

Н.П. Третьяков
(Российский государственный социальный университет;
e-mail: trn12@smtp.ru)

КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ МИРОВОЙ СТАТИСТИКИ ПОЖАРОВ

В статье рассмотрено ранжирование 48 стран по совокупности таких показателей, как среднее число пожаров (абсолютное и в расчёте на 1000 чел.) и среднее число жертв (абсолютное, в расчёте на 100000 чел. и в расчёте на 100 пожаров) в год. Таким образом, решалась задача вычисления обобщенного рейтинга стран по общей пожарной обстановке. Используются статистические данные Центра Пожарной Статистики Международной Ассоциации Пожарно-спасательных Служб (СТИФ).

Ключевые слова: статистика пожаров, компонентный анализ, ранжирование, многомерная классификация.

N.P. Tretykov PRINCIPAL COMPONENT METHOD OF WORLD FIRE STATISTICS

The article is devoted to ranking of 48 countries according to such parameters as mean number of fires (total and per 1000 inh.) and mean number of fire deaths (total, per 100000 inh. and per 100 fires). The calculation of an integral index characterizing general fire situation is performed. Statistical data provided by Center of Fire Statistics (International Association of Fire and Rescue Services - CTIF) is used.

Key word: fire statistics, principal component method, ranking, multidimensional classification.

Введение

Мировая пожарная статистика в последние два десятилетия существенно продвинулась вперёд [1-4], в основном благодаря деятельности Международной Ассоциации Пожарно-спасательных Служб (СТИФ) [4]. В настоящее время актуальным является применение методов статистического анализа для исследования многомерных статистических распределений показателей пожарной опасности. Настоящая статья посвящена применению компонентного анализа (метода главных компонент) для ранжирования стран по обобщённому показателю пожарной опасности. Исследованы 5 исходных показателей пожарной опасности: среднее число жертв (абсолютное, в расчёте на 100000 чел. и в расчёте на 100 пожаров) и среднее число пожаров (абсолютное и в расчёте на 1000 чел.) в год по данным СТИФ [4].

Метод

Компонентный анализ относится к многомерным методам снижения размерности. Он содержит один метод – метод главных компонент (англ. Principal Components Analysis, PCA), который позволяет уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации. Изобретен К. Пирсоном в 1901 г. Применяется во многих областях, таких как распознавание образов, компьютерное зрение, сжатие данных и т.п. Вычисление главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных. Эти собственные векторы и являются весовыми коэффициентами, с помощью которых путем свертки исходных данных строятся вторичные обобщенные показатели.

Главные компоненты представляют собой ортогональную систему координат, в которой дисперсии компонент характеризуют их статистические свойства. Метод основан на учете того факта, что объекты исследования в экономике характеризуются большим, но конечным количеством признаков, влияние которых подвергается воздействию большого количества случайных причин. Наличие множества исходных признаков, характеризующих процесс функционирования объектов, заставляет отбирать из них наиболее существенные и изучать меньший набор показателей. Исходные признаки подвергаются некоторому преобразованию, которое обеспечивает минимальную потерю информации. Метод позволяет учитывать эффект существенной многомерности данных, дает возможность лаконичного или более простого объяснения многомерных структур. Он вскрывает объективно существующие, непосредственно не наблюдаемые закономерности при помощи полученных факторов или главных компонент. Он дает возможность достаточно просто и точно описать наблюдаемые исходные данные, структуру и характер взаимосвязей между ними. Сжатие информации получается за счет того, что используется значительно меньшее число факторов или главных компонент – новых единиц измерения, чем было исходных признаков.

После вычисления первой главной компоненты необходимо проверить качество модели, с помощью которой она была получена. В компонентном анализе таким критерием является отношение максимального собственного значения ковариационной матрицы к сумме всех собственных значений.

В случае, если критерий качества модели оказывается достаточно большим (более 0,85), это является основанием для использования первой главной компоненты в качестве единственного (интегрального) показателя, обобщающего несколько рассматриваемых показателей. Тогда возможно ранжирование объектов по значению обобщенного показателя.

Результаты исследования

Вычисление единого рейтинга стран по пожарной опасности проводилось путём обобщения следующих исходных показателей для 48 стран: 1) среднее число пожаров в год; 2) среднее число пожаров в год в расчёте на 1000 чел.; 3) среднее число жертв в год; 4) среднее число жертв в год в расчёте на 100000 чел.; 5) среднее число жертв в год в расчёте на 100 пожаров. Величины указанных показателей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные показатели пожарной опасности

№	Страна	Население, тыс. чел.	Среднее число жертв			Среднее число пожаров в год	Среднее число пожаров на 1000 чел. в год
			в год	на 100 тыс. чел.	на 100 пожаров		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Китай	1321852	2206	0,17	0,18	251786	0,19
2	Индия	1129866	8500	0,75	4,25	200000	0,18
3	США	301140	3625	1,20	1,20	1613400	5,36
4	Россия	141378	18759	13,27	13,16	236698	1,67
5	Филиппины	91077	249	0,27	2,50	9877	0,11
6	Вьетнам	85262	90	0,11	0,11	2154	0,03
7	Германия	82401	479	0,58	0,26	184485	2,24
8	Турция	71159	340	0,48	0,48	59618	0,84
9	Франция	63714	455	0,71	0,13	357654	5,61
10	Великобритания	60776	532	0,87	0,11	489942	8,06
11	Италия	58148	112	0,19	0,05	211504	3,64
12	Украина	46300	3909	8,44	7,30	53546	1,16
13	Южная Африка	42880	1817	4,24	3,52	51620	1,20
14	Польша	38518	503	1,30	0,28	179815	4,67
15	Узбекистан	27780	184	0,66	1,20	15295	0,55
16	Малайзия	24821	62	0,25	0,23	27012	1,09
17	Тайвань	22859	169	0,74	2,23	7590	0,33
18	Румыния	21537	217	1,01	1,88	11957	0,56
19	Австралия	20434	122	0,60	0,60	113442	5,55
20	Казахстан	15285	125	3,43	3,03	17340	1,13
21	Греция	10706	70	0,66	0,26	27391	2,56
22	Португалия	10643	93	0,87	0,14	64560	6,07
23	Чехия	10229	102	1,00	0,53	19369	1,89
24	Сербия	10150	14	0,14	0,09	16334	1,61
25	Венгрия	9956	154	1,55	0,62	24897	2,50
26	Беларусь	9725	105	12,57	10,25	11916	1,23
27	Швеция	9031	42	1,16	0,39	26772	2,96
28	Австрия	8200	34	0,51	0,13	32204	3,93
29	Швейцария	7555	103	0,45	0,22	15126	2,00
30	Болгария	7323	34	1,41	0,46	12585	3,08

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
31	Таджикистан	7077	8	0,48	2,67	1272	0,18
32	Лаос	6522	37	0,12	6,78	118	0,02
33	Иордания	6053	82	0,62	0,37	9867	1,63
34	Дания	5468	52	1,50	0,49	16626	3,04
35	Словакия	5448	106	0,96	0,43	11978	2,20
36	Финляндия	5239	59	2,01	0,72	14757	2,82
37	Норвегия	4628	2	1,28	0,46	12826	2,77
38	Сингапур	4553	37	0,05	0,04	4828	1,06
39	Хорватия	4493	200	0,82	0,49	8039	1,79
40	Молдова	4321	34	4,23	7,62	2623	0,61
41	Новая Зеландия	4116	39	0,84	0,15	22524	5,47
42	Ирландия	4109	13	0,96	0,13	31051	7,56
43	Албания	3601	265	0,37	0,71	1827	0,51
44	Литва	3575	51	7,42	1,40	18983	5,31
45	Монголия	2952	6	1,72	2,41	2112	0,72
46	Кувейт	2506	239	0,24	0,13	4775	1,91
47	Латвия	2260	16	10,58	1,98	12050	5,33
48	Словения	2009	2206	0,81	0,24	6571	3,27

Исследование проводилось с использованием программного пакета Statistica и состояло из следующих этапов:

А) Ранжирование стран отдельно по каждому из 5 показателей пожарной опасности и получение 5 новых (ранговых) переменных (ранжирование проведено по убыванию, т.е. ранг 1 получает страна с наибольшим значением показателя).

Б) Проведение компонентного анализа полученных ранговых переменных и вычисление показателя качества модели - отношения максимального собственного значения ковариационной матрицы к сумме всех собственных значений.

В) Вычисление обобщённого показателя пожарной опасности (рейтинга) для каждой страны и ранжирование стран по величине этого рейтинга.

Показатель качества модели (доля объясняемой дисперсии для первой главной компоненты) оказался весьма большим - 0,99. Ввиду этого возможно построение единого рейтинга, обобщающего исходные показатели пожарной опасности и ранжирование стран по его величине. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Ранжирование стран по обобщенному показателю пожарной опасности

Ранг	Страна	Рейтинг	Ранг	Страна	Рейтинг
1	Россия	7,768	25	Франция	-0,579
2	Беларусь	3,732	26	Норвегия	-0,603
3	Украина	2,865	27	Швеция	-0,626
4	Индия	1,722	28	Чехия	-0,628
5	Южная Африка	1,634	29	Германия	-0,633
6	Молдова	1,478	30	Австралия	-0,648
7	Латвия	1,429	31	Словакия	-0,669
8	США	0,774	32	Турция	-0,675
9	Литва	0,744	33	Хорватия	-0,685
10	Лаос	0,523	34	Португалия	-0,720
11	Казахстан	0,346	35	Албания	-0,726
12	Монголия	-0,113	36	Ирландия	-0,728
13	Таджикистан	-0,284	37	Словения	-0,745
14	Тайвань	-0,304	38	Иордания	-0,746
15	Филиппины	-0,316	39	Новая Зеландия	-0,749
16	Румыния	-0,320	40	Греция	-0,750
17	Китай	-0,383	41	Италия	-0,805
18	Финляндия	-0,407	42	Швейцария	-0,808
19	Великобритания	-0,492	43	Австрия	-0,808
20	Польша	-0,496	44	Малайзия	-0,832
21	Венгрия	-0,499	45	Кувейт	-0,873
22	Узбекистан	-0,533	46	Вьетнам	-0,887
23	Дания	-0,551	47	Сербия	-0,894
24	Болгария	-0,572	48	Сингапур	-0,928

Ранжирование проводилось по убыванию, т.е. в начале списка находятся страны, наиболее неблагоприятные по общей пожарной опасности. К сожалению, Россия возглавляет этот список.

На рис. 1 приведён график распределения обобщенного показателя пожарной опасности по странам. Он показывает, насколько велик отрыв "лидеров" от остальных. Более того, здесь можно провести также некоторую группировку, т.е. методом главных компонент сделать выводы, которые обычно получают с помощью кластерного анализа [5]. Именно, из графика вытекает, что наибольшая пожарная опасность наблюдается в России, далее группируются страны с рангами 2 и 3, т.е. Беларусь и Украина, затем идёт группа из четырёх стран – Индия, Южная Африка, Молдова, Латвия, а за ними следует группа: США, Литва, Лаос, Казахстан. Остальные страны значительно опережают вышеуказанные по *пожарной безопасности*.



Рис. 1. График распределения обобщённого показателя пожарной опасности по странам

Литература

1. Brushlinsky N.N. Magnetometric method of investigating fire sites. "Fire Technology", vol. 33, № 3, 1997.
2. Брушлинский Н.Н. Экономическая оценка борьбы с пожарами в современном мире. - М.: ВНИИПО, 1998.
3. Брушлинский Н.Н. Мировая пожарная статистика в конце XX века. - М.: Академия ГПС, 2000.
4. Fire statistics. STIF Report, № 11. Moscow-Berlin, June 2006.
5. Третьяков Н.П. Применение кластерного анализа к мировой статистике пожаров // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". – 2009. – № 2. – <http://ipb.mos.ru/ttb>.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 2 июня 2009 г.