населения стран ОДКБ показана на **Рис. 9.3**.

Таблица 9.2 Ключевые параметры кривой Парето численности населения и ВС стран ОДКБ на 2019

	n	$w_1, \%$	η_2	ΔPR	PAC	p_μ	α	β	$MAPE, \%$
Численность населения	6	83.9	15.6	0.07	0.12	0.10	1.57	0.13	0.65
Численность ВС	6	83.9	15.6	0.09	0.12	0.10	1.57	0.13	0.33

Источник: авторские оценки ключевых параметров РС на основе статистических баз данных стран ОДКБ.

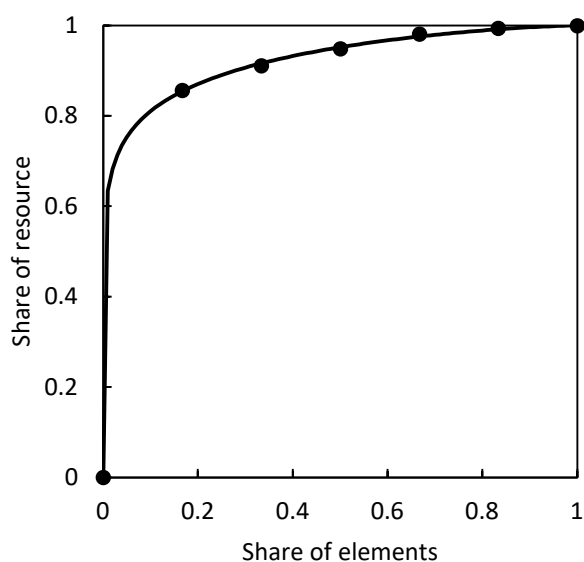


Рис. 9.3 Кривая Парето численности населения стран ОДКБ

Источник: Вычисления автора.

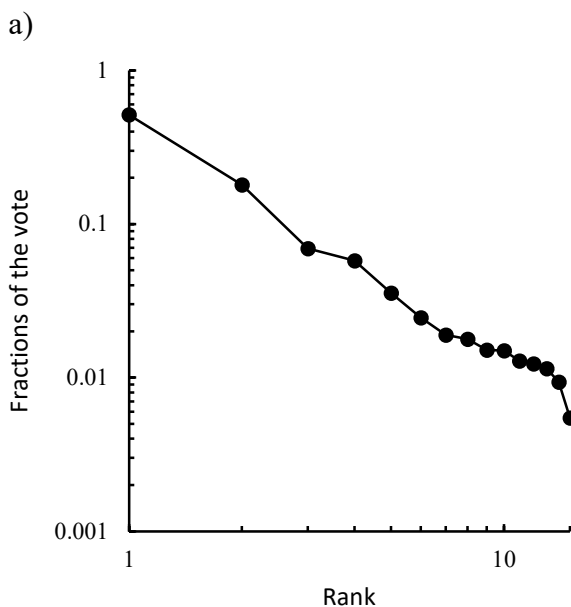
Из представленных в **Таблица 9.2** данных и кривой Парето на **Рис. 9.3** видно, что кривая Парето правостороннюю асимметрию, которая говорит недостаточности членов союза, как минимум одного. В остальном она достаточно хорошо описывает ПП.

9.2 Экономические союзы

В настоящее время существует не менее 27 экономических и таможенных союзов. В данной работе рассмотрены ключевые показатели кривой Парето Союза советских социалистических республик (СССР), Европейского союза (ЕС) и БРИКС.

СССР — историческое федеративное государство, состоящее из 15 республик, существовавшее с 1922 по 1991 год. Было образовано после окончания Гражданской войны в России на основании Договора об образовании Союза ССР. В стране официально действовала одна политическая партия — Коммунистическая партия Советского Союза, — которая была ведущей политической и идеологической силой страны.

Ранговое распределение и кривая Парето численности населения федераций СССР показаны на **Рис. 9.4**.



b)

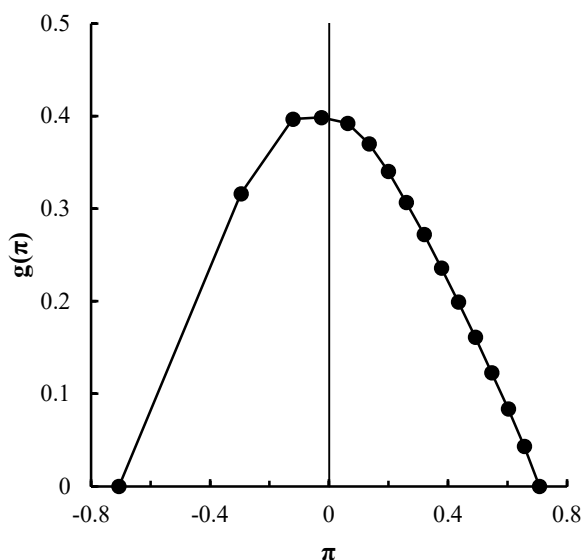


Рис. 9.4 Ранговое распределение и РС (в системе координат Джини) СССР в 1989 г

ЕС — экономическое и политическое объединение 28 европейских государств (Австрия, Бельгия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Кипр, Латвия, Литва, Люксембург, Мальта, Нидерланды, Польша, Португалия, Румыния, Словакия, Словения, Финляндия, Франция, Хорватия, Чехия, Швеция и Эстония) с 448 миллионами жителей. С помощью стандартизированной системы законов, действующих во всех странах союза, был создан общий рынок, гарантирующий свободное передвижение людей, товаров, капитала и услуг, включая отмену паспортного контроля в пределах Шенгенской зоны, в которую входят как страны-члены, так и другие европейские государства. 20 стран ЕС ввели в обращение единую валюту — евро, образовав европейский экономический союз — еврозону.

Ранговое распределение и кривая Парето численности населения стран ЕС показаны на **Рис. 9.5**.

а)

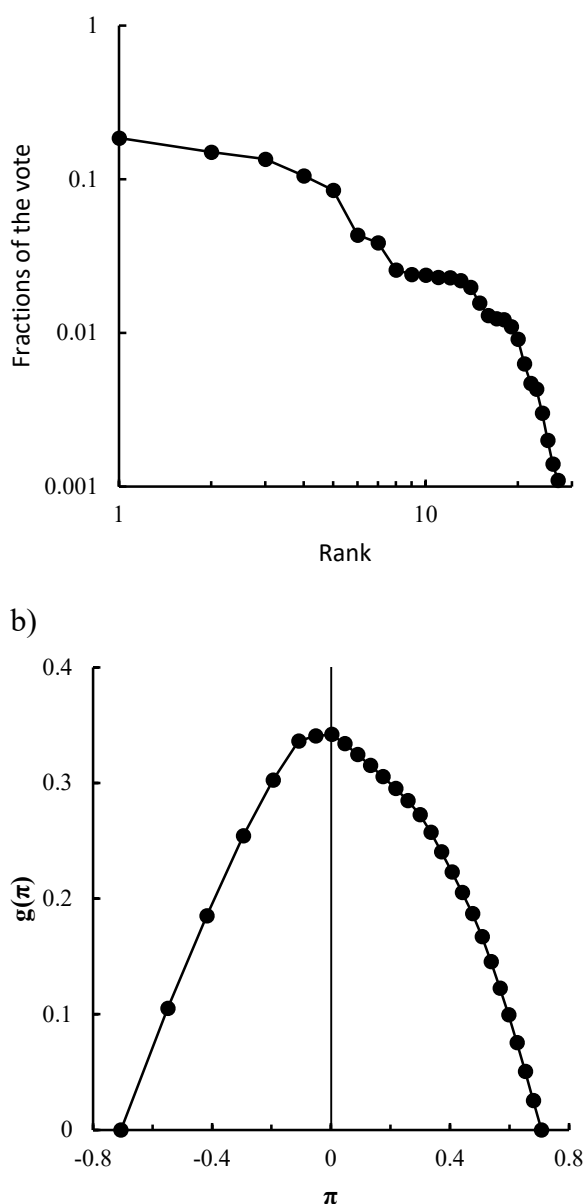


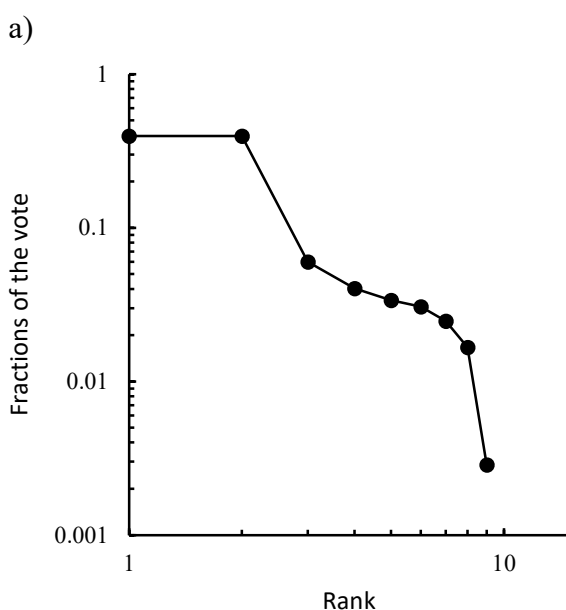
Рис. 9.5 Ранговое распределение и кривая Парето (в системе координат Джини) ЕС в 2019

БРИКС — межгосударственное объединение, союз 9 государств: Бразилии, России, Индии, КНР, Южной Африки, ОАЭ, Ирана, Египта и Эфиопии. Общая численность населения стран БРИКС составляет 3,2 миллиарда человек при общей численности населения планеты 7,8 миллиарда. Это около 41,5%. Организация (содружество государств) была основана в июне 2006 года (как БРИК, BRIC), в рамках Петербургского экономического форума с участием министров экономики Бразилии, России, Индии и Китая. На август 2023 года 40 стран выразили заинтересованность в присоединении

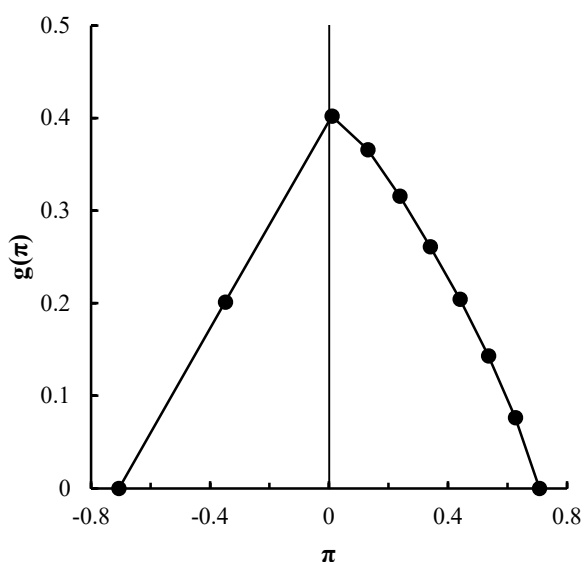
Г. А. Грачёв

к БРИКС, около 20 из них официально обратились с просьбой о приёме. На саммите в августе 2023 было сообщено, что Иран, Саудовская Аравия, Египет, Аргентина, Эфиопия и ОАЭ приглашены к вступлению в БРИКС в качестве полноправных членов с 1 января 2024 года. По оценкам ООН, к середине 2022 года совокупное население стран БРИКС составило 3262.7 млн человек. Наибольшую часть населения БРИКС составляет население Китая (43.7%) и Индии (43.4%), население остальных стран коалиции составляет относительно незначительную часть: Бразилия – 6.6%, Россия – 4.4%, Южная Африка – 1.8%.

Ранговое распределение и кривая Парето численности населения федераций СССР показаны на .



b)



Ключевые параметры кривой Парето численности населения республик СССР (1989), стран ЕС (2019 и БРИКС на 2021 г. представлены в **Таблица 9.3**.

Таблица 9.3 Ключевые параметры кривой Парето численности населения республик СССР (1989), стран ЕС (2019) и БРИКС на 2021 г.

Союз	n	w_1 , %	η_2	ΔPR	PAC	p_μ	α	β	MAPE, %
СССР (1989 г.)	15	51.4	2.8	-0.03	0.07	0.19	1.99	0.29	1.9
ЕС (2019 г.)	27	18.6	1.2	-0.10	-0.10	0.32	2.88	0.61	3.5
БРИКС (2021 г.)	9	39.6	1.0	0.05	-0.01	0.22			

Источник: Вычисления автора.

Из представленных на Рис. 9.4-9.6 ранговых распределений, кривых Парето и ключевых параметров концентрации в **Таблица 9.3** видно, что наиболее упорядоченной является система союза федераций СССР, на втором месте находится ЕС, на 3-м — БРИКС.

Обсуждение

Целью Раздела 9 была эмпирическая проверка органичности целостности государственных союзов. Для этого были рассмотрены два военно-

Г. А. Грачёв

политических союза: НАТО и ОДКБ, и 3-и экономических союза: СССР, ЕС и БРИКС.

При оценке устойчивости союзов исходили из того, что все международные союзы имеют лидера, который является системообразующим элементом союза за счёт своего демографического и экономического ресурса. Поэтому направленность политики союза отвечает национальным интересам своего лидера [139]. Соответственно, основное бремя расходов на поддержание союза должен нести лидер союза [140]. У НАТО такой страной является США.

Аналогичный анализ ОДКБ показал, что, на долю системообразующего элемента — России приходится 84 % численности населения и ВС. Союз соответствует принципу Парето и имеет органичную целостность. В обоих случаях кривые Парето соответствуют принципу Парето.

Анализ экономических союзов показал, что самым устойчивым союзом среди СССР, ЕС и БРИКС был Союз советских социалистических республик, в наибольшей степени соответствующий принципу Парето. Второе место занимает БРИКС, третье — ЕС.

10 Экономические системы

10.1 Неравенство доходов

Рассмотрим динамику кривых Парето среднего рыночного дохода домохозяйств — совокупный доход, который состоит из трудового дохода, дохода от предпринимательской деятельности, дохода от капитала (включая прирост капитала), пенсионного дохода и среднего дохода после уплаты налогов, который равен рыночному доходу плюс государственные трансферты минус федеральные налоги. В качестве статистических данных использован сайт Congressional Budget Office www.cbo.gov/publication/58353. Динамика $S(p)$, для $p = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ (снизу вверх) показана на **Рис. 10.1**. Результаты обработки данных представлены в

Таблица 10.1.

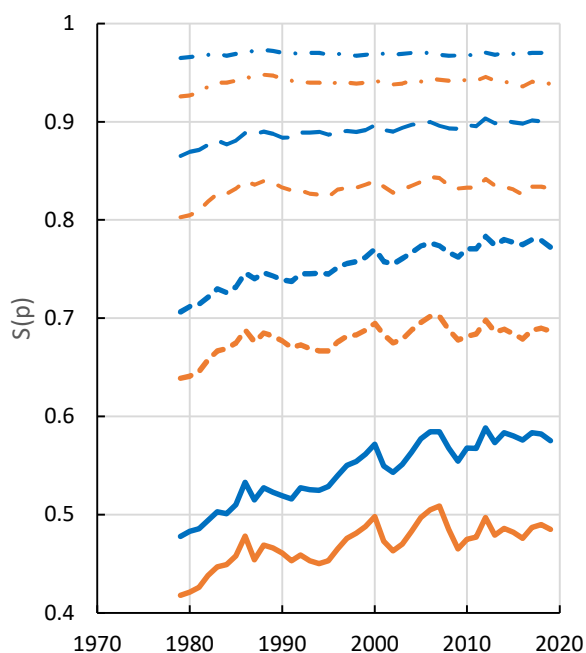


Рис. 10.1 Динамика $S(p)$, для значений $p=0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ (снизу вверх). Кривые Парето рыночного дохода показаны синим цветом, доход после налогов и трансфертов — оранжевым

Источник: Расчёты автора по статистическим данным www.cbo.gov/publication/58353

Таблица 10.1 Основные параметры неравенство доходов домохозяйств США

Год	PR	PAC	p_μ	α	β	MAPE, %
Рыночный доход						
1980	0.48	-0.06	0.37	1.80	0.66	0.21
1985	0.51	-0.04	0.35	1.83	0.62	0.18
1990	0.52	-0.02	0.34	1.84	0.60	0.14
1995	0.53	-0.01	0.33	1.82	0.58	0.11
2000	0.57	0.04	0.29	1.77	0.50	0.06
2005	0.58	0.03	0.29	1.77	0.49	0.09
2010	0.57	0.02	0.30	1.78	0.51	0.09
2015	0.58	0.03	0.29	1.77	0.49	0.07
2019	0.58	0.03	0.29	1.73	0.48	0.08
Доход после вычета налогов и получения трансфертов						
1980	0.42	0.06	0.35	1.37	0.65	0.02
1985	0.46	0.04	0.34	1.47	0.61	0.07
1990	0.46	0.04	0.34	1.48	0.61	0.12
1995	0.45	0.05	0.34	1.41	0.61	0.08
2000	0.50	0.09	0.30	1.37	0.53	0.19
2005	0.50	0.11	0.29	1.37	0.52	0.09
2010	0.48	0.07	0.32	1.41	0.57	0.15
2015	0.48	0.11	0.30	1.36	0.55	0.13
2019	0.49	0.10	0.30	1.36	0.54	0.09

Соответствие модели эмпирическим данным показано на **Рис. 10.2**.

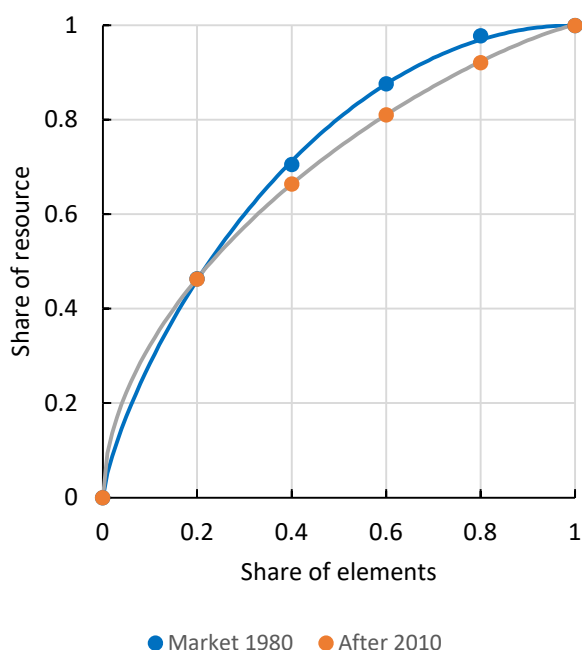


Рис. 10.2 Кривые Парето неравенства доходов домохозяйств США до уплаты налогов (синий) и после уплаты налогов и получения трансфертов (оранжевый)

Результаты анализа неравенства доходов в США говорят о том, что модель адекватно описывает неравенство доходов населения. В то же время, у кривых Парето нет симметрии, что требует доработки налоговой политики. Из **Рис. 10.1** видно, что неравенство доходов имеет такие же циклы, что и ВВП [141].

10.2 Источники дохода населения

В настоящее время источники дохода населения делят на пять основных категорий — заработная плата, доход от бизнеса, доход от инвестиций, пенсионный доход и другие доходы. Оценка доходов первой категории в РФ осложнена наличием «серой» зарплаты, что требует специальной методики пересчёта показателей дохода [142]. Ниже использованы данные США Bureau of Labor Statistics, Consumer Expenditures in 2009, News Release, USDL-10-1390,

Г. А. Грачёв

October 2010 и РФ, опубликованные на сайте: <http://www.gks.ru>. Исходные данные представлены в **Таблица 10.2**. Сравнение кривых Парето с моделью показано на **Рис. 10.3**.

Таблица 10.2 Составные части дохода населения РФ и США в 2009 г.

Категория дохода	США, 2009	РФ, 2009
Заработная плата	81.80	67.30
Социальное обеспечение, частное и государственное пенсионное обеспечение	11.10	14.80
Доход от samozанятости	4.30	9.50
Проценты, дивиденды, доход от аренды, прочие доходы от имущества	2.40	6.40
Прочие доходы	0.43	2.00

Источник: U.S. Bureau of Labor Statistics, Consumer Expenditures in 2009, News Release, USDL-10-1390, October 2010 и <http://www.gks.ru>

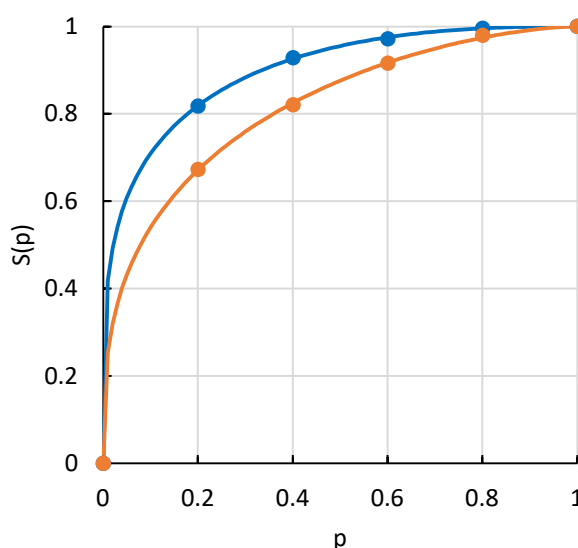


Рис. 10.3 Кривые Парето источников дохода населения (синий цвет — США, оранжевый — РФ)

У кривых Парето США коэффициент асимметрии $РАС = 0.06$, у РФ $РАС = 0.04$. Принципиальное отличие концентрации неравенства долей дохода описывают значения коэффициентов Парето — у США $PR = 0.82$, у РФ $PR = 0.67$. В обоих случаях модель интегративных систем адекватно описывает распределение ресурса в системах.

10.3 Отраслевая структура мирового хозяйства

Отраслевая структура мирового хозяйства отражает основные пропорции, складывающиеся внутри промышленности, сельского хозяйства и сферы услуг. По отраслевой структуре страны делят на три группы: аграрные (в ВВП преобладает доля сельского хозяйства), индустриальные (преобладает доля промышленности) и постиндустриальные (преобладает доля сферы услуг).

В **Таблица 10.3** представлены показатели отраслевой структуры экономики в 36 странах мира и результаты аппроксимации эмпирических данных двухпараметрической моделью. Первые 12 стран имеют постиндустриальную экономику, у которой наибольший вклад в экономику даёт сфера услуг. У следующих за ними 12 стран в ВВП преобладает доля промышленности. У последней группы стран основной вклад в экономику вносит сельское хозяйство. Кривая Парето отраслевой структуры экономики США показана на **Рис. 10.4**.

Таблица 10.3 Отраслевая структура экономики и результаты моделирования кривой Парето

Страна	Сельское хозяйство	Промышленность	Услуги	HI	PAC	α	β	PR
<i>Постиндустриальная структура</i>								
США	1.1	19.2	79.7	0.46	-0.21	3.9	1	0.58
Франция	2.0	18.8	79.2	0.46	-0.21	3.9	1	0.58
Великобритания	0.7	20.8	78.5	0.45	-0.22	3.8	1	0.57
Италия	2.0	24.2	73.8	0.4	-0.22	3.3	1	0.52
Япония	1.1	26.1	72.8	0.39	-0.23	3.3	1	0.52
Нидерланды	2.5	24.9	72.6	0.39	-0.23	3.2	1	0.51
Испания	3.1	26.3	70.7	0.37	-0.23	3.0	1	0.49
Австрия	1.6	28.6	69.8	0.36	-0.23	3.0	1	0.49
Канада	1.7	28.5	69.8	0.36	-0.23	3.0	1	0.49
Германия	0.8	30.5	68.6	0.35	-0.24	2.9	1	0.48
Россия	4.2	37.5	58.4	0.29	-0.24	2.3	1	0.4
Норвегия	1.2	42.5	56.3	0.32	-0.25	2.3	1	0.4
<i>Промышленная структура</i>								
Экваториальная Гвинея	4.6	87.6	7.8	0.54	-0.20	5.1	1	0.68

Г. А. Грачёв

Андорра	14	79.0	6.0	0.46	-0.22	3.84	1	0.58
Катар	0.1	72.4	27.5	0.39	-0.23	3.2	1	0.52
Саудовская Аравия	2.0	65.0	33.0	0.32	-0.23	2.7	1	0.45
Азербайджан	6.2	64.3	29.4	0.31	-0.23	2.5	1	0.43
Объединённые Арабские Эмираты	0.7	60.5	38.8	0.33	-0.24	2.5	1	0.42
Кувейт	0.3	49.9	49.8	0.33	-0.24	2.1	1	0.37
Индонезия	14.4	47.0	38.6	0.19	-0.26	1.6	1	0.31
Гвинея	22.8	46.1	31.1	0.13	0.07	1.2	0.77	0.31
Китай	10.1	45.3	44.6	0.23	-0.25	1.7	1	0.32
Северная Корея	23.3	42.9	33.8	0.1	-0.15	1.3	0.91	0.27
Папуа-Новая Гвинея	28.2	38.9	32.9	0.06	0.02	1.1	0.91	0.25
<i>Аграрная структура</i>								
Либерия	76.9	5.4	17.7	0.44	0.04	1.9	0.43	0.64
Сомали	59.3	7.2	33.5	0.26	-0.25	2.3	1	0.4
Гвинея-Бисау	57.6	13.6	28.7	0.24	-0.05	1.5	0.71	0.41
Центральноафриканская Республика	55.6	14.7	29.7	0.22	-0.05	1.5	0.77	0.39
Сьерра-Леоне	51.8	15.0	33.2	0.18	-0.20	1.7	0.91	0.34
Соломоновы Острова	51.8	9.2	39.0	0.24	-0.25	1.9	1	0.35
Коморские Острова	51.0	10.0	39.0	0.23	-0.25	1.9	1	0.34
Чад	47.9	9.4	42.6	0.24	-0.25	1.8	1	0.33
Демократическая Республика Конго	46.3	20.8	32.9	0.13	-0.10	1.3	0.91	0.3
Эфиопия	46.2	10.6	43.2	0.23	-0.26	1.7	1	0.32
Бирма	38.8	19.3	41.8	0.14	-0.27	1.4	1	0.27
Мали	38.7	23.9	37.4	0.09	-0.26	1.3	1	0.25

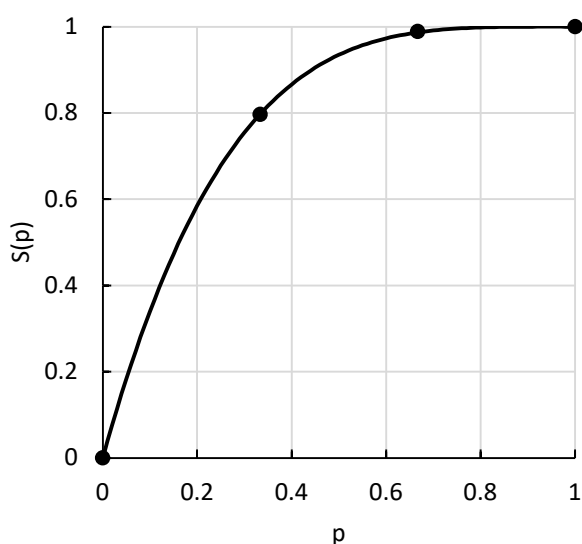


Рис. 10.4 Отраслевая структура экономики США

Г. А. Грачёв

Из представленных в **Таблица 10.3** данных видно, что у большинства стран отраслевая структура экономики является механически целой системой.

10.4 Ранговые распределения продаж

В этом параграфе рассмотрена зависимость формы кривой Парето от накопления выборки продаж за счёт увеличения временного интервала наблюдений. Обсуждение основано на моих предыдущих работах [2], [8].

Объём реализации многих товаров и услуг зависит от времени года. Например, мороженое продаётся преимущественно летом. Если оно выдалось холодным, продажи заметно проседают. В то же время существуют товары, которые продаются во все времена года и на протяжении многих лет несмотря на то, что большая часть ассортимента со временем меняется.

В данном подразделе выполнен анализ влияния периода накопления информации о продажах ветеринарных препаратов для продуктивных животных в одной из ветаптек ЗАО «БиоМедПрепараты» (Россия, г Ростов-на-Дону). Периоды накопления информации равны: 1 месяц, 1 год, 2 года, ..., 6 лет. Объём месячных продаж ветеринарной аптеки имеют ярко выраженную сезонность, обусловленную сезонностью воспроизводства сельскохозяйственных животных и птицы [143].

Кривые Парето месячных продаж представлены на **Рис. 10.5**, накопительных периодов продаж — на **Рис. 10.6**. Результаты обработки этих кривых представлены в **Таблица 10.4** и **Таблица 10.5** соответственно.

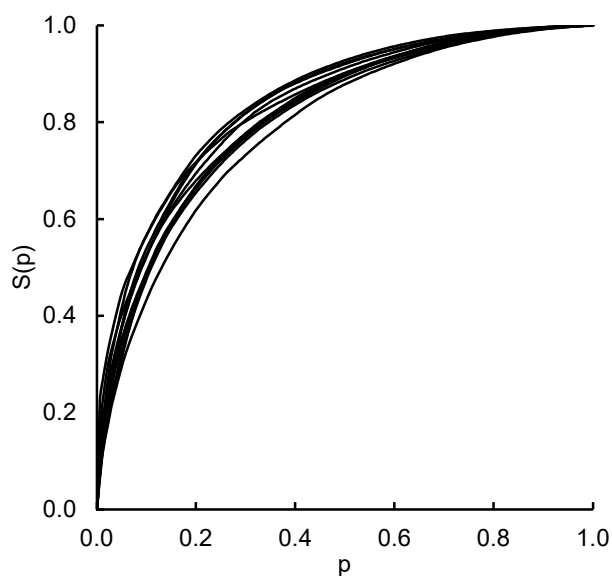


Рис. 10.5 Кривые Парето месячных продаж

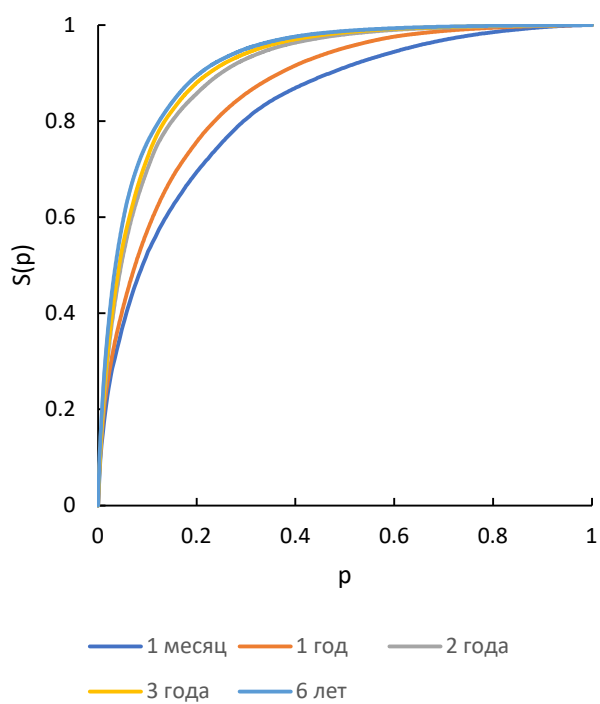


Рис. 10.6 Кривые Парето накопительных периодов продаж

Таблица 10.4 Основные параметры концентрации ресурса месячных продаж

Месяц	n	p_μ	HI	PAC	PR	Коэф. сезонности
1	169	0.21	0.52	0.06	0.72	0.47
2	183	0.27	0.46	-0.01	0.66	0.54
3	211	0.27	0.48	-0.02	0.67	0.73
4	201	0.25	0.52	-0.02	0.72	0.92
5	207	0.24	0.54	-0.01	0.72	1.00

Г. А. Грачёв

6	218	0.25	0.47	0.04	0.72	0.88
7	207	0.28	0.44	0.00	0.69	0.99
8	194	0.26	0.46	0.03	0.66	0.82
9	201	0.27	0.45	0.02	0.66	0.61
10	196	0.28	0.44	0.01	0.66	0.68
11	180	0.24	0.48	0.05	0.68	0.56
12	171	0.26	0.45	0.02	0.62	0.45

Таблица 10.5 Смешивание различных периодов продаж в одну выборку

Временной интервал	n	p_μ	HI	PAC	PR
1 месяц	195	0.26	0.48	0.01	0.68
1 год	563	0.21	0.63	-0.04	0.83
2 года	672	0.20	0.66	-0.05	0.86
3 года	777	0.19	0.68	-0.07	0.88
4 года	891	0.19	0.69	-0.06	0.89
5 лет	965	0.18	0.70	-0.06	0.90
6 лет	1029	0.18	0.70	-0.07	0.89

Из представленных в **Таблица 10.4** и на **Таблица 10.5** результатов видно, что увеличение PR существенно только при накоплении от одного месяца до трёх лет продаж. Дальнейшее накопление информации приводит к незначительному росту PR.

Использование нового подхода к обработке данных позволило установить, что смешивание разных наборов данных порождает левостороннюю асимметрию у кривых Парето, которая говорит об отсутствии связи между элементами системы, что свойственно механически целым системам.

10.5 Федеральный бюджет США

Данный параграф обобщает исследование расходной части федерального бюджета США, выполненное в работах [9], [8] и представляет результаты анализа концентрации ресурса в доходной части бюджета в период с 1940 г. по 2020 г. В качестве источника эмпирических данных использован

Г. А. Грачёв

сайт Historical Tables (<https://www.whitehouse.gov/omb/budget/historical-tables/>).

При выборе временного интервала автор исходил из того, что большое влияние на расходную часть бюджета оказывают расходы на оборону (см. **Рис. 10.7**).

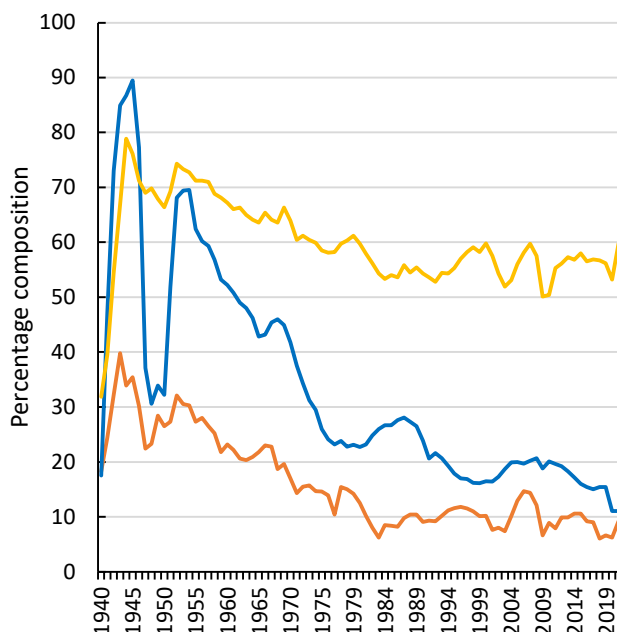


Рис. 10.7 Динамика налогов на доходы корпораций (оранжевая линия), индивидуальных подоходных налогов (линия золотого цвета) и расходов на национальную оборону (синяя линия)

Из представленных на **Рис. 10.7** графиков видно, в начале Второй мировой и Холодной войн расходы на национальную оборону возрастали за счёт увеличения налогов на корпорации и население.

Доходы в порядке убывания: налог на доходы физических лиц, социальное страхование, налог на прибыль корпораций и прочие в незначительном объеме (Table 2.2 - PERCENTAGE COMPOSITION OF RECEIPTS BY SOURCE: 1934 – 2027).

Результаты обработки кривой Парето доходной части Федерального бюджета США представлены в **Таблица 10.6**.

Таблица 10.6 Ключевые показатели концентрации ресурса в доходной части Федерального бюджета США

Год	w_1 , %	РАС	p_μ	α	β	PR
1940	30.17	-0.14	0.49	1.43	0.89	0.31

Г. А. Грачёв

1941	29.27	-0.25	0.55	1.52	0.99	0.29
1942	32.20	-0.24	0.53	1.63	0.98	0.31
1943	39.80	-0.19	0.46	1.92	0.87	0.40
1944	45.05	-0.24	0.44	2.80	1.00	0.46
1945	40.70	-0.23	0.45	2.56	1.00	0.44
1950	41.35	-0.09	0.45	1.43	0.81	0.35
1955	45.16	0.02	0.38	1.37	0.69	0.40
1960	45.98	0.14	0.32	1.17	0.62	0.40
1965	43.95	0.15	0.33	1.16	0.66	0.38
1970	49.37	0.01	0.37	1.46	0.66	0.43
1975	46.36	-0.24	0.48	2.13	0.98	0.39
1980	49.74	-0.23	0.46	2.40	0.99	0.42
1985	48.00	-0.24	0.46	2.47	1.00	0.42
1990	47.83	-0.25	0.46	2.51	1.00	0.43
1995	45.81	-0.24	0.47	2.32	1.00	0.40
2000	51.99	-0.24	0.45	2.64	1.00	0.45
2005	44.76	-0.24	0.47	2.29	1.00	0.40
2010	44.39	-0.23	0.46	2.41	1.00	0.42
2015	50.53	-0.24	0.45	2.58	1.00	0.44
2020	50.00	-0.24	0.44	2.74	1.00	0.46

Из представленных в **Таблица 10.6** данных видно, что до 1945 г. и, начиная с 1975 г. кривая Парето доходной части Федерального Бюджета США имела левостороннюю асимметрию, что говорит о механической целостности системы в эти периоды времени.

Расходы в порядке убывания: выплаты физическим лицам; национальная оборона; прибыль от финансово-хозяйственной деятельности; меры поддержки от государства, которые могут получить все; всё остальное (Table 6.1 - COMPOSITION OF OUTLAYS: 1940 – 2028).

Результаты обработки кривой Парето расходной части Федерального бюджета США представлены в **Таблица 10.7**.

Таблица 10.7 Ключевые показатели концентрации ресурса в расходной части федерального бюджета США

Год	$w_1, \%$	PAC	p_μ	α	β	PR
1940	46.48	0.01	0.35	1.54	0.63	0.46
1941	47.10	-0.16	0.41	2.26	0.81	0.47
1942	89.50	0.13	0.07	1.00	0.08	0.87
1943	89.50	0.13	0.07	1.00	0.08	0.87
1944	89.50	0.13	0.07	1.00	0.08	0.87

Г. А. Грачёв

1945	89.50	0.11	0.07	1.54	0.09	0.89
1950	32.20	-0.24	0.50	1.97	1.00	0.36
1955	62.40	0.03	0.27	1.89	0.44	0.62
1960	52.20	-0.03	0.34	1.89	0.60	0.53
1965	42.80	-0.15	0.43	2.00	0.83	0.43
1970	41.80	-0.16	0.43	2.02	0.82	0.43
1975	44.15	-0.02	0.37	1.63	0.67	0.45
1980	45.44	0.10	0.31	1.31	0.56	0.46
1985	45.62	-0.06	0.38	1.77	0.68	0.47
1990	45.51	-0.03	0.37	1.62	0.66	0.46
1995	56.67	0.07	0.28	1.56	0.47	0.56
2000	57.96	0.16	0.23	1.28	0.39	0.58
2005	59.27	0.14	0.23	1.35	0.37	0.60
2010	64.68	0.08	0.23	1.76	0.37	0.66
2010	64.68	0.08	0.23	1.76	0.37	0.66
2020	63.16	0.08	0.24	1.71	0.40	0.63

Из представленных в **Таблица 10.7** данных видно, что с 1942 по 1945 гг. кривая Парето расходной части Федерального Бюджета США имела правостороннюю асимметрию, что говорит о механической целостности системы в этот период времени, а начиная с 1955 г. расходная часть Федерального Бюджет США представляет собой органично целую систему.

Сравнение кривых Парето доходной и расходной частей федерального бюджета США в 1944 г. показано на **Рис. 10.8**.

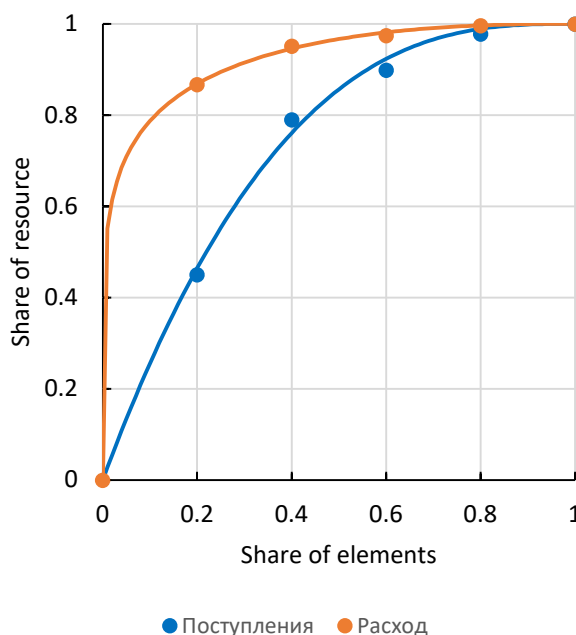


Рис. 10.8 Кривые Парето расходной и доходной частей Федерального бюджета США в 1944 г.

Из представленных на **Рис. 10.8** кривых Парето видно, что увеличение поступлений в бюджет происходило за счёт роста налоговой нагрузки на предприятия, а увеличение расходов на оборону за счёт уменьшения расходов на все остальные составляющие бюджета.

Обсуждение

Выполненный в Главе 10 анализ концентрации ресурса в экономических системах показал, что они могут иметь, как механическую, так органичную целостность.

Неожиданными для автора стали результаты оценки концентрации неравенства доходов семей в США. Во-первых, рыночный доход имеет практически симметричные кривые Парето, а пропорция Парето у него близка к правилу 30:70, что говорит о существенно меньшем неравенстве доходов, чем при выполнении пропорции 20:80, которая соответствует наиболее устойчивому состоянию систем. Во-вторых, как и следовало ожидать, после

Г. А. Грачёв

уплаты налогов и получения трансфертов неравенство доходов уменьшилось, однако доля людей, получающих доход выше среднего, осталась практически неизменной, что говорит о том, что государство, помогая гражданам с низкими доходами не изменяет их статус, сохраняя тем самым у активной части населения желание делать карьеру.

Анализ структуры экономики показало, что она является механически целостной системой, что неудивительно, так как переход от одной структуры к другой может происходить не только в результате развития экономики, но и наоборот — в результате целенаправленного уничтожения одной из её отраслей (например, промышленности в России в начале 2000-х).

Получено подтверждение, обнаруженного в работах [2], [8], эффекта увеличения концентрации ресурса при смешивании ранговых распределений однотипных, но, по существу, разных систем. Можно предположить, что аналогичный эффект был причиной наблюдаемого в работе [144] увеличения концентрации ресурса.

11 Партийные системы

11.1 Введение

Основой для написания данного раздела послужили результаты исследований автора, опубликованные в работах [6], [8] [10], [18].

В политологии для оценки состояния партийных систем, как правило, используют «эффективное число партий» (ENP) [145], равное обратной величине индекса Херфиндаля-Хиршмана. Концептуальная идея ENP и его разновидностей [146–152] заключается в объединении количества и распределения политических партий по размеру в единый коэффициент фрагментации, равный количеству «важных» партий. Достоинство ENP — простота вычислений, главные недостатки — отсутствие интуитивно понятного смысла и дробное значение, которое трудно интерпретировать. Вместе с тем, разработчики этого показателя утверждают, что ENP «совпадает» с интуитивным восприятием обычным человеком совокупности партий, исходя из полученных ими долей голосов на парламентских выборах [145]. Однако с таким утверждение трудно согласиться. Поэтому ниже, в качестве альтернативы ENP, используется количество системно значимых партий (NSIP), равное количеству системно значимых элементов.

11.2 Классификация партийных систем по типу их целостности

Результаты оценки ключевых параметров итогов голосования в парламент по партийным спискам в 16 европейских странах представлены в **Таблица 11.1**. В качестве эмпирических данных использовали данные, опубликованные на сайте https://o.nsd.no/european_election_database/,

Таблица 11.1 Ключевые параметры итогов голосования в парламенты 16 европейских стран

Страна	Год	n	w ₁ , %	η_2	β	ENP	NSIP	PR	PAC	p_μ	α	MAPE, %
Финляндия	2011	9	20.4	1.1	1.00	6.5	4	0.37	-0.25	0.50	2.25	1.82
Швейцария	2011	9	28.1	1.4	1.00	5.8	4	0.42	-0.24	0.46	2.47	2.26
Норвегия	2001	12	24.3	1.1	1.00	6.2	5	0.52	-0.23	0.41	3.29	1.20
Австрия	2019	9	37.5	1.8	0.93	4.2	4	0.56	-0.20	0.38	3.45	1.55
Исландия	2013	15	26.7	1.1	0.86	5.8	5	0.63	-0.17	0.34	3.97	1.48
Германия	2021	22	25.8	1.4	0.99	6.5	7	0.75	-0.17	0.29	6.19	0.65
Дания	2011	10	26.7	1.1	0.79	5.7	3	0.48	-0.16	0.41	2.28	2.36
Португалия	2011	17	40.2	1.4	0.99	3.7	4	0.86	-0.15	0.24	8.81	1.03
Италия	2018	24	32.8	1.7	0.93	5.1	5	0.85	-0.14	0.24	8.30	1.12
Словакия	2020	24	25.0	1.4	0.71	7.8	8	0.67	-0.14	0.32	3.71	1.11
Бельгия	2010	13	17.4	1.3	0.83	9.8	7	0.38	-0.13	0.45	1.63	0.61
Нидерланды	2012	11	26.8	1.1	0.72	5.8	4	0.51	-0.12	0.38	2.25	2.81
Испания	2011	11	44.7	1.5	0.56	3.4	2	0.70	-0.10	0.29	3.46	2.80
Франция	2017	17	28.2	1.8	0.64	6.8	5	0.60	-0.10	0.33	2.72	1.73
Болгария	2014	10	34.1	2.1	0.64	5.3	3	0.51	-0.07	0.36	1.96	0.74
Россия	2021	14	50.9	2.6	0.43	3.2	4	0.76	-0.05	0.24	3.47	1.15

Из представленных в **Таблица 11.1** результатов видно, что у всех 16 стран кривые Парето результатов голосования в парламент имеют левостороннюю асимметрию. У семи стран (Финляндия, Швейцария, Норвегия, Австрия, Германия, Португалия и Италия) критический показатель степени близок к единице, что явно указывает на суммативный тип целостности партийных систем этих стран. Наибольшую асимметрию кривой Парето имела партийная система Финляндии, наименьшую — партийная система РФ. Сравнение кривых Парето результатов голосования в Финляндии и РФ показано на **Рис. 11.1**.

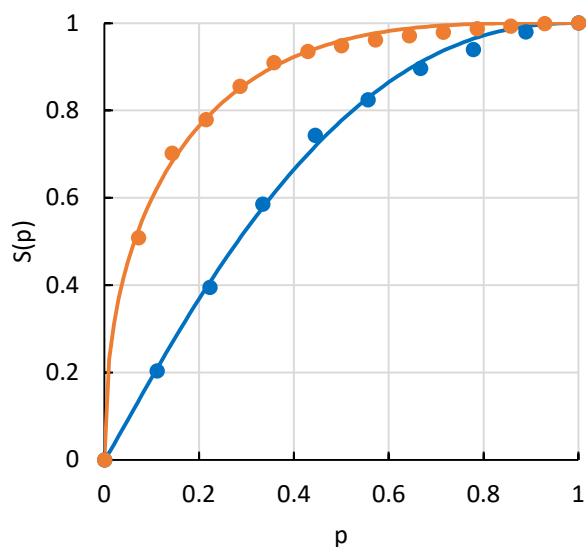


Рис. 11.1 Кривые Парето результатов голосования на парламентских выборах в Финляндии (2011 г.) — синий цвет и РФ (2021 г.) — оранжевый цвет

Отметим, что кроме различий типов целостности партийных систем Финляндии и РФ они также имеют разную размерность. У партийной системы она близка к 2, у РФ к 3, что говорит о большей устойчивости состояния равновесия партийной системы РФ.

Сравнение

11.3 Результаты голосования по регионам

Известно, что результаты голосования в регионах могут заметно отличаться. Объясняют это существованием двух типов электоральной культуры — патриархальной и гражданской, каждый из которых обуславливает диаметрально противоположное электоральное поведение. Патриархальный тип проявляется в повышенной явке на избирательные участки и серьезной поддержке партии власти и ее кандидатов. В России он четко выражен в республиках Северного Кавказа и в Сибири. При этом важно, что патриархальное голосование не носит характера «подчинения» или

Г. А. Грачёв

«принуждения». Люди голосуют так, как их «просят руководители», «из уважения к ним» [153]. Гражданский тип находит свое выражение в низкой явке, низкой поддержке партии власти и ее кандидатов и, наоборот, в высокой поддержке оппозиции [154]. Исходя из этих качеств патриархального и гражданского типов выборов были отобраны 7 субъектов федерации, имеющих максимальную явку на выборы и 7 субъектов с минимальной явкой на выборы в Государственную думу РФ по партийным спискам в 2021 г. Ключевые параметры результатов голосования приведены в **Таблица 11.2**. На **Рис. 11.2** показано сравнение кривых Парето результатов голосования в С-Петербурге и Чеченской республике.

Таблица 11.2 Ключевые показатели результатов голосования на парламентских выборах России в 2021 г.

Регион	Явка, %	w ₁ , %	ENP	NSIP	PR	PAC	p _μ	α	β
Патриархальный тип									
Республика Адыгея	68.2	67.4	2.1	2	0.87	-0.03	0.18	4.47	0.30
Республика Дагестан	84.5	81.7	1.5	1	0.92	0.03	0.11	3.81	0.15
Республика Ингушетия	83.7	85.9	1.3	1	0.94	0.05	0.08	3.27	0.10
Кабардино-Балкарская Респ.	85.8	79.3	1.5	2	0.99	-0.10	0.14	19.77	0.88
Карачаево-Черкесская Респ.	89.4	80.3	1.5	2	0.95	-0.03	0.13	7.81	0.26
Республика Сев. Осетия	86.6	71.9	1.8	3	0.90	-0.05	0.17	5.53	0.30
Чеченская Республика	94.4	96.2	1.1	1	0.98	0.06	0.01	1.00	0.01
Гражданский тип									
Иркутская область	37.0	36.6	4.2	4	0.73	-0.16	0.30	4.87	0.78
Санкт-Петербург	37.6	35.9	5.2	4	0.63	-0.07	0.31	2.51	0.55
Москва	50.3	37.4	4.7	5	0.65	-0.02	0.28	2.26	0.47
Республика Коми	39.5	30.4	4.9	5	0.67	-0.19	0.33	4.56	0.88
Новосибирская область	37.7	36.2	4.4	4	0.70	-0.13	0.30	4.05	0.69
Ивановская область	38.3	37.2	4.1	4	0.72	-0.15	0.30	4.47	0.71
Приморский край	42.6	38.9	3.9	3	0.73	-0.13	0.29	4.22	0.64

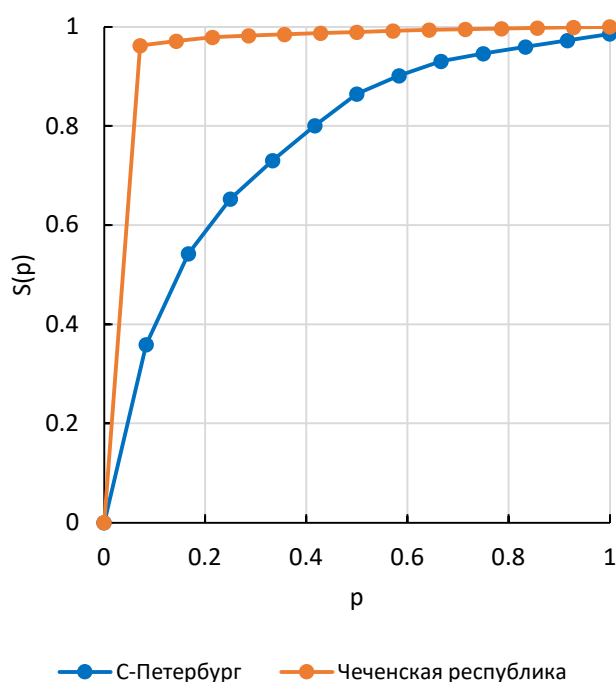


Рис. 11.2 Кривые Парето результатов голосования на парламентских выборах в г. Санкт-Петербург — синий цвет и Чеченской республике — оранжевый цвет

Как и следовало ожидать, у субъектов с патриархальным типом выборов лидеры получили большее количество голосов и большее значение коэффициента Парето по сравнению ключевыми показателями выборов в субъектах федерации с гражданским типом выборов, что хорошо демонстрирует **Рис. 11.2**.

11.4 Президентские выборы

Правящая партия имеет множество возможностей для изменения правил проведения выборов, позволяющих получить не только ей, но и её кандидату в Президенты, больше 50 % голосов на выборах. Одной из таких возможностей является утверждение избирательных законов, ограничивающих количество участников на выборах в Парламент и кандидатов на должность Президента.

Поскольку для получения победителем на выборах большого числа голосов, что требует высокой концентрации ресурса, то для оценки

Г. А. Грачёв

максимального количества участников выборов используем симметричные РС. В этом случае количество участников должно удовлетворять соотношению (3.18), из которого находим:

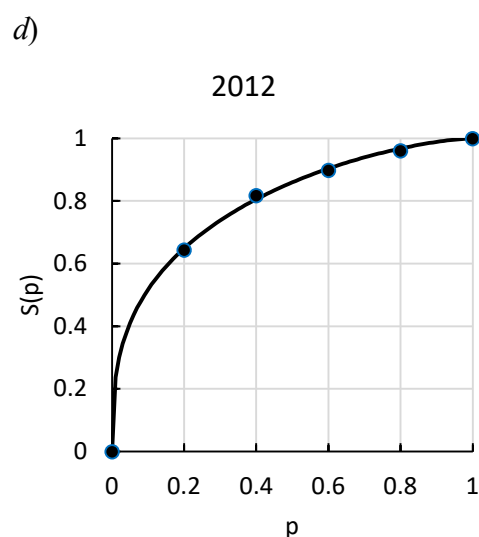
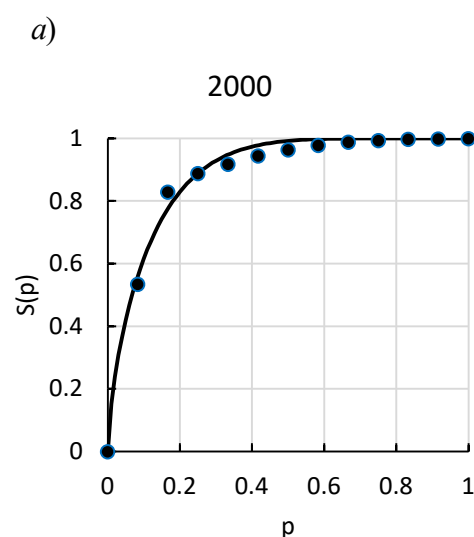
$$n \leq \frac{1}{1 - \sqrt[\alpha]{1 - 0.5^\alpha}} \quad (11.1)$$

Подставляя в (11.1) значения $\alpha = 1, 2, 3$ и 4 , находим: $n(1) \leq 2$, $n(2) \leq 7$, $n(3) \leq 23$, $n(4) \leq 62$.

Результаты оценки ключевых параметров концентрации на выборах Президента России в 2000-2024 гг. представлены в **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Кривые Парето показаны на **Рис. 11.3**.

Таблица 11.3 Результаты оценки параметров концентрации результатов голосования на выборах Президента России в 2000-2024 гг.

Год	n	w_1 , %	ENP	NSIP	PR	PAC	p_μ	α	β
2000 РФ	12	53.4	2.6	2	0.83	-0.14	0.25	6.35	0.68
2004 РФ	7	71.9	1.8	1	0.65	0.00	0.27	2.23	0.46
2008 РФ	4	71.2	1.8	1	0.65	0.00	0.27	2.23	0.46
2012 РФ	5	64.4	2.2	1	0.65	0.13	0.21	1.48	0.34
2018 РФ	8	77.5	1.6	1	0.85	0.02	0.16	3.32	0.24
2024 РФ	4	88.5	1.3	1	0.86	0.15	0.07	1.00	0.09
2024 Москва	4	86.5	1.3	1	0.84	0.15	0.08	1.06	0.11
2024 С-Петербург	4	83.9	1.4	1	0.81	0.18	0.09	1.00	0.13
2024 Чеченская республика	4	99.1	1.0	1	0.99	0.02	0.01	1.24	0.01



b)

e)

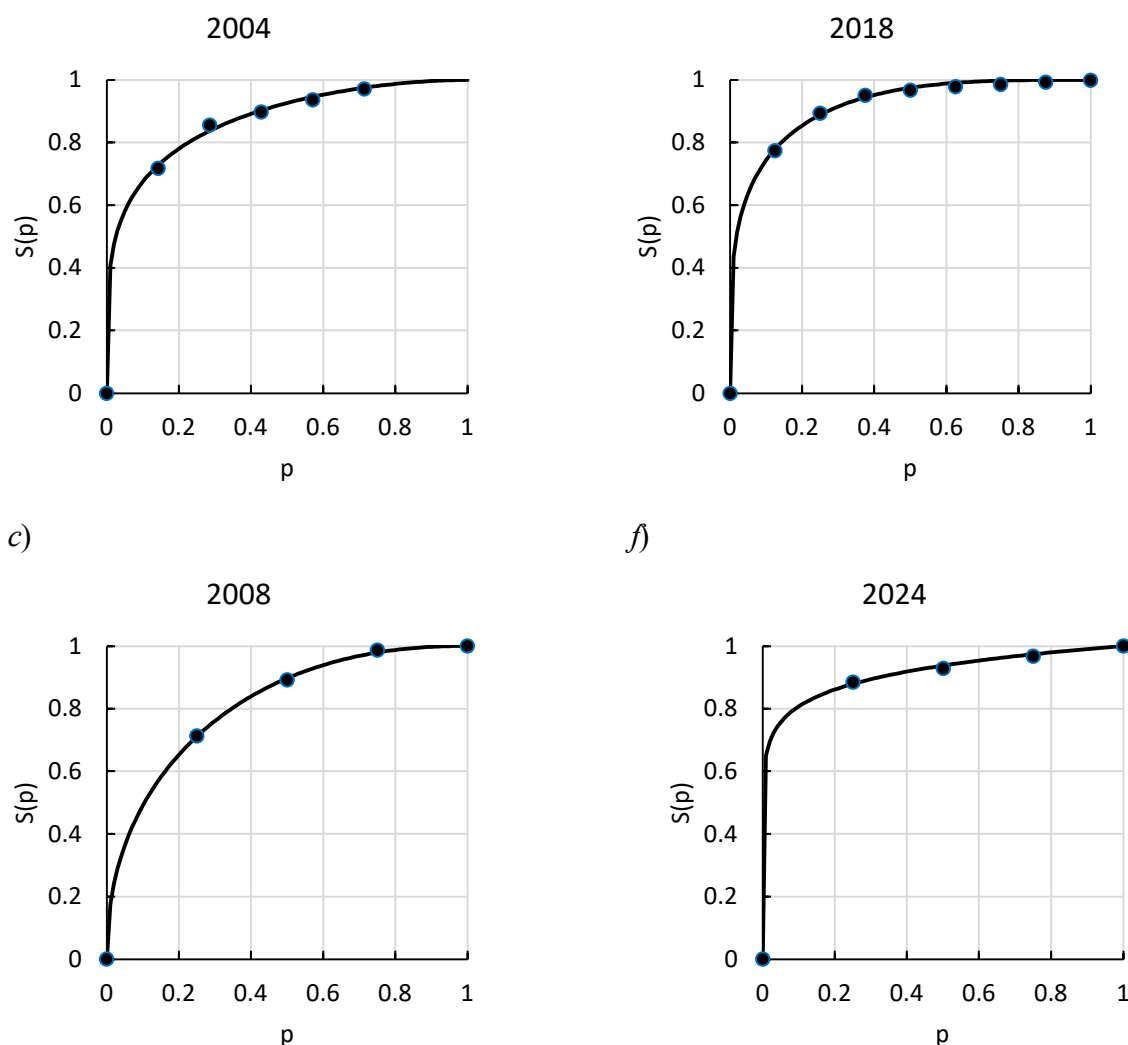


Рис. 11.3 Кривые Парето результатов голосования на выборах Президента России в 2000-2024 гг.

Из представленных в **Таблица 11.3** ключевых параметров и кривых Парето на **Рис. 11.3** видно, что количество допущенных к выборам кандидатов обеспечивало победителю долю голосов $w_1 > 50\%$. Количество значимых кандидатов на выборах Президента России, начиная с 2004 г., равно 1. Скачкообразное увеличение коэффициента Парето с 0.65 до 0.85 произошло в 2018 г и сохранилось в 2024 г. Однако при близких значениях коэффициента Парето на выборах 2018 и 2024 гг., кривые Парето имеют разную асимметрии (**Рис. 11.4**).

a)

b)

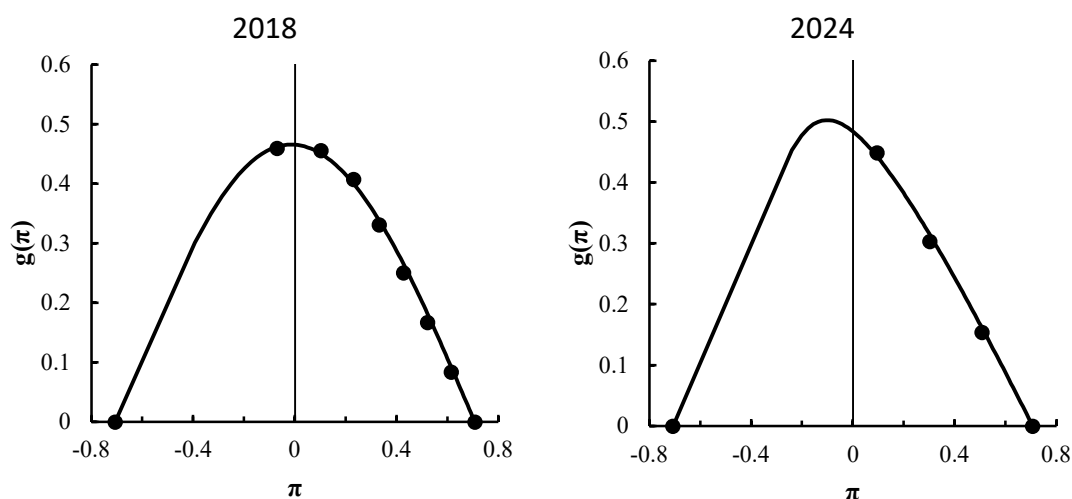


Рис. 11.4 Кривые Парето результатов голосования на выборах Президента России в 2018 и 2024 гг., представленные в системе координат Джини

Существенно, что В. Путин выигрывал все выборы, в которых принимал участие в качестве кандидата на должность Президента. Однако в 2024 г. количество, набранных им голосов сопоставимо с результатами выборов патриархального типа, на которых доминирует персоналистский выбор и слабо выражена политическая ориентация населения, что можно объяснить ведением РФ специальной военной операции и здравому смыслу, согласно которому «лошадей на переправе не меняют».

Обсуждение

Анализ итогов голосования в парламент в 16 европейских странах показал, что на всех выборах кривая Парето имела левостороннюю асимметрию. Приблизительно 44 % партийных систем имели суммативную целостность, характерной особенностью которой является близкое к равномерному распределение голосов у первых по рангу партий, что необходимо учитывать при выработке стратегии выборных компаний и при планировании вариантов коалиционного правительства.

Результаты парламентских выборов в регионах РФ показали наличие двух типов электоральной культуры — патриархальной и гражданской. В

Г. А. Грачёв

регионах с патриархальной электоральной культурой партийных выборов, как таковых нет, поскольку результат голосования известен заранее, а процесс выборов демонстрирует солидарность граждан в поддержке руководства региона. А, учитывая, что руководство регионов определяет Президент, то такие регионы являются «золотым запасом» действующего Президента.

Анализ результатов выборов Президента России показал, что для действующего Президента критическими были выборы 2012 г. (возвращение на должность Президента) и выборы 2024 г. (период СВО). Отличительной особенностью результатов выборов в обоих случаях были значения числа степеней свободы. В 2012 г. $\alpha = 1.48$, в 2024 г. — $\alpha = 1.0$, что говорит об отсутствии у избирателей альтернативы. Особенностью выборов Президента России в период с 2004 по 2024 г. также было равенство 1 количества значимых кандидатов на должность Президента.

12 Динамика ключевых показателей банковской системы России: 2008-2022

12.1 Введение

Современная банковская система России была создана в 1988 г., как двухуровневая система, верхний уровень которой представлен Центральным банком РФ, а нижний — совокупность коммерческих кредитных организаций. Этапом становления банковской системы считают период с 1989 по 1996 гг., когда количество кредитных организаций в российской банковской системе спонтанно увеличивалось (**Рис. 12.1**).

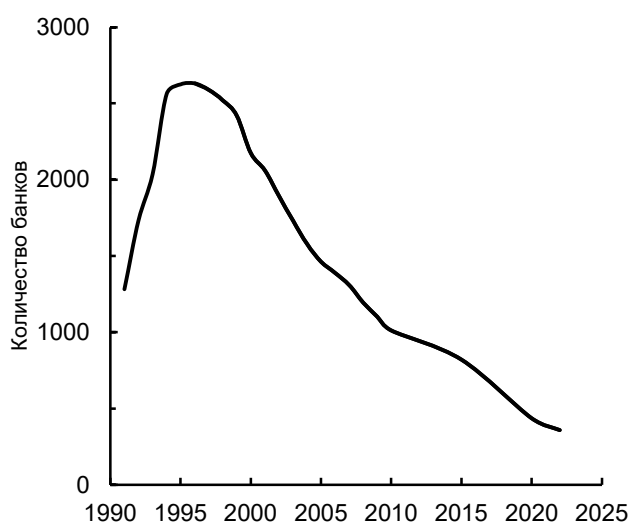


Рис. 12.1 Динамика количества ККО в РФ

Причинами ускоренного роста количества коммерческих кредитных организаций являлись острый недостаток предложения банковских услуг при значительном росте количества субъектов экономической деятельности и получение банками значительных доходов в силу неурегулированности процентных ставок и высокой инфляционной составляющей [155].

После создания Центральным банком РФ системы контроля над участниками рынка основной тенденцией российской банковской системы стало сокращение числа банков. Целями уменьшения количества банков были снижение расходов на контроль за деятельностью банков [156], экономия на масштабе обработки информации о заёмщиках [157], минимизация рисков, издержек на инвестирование и размещение активов [158]. Стремительное уменьшение количества банков поставило перед экономистами вопрос: сколько банков необходимо для нормального функционирования банковской системы? Теоретически было показано, что для устойчивого функционирования банковской системы достаточно иметь два банка-монополиста [159], [160]. Первый, известный автору, прогноз достаточного для России количества банков опубликовал А.Г. Саркисянц. По его оценкам после реструктуризации банковской системы в РФ должно остаться 40-50 крупных многопрофильных банков федерального значения [161]. В 2006 г. С.Р. Моисеев, проанализировав зависимость количества банков в странах мира от численности населения и территориальных размеров страны, пришёл к выводу, что равновесное число банков в России должно находиться в диапазоне 180-220 [162]. В [7] для оценки достаточного количества банков предлагалось использовать принцип Парето. Необходимое количество банков в этом случае можно оценить, исходя из количества банков, имеющих в совокупности 80 % активов. Например, в 2010 г. 80 % активов банковского сектора РФ приходилось на 44 банка. Решая пропорцию 44 банка — 20 % элементов системы, находим: $n = 220$. Однако, начиная с 2015 г. ЦБ, стремясь повысить устойчивость и управляемость поднадзорного банковского сектора,

Г. А. Грачёв

стал выделять в банковском секторе «системно значимые банки» — банки, чья работа критически важна для экономики страны, а с июня 2017 года делить кредитные организации на три группы по уровню капитала: банки с универсальной лицензией, базовой лицензией (Федеральный закон от 01 мая 2017 года № 92-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации») и небанковские кредитные организации. Нововведения фактически означали переход российской банковской системы на четырёхуровневую систему (I уровень — центральный банк, II — коммерческие банки с «универсальной лицензией», III — банки с «базовой лицензией», IV — небанковские кредитные организации). В итоге этих преобразований, в январе 2022 г. число банков с универсальной лицензией в РФ снизилось до 224, что в целом совпадает с прогнозами [161], [162], [7], [8], [163] и соответствует общемировой тенденцией развития банковских систем, согласно которой количество банков, в большинстве экономически развитых стран, уменьшается [164], [165], [166]. Однако, по данным агентства «РИА Новости», последний случай отзыва лицензии в России датируется летом 2022 года (<https://www.tadviser.ru/index.php/>). Таким образом, ЦБ РФ не отзывал у банков лицензии более полутора лет, чего не было никогда в истории современной России. В связи с этим возникает вопрос: можно ли считать остановку отзыва лицензий следствием достижения оптимального для РФ количества банков или Центральный банк поставил отзыв лицензий на паузу, в ожидании времени, когда «туман» рассеется?

12.2 Банковские системы стран мира

В Таблица 12.1 представлены значения отношений $\eta_2 = w_1/w_2$ и критического показателя степени $\beta = \ln\left(\frac{1+\eta_2}{\eta_2}\right)/\ln 2$, вычисленные по ранговым распределениям активов банковских систем тридцати стран в 2017 г. (в отсутствии таких данных, брали ближайшие к 2017 г.). В качестве

Г. А. Грачёв

источника эмпирические данные использовали общедоступный сайт <https://www.relbanks.com/>.

Таблица 12.1 Состояние банковских систем тридцати стран в 2017 г.

Страна	η_2	β	Страна	η_2	β
Индия	3.68	0.35	Нидерланды	1.29	0.83
Швейцария	3.51	0.36	Китай	1.18	0.89
Германия	2.93	0.42	Сингапур	1.14	0.91
Дания	2.59	0.47	Франция	1.11	0.93
Аргентина	2.36	0.51	США	1.11	0.93
Швеция	2.07	0.57	Бразилия	1.10	0.93
Россия	1.98	0.59	Бельгия	1.09	0.94
Великобритания	1.66	0.68	Австралия	1.09	0.94
Австрия	1.64	0.69	Чили	1.06	0.96
Южная Африка	1.60	0.70	Канада	1.05	0.96
Малайзия	1.55	0.72	Италия	1.05	0.97
Мексика	1.45	0.76	Испания	1.05	0.97
Япония	1.45	0.76	Южная Корея	1.02	0.99
ОАЭ	1.40	0.78	Чехия	1.01	0.99
Саудовская Аравия	1.33	0.81	Нигерия	1.01	0.99

Из представленных в **Таблица 12.1** данных видно, что 17 стран: Индия, Швейцария, Германия, Дания, Аргентина, Швеция, Россия, Великобритания, Австрия, Южная Африка, Малайзия, Мексика, Япония, ОАЭ, Саудовская Аравия и Китай имеют органично целые системы ($\beta \leq 0.9$) и 13 стран: Сингапур, Франция, США, Бразилия, Бельгия, Австралия, Чили, Канада (в 2008 г. лучшая в мире банковская система), Италия, Испания, Южная Корея, Чехия и Нигерия — механически целые банковские системы ($0.9 < \beta \leq 1$),

Динамика критических показателей степени у банковских систем Швеции, Канады, Сингапура, Австрии и Германии, показана на **Рис. 12.2**.

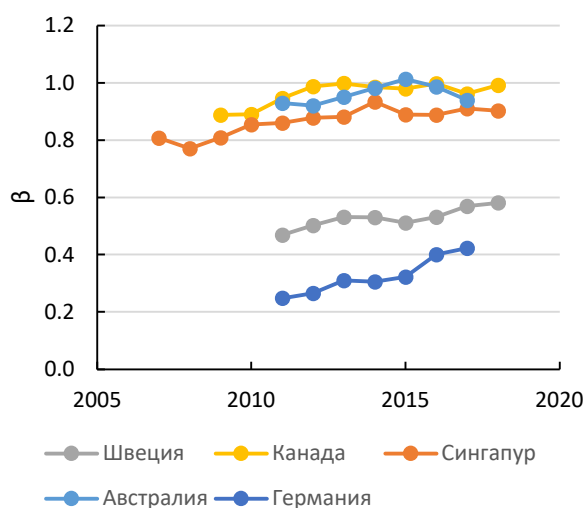


Рис. 12.2 Динамика критического показателя степени PC банковских систем Германии, Швеции, Канады, Сингапура и Австралии

Из представленных на **Рис. 12.2** графиков видно, что у всех стран в это время был рост критического показателя степени, что даёт основание предположить, что в экономически развитых странах банковские системы стремятся к состоянию механически целых систем, то есть к состоянию в котором отсутствует взаимодействие между банками, и, как следствие, разорение одного из банков не усугубляет финансовый кризис.

12.3 Достаточное количество банков

Теоретической основой для анализа динамики развития РБС является соотношение (3.18), согласно которому увеличение доли активов у первого по рангу приводит к уменьшению количества банков в системе.

В **Таблица 12.2** представлены динамики уменьшения количества банков и ключевых параметров концентрации активов в банковском секторе РФ, вычисленных по эмпирическим данным <https://www.banki.ru/banks/ratings/> и результаты оценки достаточного количества банков, предполагая, что кривые Парето симметричны относительно альтернативной диагонали и имеют такие же значения w_1 и β , что и у действующей банковской системы РФ.

Таблица 12.2 Динамика концентрации активов и результаты моделирования

Год	Эмпирические данные					Модель				
	n	СЗБ	w_1	η_2	$S(0.2)$	β	n	np_μ	$S(p_\mu)$	PR
2008	1195		0.27	3.44	0.89	0.37	94	22	0.77	0.75
2009	1103		0.26	2.68	0.95	0.46	43	12	0.73	0.65
2010	1012		0.27	2.82	0.94	0.44	46	13	0.74	0.67
2011	1000		0.28	3.24	0.94	0.39	70	17	0.76	0.73
2012	978		0.27	2.61	0.94	0.47	36	10	0.72	0.64
2013	956		0.37	3.25	0.94	0.39	34	9	0.76	0.73
2014	923		0.30	3.17	0.94	0.40	54	13	0.76	0.72
2015	834	10	0.29	2.67	0.96	0.46	32	9	0.73	0.65
2016	733	10	0.30	2.55	0.96	0.48	26	8	0.72	0.62
2017	563	11	0.29	2.40	0.96	0.50	23	7	0.71	0.60
2018	517	11	0.30	1.98	0.96	0.59	13	5	0.66	0.51
2019	483	11	0.31	2.02	0.96	0.58	13	5	0.67	0.51
2020	438	12	0.31	2.02	0.96	0.58	13	5	0.67	0.51
2021	397	13	0.32	2.03	0.96	0.58	12	4	0.67	0.52
2022	359	13	0.32	1.98	0.97	0.59	12	4	0.66	0.51

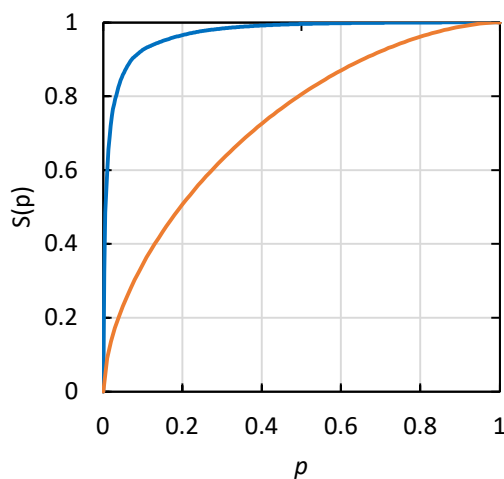
где np_μ — теоретическое количество системно значимых банков, $S(p_\mu)$ — доля активов системно значимых банков.

Результаты замены двухуровневой банковской системы РФ на многоуровневую систему хорошо видны из представленных в **Таблица 12.2** данных. Так, в 2016 г. вместо очередного увеличения отношения $\eta_2 = w_1/w_2$ продолжилось его уменьшение, а после введения новых лицензий, начиная с 2019, η_2 стало константой, что вызывает желание провести аналогию между финансовым рынком в РФ и рынком получения дохода у «детей лейтенанта Шмидта» [167], которые поделили рынок на части и «не лезли в чужой огород». В принципе здесь нет ничего нового, с той разницей, что такое деление имеет место, как правило, в механически целых системах ($\beta = 1$), а в РФ $\beta \approx 0.6$. Данная особенность развития банковской системы РФ говорит о том, что большая часть банковских активов принадлежит небольшому количеству взаимосвязанных банков. Очевидно, что из всего набора банков в РФ, наиболее связанными между собой и взаимодействующими в международных сделках и финансовых операциях являются государственные банки (банки, у которых контрольный пакет акций принадлежит государству).

Г. А. Грачёв

Сравнение кривые Парето и распределение активов между коммерческими кредитными организациями в банковском секторе РФ в 2022 г. с моделью, параметры которой даны в **Таблица 12.2**, показано на **Рис. 12.3**.

a)



b)

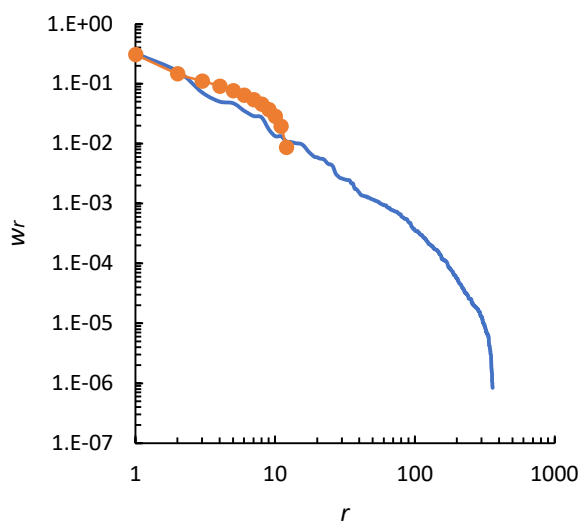


Рис. 12.3 Сравнение кривых Парето (a) и распределения активов (b) в банковском секторе РФ в 2022 г. (синие линии) и моделью банковской системы (оранжевый цвет)

Из представленных в **Таблица 12.2** результатов моделирования и графиков на **Рис. 12.3** видно, что уменьшение количества банков приведет к улучшению

Г. А. Грачёв

состояния ведущих банков страны и поможет избавиться от «малышей» требующих больших затрат на контроль их деятельности.

На начало 2022 г. количество системно значимых банков, по выполненным в работе оценкам, должно было быть не больше 4-х. В то же время, количество системно значимых банков в последнее время в РФ только увеличилось и достигло 13-и. Исходя из этого, можно предположить, что «туманность» развития банковской системы РФ обусловлена большим количеством государственных банков, сокращение которых может стать сильным ударом по репутации государства. Однако, учитывая, что список акционеров банков, при желании, несложно изменить, то данный «туман» можно рассеять путём выхода государства из состава акционеров ненужных ему банков.

Обсуждение

В данной главе установлено, что тип целостности банковских систем экономически развитых стран имеет, как правило, механическую целостность, которая более устойчива к финансовым кризисам поскольку банкротство одного банка в не оказывает существенного влияния на работу других банков. Банковская система России сохраняет органичную целостность, которая обусловлена наличием в системе взаимосвязанных между собой государственных банков. Показано, что при таком устройстве банковской системы, РФ в 2023 г. было достаточно иметь 12 банков, включая 4-е системно значимых. Для изменения типа целостности банковской системы РФ с органично целостной на механически целостную, необходимо уменьшить долю активов у государственных банков.

Заключение

По замыслу автора, данная монография должна дать ответ на вопрос: существуют ли предсказуемые концентрации ресурса в самоорганизующихся системах или распределение вклада большей и меньшей части факторов в реальной жизни бывает каким угодно? В поисках ответа, автор исходил из того, что предсказуемые концентрации существуют, уровень концентрации зависит от числа степеней свободы и типа целостности систем, правило 20:80 является частным случаем концентрации ресурса. Основной гипотезой работы было предположение о влиянии типа целостности системы на концентрацию ресурса. Ограничение объекта исследования самоорганизующимися системами принципиально отличает данную монографию от работ, изучавших концентрацию ресурса в «чём угодно».

В результате теоретического исследования было установлено, что концентрация ресурса в интегративных системах больше, чем в суммативных системах (**Таблица 0.2**). Кривые Парето у интегративных систем симметричны относительно альтернативной диагонали ($p_\mu + S_\mu = 1$). Наиболее устойчивое состояние равновесия имеют интегративные системы с тремя степенями свободы. Концентрация ресурса в таких системах соответствует правилу 21:79, что объясняет, почему на практике чаще других наблюдают приближённое правило 20:80.

Г. А. Грачёв

Таблица 0.1 Предсказуемые ключевые параметры концентрации ресурса в суммативных и интегративных системах

α	Суммативные системы	Интегративные системы
Коэффициент Парето ($PR = S_{0.2}$), %		
2	36	60
3	49	79
Пропорция Парето ($p_\mu : S_\mu$), %		
2	50:75	30:70
3	42:81	21:79

Представленные в **Таблица 0.2** ключевые параметры концентрации ресурса показывают, что кроме известных концентраций ресурса в интегративных системах, должны существовать предсказуемые концентрации ресурса и у суммативных систем, удовлетворяющие пропорциям Парето 50:75 и 42:81.

Для эмпирической проверки теоретических выводов было исследовано 19 систем разной природы, включающих в себя 182 интегративных и 107 суммативных систем (**Таблица 0.2**). Гистограммы распределения PR в интегративных и суммативных системах показаны на **Рис. 0.1** и **Рис. 0.2**.

Таблица 0.2 Системы, использованные для проверки основной гипотезы работы (М — количество рассмотренных систем)

Интегративные системы	М	Суммативные системы	М
Окислы земной коры	1	Вселенная	1
Ферромагнетики	1	Расселение по субъектам федераций	2
Биологически значимые элементы	1	Расселение в субъектах федераций	51
Сон у женщин	1	Отраслевая структура хозяйства	32
Сон у мужчин	1	Федеральный бюджет	15
Устная речь	1	Парламентские выборы	6
Чтение текстов	1		
Расселение по субъектам федерации	12		
Расселение в субъектах федерации РФ и США	88		
Военно-политические объединения	4		
Экономические союзы	3		
Неравенство доходов в США	18		
Источники дохода	2		
Месячные продажи	12		
Парламентские выборы	16		
Выборы президента РФ	5		

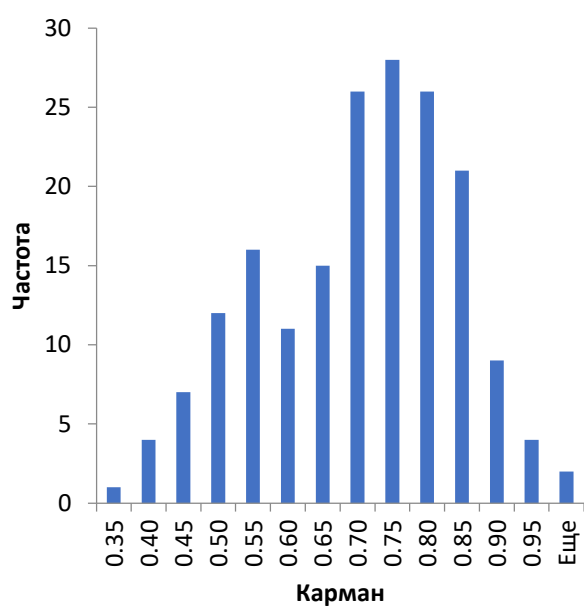


Рис. 0.1 Гистограмма распределения коэффициента Парето у интегративных систем

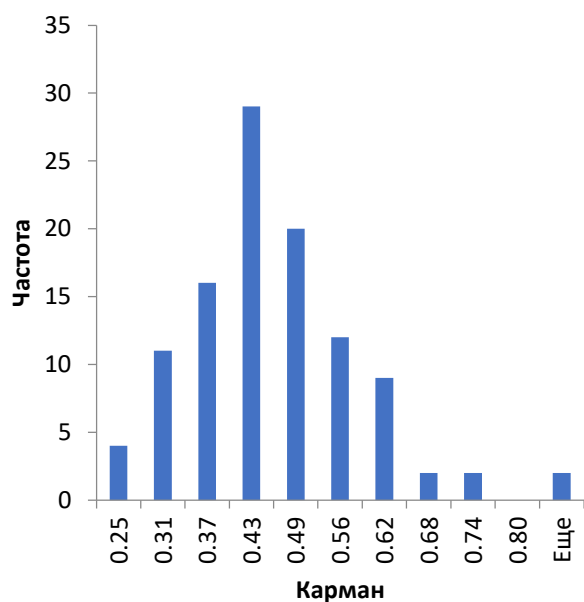


Рис. 0.2 Гистограмма распределения коэффициента Парето у суммативных систем

Из представленных на **Рис. 0.1** и **Рис. 0.2** гистограмм видно, что, у использованного набора эмпирических данных, интегративные системы чаще других имеют значения коэффициента Парето 60 и 79 %%, суммативные

Г. А. Грачёв

системы — 43 %, которое, из-за недостаточной длины выборки, объединяет теоретические значения 36 и 49 %.

Проведённое исследование даёт основание утверждать, что правило 20:80 (принцип Парето) является научным законом, описывающим предсказуемую концентрацию ресурса в трёхмерных интегративных системах. Дано обоснование предсказуемого правила 30:70, теоретически установлены и экспериментально подтверждены, ранее никем не описанные правила 50:75 и 42:81, предсказывающие концентрацию ресурса в суммативных системах с 2 и 3 степенями свободы соответственно.

Анализ эмпирических данных показал, что параметр модели, характеризующий число степеней свободы, чаще всего, меньше значений 2 и 3, что можно объяснить эффектом самоорганизованной критичности, согласно которому система в состоянии максимума упорядоченности теряет равновесие при малейших внешних воздействиях.

Полученные в работе результаты могут найти применение в различных областях знания.

Декларация о конкурирующих интересах

Это исследование не получило какого-либо специального гранта от финансирующих организаций в государственном, коммерческом или некоммерческом секторах.

Обозначения в формулах

$S(p)$ — кривая Парето;

p — доля элементов;

r — ранг элемента, ранжированного по убыванию размера;

w_r — доля размера r -о по рангу элемента системы;

p_c — центр масс рангового распределения;

G — коэффициент Джини;

HI — индекс Гувера;

PR — коэффициент Парето, равный совокупной доли размеров 20 % первых по рангу элементов системы;

(p_μ, S_μ) — координаты точки максимально удаления кривой Парето от диагонали, соединяющей координаты единичного квадрата (0,0) и (1,1);

PAC — коэффициент асимметрии кривой Парето;

(π, g) — координаты точки на кривой Парето в системе координат Джини;

β — критический показатель степени;

MAPE — абсолютная процентная ошибка соответствия модели эмпирическим данным;

Список использованных источников

1. Сборник Физики шутят / ed. Турчин В. Москва: Мир, 1966.
2. Грачёв Г.А. Эмпирический анализ диспропорций ассортимента ветеринарных препаратов // Через инновации в науке и образовании к экономическому росту АПК. П. Персиановский: Донской ГАУ, 2008. Р. 18–21.
3. Грачёв Г.А. Системные закономерности неравенства доходов населения // Экономические науки. 2009. Vol. 8, № 57. Р. 327–331.
4. Грачёв Г.А. Модель оптимального состояния системы городского расселения // Известия РАН. Серия географическая. 2010. № 3. Р. 46–51.
5. Грачёв Г.А. К анализу структурной эффективности государственных союзов // Экономические науки. 2011. Vol. 79, № 6. Р. 212–215.
6. Грачёв Г.А. К оценке политической стабильности по результатам голосования на выборах // Полис. Политические исследования. 2011. Vol. 5, № 5. Р. 123–127.
7. Грачёв Г.А. К прогнозированию оптимальной структуры российской банковской системы // Проблемы прогнозирования. 2011. Vol. 22, № 5. Р. 103–109.
8. Грачёв Г.А. Моделирование принципа Парето // Южный федеральный ун-т. Ростов-на-Дону: Южный федеральный ун-т, 2011. 223 р.
9. Грачёв Г.А. Оценка структурной эффективности расходной части государственных бюджетов // Terra Econ. 2011. Vol. 9, № 3. Р. 10–21.
10. Грачёв Г.А. Оценка политической стабильности на прошедших выборах парламента и президента России // Полис. Политические исследования. 2012. Vol. 3, № 3. Р. 30–35.

Г. А. Грачёв

11. Грачёв Г.А. Управление структурой денежных доходов населения на основе принципа Парето // Terra Econ. 2013. Vol. 11, № 1. P. 57–63.
12. Грачёв Г.А., Вербицкий Е.В., Сысоева Ю.Ю. Аппроксимация структуры ночного сна человека однопараметрической моделью принципа Парето // Материалы Первой Российской научно-практической конференции «Клиническая сомнология». Ростов-на-Дону, 2013. P. 40–41.
13. Грачёв Г.А. Упорядоченность системы расселения Российской Федерации: без парадоксов и предвзятости [Electronic resource] // PREPRINTS.RU. <https://doi.org/10.24108/preprints-3112153>. 2020. URL: PREPRINTS.RU.
14. Вербицкий Е.В., Грачев Г.А. Анализ эффективности сна человека по принципу Парето // Физиология человека. 2013. Vol. 39, № 6. P. 115–119.
15. Grachev G.A. Pareto ratio and Pareto principle // <https://doi.org/10.24108/preprints-3112193>. 2020.
16. Grachev G.A. Comparison of Soviet and post-Soviet Russian settlement systems with the US settlement system, 1959-2020 // preprints-3112250. 2021.
17. Grachev G.A. Size distribution of states, counties, and cities in the USA: New inequality form information // Phys. A Stat. Mech. its Appl. North-Holland, 2022. Vol. 592. P. 126831.
18. Grachev G.A. Analysis of party systems by measures of concentration of inequality and asymmetry of the Pareto curve // Perm Univ. Herald. Polit. Sci. 2023. Vol. 17, № 1. P. 20–29.
19. Pareto V. Cours d'Économie Politique Macmillan, London. London: Macmillan, 1897.
20. Koch R. The 80/20 Principle: The Secret of Achieving More with Less. London: Nicholas Brealey Publishing, 1997. 302 p.
21. Newman M.E.J. Power laws, Pareto distributions and Zipf's law // Contemp. Phys. 2005. Vol. 46, № 5. P. 323–351.

Г. А. Грачёв

22. Dickie H. ABC inventory analysis shoots for dollars not pennies // Fact. Manag. Maint. 1951. Vol. 109. P. 92–94.
23. Juran J.M. Universals in management planning and controlling // Manage. Rev. 1954. Vol. 43, № 11. P. 748–761.
24. Juran J.M. The Non-Pareto Principle; mea culpa // Qual. Prog. 1975. Vol. 8, № 5. P. 8–9.
25. Bunkley N. Joseph Juran, 103, Pioneer in Quality Control, Dies [Electronic resource] // New York Times. 2008. URL: <http://www.nytimes.com/2008/03/03/business/03juran.html>.
26. Langel J. 100 Short Examples of Pareto's 80/20 Rule with 35 Key Insights [Electronic resource] // The Langel firm. 2018.
27. Paula Rooney. Microsoft's CEO: 80-20 Rule Applies To Bugs, Not Just Features [Electronic resource] // ChannelWeb. 2002.
28. Epstein J., Axtell R. Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom-Up. MIT Press, 1996. 208 p.
29. Zipf G.K. Human behavior and the principle of least effort. Cambridge, (Mass.): Addison-Wesley, 1949. № Cambridge, (Mass.): Addison-Wesley,. 573 p.
30. Zipf G.K. Selected Studies of the Principle of Relative Frequency in Language. Boston: Harvard University Press, 1932.
31. Zipf G.K. The Psycho-biology of Language: An Introduction to Dynamic Philology. Houghton-Mifflin, 1935.
32. Zipf G.. National Unity and Disunity. Bloomington: The Principia Press, 1940.
33. Sharp B., Romaniuk J. There is a Pareto Law - but not as you know it. Ehrenberg-Bass Institute report for sponsors. 2007.
34. Sharp B., Romaniuk J., Graham C. Marketing's 60/20 Pareto Law // SSRN Electron. J. 2019.
35. Лейбниц Г.В. Лейбниц Готфрид Вильгельм. Прохоров,. Москва: Большая советская энциклопедия., 1978.

Г. А. Грачёв

36. Мильнер Б. З., Евсенок Л.И., Раппорт В.С. Системный подход к организации управления. Москва: Экономика, 1983. 224 p.
37. Ishikawa A. Statistical Properties in Firms' Large-scale Data. Tokyo, 2021. 140 p.
38. Stanley H. Introduction to phase transitions and critical phenomena. New York: Oxford University Press, 1971.
39. Grachev G.A. Comparison of Soviet and post-Soviet Russian settlement systems with the US settlement system, 1959-2020 [Electronic resource] // Preprints.ru. 2021.
40. Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. Self-organized criticality: An explanation of the $1/f$ noise // Phys. Rev. Lett. 1987. Vol. 59, № 4. P. 381–384.
41. Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. Self-organized criticality // Phys. Rev. A. American Physical Society, 1988. Vol. 38, № 1. P. 364–374.
42. Antoniou I. et al. On the efficient resources distribution in economics based on entropy // Physica A. 2004. Vol. 336. P. 549–562.
43. Климонтович Ю.Л. Критерии относительной степени упорядоченности открытых систем // УФН. 1996. Vol. 166, № 11. P. 1231–1243.
44. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем: критический обзор // В сборнике переводов Исследования по общей теории систем. Москва: Прогресс, 1969. P. 520.
45. Lorenz M.O. Methods of Measuring the Concentration of Wealth // Am. Stat. Assoc. 1905. Vol. 9, № 70. P. 209–219.
46. Kakwani N.C., Podder N. Efficient Estimation of the Lorenz Curve and Associated Inequality Measures from Grouped Observations // Econometrica. 1976. Vol. 44, № 1. P. 137.
47. Kakwani N.C. Functional Form for Estimating the Lorenz Curve: A Reply // Econometrica. 1980. Vol. 48. P. 1063–1064.
48. Holm J. Maximum entropy Lorenz curves // J. Econom. 1993.
49. Castillo E., Hadi A.S., Sarabia J.M. A method for estimating Lorenz curves // Commun. Stat. - Theory Methods. Marcel Dekker Inc., 1998. Vol. 27, № 8.

Г. А. Грачёв

P. 2037–2063.

50. Balakrishnan N., Sarabia J.M., Kolev N. A simple relation between the Leimkuhler curve and the mean residual life // J. Informetr. 2010.
51. Sarabia J.M., Jordá V., Trueba C. The Lamé Class of Lorenz Curves // Commun. Stat. - Theory Methods. 2013. Vol. 46, № 11. P. 5311–5326.
52. Sordo M.A., Navarro J., Sarabia J.M. Distorted Lorenz curves: Models and comparisons // Soc. Choice Welfare. Springer New York LLC, 2014. Vol. 42, № 4. P. 761–781.
53. Arnold B.C., Sarabia J.M. Families of Lorenz Curves. 2018. P. 115–143.
54. Rasche R.H. et al. Functional Forms for Estimating the Lorenz Curve // Econometrica. JSTOR, 1980. Vol. 48, № 4. P. 1061.
55. Gupta M.R. Functional Forms For Estimating the Lorenz Curve // Econometrica. 1984. Vol. 52. P. 1313–1314.
56. Aggarwal V., Singh R. On optimum stratification with proportional allocation for a class of pareto distributions // Commun. Stat. Theory Methods. 1984. Vol. 13, № 24. P. 3107–3116.
57. Manash Ranjan Gupta. Functional Form for Estimating the Lorenz Curve // Econometrica. 1984. Vol. 52, № 5. P. 1313–1314.
58. Arnold B.C. et al. Generating ordered families of lorenz curves by strongly unimodal distributions // J. Bus. Econ. Stat. 1987.
59. Villaseñor J.A., Arnold B.C. Elliptical Lorenz curves // J. Econom. 1989.
60. Basmann R.L. et al. A general functional form for approximating the Lorenz curve // J. Econom. North-Holland, 1990. Vol. 43, № 1–2. P. 77–90.
61. Ortega P, Fernández MA, Ladoux M G. A New Functional Form for Estimating Lorenz Curves // Rev. Income Wealth. 1991. Vol. 37. P. 447–452.
62. Hoover E. The Measurement of Industrial Localization // Rev. Econ. Stat. 1936. Vol. 18. P. 162–171.
63. Pietra G. Delle relazioni tra gli indici di variabilità. Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, 1915. Vol. Note I, II. 775 p.
64. Schutz R.R. On the Measurement of Income Inequality // Am. Econ. Rev.

Г. А. Грачёв

1951. Vol. 41. P. 107–122.
65. Kakwani N. Income inequality and poverty : methods of estimation and policy applications. Published for the World Bank [by] Oxford University Press, 1980. 416 p.
66. Gini C. Intorno alle curve di concentrazione // *Metron*. 1932. Vol. 9. P. 3–76.
67. Zanardi G. L'asimmetria statistica delle curve di concentrazione // *Ric. Econ.* Springer-Verlag, 1965. № 19. P. 355–396.
68. Kakwani N. On the Estimation of Income Inequality Measures from Grouped Observations // *Rev. Econ. Stud.* Oxford University Press (OUP), 1976. Vol. 43, № 3. P. 483.
69. Tarsitano A. Measuring the Asymmetry of the Lorenz Curve. *Ricerche Economiche*, Vol. XLII,n.3, 1988 pp. 507-319 [Electronic resource] // *Economiche*, Vol. XLII,n.3. 1988. P. 507–519.
70. Subramanian S. Further tricks with the Lorenz curve // *Econ. Bull. AccessEcon*, 2019. Vol. 39, № 3. P. 1677–1686.
71. Fajar M., Setiawan S., Iriawan N. The New Measures of Lorenz Curve Asymmetry: Formulation and Hypothesis Testing // *Decis. Mak. Appl. Manag. Eng.* 2024. Vol. 7, № 1. P. 99–130.
72. Giovanni M.G., Gubbiotti S. On Corrado Gini's 1932 paper "Intorno alle curve di concentrazione". A selection of translated excerpts // *METRON* 73(1). 2015. Vol. 73, № 1.
73. Grachev G.A. Size distribution of states, counties, and cities in the USA: New inequality form information // *Phys. A Stat. Mech. its Appl.* North-Holland, 2022. Vol. 592. P. 126831.
74. Садовский В.Н. Основания общей теории систем: логико-методологический анализ. Москва: Наука, 1974. 280 p.
75. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. Москва: Мысль, 1978. 272 p.
76. Гейзенберг В. Роль феноменологических теорий в системе теоретической физики // *Успехи физических наук*. 1967. Vol. 91, № 4. P.

Г. А. Грачёв

731–733.

77. Pareto V. Cours d'Économie Politique, Vol. I. Pp. 430. 1896. Vol. II. Pp. 426. 1897. Lausanne: F. Rouge // Ann. Am. Acad. Pol. Soc. Sci. SAGE Publications, 1897. Vol. 9, № 3. P. 128–131.
78. Jefferson M. The Law of the Primate City // Geogr. Rev. JSTOR, 1939. Vol. 29, № 2. P. 226.
79. Estoup J.-B. Gammes sténographiques (3d ed. 1912). 1912.
80. Auerbach F. Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration // Petermanns Geogr. 1913. P. 74–76.
81. Felix Auerbach (Translation by A. Ciccone). The Law of Population Concentration Translated by Antonio Ciccone (AC) // Urban Anal. City Sci. 2023. Vol. 50, № 2. P. 290–298.
82. Lotka AJ. Elements of Physical Biology-Par, III, Cyapter XX. Baltimore MD: Williams and Wilkins Company, 1925. 306 p.
83. Carroll G.R. National city-size distributions: what do we know after 67 years of research? // Prog. Hum. Geogr. 1982. Vol. 6, № 1. P. 1–43.
84. Alperovich G. The size distribution of cities: On the empirical validity of the rank-size rule // J. Urban Econ. Academic Press, 1984. Vol. 16, № 2. P. 232–239.
85. Berry B.J.L., Okulicz-Kozaryn A. The city size distribution debate: Resolution for US urban regions and megalopolitan areas // Cities. 2012. Vol. 29, № 1. P. S17-S23,.
86. Soo K.T. Zipf's law for cities : a cross country investigation. Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science, 2004.
87. Arshad S., Hu S., Ashraf N. Zipf's law and city size distribution: A survey of the literature and future research agenda // Physica A. 2018. Vol. 492. P. 75–92.
88. Подлазов А.В. Двумерные самоорганизованно критические модели типа кучи песка с анизотропной динамикой распространения активности //

Г. А. Грачёв

- Изв. вузов «ПНД», т. 20, № 6, 2012. 2012. Vol. 20, № 6. P. 25–46.
89. Подлазов В.А. Классические двумерные модели кучи песка // Известия вузов. ПНД. 2016. Vol. 24, № 4. P. 39–70.
 90. Burr I.W. Cumulative Frequency Functions // Ann. Math. Stat. Institute of Mathematical Statistics, 1942. Vol. 13, № 2. P. 215–232.
 91. Матохин В.В. Алгебра управления. Москва, 1994. 12 р.
 92. Крянев А.В., Матохин В.В., Климанов С.Г. Статистические функции распределения ресурсов в экономике: 010–98. Москва, 1998. 15 р.
 93. Antoniou I.V.V., Ivanov, Yu. L. Korolev, A.V. Kryanev, V.V. Matokhin Z.S. Analysis of resources distribution in economics based on entropy // Phys. A Stat. Mech. its Appl. 2002. № 304. P. 525–534.
 94. Henle J.M., Horton N.J., Jakus S.J. Modelling Inequality with a Single Parameter // Modeling Income Distributions and Lorenz Curves. 2008.
 95. Grachev G.A. Size Distribution of States, Counties, and Cities in the USA: New Inequality Form Information [Electronic resource] // Preprints.ru. 2020.
 96. Hart P.E., Prais S.J. The Analysis of Business Concentration: A Statistical Approach // J. R. Stat. Soc. Ser. A. 1956. Vol. 119, № 2. P. 150–191.
 97. Kendall M.G. Discussion on paper by Hart and Prais // J. R. Stat. Soc. 1956. Vol. 119. P. 183–184.
 98. Champernowne D.G. A Model of Income Distribution // Econ. J. 1953. Vol. 63, № 250. P. 318.
 99. Damgaard C., Weiner J. Describing inequality in plant size or fecundity // Ecology. 2000. Vol. 81, № 4. 1139–1142 p.
 100. Турунцева М.Ю. Статистические методы оценки качества прогнозов экономической деятельности оценка качества прогнозов: простейшие методы // Российское предпринимательство. 2011. Vol. 1, № 8.
 101. Deruelle N., Uzan J.-P. Relativity in Modern Physics (1 ed.) // Oxford University Press / ed. de Forcrand-Millard P. Oxford University Press (OUP), 2018.
 102. Planck captures portrait of the young Universe, revealing earliest light |

Г. А. Грачёв

University of Cambridge // Q. J. Econ.

103. Rudnick R., Gao S. Composition of the continental crust // Treatise on geochemistry. 2003. Vol. 3. P. 1–64.
104. Weiss P., Forrer R. Critical Behavior at Surfaces of Strong Coupling Paramagnetic Systems Exhibiting a Paramagnetic-Ferrimagnetic Transition // Ann. Phys. Paris. 1926. Vol. 5. P. 153–213.
105. Becker R., Döring W. Ferromagnetismus // Ferromagnetismus. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1939.
106. Becker R., Döring W. Ferromagnetismus. Berlin: J. Springer, 1939. 440 p.
107. Юшков Б.Г., Корнева Е.А., Черешнев В.А. Понятие нормы в физиологии и патофизиологии. Физиологические константы лабораторных животных. Екатеринбург: УрО РАН, 2021. 864 p.
108. Билич Г.Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс: В 4 т. — издание 5-е, дополненное и переработанное. Оникс, 2009. 864 p.
109. Тур А.Ф., Шабанов Н.П. Кровь здоровых детей разных возрастов. Москва: Медицина, 1970. 176 p.
110. A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects / ed. Rechtschaffen A., Kales. A. Los Angeles: UCLA Brain Information Service/Brain Research Institute, 1968.
111. Redline S, Kirchner HL, Quan SF, Gottlieb DJ, Kapur V N.A. The effects of age, sex, ethnicity and sleep disordered breathing on sleep architecture. Arch Intern Med. 2004; 164(4):406-418. PMID: 14980992. // Arch Intern Med. 2004. Vol. 164, № 4. P. 406–418.
112. Гуннемарк Э. Искусство изучать языки. ТЕССА, 2001.
113. Мандельброт Б. Теория информации и психолингвистика: теория частот слов // Математические методы в социальных науках. Сб. статей. Москва: Прогресс, 1973. P. 316–337.
114. Ляшевская О.Н., Шаров С.А. Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка). Москва: Азбуковник, 2009.

Г. А. Грачёв

115. Пиотровский Р.Г., Бектаев К.Б., Пиотровская А.А. Пиотровский Р.Г., К.Б. Бектаев, А.А. Пиотровская (1972). Математическая лингвистика. М.: Высшая школа. Москва: Высшая школа, 1972.
116. Мазаев А.Г. Ключевые характеристики национальной системы расселения Российской Федерации // Сборник научных трудов РААСН. 2019. Vol. 1. P. 328–339.
117. Мазаев А.Г. Почему характеристики Национальной системы расселения Российской Федерации не соответствуют правилу Зипфа? // Академический вестник УралНИИпроект. 2018. Vol. 2, № 37. P. 17–22.
118. Коломак Е.А. Развитие городской системы России: тенденции и факторы // Вопросы экономики. 2014. № 10. P. 82–96.
119. Коломак Е.А. Городская система современной России. Новосибирск: Издательство ИЭОПП СО РАН, 2018. 144 p.
120. Растворцева С.Н., Манаева И.В. Закон Ципфа в городах России: анализ новых показателей // Экономика региона. 2020. Vol. 16, № 3. P. 935–947.
121. Rosen K.T., Resnick M. The size distribution of cities: An examination of the Pareto law and primacy // J. Urban Econ. 1980. Vol. 8, № 2. P. 165–186.
122. Коломак Е.А. Городская система современной России. Новосибирск: Издательство ИЭОПП СО РАН, 2018. 144 p.
123. Адамеску А.А., Смирнова О.О. Укрупнение регионов как модель новой экономической политики России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). Publishing House Science, 2016. Vol. 7, № 2(26). P. 84–89.
124. Грачёв Г.А. Системология расселения и регионального устройства России // Terra Econ. 2013. Vol. 11, № 4. P. 81–89.
125. Грачёв Г.А. Распределение размеров штатов, округов и городов США: новая информация о форме неравенства [Electronic resource] // Preprints.ru. 2020.
126. Лаппо Г.М. Разнообразие городов как фактор успешного пространственного развития России // Известия РАН. Серия географическая. 2019. № 4. P. 3–23.

Г. А. Грачёв

127. Гранберг А.Г., Кистанов В.В., Адамеску А.А. Государственно-территориальное устройство России. Москва: Издательство-консалтинговое агентство “ДеКА,” 2003.
128. Clayton E., Richardson T. Soviet control of city size // *Econ. Dev. Cult. Chang.* 1989. Vol. 38, № 1. P. 155–165.
129. Gang I.N. et al. Mobility where mobility is illegal: Internal migration and city growth in the Soviet Union // *J. Popul. Econ. Springer*, 1999. Vol. 12, № 1. P. 117–134.
130. Iyer S.D. Increasing unevenness in the distribution of city sizes in post-Soviet Russia // *Eurasian Geogr. Econ.* V.H. Winston and Son Inc., 2013. Vol. 44, № 5. P. 348–367.
131. Pumain D. et al. Multilevel comparison of large urban systems // *CyberGeo. Geographie-Cites*, 2015.
132. Kumo K., Shadrina E. On the Evolution of Hierarchical Urban Systems in Soviet Russia, 1897-1989: 91 // *Sustainability*. 2021. Vol. 13, № 20. P. 113890.
133. Murray P., Szelenyi I. The city in the transition to socialism // *Int. J. Urban Reg. Res.* 1984. Vol. 8, № 1. P. 90–107.
134. Ferenčuhová S., Gentile M. Introduction: Post-socialist cities and urban theory // *Eurasian Geogr. Econ.* Routledge, 2016. Vol. 57, № 4–5. P. 483–496.
135. Becker C., Mendelsohn J., Benderskaya K. Russian urbanization in the Soviet and post-Soviet eras International institute for environment and development united nations population fund human settlements group. 2012.
136. Ubarevičienė R. City systems in the Baltic states: the Soviet legacy and current paths of change // *Eur. Reg.* 2018. Vol. 25, № 2. P. 15–29.
137. Гранберг А.Г., Кистанов В.В., Адамеску А.А. Государственно-территориальное устройство России. Москва: ООО Издательско-Консалтинговое Предприятие «ДеКА», 2003. 448 p.
138. COMMUNIQUE, PR/CP(2022)105. Defence Expenditure of NATO

Г. А. Грачёв

Countries (2014-2022). Bruxelles Belgique, 2022.

139. Черкасов Н.А. Теоретические основы концепции глубокой евразийской интеграции // Проблемы современной экономики. 2008. № 1. Р. 8–17.
140. Sandler T. The Economic Theory of Alliances: A Survey // J. Conflict Resolut. 1993. Vol. 37, № 3.
141. Грачёв Г.А. Эволюция цикличности хозяйственной деятельности и прогнозирование кризисов // Журнал экономической теории. 2010. № 1. Р. 92–95.
142. Суворов А.В. Структура денежных доходов и расходов населения в современной России // Проблемы прогнозирования. 2004. № 5. Р. 63–75.
143. Грачёв Г.А., Тищенко Н.Н. Способ повышения эффективности работы ветеринарных аптек // Через инновации в науке и образовании к экономическому росту АПК. 2008. Р. 25–27.
144. Ghosh A., Chakrabarti B.K. Do Successful Researchers Reach the Self-Organized Critical Point? // Physics (College. Park. Md). 2023. Vol. 6, № 1. Р. 46–59.
145. Laakso M., Taagepera R. “Effective” number of parties: A Measure with Application to West Europe // Comp. Polit. Stud. 1979. Vol. 12, № 1. Р. 3–27.
146. Dunleavy P., Boucek F. CONSTRUCTING THE NUMBER OF PARTIES // PARTY Polit. 2003. Vol. 9, № 3. Р. 291–315.
147. Gaines B.J., Taagepera R. More on Measuring Two-Party Competition: A Response to Dunleavy // J. Elections, Public Opin. Parties. Routledge, 2014. Vol. 24, № 3. Р. 386–392.
148. Golosov G.V. The effective number of parties: A new approach // Party Polit. 2010. Vol. 16, № 2. Р. 171–192.
149. Molinar J. Counting the Number of Parties: An Alternative IndexNo Title // Am. Polit. Sci. Rev. 1991. Vol. 8, № 4. Р. 1383–1391.
150. Rae D. The political consequences of electoral laws. New Haven,: Yale University Press, 1967.

Г. А. Грачёв

151. Taagepera R. The Number of Parties as a Function of Heterogeneity and Electoral System // *Comp. Polit. Stud.* 1999. Vol. 32, № 5. P. 531–548.
152. Magyar Z.B. What Makes Party Systems Different? A Principal Component Analysis of 17 Advanced Democracies 1970–2013. 2022. Vol. 30, № 2. P. 250.
153. Гудков И.В. Особенности электорального поведения при формировании региональных представительных органов власти // *Вестник РГГУ Серия “Философия. Социология. Искусствоведение.”* 2009. P. 49–67.
154. Мефодьевна С.А., Нечай Е.Е. Тип электоральной культуры как каузальное основание избирательного процесса // *Общество: политика, экономика, право.* 2017. № 5.
155. Карминский, А. М., Морозкин А. Российская банковская система: на пути к устойчивому развитию // *Управление в кредитной организации.* 2009. № 6. P. 14–28.
156. Huang A.K. et al. On the Number and Size of Banks: Efficiency and Equilibrium [Electronic resource]. 2016.
157. Diamond D. Financial intermediation and delegated monitoring // *Rev. Econ. Stud.* 1999. Vol. 51, № 31.
158. Fama E.I. What’s different about banks? // *J. Monet. Econ.* 1985. Vol. 15, № 1. P. 29–39.
159. Sharpe S.R. Asymmetric information, Bank lending and Implicit contracts: A stylized model of customer relationships // *J. Finance.* 1990. Vol. 45. P. 1069–1087.
160. Dell’Ariccia D., Freedman E., Marquez R. Adverse selection as a barrier to entry in banking industry // *J. Econ.* 1999. Vol. 30, № 3. P. 515–534.
161. Саркисянц А.Г. Сравнительные характеристики развития банковской системы России и других стран // *Финансы и кредит.* 2000. Vol. 10, № 79. P. 24–31.
162. Моисеев С.Р. Оптимальная структура банковского рынка: сколько банков нужно России? // *Вопросы экономики.* 2006. Vol. 10. P. 75–92.

Г. А. Грачёв

163. Ващекина И.В., Ващекин А.Н. Структурные особенности банковской системы российской федерации и динамика основных показателей её функционирования // Научное обозрение. Экономические науки. 2019. № 1. Р. 5–10.
164. Cândida Ferreira. Bank market concentration and efficiency in the European Union: a panel Granger causality approach WP 03/2012/DE/UECE. Lisbon, 2012. 27 p.
165. Cândida Ferreira. Bank market concentration and bank efficiency in the European Union: a panel Granger causality approach // Int Econ Econ Policy. 2013. Vol. 10. P. 365–391.
166. Крылова Л.В. et al. Структурные изменения в банковской системе России: направления и оценка // Проблемы прогнозирования. 2022. № 1. Р. 136–146.
167. Ильф И., Петров Е. Золотой теленок. Москва: Федерация, 1933. 435 p.