Энтропийный подход

к сравнению числовых рядов

1 Введение ... 3
1.1 Цифровой образ состояния экономической системы ... 3
2 «Все познается в сравнении» ... 4
2.1 Этап 1. Упорядочение числовых рядов по размеру элементов ... 5
2.2 Этап 2. Сравнение числовых рядов с различными суммами элементов 5
2.3 Этап 3. Диаграмма соразмерности числового ряда ... 5
3 Соразмерность произвольного числового ряда. ... 6
3.1 Чувствительность диаграмм соразмерности ... 7
3.2 Коэффициент Джини как метрика соразмерности ... 7
4 Индекс соразмерности и энтропия числовых рядов ... 8
5 Альтернативный метод расчета соразмерности числового ряда ... 10
5.1 Вектор доли ... 10
5.2 Методика расчета адаптивности числового ряда ... 11
5.3 Модуль «Канатоходец» ... 11
6 Результат ... 13
7 Термины и определения ... 14
7.1 Система ... 14
7.2 Экономическая система ... 14
7.3 Функциональная схема экономической системы ... 14
7.4 Денежные средства – финансовый ресурс, используемый: ... 14
8 Характерные числовые ряды ... 15
8.1 Соразмерность элементов числового ряда ... 15
8.2 Диаграмма соразмерности ... 15
8.3 Индекс соразмерности ... 15
8.4 Адаптивность числового ряда ... 15
8.5 Базовые системные параметры числовых рядов ... 15
8.6 Варианты представления числовых рядов ... 16
8.7 Механистическая метафора равновесия: модель «Канатоходец» ... 16
8.8 Упорядоченные долевые диаграммы для N=4 ... 16
9 Дополнительный материал ... 17
9.1 Характерные признаки случайных процессов ... 17
9.2 Тип процесса: написание текстов ... 17

1 Введение

Сложные экономические системы, будь то домохозяйства, предприятия, государства, целевые программы или проекты, под воздействием дестабилизирующих факторов постоянно меняют свое состояние. В принципе, изменения состояния экономической системы могут иметь как позитивные, так и негативные последствия. Особенно опасны небольшие и малозаметные негативные изменения, имеющие тенденцию к накоплению. В результате процесс накопления изменений мелкими порциями может незаметно привести экономическую систему к кризисному состоянию, купирование которого потребует использования существенных дополнительных объемов ресурсов и временных затрат на восстановление штатного режима работы. Для того, чтобы заблаговременно выявлять зарождение подобного рода проблем, прежде всего необходим особый индикатор, реагирующий на широкий спектр изменений состояния экономической системы. При этом следует иметь ввиду, что сам по себе факт выявления изменений состояния динамичной экономической системы еще не дает возможность определять насколько они опасны. То есть, наряду с диагностикой необходимо определять величину и направленность отклонения экономической системы от штатного режима работы.

1.1 Цифровой образ состояния экономической системы

Для того, чтобы конструктивно и продуктивно решить задачу по созданию индикатора изменений состояния экономической системы, необходимо прежде всего, определить подходящий источник данных. Наибольшими преференциями при выборе источника, содержащего требуемую информацию, обладают по целому ряду причин расходы денежных средств. Именно расходы денежных средств в той или иной степени реагируют на широкий спектр изменений состояния экономической системы. Данная особенность потока денежных средств отражена в двухсекторной модели функциональной схемы жизненного цикла экономической системы (рис.1).

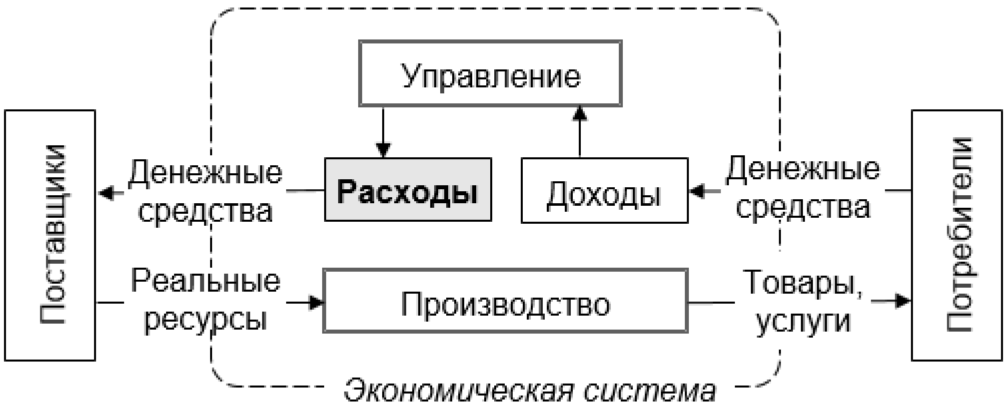


Рис. 1 Двухсекторная функциональная схема жизненного цикла экономической системы

В основе двухсекторного представления функциональной схемы лежит тот факт, что денежные средства, сами по себе, не являются производственным фактором и работа с ними может быть выделена в отдельный сектор «Управление». При этом любые изменения в реальном секторе экономической системы («Поставщики» - «Потребители») отражаются на расходах денежных средств на этапе «Управление» («Потребители» - «Поставщики»). Следовательно, каждый расход денежных средств является цифровой репликой изменения экономической системы, а их совокупность представляет собой ее цифровой образ. В этой связи, изучая динамику системы расходов, возможно опосредованно выявлять зарождение и эволюцию негативных тенденций в состоянии экономической системы.

2 «Все познается в сравнении»

Фраза, вынесенная в заголовок раздела[1], постулирует значимость принципа сравнения в узком и широком смысле. Реализация на практике принципа сравнения позволяет сделать наглядными какие-то общие признаки одного предмета или явления, которые являются характерными и для другого объекта. В нашем случае в качестве объектов для сравнения берутся фрагменты числового ряда расходов денежных средств, сопровождающих жизнедеятельность экономической системы Рис. 2. В общем случае задача по сравнению различных фрагментов исходного числового ряда носит нетривиальный характер и ее реализация затруднена целым рядом препятствий. Так, в частности, последовательность расходов в рамках каждого фрагмента носит «хаотичный» характер, нивелирующий проявление различия. Кроме того, фрагменты, выбранные для сравнения, различаются по количеству (N) и сумме (S_N) элементов (Рис. 2). В этой связи требуется предварительная обработка исходных данных, устраняющая вышеупомянутые препятствия.

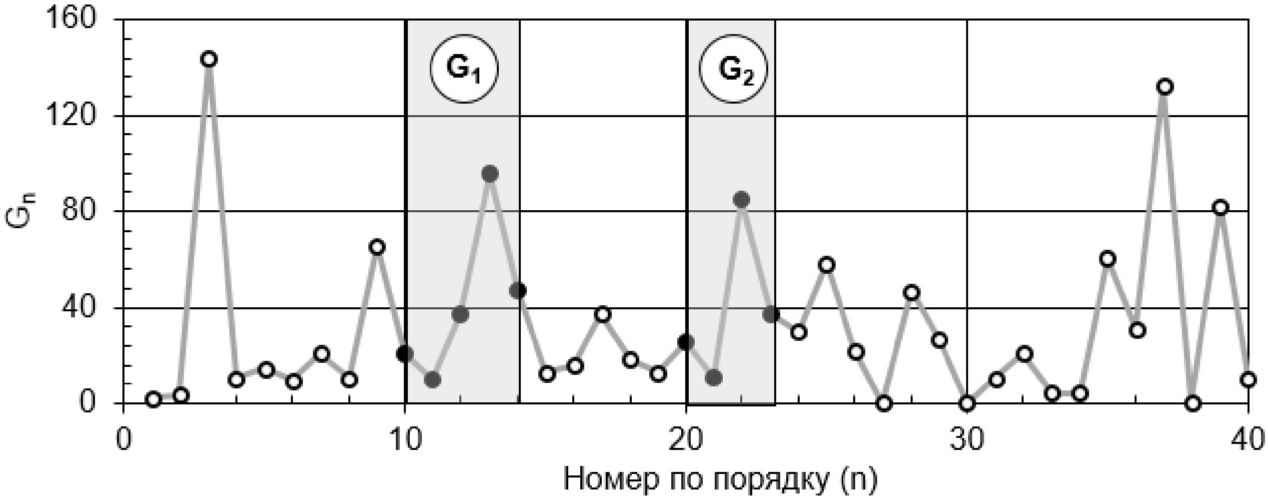


Рис. 2 Характерный вид временной последовательности числового ряда расходов

Для примера обработаем и сравним два фрагмента исходного числового ряда расходов (Рис. 2). Например, $\{G_1\} = \{20, 9, 36, 91, 44\}$ и $\{G_2\} = \{24, 10, 81, 35\}$.

[1] https://www.kommersant.ru/doc/4150240

2.1 Этап 1. Упорядочение числовых рядов по размеру элементов

Прежде всего упорядочим фрагменты исходной временную последовательности чисел по размеру элементов. Данная процедура устраняет «хаотичность» как одно из существенных препятствий для сравнения фрагментов числовых рядов. В результате мы получаем следующие ряды, $\{G_1\} = \{9, 20, 36, 44, 91\}$ и $\{G_2\} = \{10, 24, 35, 81\}$.

2.2 Этап 2. Сравнение числовых рядов с различными суммами элементов

Выбранные фрагменты исходного числового ряда расходов имеют различия в суммах (S_1=200 и S_2=150). Метод нивелирования различий фрагментов в суммах хорошо известен. Каждый из элементов исходного числового ряда нормируется на сумму элементов выбранного фрагмента. В результате получают два новых ряда процентов: $\{g_1\} = \{G_1\}/S_1$, и $\{g_2\} = \{G_2\}/S_2$. Пересчет в проценты укладывает в интервал от [0.0, 1.0] все значения новых числовых рядов.

2.3 Этап 3. Диаграмма соразмерности числового ряда

И, наконец, с целью расширения возможности сравнения произвольных числовых рядов с различными значениями числа элементов (N) и их сумм (S_N) адаптируем под наши задачи известную в экономике методику построения кривых Лоренца[2] и представим произвольные числовые ряды в виде кусочно-линейных графиков (Y_n, X_n,), визуально отражающих соразмерность элементов. Где по оси ординат откладываются в относительных единицах значения накопленных сумм элементов исходных числовых рядов $Y_n= S_n/S_N = (G_1+G_2+\ldots+G_n)/(G_1+G_2+\ldots+G_N)$, а по оси абсцисс соответствующие доли числа просуммированных элементов X_n=n/N.

Таблица 1

Номер элемента п/п	Доля количества элементов	Исходный числовой ряд	Доля накопленной сумм	Накопленная доля элементов расходов
n	X_n=n/N	$\{G_1\}$	$g_n = G_n/S_N$	$\{Y_n\}=\{S_n/S_N\}$
	0.0	0	0.000	0.000
1	0.2	9	0.045	0.000+0.045=0.045
2	0.4	20	0.100	0.045+0.100=0.145
3	0.6	35	0.175	0.145+0.175=0.320
4	0.8	45	0.225	0.320+0.225=0.545
5	1.0	91	0.455	0.545+0.455=1.000
N=5		S_N=200		
n	X_n	$\{G_2\}$	G_n/S_N	$\{Y_n\}$
	0.00	0	0.00	0.00
1	0.25	10	0.07	0.00+0.07=0.07
2	0.50	24	0.16	0.07+0.18=0.23
3	0.75	35	0.23	0.23+0.23=0.46
4	1.00	81	0.54	0.48+0.54=1.00
N=4		S_N=150		

[2] В 1905 году, американский экономист Макс Лоренц в своей работе «Методы измерения концентрации богатства» предложил способ измерения концентрации благосостояния общества, получивший позже название «Кривая Лоренца»

На Рис. 3 показаны кусочно-линейные графики для выбранных фрагментов исходной совокупности расходов $\{G_1\}$= {9, 20, 36, 44, 91} и $\{G_2\}$={10, 24, 35, 81}

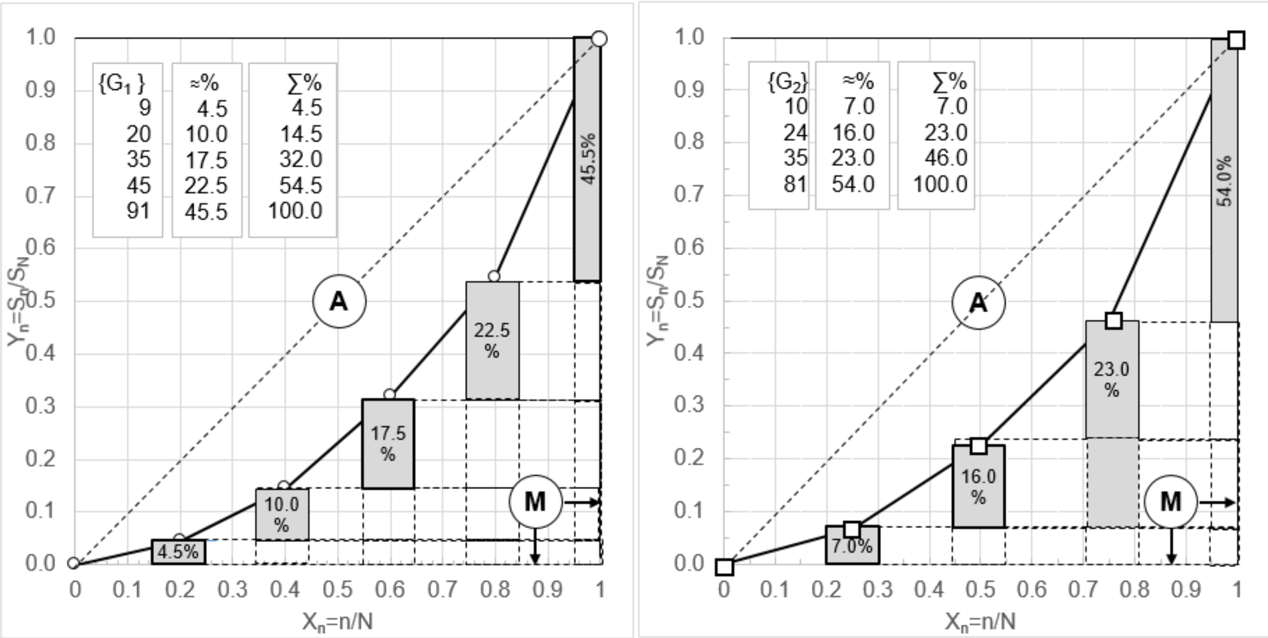


Рис. 3 Кусочно-линейные графики произвольных числовых рядов

3 Соразмерность произвольного числового ряда.

Используя адаптированную методику построения кривых Лоренца, удается визуально представить в виде кусочно-линейных графиков фрагменты числового ряда с разными числами (N) и суммами (S_N). При этом кусочно-линейные графики фрагментов числовых рядов располагаются между вариантами «А» (все числа равны) и «М» (все числа, кроме большего, равны нулю). Более того, в нашем случае фрагменты исходного числового ряда были выбраны таким образом, чтобы их графики практически совпали. На Рис. 4 приведено совпадение графиков двух рядов $\{G_2\}$={9, 20, 36, 44, 91} и $\{G_1\}$={10, 24, 35, 81}. Данный факт является обоснованием введения особого системного свойства произвольных числовых рядов. Таким свойством является соразмерность элементов числового ряда, отражающая неравномерность распределения его значений.

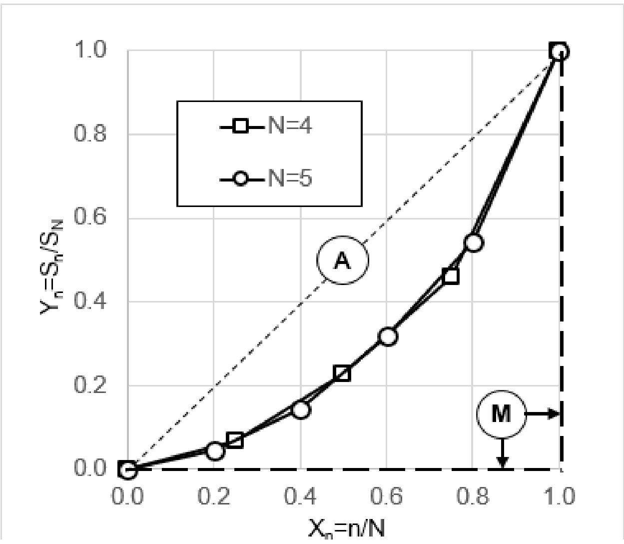


Рис. 4 Совпадение диаграмм двух числовых рядов

3.1 Чувствительность диаграмм соразмерности

И, наконец, остается вопрос о возможности использования диаграмм соразмерности в качестве чувствительного индикатора изменений совокупности расходов. Положительно ответить на данный вопрос можно изменением одного из элементов исходного числового ряда исходных данных. Например, изменим одно число исходного числового ряда и сравним диаграммы соразмерности числовых рядов $\{G_1\}=\{10, 24, 35, 81\}$ и измененного $G_{\Delta G}=\{10, 24, 35, (81+50)\}$. На Рис.5. видно, что изменение значения одного из элементов изменяет всю диаграмму соразмерности. Таким образом, диаграммы соразмерности могут быть непосредственно использованы в качестве чувствительного элемента изменений системы расходов и опосредованно служить визуальным индикатором изменений состояния экономической системы.

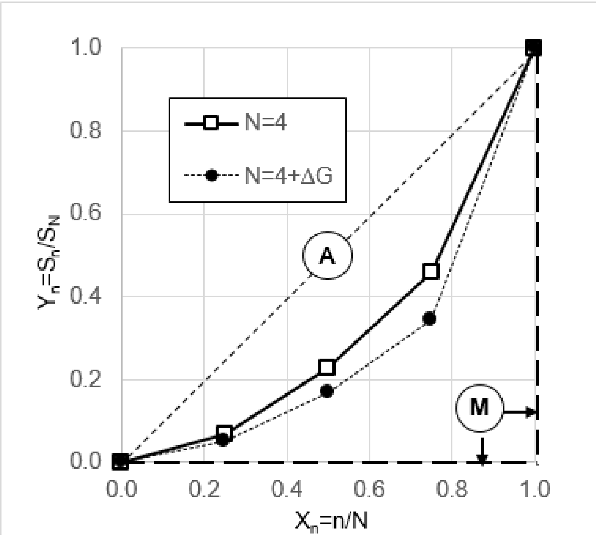


Рис.5 Чувствительность диаграммы соразмерности к изменению числового ряда.

3.2 Коэффициент Джини как метрика соразмерности

Для продуктивного применения диаграммы соразмерности необходим параметр, отражающий количественно соразмерность.

Таким параметром является коэффициент Джини (Рис. 6), который используется в качестве статистического показателя степени расслоения общества относительно уровня годового дохода. В основном, коэффициент показывает отклонение фактического распределения доходов в обществе от абсолютно равного их распределения между группами населения.

Таблица

"X" (n/N)	№ п/п (n)	Значение (G_n)	"Y" (S_n/S_N)
0.33	1	10	0.05
0.66	2	40	0.25
1.00	3	150	1.00
	N=3	S_N= 200	

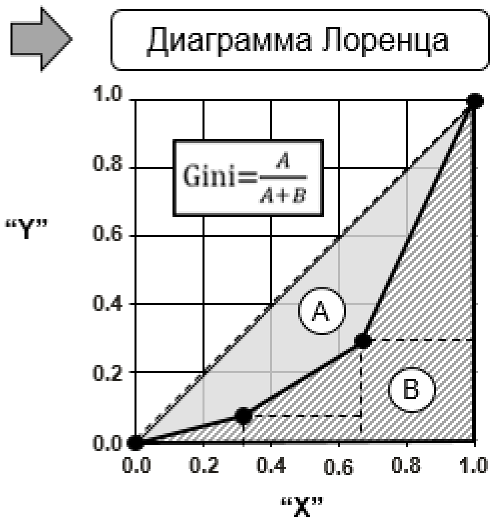


Рис. 6 Пример расчета соразмерности с использование коэффициента Джини

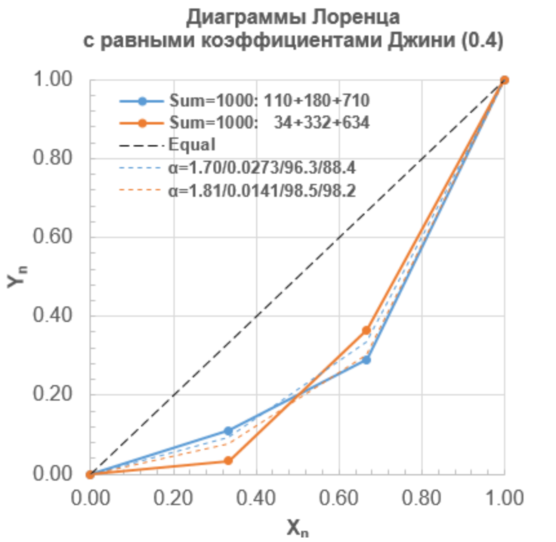


Рис. 7 Диаграммы соразмерности с равными коэффициентами Джини

Несмотря на широту использования, у коэффициента Джини имеется существенный недостаток – неоднозначность измерения степени неравномерности диаграммы соразмерности. Так на Рис. 7 приведены две диаграммы соразмерности, имеющие равные значения коэффициента Джини 0.4.

Кроме того, коэффициент Джини не является формулой, что делает практически невозможным его использование в различного рода аналитических расчетах.

4 Индекс соразмерности и энтропия числовых рядов

Для того, чтобы использовать соразмерность в качестве метрики произвольного числового ряда, введем системный параметр (α), соответствующий конкретной диаграммы соразмерности. С этой целью воспользуемся аналогией с физической энтропией[3]. Во многих сферах естественных и гуманитарных наук введено и широко используется понятие энтропии как фундаментальный параметр состояния сложных систем. С этой точки зрения нас будет интересовать энтропия произвольных числовых рядов, имеющих различную соразмерность. Чтобы получить в аналитическом виде формулу расчета энтропии произвольных числовых рядов, воспользуемся семейством специальных однопараметрических функций (1), аппроксимирующих диаграммы соразмерности (рис.7).

$$F(x,\alpha) = 1 - (1 - x^{\alpha})^{1/\alpha},\ \alpha \geq 1\ ,\ \alpha \qquad (1)$$

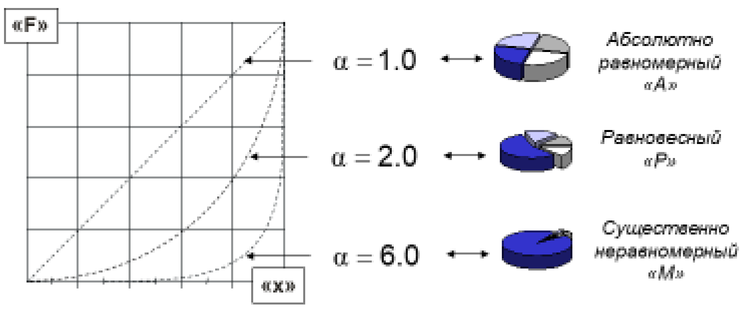


Рис. 8 Семейство аппроксимирующих функций

Далее, используя семейство однопараметрических функцией (Рис. 8), была определена дифференциальная статистическая функция распределения вероятностей значений элементов произвольного числового ряда {G}, нормированных на среднее значение $\bar{G} = S_N/N$:

---

[3] В 1877 году Людвиг Больцман установил связь энтропии с вероятностью состояния. Позднее эту связь представил в виде формулы Макс Планк: S=k·ln(Ω) где константа k=1,38·10−23 Дж/К названа Планком постоянной Больцмана, а Ω - статистический вес состояния, является числом возможных микросостояний (способов), с помощью которых можно составить данное макроскопическое состояние.

$$\rho(g,\alpha) = \frac{1}{\alpha-1}\frac{g^{\frac{2-\alpha}{\alpha-1}}}{\left(1+g^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}\right)^{\frac{\alpha+1}{\alpha}}} \qquad (2)$$

И, наконец, для расчета энтропии произвольного числового ряда была использована следующая формула:

$$V(\alpha) = -\int \rho(g,\alpha)\ln\rho(g,\alpha)dg \qquad (3)$$

Энтропия V(α) с функцией распределения ρ(g, α), к сожалению, в общем случае аналитически не берется и определяется численными методами.

На Рис. 9 представлен вид V(α), полученный методом численного интегрирования формулы (3) и последующей аппроксимацией функции V(α), заданной таблично, аналитической функцией (4). Таким образом, удалось поставить в однозначное соответствие соразмерность с графиком зависимости V(α).

$$V(\alpha) = \alpha^{-\sqrt{2}}\mathrm{Ln}(\alpha) \qquad (4)$$

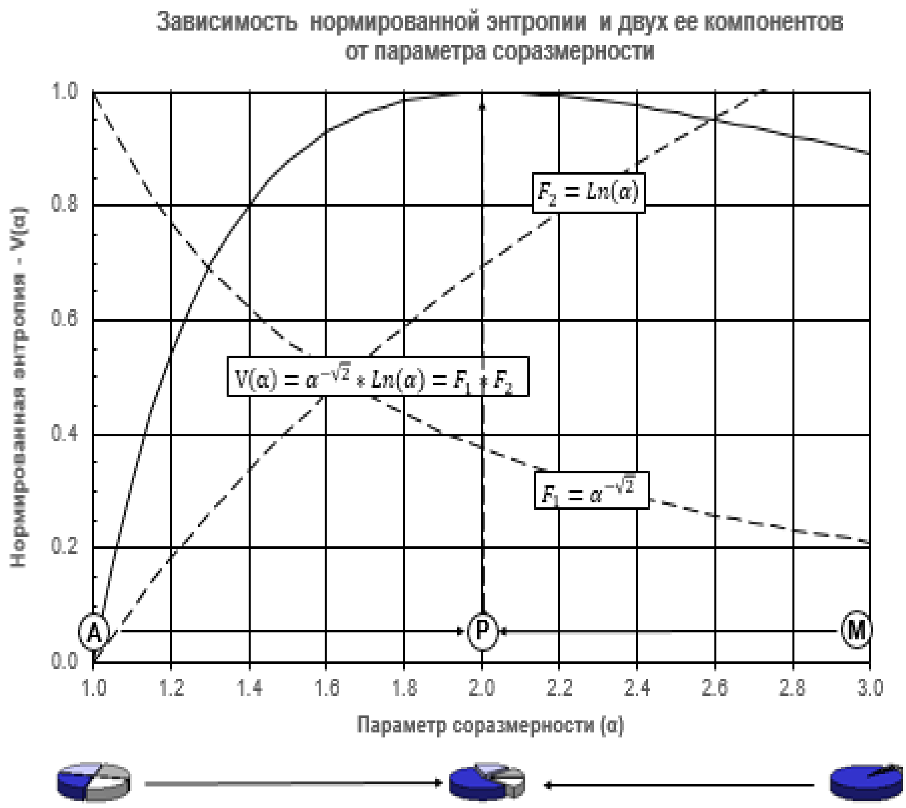


Рис. 9 Зависимость энтропии от соразмерности

Следуя определению энтропии как величине пропорциональной логарифму числа возможных микросостояний системы, можно утверждать, что обнаруженный максимум V_{max} при α=2.0 соответствует наиболее вероятному состоянию системы.

Унимодальный характер же зависимости энтропии от α-параметра позволяет предположить, что максимум энтропии является суперпозицией двух зависимостей, связанных с распределениями значений. На рис.8 приведена суперпозиция двух модельных зависимостей, которая «обеспечивает» наличие максимума энтропии произвольного числового ряда.

5 Альтернативный метод расчета соразмерности числового ряда[4]

В процессе использования энтропийного подхода к анализу соразмерности был разработан альтернативный метод расчета энтропии числового ряда без использования формул (2) и (3). Основой данного метода был вектор доли.

5.1 Вектор доли

Для того, чтобы ввести новый параметр, различающий соразмерность произвольных числовых рядов, отразим каждый элемент числового ряда в виде дополнительной стрелки (вектора доли) на диаграмме соразмерности. Модуль вектора доли $|\bar{g}_n|$ равен величине доли g_n, а направленность вектора доли совпадает с направлением перпендикуляра к отрезку между двумя соседними точками диаграммы соразмерности (Рис. 10).

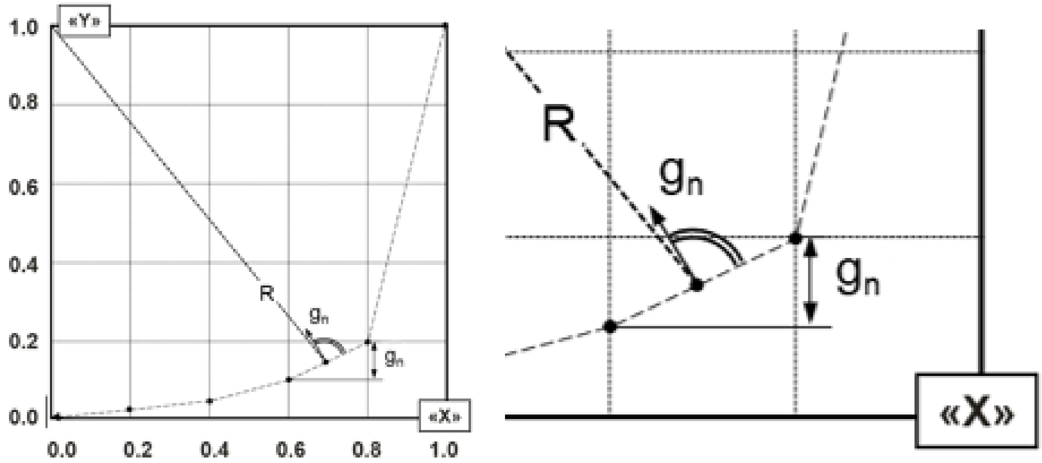


Рис. 10 Вектор доли g_n

Для наглядности на Рис. 11 приведены три диаграммы соразмерности и соответствующие массивы векторов долей.

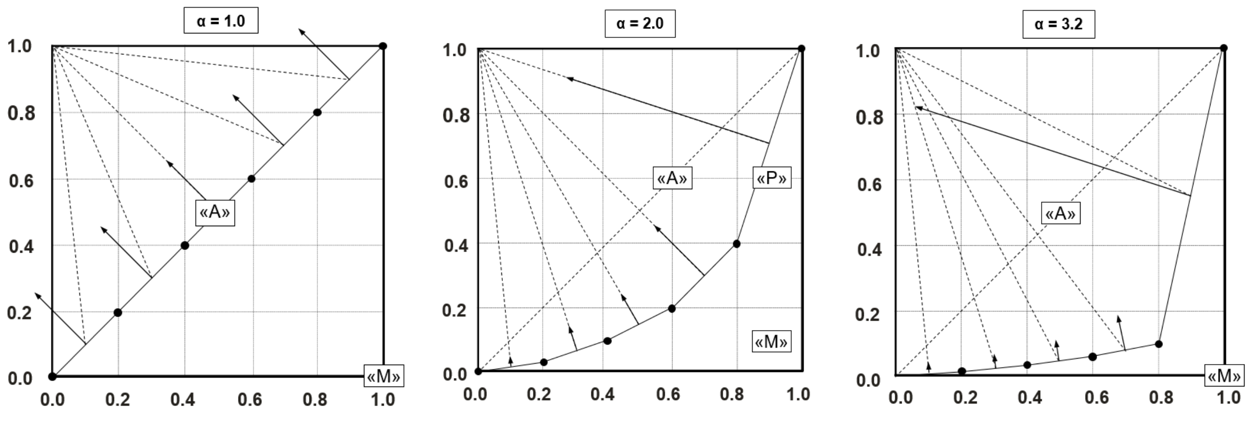


Рис. 11 Три варианта диаграмм соразмерности с массивами векторов долей

Разброс по направленности векторов долей является основанием для суммирования их проекций на выделенное направление. В частности, таким направлением для проецирования каждого вектора доли выбирается линия, соединяющая середину отрезка диаграммы соразмерности с точкой (1,1) (Рис. 12).

[4] Материал не публиковался

5.2 Методика расчета адаптивности числового ряда

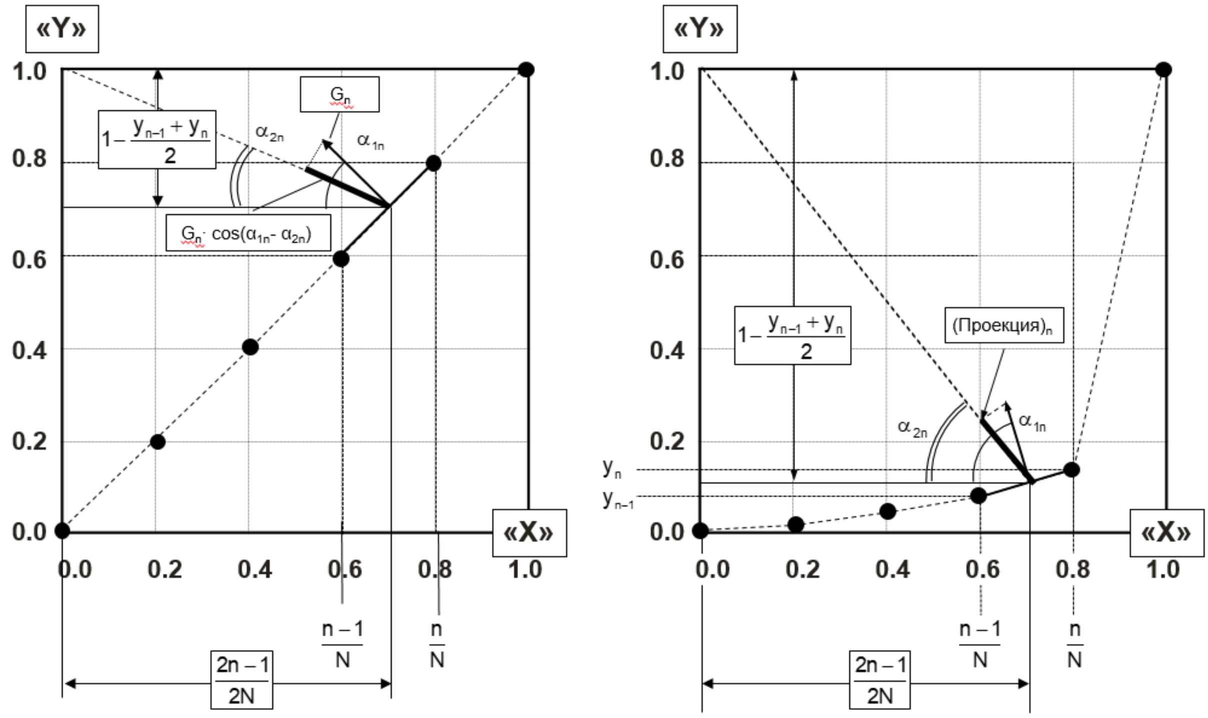


Рис. 12 Проекции векторов долей для двух вариантов диаграмм соразмерности.

В результате суммирования проекций векторов долей были получены:

- функциональная зависимость энтропии «колоколообразной» (унимодальной) формы V(α), совпадающая с ранее полученной по формуле (4) зависимостью для различных значений параметра соразмерности (α_параметр).
- функциональная зависимость дополнительного параметра W(α) диаграммы соразмерности, отражающего сбалансированность числового ряда.

Таблица 2

$\delta = \alpha - \beta$			
$V(\delta) = \sum_{n=1}^{N} \Delta Y_n \cdot \cos(\alpha - \beta)$		$W(\delta) = \sum_{n=1}^{N} \Delta Y_n \cdot sin(\alpha - \beta)$	
$\cos(\alpha - \beta) = \cos(\alpha) \cdot \cos(\beta) + sin(\alpha) \cdot \sin(\beta)$		$sin(\alpha - \beta) = \sin(\alpha) \cdot \cos(\beta) - \cos(\alpha) \sin(\beta)$	
$\cos(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2(\alpha)}}$	$\cos(\beta) = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2(\beta)}}$	$\sin(\alpha) = \frac{tg(\alpha)}{\sqrt{1 + tg^2(\alpha)}}$	$\sin(\beta) = \frac{tg(\beta)}{\sqrt{1 + tg^2(\beta)}}$
$cos(\delta) = \frac{1 + tg(\alpha) \cdot tg(\beta)}{\sqrt{1 + tg^2(\alpha) + tg^2(\beta) + tg^2(\alpha) \cdot tg^2(\beta)}}$		$sin(\alpha - \beta) = \frac{tg(\alpha) - tg(\beta)}{\sqrt{1 + tg^2(\alpha) + tg^2(\beta) + tg^2(\alpha) \cdot tg^2(\beta)}}$	
$tg(\alpha) = -\frac{1}{N \cdot (y_n - y_{n-1})}$		$tg(\beta) = -\left(1 - \frac{y_{n-1} + y_n}{2}\right) \cdot \frac{2 \cdot N}{2 \cdot n - 1}$	

5.3 Модуль «Канатоходец»

Вид формул V(δ) и W(δ) позволяют провести аналогию с известными в классической механике произведениями вектора силы $\vec{F}$ и вектора $\vec{R}$: скалярное $(\vec{F} \cdot \vec{R}) = F \cdot R \cdot \cos\delta$ векторное и $[\vec{F} \cdot \vec{R}] = F \cdot R \cdot \sin\delta$.

В классической механике известно, что скалярное произведение $(\vec{F}\,\vec{R}) = F \cdot R\, \cos\delta$ соответствует работе, выполняемой силой $\vec{F}$ в направлении вектора $\vec{R}$, а векторное произведение $[\vec{F}\cdot\vec{R}] = F \cdot R \cdot \sin\delta$ является моментом силы $\vec{F}$, действующей на механический объект и вызывающей его вращательное движение. В случае равенства нулю суммы всех моментов система находится в равновесии. Отметим также, что в точке (α=2.0) скалярное произведение указывает на максимальное значение энтропии (адаптивности) (Рис. 13).

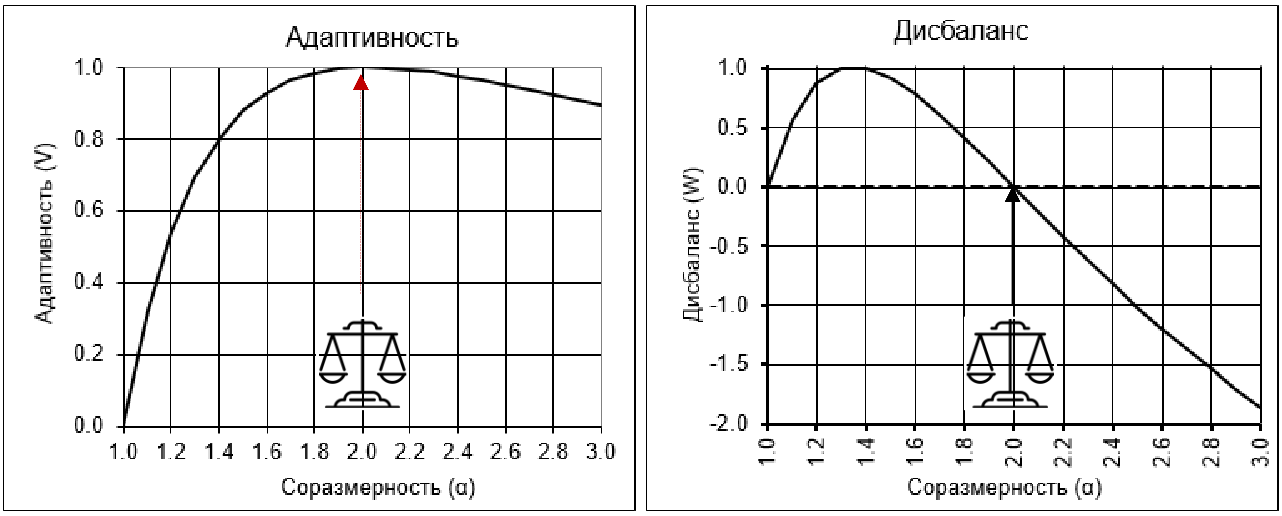


Рис. 13 При альфа=2.0 система расходов сбалансирована

Не претендуя на исключительность и полноту следующего комментария, отметим, что особый смысл функциональных зависимостей системных параметров числового ряда расходов денежных средств проявляется при сравнении системы расходов с шестом канатоходца. Очевидно одно, что поддерживать равновесие возможно только в динамичном режиме, адекватно реагируя на знак и величину воздействия дестабилизирующих факторов. Исключительную важность при этом играет возможность целенаправленной коррекции системы расходов.

Предположим мы имеем исходный ряд чисел {G}={10, 24, 35, 81}, имеющий следующие системные параметры: V=93.0% (адаптивность) и α= 1.6 (соразмерность).

Ключевой вопрос управления: как необходимо изменить расходы, чтобы перевести систему в равновесное состояние α= 2.0?

Вариант 1. Делаем еще один расход G_5=225, Получаем новый числовой ряд {G}={10, 24, 35 , 81, 225} с параметрами: V=100.0% (адаптивность) и α= 2.0 (соразмерность). Минимальная дополнительная сумма ΔS_I=225.

Вариант 2 Корректируем исходный ряд расходов. Получаем новый числовой ряд {G}={10, 32, 64 , 208} с параметрами: V=100.0% (адаптивность) и α= 2.0 (соразмерность). Минимальная дополнительная сумма ΔS_{II}=165. Сравнивая дополнительные суммы расходов, получаем, что второй вариант предпочтительней.

6 Результат

На основе изучения системных свойств совокупности расходов денежных средств разработан параметр соразмерности, реагирующий на широкий спектр изменений состояний экономической системы.

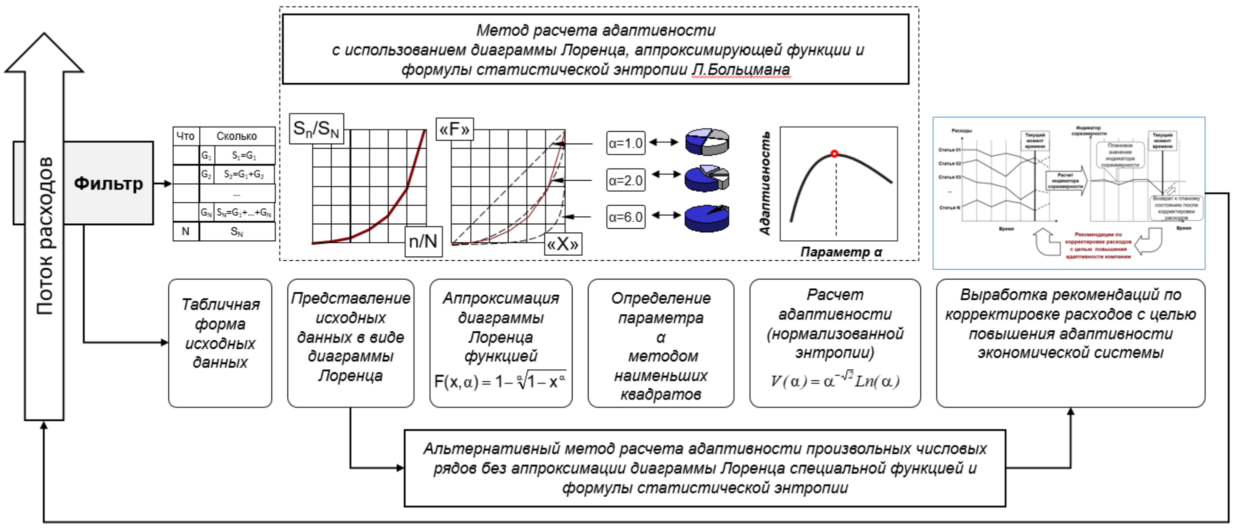
В результате проведенных исследований соразмерности установлена формализованная связь энтропии (адаптивности, вариативности) характерного числового ряда с соразмерностью расходов денежных средств.

Принимая во внимание полученную связь энтропии (адаптивности) и соразмерности числовых рядов (α - параметр), становится возможным управлять энтропией системы расходов, корректируя целевым образом распределения денежных средств.

Знание энтропии позволяет оценить риски способности системы расходов адаптироваться к изменениям внешнего и внутреннего характера. Таким образом, динамика параметра соразмерности содержит ту информацию, которая может помочь узнать о наличии проблем задолго до их внезапного и опасного проявления.

И, наконец, в процессе изучения роли параметра соразмерности разработана оригинальная методология управления расходами денежных средств и получены пилотные результаты ее использования при анализе динамики состояния

Блок-схема обработки потока расходов
с целью повышения адаптационного потенциала



Литература

- Энтропийный «компас» для анализа бюджета экономической системы [Журнал Neftegaz.RU 5, 2021]
- Энтропийный подход к анализу бухгалтерских балансов банков https://bijournal.hse.ru/data/2023/04/13/2026322192/4.pdf
- Энтропийный метод мониторинга реализации экономических стратегий https://www.inesnet.ru/article/entropijnyj-metod-monitoringa-realizacii-ekonomicheskix-strategij/

7 Термины и определения

Приводимые термины и носят пояснительный характер и не претендуют на использование в качестве обще признаваемых понятий.

7.1 Система

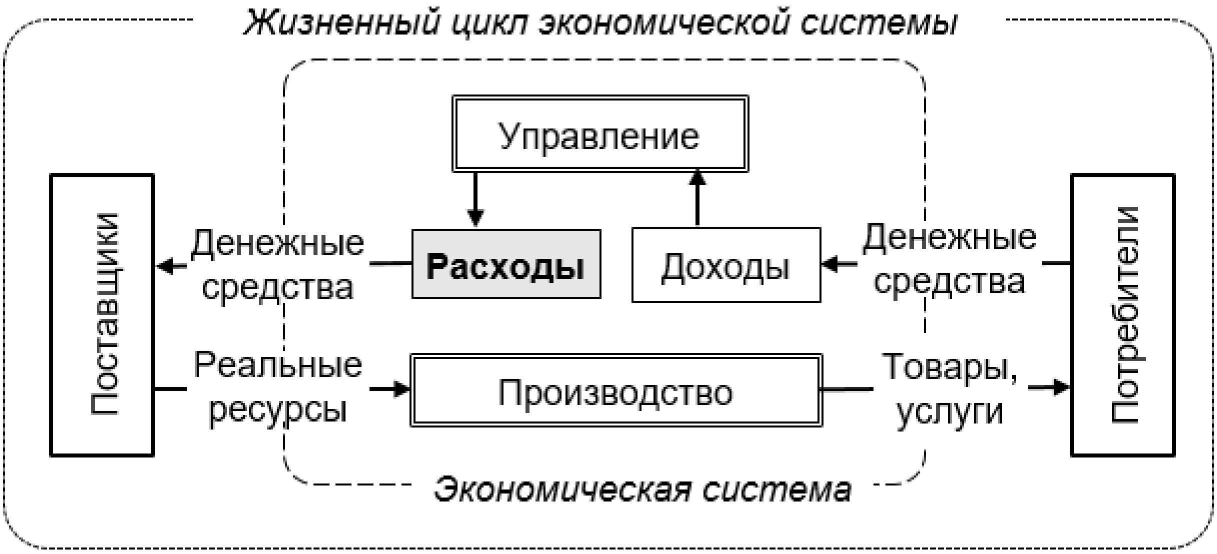
Система - совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определённую целостность, единство[5].

7.2 Экономическая система

Экономическая система – открытая система, использующая в процессе своей жизнедеятельности внешние и собственные ресурсы для производства товаров и оказания услуг.

7.3 Функциональная схема экономической системы

Функциональная схема экономической системы – двухсекторная функциональная схема экономической системы с разделенными потоками реальных (сектор «Производства») и финансовых (сектор «Управление») ресурсов.



7.4 Денежные средства – финансовый ресурс, используемый:

- формирования необходимых активов в целях осуществления всех видов жизнедеятельности экономической системы;
- управления жизненным циклом экономической системы.

[5] https://bigenc.ru/c/sistema-4284c7

8 Характерные числовые ряды

Характерные числовые ряды – наборы чисел, имеющих общую единицу измерения и связанных с общей целью жизнедеятельности системы как единого целого.

Например, {G} = {9 руб., 20 руб., 36 руб., 44 руб., 91 руб.}

{g}={9 %, 20 %, 36 %, 44 %, 91 % }

8.1 Соразмерность элементов числового ряда

Соразмерность – системное свойство числовых рядов, отражающее в совокупности множество отношений размеров компонентов числового ряда.

8.2 Диаграмма соразмерности

Диаграмма соразмерности – визуальное представление соразмерности в виде кусочно-линейных графиков, построенных в рамках единичного квадрата и отражающих степень неравномерности распределения долей компонентов исходного числового ряда.

Ближайший аналог и прототип – кривые Лоренца

8.3 Индекс[6] соразмерности

Индекс соразмерности – системный параметр, количественно отражающий соотношение размеров элементов числового ряда.

Ближайший аналог – коэффициент Джини.

8.4 Адаптивность числового ряда

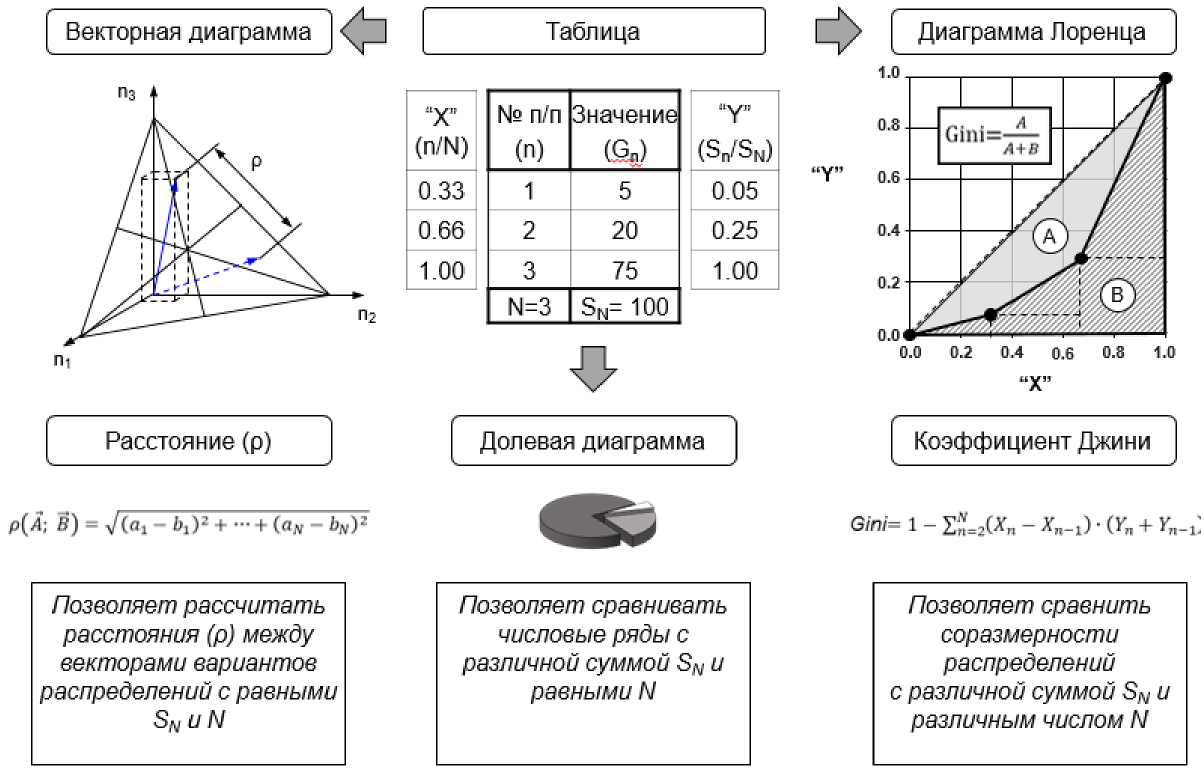
Адаптивность - способность системы эффективно и быстро приспосабливаться к изменившимся обстоятельствам. То есть, адаптивная система — это открытая система, способная изменять своё поведение в соответствии с изменениями в окружающей среде или в частях самой системы.

8.5 Базовые системные параметры числовых рядов

- (1) Число элементов - N
- (2) Сумма элементов - S
- (3) Индекс соразмерности распределения значений элементов исходного числового ряда (α –альфа, коэффициент Джини)
- (1, 2) Среднее значение элементов числового ряда – S_N/N (аналог - температура в идеальном газе)

[6] **Индекс** — это совокупная последовательность символов, цифр или букв, которая содержит указание на место элемента или же характеристику некого множества элементов.

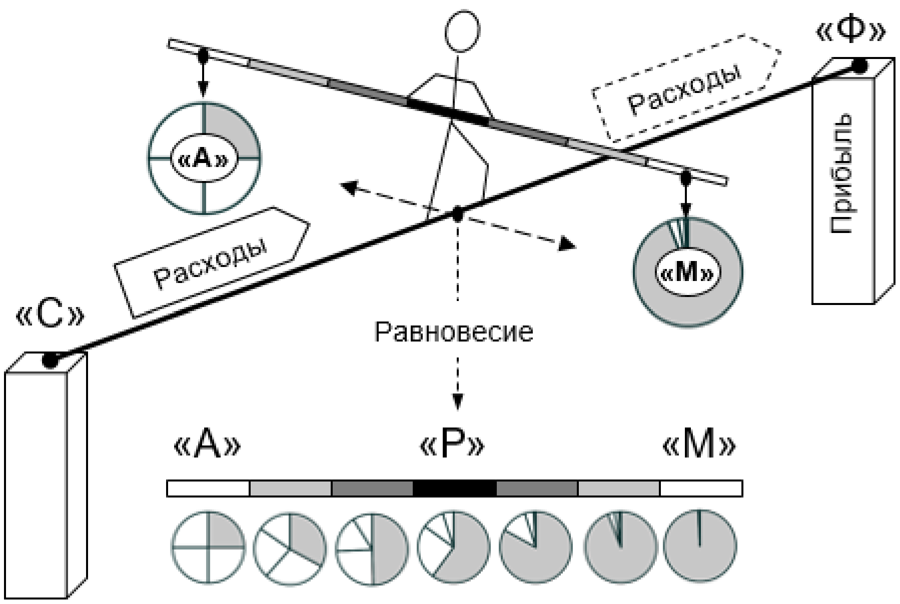
8.6 Варианты представления числовых рядов



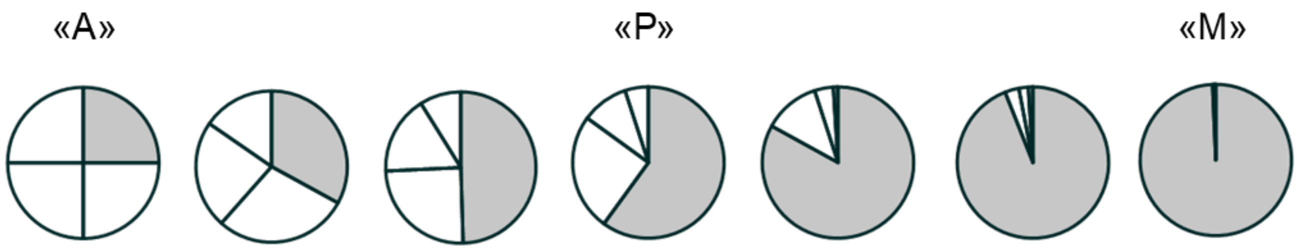
"X" (n/N)	№ п/п (n)	Значение (G_n)	"Y" (S_n/S_N)
0.33	1	5	0.05
0.66	2	20	0.25
1.00	3	75	1.00
	N=3	S_N= 100	

Примечание: рисунки используют примерный числовой ряд {G_3}={5, 20, 75}

8.7 Механистическая метафора равновесия: модель «Канатоходец»



8.8 Упорядоченные долевые диаграммы для N=4



9 Дополнительный материал

9.1 Характерные признаки случайных процессов

Поясним сказанное на примере серий бросков монетки. Известно, что предсказать точно выпадение «орла» (или «решки») невозможно, поскольку процесс имеет случайный характер. Однако из опыта известно, что при большом числе бросков число выпадений «орлов» и «решек» в идеале должны быть равны друг другу (закон больших чисел). Таким образом, в случае, если при бросании монетки выпадает два «орла» (или две «решки») подряд, то с большей вероятностью в третий раз выпадет «решка» (или «орел»). Данный прогноз возможен только при выполнении закона больших чисел.

Подобные рассуждения можно распространить на процессы бросания шестигранного кубика, на запуск рулетки, результаты различно рода тиражей и т.п. Тем более, что у приведенных процессов имеется много общего: число возможных дискретных вариантов результатов каждого испытания ограничено, а число проведения испытаний неограниченно. Более того, для указанных случайных процессов нет однозначной связи текущего результата испытания от предыдущего. Подобные рассуждения справедливы только для случайных процессов. То есть, при больших числах испытаний начинает проявляться равенство вероятностей реализации каждого результата. Данный вариант легко распространяется на броски кубика с шестью гранями или рулетку. Таким образом, диагональный вид диаграммы соразмерности является характерным признаком случайного процесса;

9.2 Тип процесса: написание текстов

Чтобы усилить значимость результатов анализа приведенных особенностей случайных процессов, сравним их с другим типом процесса. Например, с процессом написания текстов. Также как и в примере с бросанием шестигранного кубика, число известных букв (символов) ограничено числом букв в алфавите. Также как и в примере с бросанием кубика общее число используемых символов в текстах не ограничено. Однако, при всем внешнем подобии процесса написания текста случайным процессам, таковым он не является, поскольку каждый используемый символ зависит от предыдущих. В результате диаграмма соразмерности последовательности символов в текстах отличается от диагонали единичного квадрата.