

ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Борисова Е. В.

(Россия, Тверь)

В статье рассмотрены, две новые формы полярных индексов: степенной и знаковый применительно к объектам, отличающимся от традиционных объектов теории индексов - совокупности цен и количеств. Полярные индексы протестированы согласно традиции тестами Ирвинга Фишера. Наряду с общеизвестными аксиомами сформулирован и проверен тест адекватности. Показано, что если тест не выполняется в общем случае, то он, возможно, выполняется в одном из частных случаев.

Проведенный анализ проиллюстрировал недостатки принятого на сегодняшний день статистическими органами перечня основных характеристик региона. Продемонстрированы возможности полярных индексов как количественной характеристики для принятия решений в области управления сложными социально-экономическими системами.

Принятие решений в области управления сложными системами в условиях нечеткой информации характерно не только для технических, но и экономических, экологических, социальных объектов. Системный подход к описанию таких объектов требует построения и использования структурных цепочек: воздействие – состояние – последствия – реагирование. Однако, в одной казуальной цепочке в качестве последствий могут выступать воздействия, в другой — состояния, и наоборот. Таким образом, решение задачи получения и адекватного использования необходимой информации относительно изменений многопара-

метрического объекта требует разработки методов и критериев количественной оценки состояния системы.

В практике статистики индексы наряду со средними величинами являются наиболее распространенными статистическими показателями. Известно, что индекс представляет собой относительную величину, получаемую в результате сопоставления значений сложных социально-экономических показателей во времени, пространстве или с плановыми показателями.

Наибольшее распространение индексы получили в области экономического анализа, но необходимость использования индексных показателей возникает и в социальной сфере, в областях экологии, политологии и других. Способы построения индексов зависят от содержания изучаемых показателей, методологии расчета исходных статистических показателей, целей исследования. При этом в основном используются классические виды индексов Пааше, Ласпейреса, идеальный индекс Фишера. Анализ структуры существующих индексов показывает их общность в том смысле, что они представляют собой укрупненные показатели, объединяющие множество единичных показателей, выбранных для исследования. Однако все они обладают общим свойством: включают в свою структуру однородные, преимущественно положительные, индикаторы. Предпосылкой для проведения анализа в индексной форме является возможность представления результирующего показателя с помощью либо перемножения определяющих его величину показателей, либо их суммирования [1,2].

Если подходить к принципам построения индексов с формально-математических позиций, то изменение каких-либо величин, как правило, выражается либо разностью, отвечающей на вопрос “на сколько произошло изменение?” или отношением, отвечающим на вопрос “во сколько раз изменилась анализируемая величина?”.

Будем называть индикаторы неоднородными, если рост одних и уменьшение других приводит к увеличению общего индексного значения. Рассмотрим, в зависимости от поставленного вопроса, две новые формы индексов, которые назовем полярные: степенной и знаковый [1]. В структуру каждой формы вхо-

дят: индикаторы $i_k = \frac{P_k}{P_{0k}}$, где P_k – текущее значение показателя

и P_{0k} – базовое значение показателя. Степень $S_k = \pm 1$; где $S = 1$ при прямо пропорциональной зависимости изменения P_k и индекса; и $S = -1$ при обратно пропорциональной зависимости изменения P_k и индекса; n — число индикаторов; u_k — весовые

множители удовлетворяют условиям: 1) все $u_k > 0$ и 2) $\sum_{k=1}^n u_k = 1$.

Знаковый индекс:

$$I_1 = 1 + \sum_{k=1}^n S_k u_k (i_k - 1) \quad (1)$$

Степенной индекс:

$$I_2 = \prod_{k=1}^{k=n} i_k^{u_k S_k} \quad (2)$$

В случае однородных, равновзвешенных индикаторов все коэффициенты $S_k = 1$ и получаем простой индекс [1], вычисляемый

по формуле: $I = \frac{1}{n} \sum i_k$.

Обратим особое внимание на то, что в данной работе рассматриваются объекты, отличающиеся от традиционных объектов теории индексов — совокупности цен и количеств. Одно из отличий заключается в том, что рост цены и количества всегда влечет рост стоимости, поэтому эти индикаторы однородны и положительны. Полярные индексы протестированы согласно традиции теории индексов цен и количеств, идущей от тестов Ирвинга Фишера [2]. Тесты формулируются в виде аксиом:

T1. *Идентичности*, когда ситуация, сравниваемая сама с собой, дает в результате единицу.

T2. *Соизмеримости*, значение индекса не изменится при переходе от одних единиц измерения к другим.

T3. *Обратимости во времени* или *обратимости ситуаций*.

T4. *Циркулярности (или цепи)*.

T5. *Обратимости факторов*: $P_{i/b} \cdot Q_{i/b} = V$.

T6. *Пропорциональности (или среднего)*.

T7. *Определенности*: $I_{i/b}$ не должен обращаться в нуль, бесконечность или быть неопределенным, если индикаторы и их веса, принимают нулевое значение.

T8. *Включения/исключения (или ассоциативности)*: значение $I_{i/b}$, рассчитанное по p индикаторам, не меняется, когда мы включаем в расчет данные о $(p + 1)$ -м индикаторе, индивидуальный индекс которого совпадает с общим: $i_{i/b} = I_{i/b}$, или когда мы исключаем из расчета такой индикатор.

Наряду с общеизвестными аксиомами для полярных индексов сформулирован и проверен тест адекватности, поскольку в общем случае изменение значения индекса зависит от вариации индикаторов.

T9. *Адекватность* — изменение индекса должно быть равно изменению индикаторов.

Подробное описание процедуры тестирования полярных индексов приведены в работе [3]. Здесь отметим только некоторые ее особенности. В частности, при процедуре тестирования было выделено три частных случая распределения весов в индексах.

Во-первых, *равновзвешенный (РВ)*, в этом случае все $u_k = \frac{1}{n}$.

Во-вторых, *равнополярный (РП)*, когда сумма весов разнонаправленных индикаторов равны между собой $\sum_{k=1}^j u_k = \sum_{l=1}^m u_l = 0,5$

и третий — это *равновзвешенный при всех равных индикаторах (РВ_i)*. Очевидно, что из выполнения тестов в общем случае, следует их выполнение и в выделенных случаях распределения весов. Вместе с тем, если тест не выполняется в общем случае, то он, возможно, выполняется в одном из частных случаев. В таблицу 1 сведены результаты проведенного тестирования. Знаком «+» отмечено выполнения условий теста, знаком «-» — альтернативный случай.

Таблица 1.

	Полный I ₁	PB	РП	PB(i)	Полный I ₂	PB	РП	PB(i)
T1	+	+	+	+	+	+	+	+
T2	+	+	+	+	+	+	+	+
T3	-	-	-	-	+	+	+	+
T4	-	-	-	-	+	+	+	+
T5	-	-	-	-	-	-	-	-
T6	-	-	-	-	-	-	-	-
T7	+	+	+	+	-	-	-	-
T8	-	+	-	+	-	-	-	-
T9	+	+	+	+	+	+	+	+

Для адекватных количественных оценок состояния изучаемого явления исследователю необходимо по возможности учитывать большее число факторов, его отражающих или определяющих. Первичные показатели можно разделить на две категории: те, которые должны увеличиваться для улучшения качества объекта, и те которые для достижения той же цели должны уменьшаться. Другими словами индексный набор должен быть максимально возможным, включающим в себя неоднородные индикаторы. Обработать такие наборы показателей позволяют полярные индексы формы (1) и (2), как было теоретически и практически доказано.

Возможности полярных индексов продемонстрируем на примере расчета «индекса социально-экономического состояния региона». По результатам расчетов проведем сравнительный анализ состояния отдельных регионов центральной России. Каждый регион характеризуется целым рядом показателей, поэтому для применения индексного метода необходимо: выделить у исследуемого объекта существенные признаки; определить вид необходимых индексов; проанализировать полученные результаты. В качестве начального индексного набора используем сводные статистические данные «Основные социально-экономические показатели отдельных областей центральной России» [4], выбрав за базу сравнения 2000 г. Для оценки состояния отдельного региона вычислим сводный общий индекс в равновзвешенных полярных формах (1) и (2). Применение та-

кой структуры сводного индекса с необходимостью требует определения направленности каждого, составляющего индекс, индикатора. Индикаторы, отражающие данные «количество умерших на 1000 населения», «число зарегистрированных преступлений на 100000 населения», «удельный вес убыточных предприятий» и «индекс потребительских цен» вошли в расчетные формулы с отрицательным множителем или показателем степени.

Результаты расчета индексных оценок «социально-экономического состояния региона» для некоторых центральных областей России по трем формам индексов: простой, знаковой и степенной представлены в таблице 2.

Таблица 2.

№п/п	Название региона	Простой	Знаковый	Степенной
1.	Ивановская область	1.135	1.078	1.046
2.	Калужская область	1.239	1.208	1.152
3.	Костромская область	1.126	1.112	1.075
4.	Курская область	1.236	1.209	1.165
5.	Липецкая область	1.193	1.171	1.138
6.	Орловская область	1.432	1.37	1.185
7.	Рязанская область	1.255	1.226	1.16
8.	Смоленская область	1.215	1.196	1.163
9.	Тамбовская область	1.217	1.218	1.171
10.	Тверская область	1.222	1.195	1.142
11.	Тульская область	1.182	1.16	1.111
12.	Ярославская область	1.232	1.197	1.15

Результаты вычислений показывают, что лучшие индексные показатели отмечаются по Орловской области, а худшие — по Костромской. Этот результат фиксируют все индексные формы. На рисунке 1 представлены: лепестковая диаграмма, демонстрирующая сопоставимость индексных значений в разных формах, и столбиковая диаграмма социально-экономического состояния 12 регионов центральной России.

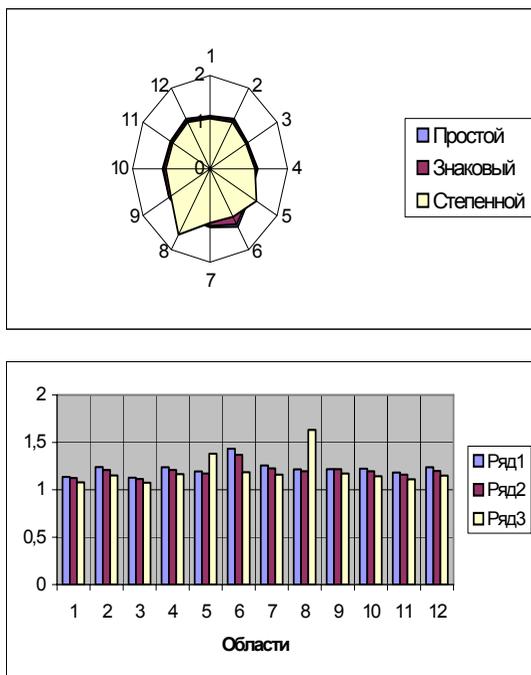


Рис. 1

равно как и «улучшение» состояния региона за исследуемый период возможно методом ранжирования индикативных показателей, пример которого подробно рассмотрен в работе [5].

Проведение практических расчетов показало недостатки принятого на сегодняшний день статистическими органами перечня основных характеристик региона. В нем полностью отсутствуют экологические показатели, неполно отражена занятость и структура населения, миграционные процессы, транспорт и многое другое. Можно допустить, что такое положение связано с традиционной практикой индексного анализа.

Из списка показателей «Основных характеристик отдельных регионов России» для сравнительного расчета сводного индекса региона с учетом их направленности, используем 33 показателя из 14 разделов. Перечень этих показателей составляющих основу сводного индекса представлен в таблице 3.

Проведенный анализ расчетов отмечает разный процент разброса между наибольшим и наименьшим значениями сводных индексов. Для простого индекса он составляет 20%, для знакового — 26%, степенного — 11%. Это явление свидетельствует о чувствительности полярных индексов к длине набора. Определить по каким именно характеристикам произошло

«ухудшение»,

*Раздел 3. Модели в экономике и анализ социально-экономических процессов
Part 3. Social-economy modeling and analysis (Econophysics)*

Таблица 3.

№п.п	Раздел. Наименование показателя
1.	<i>Население.</i> Численность постоянного населения
2.	Число родившихся, на 1000 населения
3.	Число умерших, на 1000 населения
4.	<i>Уровень жизни населения.</i> Среднемесячная заработная плата
5.	Среднедушевой денежный доход в месяц
6.	<i>Образование.</i> Охват детей дошкольными учреждениями
7.	Численность учащихся государственных дневных общеобразовательных учреждений
8.	Численность студентов государственных средних специальных учебных заведений
9.	Численность студентов государственных высших учебных заведений
10.	<i>Здравоохранение.</i> Численность врачей на 10000 населения
11.	Численность среднего медицинского персонала на 10000 человек
12.	Численность больничных коек на 10000 населения
13.	Мощность врачебных амбулаторно-поликлинических учреждений
14.	<i>Правонарушения.</i> Число зарегистрированных преступлений на 100000
15.	<i>Валовой региональный продукт.</i> Валовой продукт на душу населения
16.	<i>Предприятия и организации.</i> Число учтенных на конец года
17.	<i>Промышленность.</i> Объем промышленной продукции (по полному кругу)
18.	<i>Строительство.</i> Объем строительных работ.
19.	Ввод в действие жилых домов
20.	<i>Сельское хозяйство.</i> Продукция сельского хозяйства (во всех формах)
21.	Посевная площадь всех с/х культур
22.	Поголовье крупнорогатого скота
23.	Поголовье свиней
24.	Валовой сбор зерна
25.	Валовой сбор картофеля
26.	Валовой сбор овощей
27.	Производство мяса в убойном весе
28.	Производство молока
29.	<i>Потребительский рынок.</i> Оборот розничной торговли
30.	Объем платных услуг населению
31.	<i>Инвестиции.</i> Инвестиции в основной капитал
32.	<i>Финансы.</i> Удельный вес убыточных предприятий
33.	<i>Цены.</i> Индекс потребительских цен.

Очевидно, целесообразно расширить этот устоявшийся перечень основных показателей региона. Например, добавить к соответствующим разделам информацию по следующим показателям:

- численность населения, занятого в экономике;
- миграционные показатели (прибывшие, ушедшие);
- численность официальных безработных;
- численность населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума;
- смертность населения от самоубийств;
- состав и использование денежных доходов населения;
- число семей улучшивших жилищные условия;
- число семей, состоящих на учете для получения жилья;
- лесовосстановление;
- повреждено лесов на корню;
- выброс вредных веществ в атмосферу без очистки;
- количество уловленных и утилизированных загрязняющих веществ;
- инвестиции в охрану окружающей среды;
- грузооборот автомобильного транспорта.

Для более детального анализа состояния и перспектив развития региона, возможно, рассматривать каждую из составных частей списка – разделов «основных показателей» полностью по всем статистическим показателям, а затем формировать сводный иерархический индекс, как агрегатный по индексам составных частей.

В качестве примера индекса нижнего уровня рассчитан индекс «состояние здравоохранения региона» для Тверской области по традиционному и расширенному набору показателей. За базовый период выбран 2000 г., за год сравнения — 2002 г [4].

Вид индекса	Значение индексов по традиционному списку показателей	Значения индексов по расширенному списку показателей
Знаковый	Совпадает с простым	0.98
Простой	1.008	Не определяется

Напомним, что вычисленные индексные значения отражают изменения состояния региона по сравнению с базовым периодом, отвечая на вопрос «на сколько произошло изменение?». Значения индекса превышающие единицу демонстрируют улучшение общей ситуации и наоборот. Из полученных резуль-

татов следуют два противоположных вывода: полярный индекс демонстрирует наличие проблем в области здравоохранения, а традиционный индекс отмечает некоторую стабильность.

Заметим, что только применение полярных индексов в значительной степени расширяет перечень обрабатываемых показателей, так как позволяет включать разнонаправленные индикаторы. Своевременное получение объективных количественных оценок, выраженных либо одним числом – «индекс социально-экономического состояния региона» - индекс СЭС, либо некоторым набором по отдельным направлениям, должно позволить выделить основные факторы неустойчивости.

Получением первичной информации для вычисления индекса, кроме статистических отчетов, может быть организованный мониторинг по некоторой совокупности процессов на рынках общественного производства и потребления, по социально значимым направлениям и аспектам общественной жизни. Реализация идеи мониторинга состоит в следующих этапах:

- выделить объекты наблюдения так, чтобы к ним была применима единая технология сбора и обработки информации;
- организовать оперативный сбор и передачу данных, с установленным уровнем регулярности;
- оценить процессы, протекающие на выбранных объектах унифицированной мерой;
- сформировать выходные документы для лиц, принимающих решения.

Например, по одному из аспектов устойчивого развития: охрана и укрепление здоровья необходимы данные о средней продолжительности жизни; прогнозируемой при рождении продолжительности жизни; уровне детской смертности; уровне материнской смертности; доли расходов на региональное здравоохранение от валового внутреннего продукта. Без сомнения указанные индикаторы неоднородны и для сведения их в общий количественный показатель следует применять полярные индексы.

Проведенные исследования полярных индексов доказывают их корректность и широкий спектр их возможных применений, в частности для получения оперативных количественных оценок сложных, неоднородных объектов (явлений) за любой временной период.

Список литературы:

1. Ричард Томас. Количественные методы анализа хозяйствен-

- ной деятельности / Пер. с англ. — М.: Дело и Сервис, 1999.
2. Аллен Р. Экономические индексы. М.: Статистика, 1980.
 3. Борисова Е.В., Калабин А.Л. Тестирование полярных индексов аксиомами Фишера — Деп. в ВИНТИ № 1290-В2004.
 4. Тверская область в цифрах в 2000 г.; в 2002 г. Тверской областной комитет государственной статистики, 2001; 2003г. г.
 5. Борисова Е.В., Калабин А.Л. Учет влияния разнородных факторов в индексном анализе // Вопросы статистики. 2003. №11. С.75–78.

INDEX METHOD OF A COMPLEX QUANTITATIVE ESTIMATION OF QUALITY OF COMPLEX OBJECTS

Borisova E. V.

(Russia, Tver)

In this article two new forms of polar indexes are considered: sedate and sign with reference to objects distinguished from traditional objects of the theory of indexes - of set of the prices and amounts. The polar indexes are tested according to tradition by the Fisher's tests. Alongside with well-known axioms the test of adequacy is formulated and checked up. Is shown, that if the test is not carried out generally, it, probably, is carried out in one of special cases.

The carried out analysis has illustrated lacks of the list of the basic characteristics of region accepted on today with statistical bodies. The opportunities of polar indexes as quantitative characteristic for acceptance of the decisions are shown in the field of management of complex socio-economic systems.