

Т. В. Жгун, А. В. Липатов, Г. А. Чалов (Великий Новгород, НовГУ). **О проблеме чувствительности композитных индексов.**

Основным методом агрегации переменных для вычисления интегрального показателя q_i для объекта i является линейная свертка

$$q_i = \sum_{j=1}^n w_j a_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

где A — матрица преобразованных данных размерностью $m \times n$ системы из m объектов, для которой известны таблицы из n описаний; $w = \langle w_1, w_2, \dots, w_m \rangle^T$ — вектор весов. Задача построения интегрального индикатора сводится к определению весов свертки (1). Произвольный характер определения весов является основным доводом противников композитных индексов. Среди зарубежных исследователей стандартом определения весов становится методика многомерного анализа, главным преимуществом которого является объективность весовых коэффициентов. В качестве недостатков факторного анализа для построения композитных индексов авторы [8] указывают на чувствительность методики к объему выборки и к изменению входных данных. Отсутствие анализа чувствительности подрывает доверие к получаемым результатам.

Основная область применения композитных индексов — рейтингование объектов. Именно положение объекта относительно других объектов является основанием для привлечения общественного внимания и для принятия политических решений. Если небольшие изменения входных данных для разных наблюдений при вычислении композитного индекса кардинально изменяют ранжирование объектов, то такой интегральный показатель не может считаться надежным. Необходимым признаком надежности композитного индекса является устойчивость относительно возмущений исходных данных. Следствием этого является незначительное (в среднем) изменение рейтинга объектов для разных измерений. Схемы определения весов с помощью факторного анализа [8] или метода главных компонент таковым свойством не обладают [1–3].

Пусть $R_t = (r_{t1}, r_{t2}, \dots, r_{tm})$ — рейтинги m объектов для момента t . Известны значения наборов рейтингов R_t, R_{t+1} для моментов $t, t+1$, которые представляют собой равномерно распределенные на отрезке $[1, m]$ случайные величины, с числовыми характеристиками, соответствующими равномерному распределению. Значения рейтингов для объекта i в последовательные моменты времени $r_{ti}, r_{t+1,i}, r_{t+2,i}$ представляют численную реализацию сложной функциональной зависимости, найти формальное описание которой не представляется возможным. Изменения рейтингов во времени диктуются в основном этой зависимостью и в меньшей мере случайными факторами. Степень линейной связи при этом между наборами рейтингов R_t, R_{t+1} высока, коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена близки к единице и не позволяют сделать однозначных выводов о качестве рейтингов.

Если случайные величины R_t, R_{t+1} независимы, то разности рангов $D_t = R_{t+1} - R_t$ должны иметь также равномерное распределение. При этом дисперсия разности независимых величин равна сумме дисперсий $D(D_t) = D(R_{t+1} - R_t) =$

$D(R_{t+1})+D(R_t)$. Можно оценить устойчивость интегральной характеристики, оценив хаотичность (случайность) разности выставленных рейтингов, которая, как и энтропия, максимальна в случае равномерного распределения. Такой оценкой является доля дисперсии реализации величины D_t относительно дисперсии равномерно распределенной случайной величины. Поскольку случайностью не является главной причиной изменения рейтинга, эта доля должна быть невелика.

В табл. 1 приведены результаты оценки качества разных интегральных характеристик. В качестве условной единицы устойчивости можно рассматривать оценку интегрального показателя ИРПЧ, которая составляет около 7% возможной хаотичности. Величина оценки, сравнимая с этим значением, будет свидетельствовать о хорошей устойчивости интегрального индикатора по входным данным. Значения, которые значительно превосходят эту величину, характеризуют неустойчивость интегрального индикатора и, следовательно, его низкое качество. В приведенной таблице это исследования [2] и [3]. Интегральные индикаторы (*) рассчитаны аспирантами А. В. Липатовым и Г. А. Чаловым.

Таблица 1. Сравнение показателей качества интегральных характеристик

Интегральный показатель	Источник	Период	Веса	Число		Дисперсия		Оценка
				Переменных, N ,	объектов	Разности рангов	максимальная	
ИРПЧ стран ЕС	[7]	2009–2011	постоянные (экспертные)	5	25	6,7	96,0	6,9
Качества жизни Приволжского ФО	[6]	2001–2006	постоянные (регрессия)	6	14	1,8	28,2	6,6
Качество жизни населения РФ	[1]	1997–1999	переменные (экспертные)	9	79	63,8	1014	6,3
Качество жизни населения РФ	[1]	1997–2000	переменные [1]	9	79	12,6	1014	1,2
Качество жизни Самарской обл.	[2]	2002–2004	переменные [1]	11	37	69,0	216	32,0
Качество жизни Тюменской обл.	[3]	2005–2008	переменные [1]	17	26	38,9	104,2	37,4
Демографического состояния МО Новгородской обл.	[4]	2005–2010	постоянные [5]	9	25	17,0	96	17,7
Качество жизни субъектов РФ	[5]	2007–2015	постоянные [5]	37	83	18,9	1121	1,7
Здоровья субъектов РФ	(*)	2006–2010	постоянные [5]	99	83	54,8	1121	4,9
Демографического развития РФ	(*)	2005–2013	постоянные [5]	85	92	121,5	1380	8,8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян С. А. Эмпирический анализ синтетических категорий качества жизни населения. — Экономика и математические методы, 2003, т. 39, № 3, с. 19–53.

2. Айвазян С. А., Степанов В. С., Козлова М. И. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований). — Прикладная эконометрика, 2009, № 3(19), с. 18–84.
3. Гайдамак И. В., Хохлов А. Г. Моделирование интегральных показателей качества жизни населения юга Тюменской области. — Вестник Тюменского гос. ун-та, 2009, № 6, с. 176–186.
4. Жгун Т. В. К методологии построения латентных характеристик динамических систем на примере построения интегральной характеристик динамического развития муниципальных образований Новгородской области. — Вестник Казанского гос. техн. ун-та им. А. Н. Туполева, 2014, № 2, с. 117–122.
5. Жгун Т. В. Вычисление интегральной характеристики изменения качества системы: монография. НовГУ им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2015, 155 с.
6. Мордовченков Н. В., Николаева М. Г. Региональная инфраструктура как фактор повышения качества жизни населения: монография. — Н. Новгород, 2010, 206 с.
7. Human Development Reports. 1990–2013. /United Nations Development Programme, 1990-2014. URL: <http://hdr.undp.org/en/reports/> (дата обращения: 13.06.2016).
8. Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S. Tools for composite indicators building. european commission, EUR 21682 EN. Joint Research Centre, Ispra, Italy.2005/URL: <http://farmweb.jrc.cec.eu.int/ci/bibliography.htm> (Дата обращения 01.07.2016)