

ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ СИСТЕМНЫХ СВОЙСТВ КЛАСТЕРНЫХ СТРУКТУР В АПК ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Алексей Георгиевич Буховец
Екатерина Сергеевна Щепилова
Татьяна Яковлевна Бирючинская
Юрий Владимирович Некрасов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В статье предлагается рассмотрение кластерных структур в рамках системного подхода, соотнося понятие кластера с понятием внешней или внутренней системы. Такой подход предполагает, что рассматриваемые кластерные структуры имеют определенный механизм формирования, обладают некоторыми особенностями структурных построений, и, как следствие, их характеристики подчинены некоторым числовым закономерностям, которые могут выступать в качестве индикаторов реальности кластерной структуры. В рамках системного подхода сформированные кластерные структуры обладают ранговыми распределениями специального вида. В частности, для системных объектов необходимым условием является выполнение рангового распределения, подчиняющегося закону Ципфа. Анализируется подход к определению формы рангового распределения системных объектов, опирающийся на скейлинговые свойства. Показано, что наличие гиперболических законов с вещественным показателем является характерной чертой образований, имеющих системную организацию. При рассмотрении формируемых кластерных структур как системных объектов требуется оценка формы ранговых распределений, которые в случае образования системы с необходимостью имеют ципфовское распределение. Для проверки выполнения условий системности анализируемого агропромышленного кластера был предложен метод статистических испытаний. Приводятся результаты проведенного тестирования на данных агропромышленного кластера Воронежской области, которые позволяют прийти к заключению о характере рангового распределения. Показано, что вновь образованный кластер предприятий АПК демонстрирует наличие необходимых свойств системного образования. Выполнение ципфовского распределения на построенном ранговом распределении свидетельствует о системном характере новой экономической структуры, что находит подтверждение в представленных данных с надежностью, превышающей 95%. В целом полученные результаты свидетельствуют о перспективности новой экономической структуры.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кластерные структуры, системный анализ, гиперболические ранговые распределения, АПК Воронежской области.

CONCERNING THE IDENTIFICATION OF SYSTEM PROPERTIES OF CLUSTER STRUCTURES IN VORONEZH REGIONAL AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Aleksey G. Bukhovets
Ekaterina S. Shchepilova
Tatyana Ya. Biryuchinskaya
Yuriy V. Nekrasov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors propose to consider the cluster structures in the framework of the system approach, correlating the concept of a cluster and the concept of external or internal system. This approach assumes that the cluster structures are characterized by a certain mechanism of formation, obtain several features of structural constructions, and, as a consequence, their performance is subject to certain numerical regularities that can act as indicators of the reality of the cluster structure. From a systems viewpoint the formed cluster structures show rank distributions of a special type. Specifically, for system objects it is necessary to perform rank distribution following Zipf's law. The paper presents an approach to determining the form of rank distribution of system objects based on the scaling properties. It is shown that the presence of hyperbolic laws with real exponent is a particularity of the formations of a systemic organization. Consideration of the formed cluster structures as system objects leads to the assessment of the form of rank distributions which in case of system formation satisfied with necessity corresponds to Zipf distribution. Having applied the method of statistical tests for verification of the

fulfillment of systemic conditions of the analyzed agro-industrial cluster the authors present the results of testing according to figures characterizing Voronezh regional agro-industrial cluster, which allow for the conclusion about the nature of rank distribution. It is shown that the newly-formed cluster of agricultural enterprises within Agro-Industrial Complex demonstrates the presence of the required properties of the system formation. Execution of Zipf rank distribution on the constructed rank distribution testifies to the assumption of the systemic nature of the new economic structure which is confirmed by the data presented with a reliability exceeding 95%. The newly-formed cluster of agricultural enterprises demonstrates the presence of the required properties of the system structure. Overall, the obtained results highlight long-term benefits of new economic structures.

KEY WORDS: cluster structures, system analysis, hyperbolic rank distributions, Agro-Industrial Complex, Voronezh Oblast.

Кластерный подход в организации производства получил широкое распространение в последнее десятилетие. Однако при формировании кластерных структур практически не используются никакие количественные методы, позволяющие оценивать результаты и перспективы развития кластеров. В статье предлагается рассмотреть кластерные структуры в рамках системного подхода, соотнося понятие кластера с понятием внешней или внутренней системы. Такой подход предполагает, что рассматриваемые кластерные структуры имеют определенный механизм формирования, обладают некоторыми особенностями структурных построений, и, как следствие, их характеристики подчинены некоторым числовым закономерностям, которые могут выступать в качестве индикаторов реальности кластерной структуры. Ведь понятно, что не все провозглашенные совокупности объектов хозяйственной деятельности как кластеры в действительности являются таковыми.

1. Системный анализ как основа исследования и формирования кластерных структур

Проведенный ранее анализ понятий, отражающий кластерные свойства структурных образований, позволяет, на наш взгляд, сопоставить их с понятием системы, которое было сформировано в рамках системного анализа во второй половине XX века, а точнее в конце 70-х годов. Ситуация с выработкой определения системы в чем-то очень схожа с формированием определения кластера [15].

К настоящему времени, по оценке отдельных авторов, известно более 150 определений системы. В качестве рабочего, мы предлагаем выбрать следующее: «Система есть совокупность взаимосвязанных элементов, обособленных от среды и взаимодействующих с ней как единое целое» [7, с. 42]. Такое определение, на наш взгляд, позволяет, с одной стороны, акцентировать внимание на внутренней структуре системы, а с другой – подчеркнуть роль внешнего окружения системы. Отметим, что этому определению соответствует большая часть из известных в настоящее время систем.

Основные принципы системного подхода удалось сформулировать почти одновременно в различных областях научной деятельности. Одними из первых ввели в рассмотрение понятие системы и системного подхода биологи, которые придерживались взгляда на живой организм как интегрированное целое [2]. Согласно этому подходу существенным свойством организма или живой системы является свойство целостности, которым не обладает ни одна из его частей. Такие свойства возникают из взаимодействий и связей между отдельными частями системы и пропадают (исчезают), когда система разлагается (дробится) на отдельные изолированные элементы.

Свойства частей системы не являются их внутренними свойствами, и они могут быть поняты и осмыслены лишь в контексте всего целого. Соответственно, системный анализ акцентирует внимание в первую очередь на организации множества.

Но принятие положения о системности рассматриваемой совокупности логически приводит к необходимости принятия и следствий этого тезиса. На первом этапе исследования системность объекта проявляется в том, что возникает возможность адекватно, хотя и на качественном уровне описывать изучаемый объект и его составляющие ограниченным набором переменных (признаков).

Внешняя целостность системы, по мнению авторов [14, с. 69], определяется «как возможность естественного объединения в классы заранее имеющих объектов. Общность этих объектов состоит в наличии у них единой природы, позволяющей естественным образом сопоставлять между собой эти объекты». Из всех проблем, возникающих при использовании принципов системного подхода в ходе исследования кластерных образований, мы в своей работе ограничимся рассмотрением в полной мере только одного аспекта, связанного с исследованием получающихся ранговых распределений (разбиений).

Под ранговым распределением будем понимать зависимость численности, соответствующей данному элементу системы, от его порядкового номера (ранга) при расположении элементов по убыванию этой численности. В работах социально-экономического характера, так или иначе связанных с системным подходом, не уделяется должного внимания результатам количественной оценки структуры в рамках исследования ранговых распределений. Вместе с тем распределение численностей классов элементов в построенном ранговом разбиении может служить, как будет показано ниже, некоторым числовым показателем целостности системы.

Независимо друг от друга ранговые разбиения исследовались в различных научных областях. Поразительным оказался тот факт, что при весьма общих ограничениях, связанных со свойствами системности рассматриваемых совокупностей, ранговые разбиения подчинялись одному и тому же закону. В наиболее простой форме этот закон может быть представлен гиперболой, и поэтому в математической статистике такие зависимости получили названия гиперболических законов распределения.

2. Теоретические аспекты формирования системного рангового распределения

Системная организация объекта исследования характеризуется внешним проявлением таких количественных соотношений, как, например, форма закона рангового распределения ее элементов. Было отмечено, что в системных объектах численность и размеры отдельных функциональных элементов не могут быть произвольными, а подчинены определённым закономерностям, которые математически выражаются в виде закона Ципфа [1, 12]. В наиболее простой форме для системных объектов математически этот закон может быть представлен в виде следующей степенной зависимости:

$$n_i = \frac{C}{i^\gamma}, \quad (1)$$

где $i = 1, 2, \dots, K$ – ранг класса;

C – постоянная величина, обычно равная объёму модального (наибольшего по численности) класса;

n_i – объём (численность, частость) класса i -го ранга;

γ – некоторая постоянная положительная величина, имеющая значение больше единицы ($\gamma = 1 + \alpha$, $0 < \alpha \leq 1$).

Механизмы формирования этой закономерности рассматривались многими авторами [1, 4 (с. 120), 5, 10, 11, 12, 14 и др.]. Практическая важность решения этой проблемы объясняется тем, что моделирование механизмов, лежащих в основе функционирования этого закона, позволяет переходить от эмпирического описания к целенаправленному формированию системы, что позволяет в дальнейшем активно воздействовать на функционирование системы.

Рассмотрим один из возможных подходов к определению формы рангового распределения системных объектов, опирающийся на скейлинговые свойства. Для этого предположим, что в пространстве R^p рассматривается некоторое множество X и k – линейный размер, характеризующий это множество. Пусть k' – другое значение масштаба, при котором наблюдается самоподобная структура, и пусть $S(k)$ – некоторое свойство, зависящее от величины выбранного масштаба (например, площадь или объём, или какая-то другая мера, характеризующая выделенную структуру множества). Тогда в силу наличия свойства самоподобия структур для указанных масштабов можно записать

$$\frac{S(k)}{S(k')} = f\left(\frac{k}{k'}\right), \quad (2)$$

т.е. отношение свойств $S(k)$ и $S(k')$ является функцией отношения выбранных масштабов. Если взять последовательно три значения k , k' и k'' и вычислить последовательно соотношения, то получим

$$\frac{S(k)}{S(k')} = f\left(\frac{k}{k'}\right), \quad \frac{S(k')}{S(k'')} = f\left(\frac{k'}{k''}\right), \quad \frac{S(k)}{S(k'')} = f\left(\frac{k}{k''}\right).$$

Отсюда

$$\frac{S(k)}{S(k')} \frac{S(k')}{S(k'')} = f\left(\frac{k}{k'}\right) f\left(\frac{k'}{k''}\right).$$

Тогда $\frac{S(k)}{S(k'')} = f\left(\frac{k}{k''}\right) = f\left(\frac{k}{k'}\right) f\left(\frac{k'}{k''}\right)$, или $f\left(\frac{k}{k''}\right) = f\left(\frac{k}{k'} \frac{k'}{k''}\right) = f\left(\frac{k}{k'}\right) f\left(\frac{k'}{k''}\right)$.

В более привычных обозначениях полученное соотношение можно переписать в виде следующего функционального уравнения:

$$f(xy) = f(x)f(y)$$

Полученное уравнение, неизвестным в котором является функция $f(*)$, относится к 4-му типу функциональных уравнений Коши. Общее решение этого уравнения записывается в виде

$$f(x) = x^\gamma, \quad (3)$$

где γ – произвольное действительное число. Поскольку (3) предполагается использовать для характеристики ранговых распределений, в которых объекты упорядочиваются по убыванию их размера (численности), то обычно считают, что $\gamma = 1 + \alpha$, $\alpha > 0$, а функцию переписывают в виде

$$f(x) = \frac{C}{x^{1+\alpha}}.$$

Другими словами, с точностью до обозначений приходят к степенному закону Ципфа в форме (1).

Таким образом, было показано, что проявление степенных законов с вещественным показателем является следствием некоторого рода самоподобия (скейлинга), – характерной чертой множеств, имеющих системную организацию.

3. Проверка выполнения закона Ципфа на ранговом распределении

Для оценки значимости сформулированной зависимости логарифмируют выражение (1) и получают линейное относительно оцениваемого параметра γ уравнение

$$\ln(n_i) = \ln(C) + \ln(i). \quad (4)$$

После этого стандартным способом производится оценка параметров регрессионного уравнения по методу наименьших квадратов.

Проверка выполнения ципфовского распределения сводится к статистической проверке основной гипотезы $H_0: \gamma < 1$, при конкурирующей $H_1: \gamma \geq 1$. При этом нулевой гипотезе соответствует равномерное распределение с заданным числом классов.

Сравнение с равномерным распределением связано с тем, что именно это распределение доставляет максимум энтропии – функции, характеризующей степень упорядоченности рассматриваемого множества. В практических задачах удобно воспользоваться принципом двойственности оценки значений параметров с помощью доверительных интервалов и проверки гипотез о значениях параметров распределения.

Для проверки сформулированных выше предположений был использован метод статистических испытаний, который заключался в том, что с помощью датчика случайных чисел строилось ранговое разбиение множества с заранее заданным числом классов, численности которых распределены в соответствии с равномерным распределением. По-

лученные таким образом численности классов затем ранжировались, и по получаемому ранговому распределению производилась оценка параметра γ . Эта процедура повторялась определённое, достаточно большое число раз (в нашем случае, например, 1000). На основании полученной в результате машинного эксперимента статистической оценки плотности распределения значений параметра γ – гистограммы можно по заданному уровню значимости определить критическую область для нулевой гипотезы, т.е. построить интервал, в котором находится значение интересующего нас параметра рангового распределения с заданной вероятностью.

Дальнейшая проверка гипотезы H_0 производится стандартным способом. Если рассчитанные на основании эмпирических данных параметры ранговых распределений соответствуют значениям, полученным имитационным способом, т.е. попадают в область принятия нулевой гипотезы, то это означает, что нет оснований для того, чтобы отвергнуть нулевую гипотезу на заданном уровне значимости. Другими словами, отличие эмпирического рангового распределения от равномерного не является значимым, а носит случайный характер.

И наоборот, если эмпирические значения параметров ранговых распределений не попадают в область принятия нулевой гипотезы, то это свидетельствует о том, что рассматриваемое ранговое распределение вряд ли можно считать полученным случайным образом. Иначе говоря, имеющееся ранговое распределение следует признать ципфовым с заданным уровнем надёжности.

Для реализации представленного выше подхода нами была составлена программа в среде MathCad, позволяющая для заданного числа классов строить ранговые распределения, в которых численности классов подчинялись равномерному распределению. Для полученных в результате эксперимента данных в дважды логарифмическом масштабе строилось уравнение парной регрессии в соответствии с (4). Рассчитанные по этим данным значения коэффициентов регрессии рассматривались как значения случайной величины. На основании полученных таким образом данных в дальнейшем строились доверительные интервалы, позволяющие с заданным уровнем надёжности оценить значение параметра рангового распределения.

4. Исследование кластерных структур в АПК Воронежской области

Для целенаправленного движения в сфере реализации кластерной политики на территории Воронежской области органами государственной власти Воронежской области была разработана Концепция кластерной политики в промышленном секторе экономики [8]. Список предприятий, включенных в состав агропромышленного кластера, и значения экономических показателей, характеризующих их, приводятся в таблице 1.

Анализ структуры формально образующих агропромышленный кластер Воронежской области предприятий был проведен нами на основании данных, полученных из [9, 13]. Всего в настоящее время, по официальным данным, в состав кластера входят 36 предприятий различных форм собственности. Для анализа были взяты следующие показатели экономической деятельности: оборотные активы, внеоборотные активы, запасы, выручка, себестоимость, прибыль (убытки), чистая прибыль, численность.

Методика проверки системности структуры объектов, предложенная в [3], основывается на проверке статистической гипотезы о значении параметра α в соотношении (1).

Как было показано выше, проявление степенных законов с вещественным показателем является следствием выполнения некоторого рода свойств системной организации анализируемых множеств объектов. Установление системности исследуемых данных дает определённые основания для того, чтобы считать, что мы имеем дело с процессами, в основе которых лежат механизмы самоорганизации и наблюдается выполнение принципа минимума симметрии или принципа самоподобия [140].

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Таблица 1. Исходные данные предприятий Воронежской области, входящих в состав агропромышленного кластера

Название предприятия	Оборотные активы	Внеоборотные активы	Запасы	Выручка	Себестоимость	Прибыль (убыток) до налогообложения	Чистая прибыль (убыток)	Численность
Рамонский район								
Агротех-Гарант Березовский ООО	212 570,00	77 553,00	113 118,00	193 408,00	-147 175,00	41 764,00	41 764,00	172
ЗАО "Сельские зори"	57 769,00	39 764,00	50 186,00	57 831,00	-54 484,00	3 747,00	3 747,00	103
ООО "Агротех -Гарант " Задонье	42 606,00	12 605,00	34 973,00	17 477,00	-12 878,00	330,00	330,00	28
ООО "Заречное"	3 286 249,00	5 548 757,00	2 297 436,00	287 896,00	-389 177,00	471 886,00	471 517,00	672
ООО "Зерновой Дом"	132 315,00	102 505,00	82 886,00	34 013,00	-38 606,00	978,00	796,00	86
ООО "СП"Дон"	188 789,00	236 779,00	91 011,00	19 231,00	-13 204,00			56
ООО "ЭкоКрол+"	3 362,00	1 627,00	3 215,00	763,00	-426,00	-208,00	-208,00	1
ООО Агрофирма "Поляны"	31 399,00	41 864,00	28 360,00	7 347,00	-21 088,00	-11 068,00	-11 068,00	23
ООО НПССП "Рамонские семена"	13 591,00		12 922,00	1 095,00	-593,00	1 281,00	1 251,00	3
ООО ФХ "Виктория"	21 387,00	5 969,00	10 203,00	10 858,00	-9 225,00	4 412,00	4 385,00	6
ООО ФХ "Добрая Надежда"	1 084,00	902,00	1 080,00	4 442,00	-4 174,00	310,00	310,00	3
ООО "Медовка"	14 473,00	10 394,00	8 792,00	11 368,00	-8 756,00	2 730,00	2 730,00	9
ФГУП имени А.Л. Мазлумова	43 222,00	61 978,00	42 047,00	63 397,00	-78 762,00	-19 588,00	-19 588,00	120
ВСЕГО ПО РАЙОНУ	4 048 816,00	6 140 697,00	2 776 229,00	709 126,00	-778 548,00	496 574,00	495 966,00	
Каменский район								
ЗАО "Авангард"	85 521,00	108 960,00	78 429,00	117 834,00	-81 085,00	41 201,00	40 846,00	93
ЗАО имени Тимирязева	33 211,00	64 268,00	26 180,00	48 000,00	-37 383,00	12 832,00	12 470,00	60
ООО "Агро-Алекс-К"	9 109,00	6 990,00	8 714,00	27 275,00	-14 375,00	12 224,00	12 196,00	7
ООО "Агротехнология"	7 902,00	63 199,00	4 840,00	22 980,00	-13 156,00	17 428,00	17 428,00	5
ООО "Ольховлогское"	78 286,00	154 935,00	35 564,00	76 766,00	-60 950,00	14 246,00	14 246,00	60
ООО "Феникс"	24 947,00	37 719,00	22 697,00	33 178,00	-24 545,00	7 484,00	7 484,00	55
ООО "Хлеб насущный"	5 852,00		5 585,00	13 202,00	-9 327,00	3 875,00	3 642,00	8
ООО "ЯСИНОВО"	4 650,00	3 868,00	3 610,00	1 653,00	-1 286,00	367,00	367,00	6
ВСЕГО ПО РАЙОНУ	249 478,00	439 939,00	185 619,00	340 888,00	-242 107,00	109 657,00	108 679,00	
Ольховатский район								
ООО "Мечта"	2 917,00	12 579,00	2 381,00	14 478,00	-13 093,00	988,00	988,00	6
ООО "Ольховатский конный завод"	272,00	397,00	271,00	305,00	-114,00	190,00	190,00	1
ООО "РАВ Агро"	886 051,00	978 504,00	164 294,00	737 270,00	-609 677,00	-104 081,00	-100 653,00	314
ООО "РАВ Молокопродукт"	187 254,00	298 703,00	141 306,00	251 178,00	-342 046,00	-173 907,00	-174 810,00	452
ООО "Шапошниковка Молоко"	20 036,00	54 672,00	18 104,00	36 955,00	-37 390,00	34,00	34,00	34
ВСЕГО ПО РАЙОНУ	1 096 530,00	1 344 855,00	326 356,00	1 040 186,00	-1 002 320,00	-276 776,00	-274 251,00	
Подгоренский район								
ЗАО "Агрофирма Агротек-Подгоренская"	1 068 993,00	208 661,00	334 985,00	472 195,00	-320 630,00	208 154,00	189 293,00	234
ООО "Агрофирма Тихий Дон"	5 302,00	1 745,00	4 975,00	5 457,00	-5 127,00	464,00	464,00	7
ООО "Дружба"	1 836,00	4 664,00	1 624,00	17 779,00	-16 686,00	642,00	642,00	4
ООО "Заря Плюс"	8 550,00	10 802,00	7 769,00	10 029,00	-7 302,00	2 235,00	2 235,00	11
ООО "Инвестиционная Аграрная Компания"	116,00	5 034,00	46,00	7 680,00	-5 284,00	2 663,00	2 663,00	3
ООО "Мичуринское"	19 082,00	4 786,00	18 426,00	17 206,00	-11 812,00	5 092,00	5 002,00	5
ООО "Придонье"	10 383,00	8 326,00	8 864,00	14 677,00	-11 750,00	2 912,00	2 737,00	11
ООО "Сагуны-Агро"	18 107,00	11 206,00	14 444,00	19 730,00	-17 807,00	564,00	560,00	18
ООО "Форсайт-Агро"	8 229,00	2 708,00	8 133,00	5 052,00	-3 390,00	1 632,00	1 632,00	2
ТНВ "Бессмертная" и компания "Победоносец"	3 639,00	12 103,00	3 446,00	10 869,00	-7 792,00	3 617,00	3 617,00	5
ВСЕГО ПО РАЙОНУ	1 144 237,00	270 035,00	402 712,00	580 674,00	-407 580,00	227 975,00	208 845,00	

Статистический анализ значений этих показателей приведен в таблице 2. Как можно видеть из представленных результатов, эти данные характеризует значительный разброс анализируемых показателей. Этот факт в целом хорошо согласуется с предположением о ципфовском характере рангового распределения, который обсуждался в п. 2, – наличие сравнительно близких значений показателей скорее свидетельствовало бы о распределении, близком к равномерному.

Таблица 2. Дескриптивные статистики массива исходных данных

Variable	Descriptive Statistics (Данные_исходн1.sta)								
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Range	Std.Dev.	Standard Error
Оборотные активы	36	181640,6	116	3286249	5577,0	68027,50	3286133	578138,4	96356,4
Внеоборотные активы	34	241044,9	397	5548757	5034,0	77553,00	5548360	953981,9	163606,9
Запасы	36	102525,4	46	2297436	4907,5	46116,50	2297390	381855,7	63642,0
Выручка	36	74190,9	305	737270	8854,5	52915,50	736965	150146,3	25024,4
Себестоимость	36	-67515,4	-609677	-114	-46545,0	-7547,00	609563	133901,0	22316,8
Прибыль (убыток)	35	15926,6	-173907	471886	330,0	7484,00	645793	94425,6	15960,8
Чистая прибыль	35	15406,8	-174810	471517	330,0	7484,00	646327	93218,0	15756,7
Численность	36	74,5	1	672	5,0	73,00	671	141,1	23,9

Исследование корреляционной матрицы позволяет прийти к выводу о тесной корреляционной связи представленных показателей (табл. 3), что в значительной степени объясняется тем, что эти показатели связаны друг с другом на содержательном уровне и в целом характеризуют экономическую (коммерческую) деятельность.

Таблица 3. Корреляционная матрица значений показателей экономической деятельности агропромышленных предприятий Воронежской области

Variable	Correlations (Данные_исходные.sta)							
	Оборотные активы	Внеоборотные активы	Запасы	Выручка	Себестоимость	Прибыль (убыток)	Чистая прибыль	Численность
Оборотные активы	1,0000	,9559	,9683	,5739	-,6817	,8290	,8316	,8488
	p=---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
Внеоборотные активы	,9559	1,0000	,9854	,3936	-,5514	,7907	,8014	,7984
	p=0,00	p=---	p=0,00	p=0,18	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
Запасы	,9683	,9854	1,0000	,3745	-,5258	,8550	,8620	,8060
	p=0,00	p=0,00	p=---	p=0,24	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
Выручка	,5739	,3936	,3745	1,0000	-,9632	,1768	,1678	,7074
	p=0,00	p=0,18	p=0,24	p=---	p=0,00	p=,302	p=,328	p=0,00
Себестоимость	-,6817	-,5514	-,5258	-,9632	1,0000	-,2273	-,2228	-,8530
	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=---	p=,182	p=,192	p=0,00
Прибыль (убыток)	,8290	,7907	,8550	,1768	-,2273	1,0000	,9995	,4874
	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=,302	p=,182	p=---	p=0,00	p=0,00
Чистая прибыль	,8316	,8014	,8620	,1678	-,2228	,9995	1,0000	,4878
	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=,328	p=,192	p=0,00	p=---	p=0,00
Численность	,8488	,7984	,8060	,7074	-,8530	,4874	,4878	1,0000
	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=---

Для проверки статистической гипотезы о виде рангового распределения, т.е. выполнения соотношения

$$n_i = \frac{C}{j^{1+\alpha}},$$

предварительно был проведен визуальный анализ ранговых распределений всех указанных выше показателей. Гиперболическая зависимость прослеживается у всех признаков. В качестве примера наиболее четко выраженная зависимость представлена для показателя «Численность» (рис. 1).

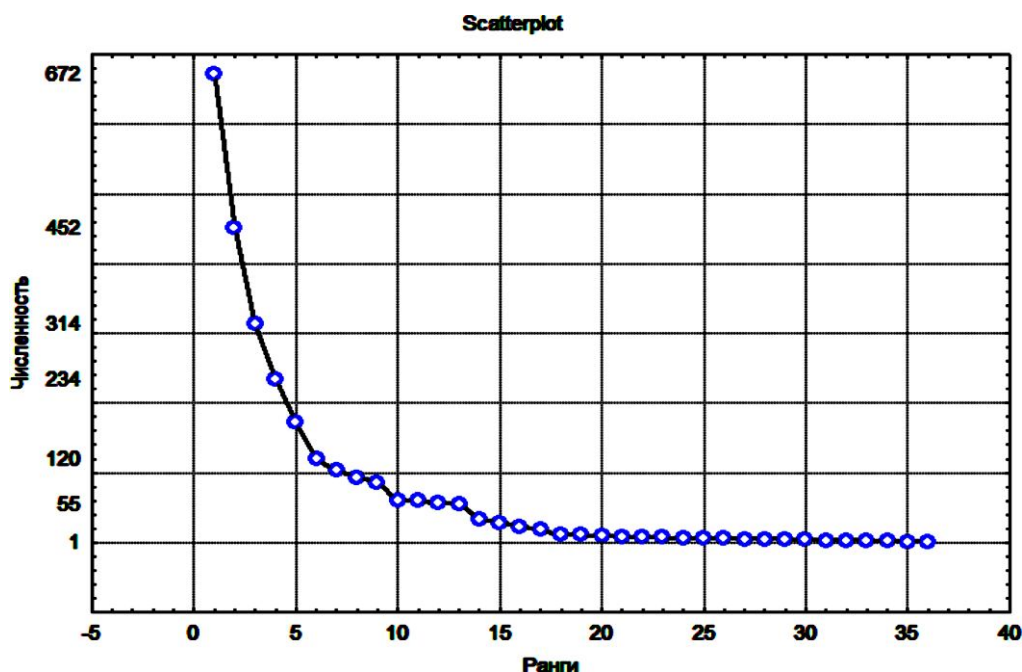


Рис. 1. Ранговое распределение показателя «Численность»

Более детальный статистический анализ проводился посредством методики, предложенной в [3, 5]. Для этого данные предварительно логарифмировались, а затем строилось регрессионное уравнение в дважды логарифмируемых координатах. Отметим сразу, что полученные таким образом распределения всех признаков хорошо согласуются с гипотезой о ципфовском характере распределений.

В качестве примера приведем результаты анализа признака «Оборотные средства» (V2), характеризующего системность кластера.

Регрессионное уравнение, построенное в дважды логарифмических координатах, будет иметь вид

$$\ln(V2) = 16,0347 - 2,3152 * \ln(N), \quad (R^2 = 0.87),$$

где V2 – выбранный для ранжирования признак (как показывают результаты анализа корреляционной матрицы, все взятые признаки значимо коррелируют на стандартном 5% уровне, что позволяет, на наш взгляд, использовать любой из представленных признаков);

N – ранг объекта в упорядоченном по признаку V2 списке объектов;

$\ln(*)$ – логарифмическая функция, основание которой не имеет принципиального значения.

Построенное уравнение на 87% объясняет регрессионную зависимость между переменными, что свидетельствует о хорошем качестве уравнения. Более подробные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты регрессионного анализ рангового распределения

Regression Summary for Dependent Variable: Ln V2 (Оборотные средства)						
R= ,93625059 R²= ,87656516 Adjusted R²= ,87293472						
F(1,34)=241,45 p<,00000 Std.Error of estimate: ,76276						
N=36	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(34)	p-level
Intercept			16,03467	0,416054	38,5398	0,000000
Ln N	-0,936251	0,060253	-2,31516	0,148994	-15,5386	0,000000

Графически полученные результаты представлены на рисунке 2.

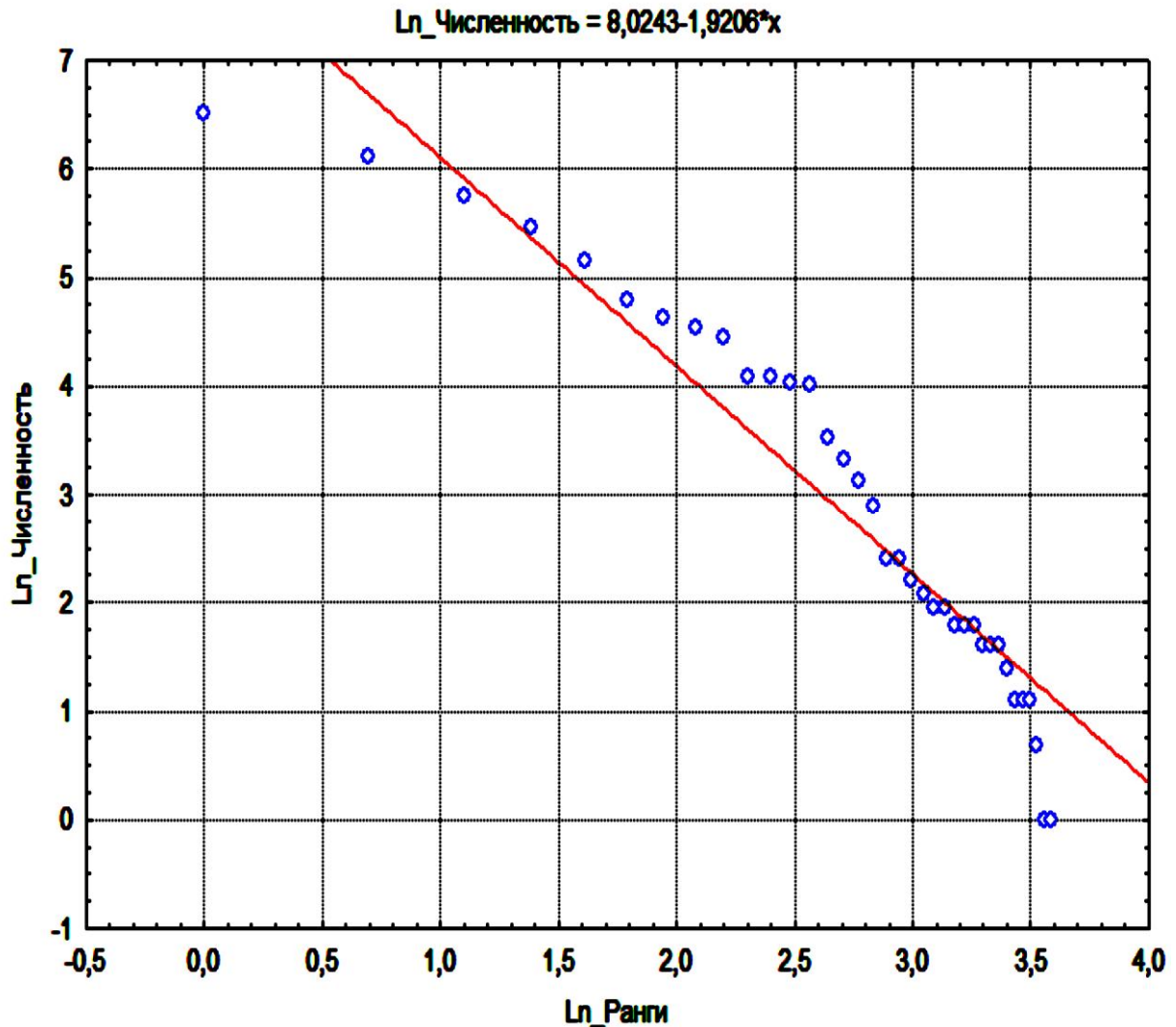


Рис. 2. Графическое представление результатов регрессионного уравнения

Для проверки нулевой гипотезы H_0 были проведены статистические испытания, позволяющие получить ранговые распределения при равномерном распределении объектов по классам. На рисунке 3 представлены результаты имитационного моделирования для оценки параметра рангового распределения, включающего 36 объектов. Число прогонов составило 1000. В качестве датчика псевдослучайных чисел была использована программа Rnd системы MathCad.

С учетом полученных результатов можно при заданном уровне значимости 5% построить область принятия нулевой гипотезы. Для нашего случая она будет представлена интервалом (-1,102; -0,547).

Доверительный 95% интервал для параметра рангового распределения при том же уровне значимости, вычисленный на основании результатов расчета регрессионного уравнения, будет (-2,573; -2,067), что хорошо согласуется с предположением о значении показателя $\gamma > 1$.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что имеющиеся данные позволяют отвергнуть гипотезу об отсутствии кластерной структуры на 5% уровне значимости. Другими словами, высказанное выше предположение о характере системной организации совокупности предприятий АПК Воронежской области находит свое подтверждение в представленных данных с надежностью, превышающей 95%.

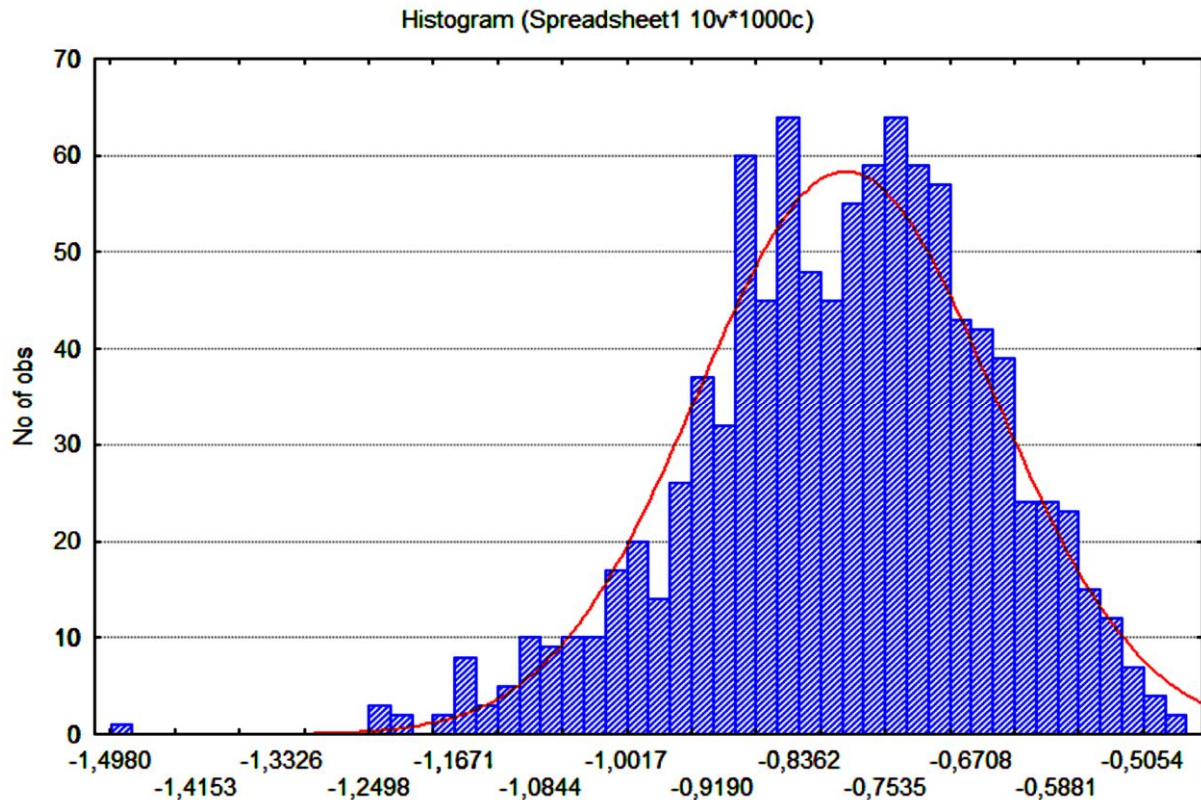


Рис. 3. Гистограмма распределения значений параметра γ в случае равномерного распределения значений признака

Заключение

Необходимость применения системного подхода в построении (организации) новых систем определяется прежде всего тем, что системы представляют собой некоторые целостные объекты, которые на практике демонстрируют устойчивость к воздействию внешних и внутренних возмущений, а также способность эффективно адаптироваться к изменяющимся условиям, проявлять способность к самоорганизации. Характерным свойством таких системных структур является свойство масштабной инвариантности (самоподобие). О связи проявления системных свойств, в частности гиперболических распределений, с эффективностью функционирования такой системы неоднократно отмечалось в научных публикациях [3, 6].

Выполнение ципфовского распределения на ранговом распределении агропромышленного кластера Воронежской области может свидетельствовать о перспективности новой экономической структуры. Вновь образованный кластер предприятий АПК демонстрирует наличие необходимых свойств системного образования. Можно предположить, что эта структура ранее сложилась самостоятельно, в результате процессов самоорганизации, и впоследствии получила формальный статус аграрного кластера. В этом плане представляет определенный интерес оценка затрат на формирование данного кластера. В настоящее время авторы не располагают достоверной информацией такого рода. Впрочем, как было показано в [15], многие кластерные структуры имеют схожую историю становления.

Библиографический список

1. Арапов М.В. Закон Ципфа и принцип симметрии системы / М.В. Арапов, Ю.А. Шрейдер // Семiotика и информатика. – Москва : ВИНТИ, 1978. – Вып. 9. – С. 74-95.
2. Берталанфи Л. Общая теория систем – критический обзор / Л. Берталанфи // Исследования по общей теории систем : сборник переводов ; под общ. ред. и вст. ст. В.Н. Садовского и Э.Г. Юдина. – Москва : Прогресс, 1969. – С. 23-82.

3. Буховец А.Г. Моделирование структур данных в задачах классификации / А.Г. Буховец // Palmarium Academic Publishing, Германия, 2012. – 247 с.
4. Буховец А.Г. Системная интерпретация результатов классификации / А.Г. Буховец // Социология: методология, методы, математические модели. – 2006. – № 22. – С. 114-144.
5. Буховец А.Г. Системный подход и ранговые распределения в задачах классификации / А.Г. Буховец // Вестник ВГУ. Серия «Экономика и управление». – 2005. – № 1. – С. 130-142.
6. Кулев С.А. Использование гиперболических распределений при формировании агропродовольственных систем / С.А. Кулев // Перспективы развития национальных агропродовольственных систем в условиях ВТО : матер. международной науч.-практ. конф. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 287-291.
7. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – Москва : Высшая школа, 1989. – 360 с.
8. Приказ Департамента промышленности, транспорта и инноваций Воронежской области от 25.04.2012 № 67 «Об утверждении концепции кластерной политики Воронежской области в промышленном секторе экономики» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.pravo.ru/document/view/29490584/30131395/> (дата обращения: 12.09.2016).
9. Российская кластерная обсерватория [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cluster.hse.ru> (дата обращения: 12.09.2016).
10. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии (философские и естественнонаучные аспекты) / Ю.А. Урманцев. – Москва : Мысль, 1974. – 229 с.
11. Флейшман Б.С. Основы системологии : монография / Б.С. Флейшман. – Москва : Радио и связь, 1982. – 368 с.
12. Хайтун С.Д. Наукометрия. Состояние и перспективы / С.Д. Хайтун. – Москва : Наука, 1983. – 344 с.
13. Центр Кластерного развития Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cluster36.ru> (дата обращения: 12.09.2016).
14. Шрейдер Ю.А. Системы и модели / Ю.А. Шрейдер, А.А. Шаров. – Москва : Радио и связь, 1982. – 152 с.
15. Щепилова Е.С. Теоретические аспекты кластерного подхода в экономике / Е.С. Щепилова, А.Г. Буховец // Финансовый вестник. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – № 3 (34). – С. 56-62.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Алексей Георгиевич Буховец – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и математических методов в экономике, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-86-51, E-mail: abuhovets@mail.ru.

Екатерина Сергеевна Щепилова – магистрант кафедры прикладной математики и математических методов в экономике, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-86-51, E-mail: loveless555@mail.ru.

Татьяна Яковлевна Бирючинская – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики и математических методов в экономике, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-86-51, E-mail: bir_tat@mail.ru.

Юрий Владимирович Некрасов – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и математических методов в экономике, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-86-51, E-mail: yny@vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 26.10.2016

Дата принятия к печати 27.11.2016

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Aleksey G. Bukhovets – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Applied Mathematics and Mathematical Methods in Economics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-86-51, E-mail: abuhovets@mail.ru.

Ekaterina S. Shchepilova – Master's Degree Student, the Dept. of Applied Mathematics and Mathematical Methods in Economics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-86-51, E-mail: loveless555@mail.ru.

Tatyana Ya. Biryuchinskaya – Candidate of Physics-math. Sciences, Docent, the Dept. of Applied Mathematics and Mathematical Methods in Economics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-86-51, E-mail: bir_tat@mail.ru.

Yuriy V. Nekrasov – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Applied Mathematics and Mathematical Methods in Economics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-86-51, E-mail: yny@vsau.ru.

Date of receipt 26.10.2016

Date of admittance 27.11.2016