

УДК 330.46:[303.732+519.23]

UDC 330.46:[303.732+519.23]

08.00.00 Экономические науки

Economics

**ОБ ОЦЕНКЕ ЦЕЛОСТНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ****ASSESSMENT OF THE INTEGRITY OF ECONOMIC SYSTEMS**

Кулев Сергей Александрович  
к.э.н., доцент  
SPIN-код: 8158-3430

Kulev Sergei Aleksandrovich  
Cand.Econ.Sci., associate professor  
RSCI SPIN- code: 8158-3430

Улезько Андрей Валерьевич  
д.э.н., профессор  
SPIN-код: 8804-4780  
*Воронежский государственный аграрный университет, Воронеж, Россия*

Ulezko Andrei Valerievich  
RSCI Dr.Sci.Econ., professor  
SPIN-code: 8804-4780  
*Voronezh State Agricultural University, Voronezh, Russian Federation*

В статье рассматривается использование системного подхода при раскрытии общих механизмов организации систем как целостных образований. Если система подчиняется нормальному распределению, то она подвержена влиянию случайных факторов, следовательно, она становится менее предсказуемой и менее управляемой. Объединение элементов в систему в первую очередь означает установление взаимосвязей между ними, т.е. возникновение целостности. В качестве необходимого формального признака системности (целостности) изучаемого объекта может быть использовано наличие распределения типа ципфовского. Наличие этой закономерности являются необходимым условием существования системы как целого, а невыполнение этого условия означает, что рассматривается не целостный объект, а некоторая совокупность стихийно отобранных элементов. Приведены результаты использования методов рангового анализа и математической статистики для оценки целостности экономических объектов и проверки их системности. Для анализа были использованы данные о посевных площадях 30 основных сельскохозяйственных культур за период 1999-2015 г.г. Построенное ранговое распределение средних значений посевных площадей сельскохозяйственных культур достаточно хорошо описывается гиперболическим распределением, и 73,5 процента случаев изменения зависимой переменной зависят от изменения объясняющих переменных. Более глубокая статистическая обработка данных была проведена для проверки одновременного выполнения гипотез: первой - анализируемая совокупность не подчиняется нормальному закону распределения, второй - данные являются значимо взаимосвязанными, позволяет сделать утверждение о принадлежности исследуемой генеральной совокупности данных о площадях посева сельскохозяйственных культур к статистике ценологического типа. Все полученные коэффициенты статистически значимы

The article discusses the use of system approach in the disclosure of the mechanisms of systems organization as holistic entities. If the system obeys a normal distribution, it is influenced by accidental factors; therefore, it becomes less predictable and less controllable. Combining elements of the system in the first place means the establishment of relations between them and the appearance of integrity. As a necessary formal feature of the consistency (integrity) of the studied object we can use a Zipf-distribution. The presence of this regularity is a necessary condition for the existence of the system, and failure to do so means that is considered not an integral object, and some combination of spontaneously selected elements. Object is not an integral system in case of failure to do so means, but rather some combination random selected elements. The article presents the results of the use of methods of ranking analysis and mathematical statistics to assess the integrity of economic objects and to check their consistency. For analysis were used data on the sown area of 30 major crops for the period 1999-2015 years. Ranking distribution was built for the average values of acreage of crops, and it is fairly well described by a hyperbolic distribution, 73.5 percent of the cases the changes in the dependent variable depend on changes in explanatory variables. A deeper statistical analysis was conducted to test the joint implementation of the two hypotheses, first, that the data set does not obey the normal distribution law and, secondly, that the data are significantly interrelated, allows to make a statement about the affiliation of the studied General population data on the planting acreage of crops statistics Zipf-type. All the coefficients are statistically significant

Ключевые слова: СИСТЕМА, СИСТЕМНЫЙ

Keywords: SYSTEM, SYSTEM ANALYSIS, RANK

**Doi: 10.21515/1990-4665-128-065**

На современном этапе развития системного подхода и механизмов управления системами анализируемый объект рассматривается как совокупность элементов, взаимосвязь которых обуславливает целостные свойства этой совокупности. Использование системного подхода в процессе изучения систем любой природы выделяет целостность системы в качестве приоритетного момента, и только затем рассматриваются составляющие ее элементы, изучается структура системы. Значительным шагом вперед явилось утверждение, что свойства системы нельзя описать только путем анализа элементов системы, - системный подход определяет, что свойства частей могут быть выведены только из свойства целого, поскольку свойства частей системы не являются их внутренними свойствами и могут быть поняты лишь в контексте рассмотрения целого. Таким образом, системный анализ основное внимание уделяет организации множества [1].

Свойство объекта как целостной системы определяется не просто суммированием свойств элементов, его составляющих, а свойствами его структуры, создающей особые системообразующие связи изучаемого объекта. Чтобы понять поведение системы, в первую очередь надо раскрыть виды и способы взаимодействия одних частей системы с другими, т.е. необходимо описать взаимодействие элементов системы. При использовании системного подхода существенное значение имеет выявление вероятностного характера поведения исследуемого объекта.

Б.И. Смагин [7] подчеркивает, что объединение элементов в систему в первую очередь означает установление взаимосвязей между ними, т.е. возникновение целостности. Эти взаимосвязи образуют структуру системы, основная функция которой состоит в обеспечении внутренней прочности системы, устойчивости, достижения высокой степени сопряженности

всех ее компонентов, способности противостоять внешней среде в качестве самостоятельного образования. Понятие «структура» является внутренним свойством всякой системы, вне зависимости от того из каких элементов эта система состоит.

Замечено, что структура системы сохраняется и обогащается через ее функциональные трансформации и наличие структуры облегчает эти превращения. Это взаимоотношение характеризуется цикличностью и взаимозависимостью. [6]

Системы характеризуются такими свойствами как

- целостностью - появлением нового качества в результате объединения набора элементов.

- разнообразием - наличием качественно различных элементов системы, выполняющих различные функции.

- связностью - осуществлением обмена информацией между элементами системы и невозможностью включения в систему изолированных элементов.

- целенаправленностью - возможностью управления системой путем изменения параметров одного элемента для преобразования состояния других.

- устойчивостью (гомеостазом) - способностью сохранять свойства при достаточно широком изменении параметров внешней среды.

Как известно, Гауссово распределение описывает поведение случайных величин и свидетельствует о наличии хаоса в системе в той или иной мере. Если система подчиняется нормальному распределению, то она подвержена влиянию случайных факторов. Следовательно, она становится менее предсказуемой и менее управляемой и, соответственно, не может быть оптимизирована [3].

В качестве необходимого формального признака системности (целостности) изучаемого объекта может быть использовано наличие распре-

деления типа цифрового на этой совокупности. Такая закономерность являются необходимым условием существования системы - невыполнение этого условия означает, что рассматривается не целостный объект, а некоторая совокупность стихийно отобранных элементов, однако выполнение такого условия еще не гарантирует, что рассматриваемая совокупность объектов обязательно является системой. Очевидно, что этот признак не является единственным и достаточным, — он, безусловно, должен быть дополнен качественным анализом системообразующей совокупности. [10]

Б.И. Кудрин [5] отмечает, что в техноценозе закон рангового распределения особей имеет вид гиперболы:

$$W = \frac{A}{r^\beta}, \quad (1)$$

где  $A$  - максимальное значение параметра особи с рангом 1, т.е. в первой точке (или коэффициент аппроксимации);  $r$  - номер ранга;  $\beta$  - ранговый коэффициент, характеризующий степень крутизны кривой распределения.

Используя эти теоретические положения, нами была поставлена задача - оценить, обладает ли свойствами целостности (является ли системой) сельское хозяйство Российской Федерации?

Для анализа были использованы данные о посевных площадях 30 основных сельскохозяйственных культур за 16 лет (1999-2015 г.г.). На первом этапе было построено ранговое распределение средних значений посевных площадей за указанный период и проведена оценка полученного распределения (рис.1).

Рассматриваемое распределение посевных площадей сельскохозяйственных культур достаточно хорошо описывается гиперболическим распределением (Н-распределением),  $R^2=0,735$ .

Для подтверждения данного вывода следует провести более глубокую статистическую обработку данных для проверки одновременного вы-

полнения гипотез: первой - анализируемая совокупность не подчиняется нормальному закону распределения, второй - данные являются значимо взаимосвязанными. Выполнение обеих гипотез дает возможность сделать

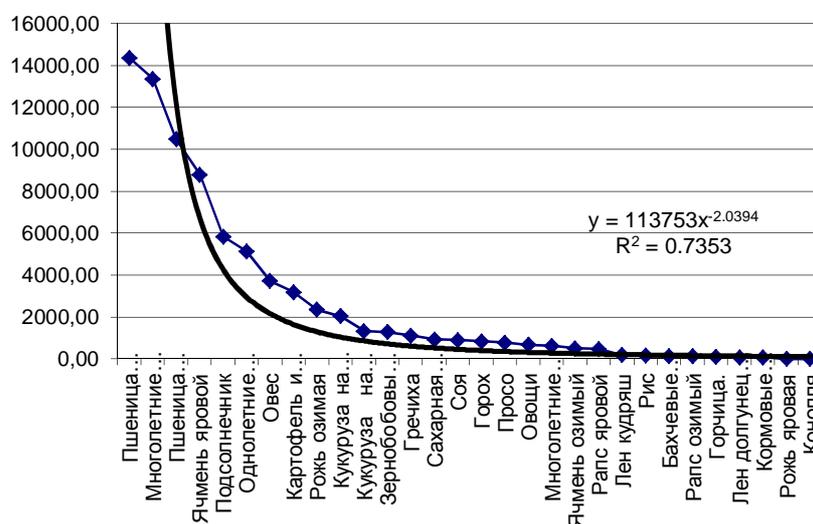


Рис. 1. Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий РФ

вывод, что исследуемый объект является ценозом, а для обработки данных о площадях посева сельскохозяйственных культур могут использоваться методы рангового анализа [4, 5, 9]. Расчеты проводились в программе Mathcad 14 с использованием модуля «Проверка данных на соответствие критериям Н-распределения» несколькими методами [2, 8].

При проверке гипотезы о несоответствии распределения генеральной совокупности нормальному закону по критерию Пирсона было получено наблюдаемое значение критерия:  $\chi^2 = 81.929$ .

При заданном уровне значимости  $\alpha=0.05$  и числе степеней свободы  $k=4$ , была найдена критическая точка правосторонней критической области:

$$\chi^2_{кр} := \text{qchisq}(1 - \alpha, k) \qquad \chi^2_{кр} = 9.488 \qquad (2)$$

Гипотезу о распределении генеральной совокупности в соответствии с нормальным законом отвергаем, если неравенство выполняется, и принимаем - если нет.

$$\chi^2 > \chi^2_{кр} \quad (3)$$

На основе полученных в результате расчетов данных можно сделать вывод, что отличие теоретических и эмпирических частот значимо, в силу чего гипотеза о распределении генеральной совокупности в соответствии с нормальным законом отвергается.

Для проверки гипотезы о нормальном распределении методом спрямленных диаграмм был построен график по оси абсцисс которого отложены посевные площади, тыс. га, а по оси ординат – квантили (рис. 2.).

Из графика видно, что точки не принадлежат какой-либо прямой, поэтому гипотезу о распределении генеральной совокупности в соответствии с нормальным законом отвергаем.

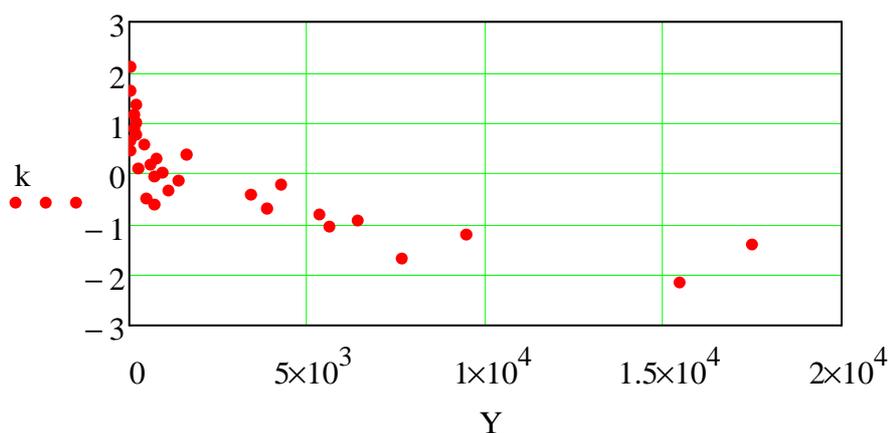


Рис. 2. Проверка гипотезы распределения совокупности по нормальному закону: абсцисса – посевные площади, тыс. га; ордината - квантили

Коэффициент конкордации, определенный для анализируемой совокупности данных позволяет охарактеризовать степень взаимосвязанности ценоза и показать согласованность перемещения объектов по ранговой поверхности при переходе от одного временного интервала к следующему. Было выполнено ранжирование данных о ежегодных площадях посева 30 сельскохозяйственных культур за период 1999-2015 годы. В процессе проверки взаимосвязанности анализируемых данных было вычислено значение коэффициента конкордации  $K = 3.593$ . Для проверки его значимости вычислено наблюдаемое  $\chi^2_{г} = 287.464$ .

Распределение  $\chi^2$  совпадает с известным в статистике распределением  $\chi^2$  со степенями свободы:  $\nu=5$ . Критическая точка распределения  $\chi^2$  при 5 % уровне значимости  $\alpha$  определяется по формуле:

$$\chi^2 := qchisq(1 - \alpha, \nu) \quad \chi^2 = 11.07 \quad (4)$$

Сравнение значений позволяет сделать заключение, что для совокупности анализируемых данных коэффициент конкордации значим, и это свидетельствует, во-первых, о взаимосвязанности элементов исследуемого ценоза, и, во-вторых, позволяет использовать эти данные для интервального оценивания, нормирования и прогнозирования.

Проверка указанного массива данных с помощью выборочного коэффициента ранговой корреляции Кендалла потребовала вычисления критической точки двусторонней критической области, которую находят, используя таблицу функций Лапласа, по равенству:

$$z_{\alpha} := \left| qnorm\left(\frac{\alpha}{2}, 0, 1\right) \right| \quad (5)$$

Для уровня значимости:  $\alpha=0.10$  значение  $z_{\alpha}=1.645$ . Критическое значение коэффициента ранговой корреляции Кендалла  $T_{кр}=0.212$ .

Для вычисления значений рангового коэффициента Кендалла в программе Mathcad была использована функция:

$$\tau := Kendall(Rang, R, T_{кр})_1 \quad (6)$$

Анализ матрицы коэффициентов (рис. 3) позволяет сделать вывод, что величины выборочных коэффициентов ранговой корреляции статистически значимы, следовательно, совокупность анализируемых данных взаимосвязана и ее можно использовать для дальнейшей статистической обработки.

Анализ данных с помощью выборочного коэффициента ранговой корреляции Спирмена проводился при уровне значимости 10% и числе степеней свободы:  $k=n-2$  ( $k=28$ ). Критическая точка распределения Стью-

дента двусторонней критической области  $t=1.701$ .

Вычисленные значения выборочного коэффициента ранговой корреляции Спирмена значимы, следовательно, совокупность анализируемых

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0.747	0.683	0.669	0.793	0.766	0.756	0.77	0.729
2	0.747	1	0.678	0.71	0.752	0.816	0.789	0.784	0.807
3	0.683	0.678	1	0.784	0.678	0.669	0.678	0.71	0.733
4	0.669	0.71	0.784	1	0.756	0.701	0.71	0.706	0.701
5	0.793	0.752	0.678	0.756	1	0.798	0.733	0.756	0.733
6	0.766	0.816	0.669	0.701	0.798	1	0.807	0.775	0.789
7	0.756	0.789	0.678	0.71	0.733	0.807	1	0.848	0.844
8	0.77	0.784	0.71	0.706	0.756	0.775	0.848	1	0.857
9	0.729	0.807	0.733	0.701	0.733	0.789	0.844	0.857	1
10	0.761	0.784	0.71	0.697	0.747	0.784	0.83	0.899	0.931
11	0.701	0.715	0.687	0.756	0.752	0.798	0.844	0.839	0.853
12	0.724	0.729	0.683	0.715	0.747	0.756	0.848	0.88	0.867
13	0.743	0.738	0.683	0.697	0.756	0.802	0.811	0.816	0.857
14	0.761	0.756	0.701	0.743	0.766	0.784	0.867	0.862	0.867
15	0.747	0.761	0.687	0.747	0.789	0.779	0.853	0.857	0.871
16	0.761	0.766	0.71	0.752	0.784	0.793	0.848	0.853	...

Рис. 3. Фрагмент матрицы рангового коэффициента Кендалла

данных - взаимосвязана, и ее можно использовать для дальнейшей статистической обработки.

Выборочный коэффициент линейной корреляции [10], определенный для пары распределений, характеризует степень их взаимосвязанности. В процессе проверки массива данных с использованием выборочного коэффициента линейной корреляции была вычислена критическая точка распределения Стьюдента двусторонней критической области при числе степеней свободы  $k=28$  и уровне значимости  $\alpha=0.05$ :

$$t := qt\left(1 - \frac{\alpha}{2}, k\right) \quad t=2.048 \quad (7)$$

Была построена корреляционная матрица коэффициентов линейной корреляции и определен процент значимых значений корреляции: 96.782. Это позволяет сделать вывод, что площади посева сельскохозяйственных культур в 96.78% случаев коррелируют, что указывает на существование значимой связи между элементами исследуемой системы.

Имеющиеся данные и полученные результаты не позволяют отверг-

нать гипотезу, что анализируемая совокупность данных не подчиняется нормальному закону распределения на заданном уровне значимости. Таким образом, утверждение о принадлежности исследуемой генеральной совокупности данных о площадях посева сельскохозяйственных культур к статистике ценологического типа не противоречит имеющимся данным. Все коэффициенты статистически значимы. Данный вывод позволяет использовать методологию рангового анализа при обработке статистических данных по сельскому хозяйству РФ.

### Литература

1. Буховец А.Г. Системный подход и ранговые распределения в задачах классификации / А.Г. Буховец // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление, 2005.- № 1.- С. 130-142.
2. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов / В.И. Гнатюк. - М.: Изд-во ТГУ - Центр системных исследований, 2005.- 384 с.
3. Гурина Р.В. Метод рангового анализа и закон разнообразия в педагогике / Р.В. Гурина // Педагогический журнал Башкортостана, 2013.- № 3-4 (46-47).- С. 111-122.
4. Кендалл М. Ранговые корреляции. Зарубежные статистические исследования / М. Кендалл.- М.: Статистика, 1975.- 216 с.
5. Кудрин Б.И. Введение в технетику / Б.И. Кудрин.- Томск: Издание ТГУ, 1993.- 552 с.
6. Саати Т. Аналитическое планирование, Организация систем / Т. Саати, К. Керне.- М.: Радио и связь, 1991.- 224с.
7. Смагин Б.И. Теоретические и методические основы оценки и эффективного использования производственного потенциала в сельском хозяйстве: дисс. на соискание уч. степ. доктора экон. наук / Б.И Смагин.- Мичуринск, 2003
8. Техника, техносфера, энергосбережение [Электронный ресурс] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные.– М.: [б.и.], 2000. – Режим доступа: <http://www.gnatukvi.ru/iacom.htm>, [рег. от 23.11.2005 № 5409]
9. Фуфаев В.В. Рангово-интервальный структурно-топологический анализ ценозов / В. В. Фуфаев // Электрика, 2001.- № 8.- С. 22.
10. Четыркин Е.М. Вероятность и статистика / Е.М. Четыркин, И.Л. Калихман.- М.: Финансы и статистика, 1982.- 319 с.

### References

1. Buhovec A.G. Sistemnyj podhod i rangovyje raspredelenija v zadachah klassifikacii / A.G. Buhovec // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika i upravlenie, 2005.- № 1.- S. 130-142.
2. Gnatjuk V.I. Zakon optimal'nogo postroenija tehnocenozov / V.I. Gnatjuk. - M.: Izd-vo TGU - Centr sistemnyh issledovanij, 2005.- 384 s.
3. Gurina R.V. Metod rangovogo analiza i zakon raznoobrazija v pedagogike / R.V. Gurina // Pedagogicheskiy zhurnal Bashkortostana, 2013.- № 3-4 (46-47).- S. 111-122.

4. Kendall M. Rangovyje korreljicii. Zarubezhnye statisticheskie issledovanija / M. Kendall.- M.: Statistika, 1975.- 216 s.
5. Kudrin B.I. Vvedenie v tehnetiku / B.I. Kudrin.- Tomsk: Izdanie TGU, 1993.- 552 s.
6. Saati T. Analiticheskoe planirovanie, Organizacija sistem /. T. Saati, K. Kerne.- M.: Radio i svjaz', 1991.- 224s.
7. Smagin B.I. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy ocenki i jeffektivnogo ispol'zovanija proizvodstvennogo potenciala v sel'skom hozjajstve: diss. na soiskanie uch. step. doktora jekon. nauk / B.I Smagin.- Michurinsk, 2003
8. Tehnika, tehnosfera, jenergosberezhenie [Jelektronnyj resurs] / V.I. Gnatjuk. – Jelektronnye tekstovye dannye.– M.: [b.i.], 2000. – Rezhim dostupa: <http://www.gnatukvi.ru/iacom.htm>, [reg. ot 23.11.2005 № 5409]
9. Fufaev V.V. Rangovo-interval'nyj strukturno-topologicheskij analiz cenozov / V. V. Fufaev // Jelektrika, 2001.- № 8.- S. 22.
10. Chetyrkin E.M. Verojatnost' i statistika / E.M. Chetyrkin, I.L. Kalihman.- M.: Finansy i statistika, 1982.- 319 s.