

УДК 519.7/8

ББК 22.18

Ч-55

Чефранов Сергей Георгиевич, доктор экономических наук, профессор кафедры информационной безопасности и прикладной информатики ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191; тел.: 8(903)4653713; e-mail: itsovrektor@mkgtu.ru

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЦЕНОЗОВ,
ОСНОВАННЫХ НА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЯХ
РАНГОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ**

(рецензирована)

В статье рассматривается инструментарий анализа состояния экономических ценозов, основанный на использовании ранговых распределений. Обосновывается возможность использования нетрадиционной методики построения коэффициентов ранговых распределений на основе регрессионного анализа. Предлагаемая методика иллюстрируется на примере построения рангового распределения числа занятых по видам экономической деятельности Республики Адыгея и Ростовской области.

Ключевые слова: *экономические ценозы, ранговое распределение, методы анализа, занятость населения.*

Chefranov Sergey Georgievich, Doctor of Economics, a professor of the Department of Information Security and Applied Computer Science of FSBEI HE "Maikop State Technological University"; 385000, Maikop, 191 Pervomayskaya str.; tel.: 8 (903) 4653713; e-mail: itsovrektor@mkgtu.ru

**DEVELOPMENT OF METHODS OF ANALYSIS OF ECONOMIC CENOSES BASED
ON REGRESSION MODELS OF RAGED DISTRIBUTIONS**

(reviewed)

The article considers tools for analyzing the state of economic cenoses based on the use of rank distributions. The possibility of using an unconventional method for constructing coefficients of rank distributions based on regression analysis has been substantiated. The proposed methodology is illustrated on the example of building a ranking distribution of the number of people employed by the economic activities of the Republic of Adygea and the Rostov Region.

Keywords: *economic cenosis, rank distribution, methods of analysis, employment.*

В настоящее время наблюдается тенденция к постоянному усложнению объектов научных исследований, что требует вовлечения в спектр повседневного научного инструментария средств компьютерного моделирования, имитационных экспериментов, технологий Big Data и других, основанных на достигнутом уровне прогресса вычислительной техники. В число таких сложных объектов входят сложные социально-экономические системы, экоценозы различного масштаба [1]. Объекты данных типов рассматриваются совместно не случайно, поскольку имеют достаточно много сходных свойств:

- наличие множества отдельных, относительно независимых элементов (особей; предприятий);
- возможность типологизации отдельных элементов (виды; отрасли);
- потребность в ресурсах различного вида (свет, вода, воздух, питание; кадры, сырье, деньги);
- наличие конкурентных и иных взаимодействий (конкуренция, кооперация).

Исследование этих (возможно и ряда других) объектов с использованием достаточно сложного математического и компьютерного инструментария безусловно перспективно о соответствует требованиям времени, однако оно часто оказывается выше возможностей человека интерпретировать результаты с позиций механизма функционирования и развития таких систем, да и сам механизм оказывается скрыт за «черным ящиком» имитационных экспериментов. Такие полезные свойства инструментария как возможность сохранения смысла структуры и параметров формализованных представлений теряются тем быстрее, чем более сложный аналитический инструментарий используется. Например, модель, описывающая один из аспектов поведения экономической системы, известная как модель Кобба-Дугласа, определяющая объем выпуска продукции Q :

$$Q = A \cdot L^\alpha \cdot K^\beta,$$

где A – технологический коэффициент, α – коэффициент эластичности по труду L , а β – коэффициент эластичности по капиталу K .

Все входящие в модель параметры и коэффициенты имеет достаточно четкий смысл. Кроме того, сама структура модели (произведение параметров) способна отразить тот факт, что без одного из факторов производства само производство невозможно (объем выпуска равен нулю).

В экологии известны модели «хищник-жертва» (Модель Лотки – Вольтерры):

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = (\alpha - \beta y)x \\ \frac{dy}{dt} = (-\gamma + \delta x)y \end{cases}$$

где x – количество жертв, y – количество хищников, t – время, α , β , γ , δ – коэффициенты, отражающие взаимодействия между видами.

Построение обеих моделей основано на ряде понятных специалисту фактах: для обеспечения выпуска продукции необходимо наличие ненулевых факторов производства; скорость размножения биологических видов пропорциональна количеству особей определенного вида и пр.

Таким образом, в координатах «сложность инструментария – смысл параметров моделей» можно провести гипотетическую кривую, примерный вид которой приведен на рисунке 1.

Как следует из рисунка, возможности непосредственной интерпретации структуры, параметров и коэффициентов моделей и других полученных в результате анализа результатов сохраняется лишь при использовании относительно простых инструментов: сравнительного анализа и сопоставлений, исследования структуры

причинно-следственных связей, построении моделей по «физической» сущности процессов и др.

С другой стороны, применение достаточно сложных инструментов - систем имитационного моделирования, технологий Big Data и др., в целом успешно выполняя свою миссию (предсказание поведения системы, построение и анализ различных сценариев развития, классификации и типологии объектов и систем и пр.) допускают возможность понимания механизма поведения системы лишь в ограниченных случаях.

Заметим, что такое понимание было бы весьма полезным дополнением к возможностям проводимых исследований, поскольку позволило бы ставить новые задачи и получать столь же новые знания о системах, которые могли бы использоваться не только в построении и развитии теоретических положений, но и в решении широкого круга практических задач.

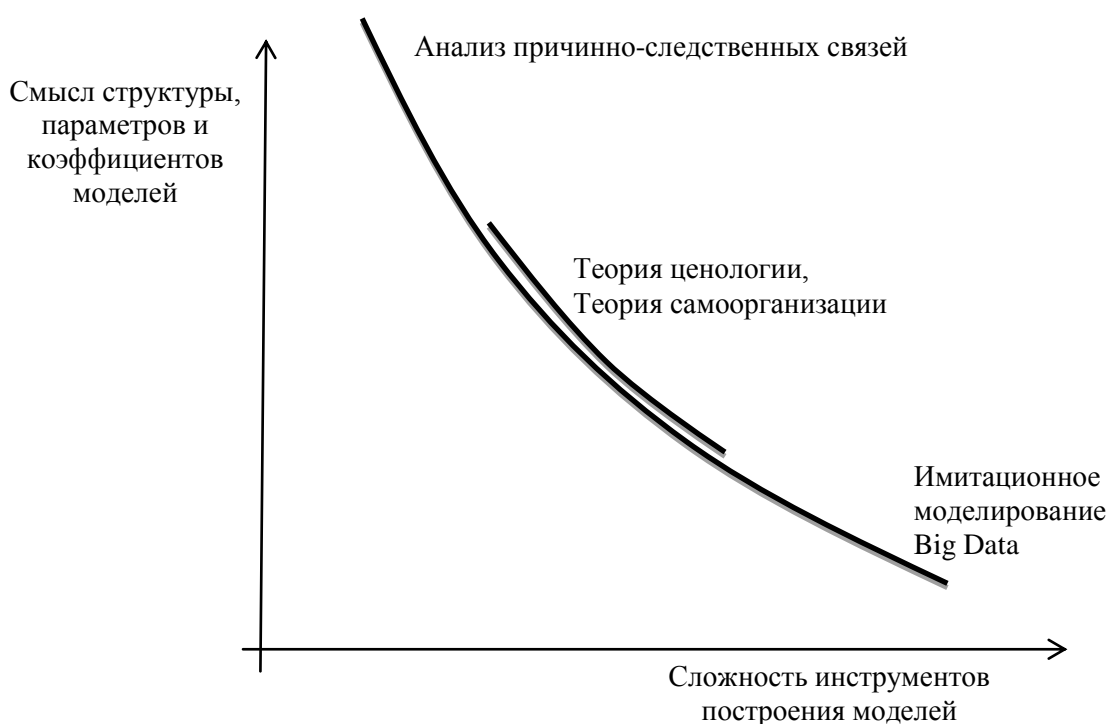


Рис. 1. Характер зависимости возможностей интерпретации структуры и параметров формальных представлений от сложности инструментов анализа

В последние десятилетия в ответ на такой меж- и мультидисциплинарный запрос начали появляться и затем интенсивно развиваться новые подходы к исследованию сложных систем, которые в определенной степени сочетают преимущества первых и последних из описанных выше направлений.

На приведенном рисунке 1 данные подходы занимают промежуточное положение.

Первый из подходов – ценологический [1-5], - получил значительно более широкое распространение в силу ряда особенностей:

- несмотря на некоторые вариации в определении природы самого термина, можно согласиться с тем, что [5] «... ценология – это наука об устойчивости больших систем. Сами же большие системы – ценозы (от греческого «koinos», что означает

«общий») – это сообщество объектов (штук, особей), каждый из которых обладает индивидуальными свойствами и может быть идентифицирован (соотнесён) с каким-либо видом; сообщество, характеризующееся трансцендентными внутренними связями, образованное множеством элементов и субъективно выделенное как целое». Существенным является то, что ценология занимается изучением больших систем не ограничиваясь какой-либо конкретной областью.

В настоящее время подход получил развитие в экологии [1], технике [2], социологии, экономике [3-4] и ряде других областей. Особенностью является то, что инструментарий ценологии допускает перенос основных положений из одной предметной области в другую без потери ценности для проводимых исследований;

- невысокие требования к информационному обеспечению, которое проявляется не только в количестве подлежащих измерению показателей, но и их качеству (полноте, наличию шума и пр.);

- будучи существенно более простым с чисто математической точки зрения не только по сравнению с более сложными представителями «старшего» класса инструментов, но и в сравнении с представителем своего класса – теорией самоорганизации и ее приложениями, – ценологический подход пользуется большой популярностью у профильных специалистов – экологов, экономистов и др.

Рассмотрим один из наиболее распространенных сценариев применения ценологического подхода к решению задачи диагностики состояния какой-либо сложной системы. Рассмотрим для примера распределение занятых по видам экономической деятельности в двух регионах – Республике Адыгея и Ростовской области.

Заметим, что данная система может быть отнесена к классу экономических ценозов, поскольку обладает всеми необходимыми признаками: наличие относительно слабых межвидовых взаимодействий, распределение одного из важнейших факторов производства – трудовых ресурсов региона между множеством особей (предприятий, организаций) различного вида и др. Информационная база (таблица 1) представлена официальными статистическими данными за 2016 годы [6].

Таблица 1 – Численность занятого населения по видам экономической деятельности, тыс. чел.

	Республика Адыгея	Ростовская область
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство; рыболовство, рыбоводство	14,7	252,1
Добыча полезных ископаемых	1,2	11,6
Обрабатывающие производства	20,9	257,3
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	4,0	52,8
Строительство	14,2	164,7
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	25,9	453,2

Гостиницы и рестораны	3,3	37,1
Транспорт и связь	9,5	160,8
из них связь	1,8	21,7
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	9,4	139,9
Образование	14,9	138,5
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	12,5	121,6
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	6,8	62,3
Другие виды деятельности	13,8	116,2

Традиционная схема анализа выглядит следующим образом:

1. Все данные ранжируются в порядке убывания исследуемого параметра. В нашем случае – численность занятых по видам экономической деятельности.

2. Строится аппроксимирующая кривая (рисунок 2), соответствующая одному из типов рангового распределения [2]. Будем для определенности полагать, что строится распределение вида:

$$n_i = C \cdot \exp(\lambda \cdot i) \quad (1)$$

n_i – значимость вида i в последовательности от наиболее значимого вида к наименее значимому виду, $i = 0, 1, \dots, m$; C – значимость первого и наиболее важного вида, λ – коэффициент, характеризующий экстенсивность освоения региональных ресурсов и определяющий «жесткость» условий среды.

3. Определение количественных значений коэффициентов (формулы (2), (3) для Республики Адыгея и Ростовской области соответственно) дает возможность сделать определенные выводы о степени устойчивости системы, завершенности процессов ее формирования (эволюционной зрелости) и ряде других. В отдельных случаях процедура повторяется с п.п. 1-3 для других систем или той же системы в другое время, что дает возможность провести сравнительный анализ или исследовать динамику системы.

$$n_i = 38,47e^{-0,208i} \quad (2)$$

$$n_i = 552,11e^{-0,232i} \quad (3)$$

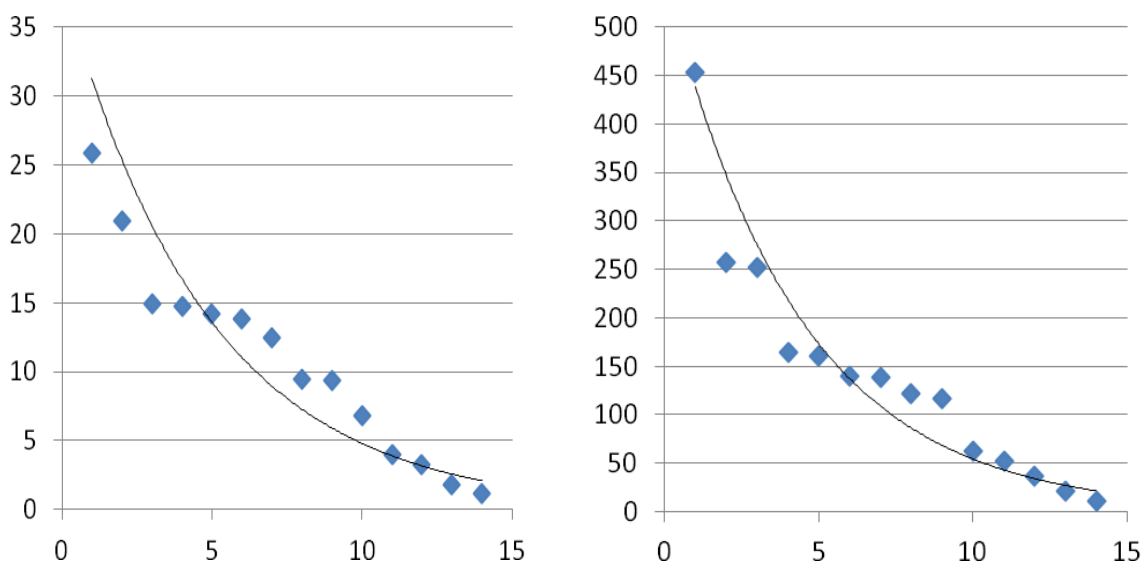


Рис. 2. Ранговые распределения численности занятых по видам экономической деятельности в Республике Адыгея (слева) и Ростовской области (справа)

Рассмотрим п.2 традиционной методики. Как правило, аппроксимирующая зависимость строится методом наименьших квадратов. Условиями его адекватного применения являются отсутствие ошибок в наблюдениях независимой переменной, наличие аддитивных ошибок в наблюдении зависимой переменной и ряд других условий. Есть ли для таких предположений достаточно оснований? Независимая переменная – ранг, определяемый косвенно, после установления определенного порядка в экспериментальных данных. Зависимая переменная – количество занятых на предприятиях различного вида деятельности. Может ли быть такое количество определено с ошибкой? Скорее нет, хотя миграция трудовых ресурсов в течение года, серые и прочие схемы оформления на работу и другие причины способны исказить картину. Если бы исследовались именно эти причины, то такой подход был бы оправдан. В противном случае целесообразно «развернуть» оси исследования: строить зависимость ранга от измеряемых параметров. Очевидно, в этом случае зависимость также должна быть преобразована и определяться как обратная к (1) по виду, но ее коэффициенты должны быть получены по результатам регрессии i на n_i . Тогда для Республики Адыгея получим

$$i = -4,283 \ln(n_i) + 16,447, \quad (4)$$

для Ростовской области:

$$i = -3,947 \ln(n_i) + 25,558. \quad (5)$$

Интерпретация результатов также может быть произведена в отношении рангов полученных после построения модельной зависимости в терминах «фактический ранг», «модельный ранг» и их соотношения.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, грант №18-010-01095 «Междисциплинарный подход к исследованию крупномасштабных экономических систем на основе теории ценозов».

Литература:

1. Акатов В.В., Акатова Т.В., Чефранов С.Г. Степень доминирования и видовое богатство в растительных сообществах с высокой и низкой интенсивностью межвидовой конкуренции // Журнал общей биологии. 2017. Т. 78. №4. С. 52-64.
2. Кудрин Б.И. Классика технических ценозов. Общая и прикладная ценология. Вып. 31. Ценологические исследования. Томск: ТГУ-Центр системных исследований, 2006. 220 с.
3. Кузьминов А.Н. Концептуальная модель ценологического управления в социально-экономических системах // Terra Economicus. 2009. Т. 7, №2, ч. 2. С. 28-32.
4. Кузьминов А.Н. Методология ценологического анализа социально-экономических систем: монография / Рост. гос. ун-т путей сообщения. Ростов-на-Дону, 2009. 257 с.
5. Пущин С.Л. Ценология – это просто. Вып. 45. Ценологические исследования. Москва: Технетика, 2010. 68 с.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: статистический сборник / Росстат. Москва, 2017. 1402 с.

Literature:

1. Akatov V.V., Akatova T.V., Chefranov S.G. The degree of domination and species richness in plant communities with high and low intensity of interspecific competition // Journal of General Biology. 2017. T. 78. No. 4. P. 52-64.
2. Kudrin B.I. Classics of technical cenoses. General and applied cenology. Issue 31. Cenological studies. Tomsk: TSU-Center for System Research, 2006. 220 p.
3. Kuzminov A.N. A conceptual model of price management in socio-economic systems // Terra Economicus. 2009. V. 7, No. 02, part 2. P. 28-32.
4. Kuzminov A.N. Methodology of cenological analysis of socio-economic systems: a monograph / Rostov state un-ty of railroads. Rostov-on-Don, 2009. 257 p.
5. Pushchin S.L. Cenology is easy. Issue 45. Cenological studies. Moscow: Technics, 2010. 68 p.
6. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2017: statistical collection / Rosstat. Moscow, 2017. 1402 p.