

УДК 614.84

## Исследования социальных рисков последствий пожаров с использованием факторного анализа

### A sociological study of the impact of the fires with the use of factor analysis

**В.В. Харин,**  
**Е.В. Бобринев,**  
*канд. биол. наук, ст. науч.  
сопр.,*  
**Е.Ю. Удавцова,**  
*канд. техн. наук,*  
**А.А. Кондашов,**  
*канд. физ.-мат. наук*  
*ФГБУ ВНИИПО МЧС России*

**V.V. Kharin,**  
**E.V. Bobrinev,**  
*Ph.D. of Biological Sciences,*  
*Senior Research Officer,*  
**E.Yu. Udavtsova,**  
*Ph.D. of Engineering Sciences,*  
**A.A. Kondashov,**  
*Ph.D. of Physico-mathematical  
Sciences*  
*FGBU VNIPO EMERCOM of  
Russia*

#### Аннотация:

Приведены результаты исследований социальных рисков в области пожарной безопасности. Изучен риск гибели людей при пожарах в зависимости от демографических характеристик населения (возраст, пол) для городской и сельской местности с учётом условий, способствовавших гибели людей при пожарах в субъектах Российской Федерации за период с 2012 по 2018 гг. С целью выявления структурных связей между показателями риска гибели людей при пожарах для разных групп населения с учетом особенностей отдельных субъектов Российской Федерации и выделения небольшого числа латентных факторов, изменение которых объясняет изменение наблюдаемых показателей, проведён факторный анализ с использованием 48 социологических показателей для 85 субъектов Российской Федерации. Факторный анализ выявил восемь значимых факторов, объясняющие 75,3% общей дисперсии статистического массива данных. Дана качественная интерпретация каждого из факторов по наибольшему вкладу составляющих компонент. Изучены проекции факторов в двух- и трехмерном пространстве. В системах координат полученных факторов определены места каждого субъекта Российской Федерации. Сделан вывод, что факторный анализ статистического массива социологических данных даёт объективную оценку уровням пожарного риска в субъектах Российской Федерации и может быть использован в целях управления риском.

**Ключевые слова:** социальные риски, пожарная безопасность, возраст, пол, алкогольное опьянение, состояние сна, факторный анализ.

#### Abstract:

The results of studies of social risks in the field of fire safety are presented. The risk of death in fires depending on the demographic characteristics of the population (age, sex) for urban and rural areas, taking into account the conditions that contributed to the death of people in fires in the subjects of the Russian Federation for the period from 2012 to 2018, was studied. In order to identify the structural relationships between the risk of death in fires for different population groups, taking into account the characteristics of individual subjects of the Russian Federation and the allocation of a small number of latent factors, the change of which explains the change in the observed indicators, a factor analysis was carried out using 48 sociological indicators for 85 subjects of the Russian Federation. Factor analysis revealed eight significant factors that explain 75.3% of the total variance of the statistical data set. The qualitative interpretation of each of the factors on the greatest contribution of components is given. Projections of factors in two-and three-dimensional spaces are studied. In the coordinate systems of

the factors obtained, the places of each subject of the Russian Federation are determined. It is concluded that the factor analysis of the statistical array of sociological data gives an objective assessment of the levels of fire risk in the subjects of the Russian Federation and can be used for risk management.

**Key words:** social risks, fire safety, age, sex, alcohol intoxication, sleep status, factor analysis.

### Введение

Для специалистов в области пожарной безопасности, а также для страховых компаний представляет особый интерес распределение жертв пожаров по возрасту и полу. Этот вопрос изучен пока недостаточно. По приведенным в работе [1] статистическим данным следует, что 4–5% от общего количества жертв пожаров составляют дети в возрасте 10–15 лет, 30% – люди в возрасте свыше 60 лет. В других работах доля погибших при пожарах детей оценивается около 25% во времена СССР [2], снижаясь до 5,1 % в Российской Федерации [3] от общего числа жертв пожаров.

В работе [4] отмечается, что большинство пострадавших – лица мужского пола - 88% пострадавших при пожарах и взрывах. 7% случаев гибели людей также связаны с употреблением алкоголя. Но эти показатели характерны преимущественно для населения в возрасте от 15 до 70 лет. Дети в возрасте до 14 и взрослые старше 70 лет гибнут при пожарах преимущественно в трезвом состоянии из-за беспомощности, а также из-за неправильных действий.

В других социологических исследованиях отмечаются повышенные риски гибели людей при пожарах в сельской местности по сравнению с городской [5, 6, 7].

### Объект и предмет исследования

Настоящее исследование посвящено изучению социальных рисков в области пожарной безопасности. Проведено изучение риска гибели людей при пожарах в зависимости от демографических характеристик населения (возраст, пол) для городской и сельской местности с учётом условий, способствовавших гибели людей при пожарах, в субъектах Российской Федерации за период с 2012 по 2018 гг. Для оценки пожарных рисков использовались данные по количеству погибших при пожарах в субъектах Российской Федерации на основе статистической информации, содержащейся в федеральных банках данных ФГБУ ВНИИПО МЧС России [8]. Показатели численности населения субъектов Российской Федерации для разных возрастных групп сформированы на основе данных, опубликованных Госу-

дарственным Комитетом Российской Федерации по статистике [9]. Риск для человека погибнуть при пожаре в течение года ( $R$ , чел./100 тыс. чел. год.) вычисляется по формуле [10]:

$$R = \frac{10^5 \cdot N_{\text{гиб}}}{N_{\text{нас}}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{нас}}$  – численность населения субъекта Российской Федерации рассматриваемой возрастной группы, чел.;

$N_{\text{гиб}}$  – количество погибших при пожарах в субъекте Российской Федерации за год для соответствующей категории населения, чел./год.

Результаты исследований. С целью выявления структурных связей между показателями риска гибели людей при пожарах для разных групп населения с учетом особенностей отдельных субъектов Российской Федерации и выделения небольшого числа латентных факторов, изменение которых объясняет изменение наблюдаемых показателей, был проведен факторный анализ.

Для выделения факторов использовался метод главных компонент. Для облегчения предметной интерпретации факторов было проведено их вращение в пространстве переменных методом варимакс.

В табл. 1 приведен список регионов Российской Федерации с указанием порядковых номеров, которые используются для отображения этих регионов на графиках.

**Таблица 1 Список регионов Российской Федерации и соответствующие им порядковые номера для отображения регионов на графиках**

№	Название субъекта	№	Название субъекта
1	Республика Карелия	44	Курганская область
2	Республика Коми	45	Свердловская область
3	Архангельская область	46	Тюменская область
4	Ненецкий АО	47	Ханты-Мансийский АО
5	Вологодская область	48	Ямало-Ненецкий АО
6	Ленинградская область	49	Челябинская область
7	г. Санкт-Петербург	50	Республика Адыгея
8	Мурманская область	51	Республика Калмыкия
9	Новгородская область	52	Республика Крым
10	Псковская область	53	г. Севастополь
11	Калининградская область	54	Краснодарский край
12	Белгородская область	55	Астраханская область
13	Брянская область	56	Волгоградская область
14	Владимирская область	57	Ростовская область
15	Воронежская область	58	Республика Дагестан
16	Ивановская область	59	Кабардино-Балкарская Республика

17	Калужская область	60	Карачаево-Черкесская Республика
18	Костромская область	61	Республика Северная Осетия - Алания
19	Курская область	62	Республика Ингушетия
20	Липецкая область	63	Чеченская Республика
21	Московская область	64	Ставропольский край
22	Орловская область	65	Республика Алтай
23	Рязанская область	66	Республика Тыва
24	Смоленская область	67	Республика Хакасия
25	Тамбовская область	68	Алтайский край
26	Тверская область	69	Красноярский край
27	Тульская область	70	Иркутская область
28	Ярославская область	71	Кемеровская область
29	г. Москва	72	Новосибирская область
30	Республика Башкортостан	73	Омская область
31	Республика Марий Эл	74	Томская область
32	Республика Мордовия	75	Республика Бурятия
33	Республика Татарстан	76	Республика Саха (Якутия)
34	Удмуртская Республика	77	Забайкальский край
35	Чувашская Республика	78	Камчатский край
36	Пермский край	79	Приморский край
37	Кировская область	80	Хабаровский край
38	Нижегородская область	81	Амурская область
39	Оренбургская область	82	Магаданская область
40	Пензенская область	83	Еврейская АО
41	Самарская область	84	Чукотский АО
42	Саратовская область	85	Сахалинская область
43	Ульяновская область		

В общей сложности для проведения факторного анализа было отобрано 48 показателей для 85 субъектов Российской Федерации. Нумерация данных показателей в зависимости от категории населения и условий, способствовавших гибели людей при пожарах, приведена в табл. 2.

**Таблица 2** Нумерация показателей риска гибели людей при пожарах в зависимости от категории населения и условий, способствовавших гибели людей при пожарах

Условия гибели людей	0-17 лет		18-39 лет		40-59 лет		60 и более	
	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.
Алкоголь (город)	1	2	3	4	5	6	7	8
Сон (город)	9	10	11	12	13	14	15	16
Прочие (город)	17	18	19	20	21	22	23	24
Алкоголь (село)	25	26	27	28	29	30	31	32

Сон (село)	33	34	35	36	37	38	39	40
Прочие (село)	41	42	43	44	45	46	47	48

Факторный анализ выявил 8 значимых факторов. При этом первый фактор объясняет 15,9% общей дисперсии, второй фактор – 12,2%, третий – 11,8%, четвертый – 8,1%, пятый – 9,5%, шестой – 7,6%, седьмой – 5,8%, восьмой – 4,4% общей дисперсии, в сумме восемь значимых факторов объясняют 75,3% общей дисперсии.

Для первого фактора наиболее значимыми являются следующие переменные, имеющие абсолютное значение больше 0,7:

- риск гибели в состоянии сна для мужчин и женщин в возрасте до 18 лет в сельской местности (переменные 33 и 34);
- риск гибели в состоянии сна для мужчин в возрасте от 18 до 39 лет в сельской местности (35);
- риск гибели в состоянии сна для женщин в возрасте 40 и более лет в сельской местности (38 и 40);
- риск гибели при прочих условиях для женщин в возрасте до 39 лет в сельской местности (42 и 44).

Первый фактор можно связать с риском гибели в сельской местности в состоянии сна. Этот фактор имеет наибольший вес из всех восьми факторов, что указывает на наиболее высокий вклад вышеперечисленных показателей в риске гибели людей при пожарах.

Второй фактор связан в основном с рисками гибели в городских поселениях в состоянии алкогольного опьянения. Для него наиболее значимыми являются следующие переменные:

- риск гибели в состоянии алкогольного опьянения для мужчин и женщин в возрасте от 18 до 39 лет в городских поселениях (переменные 3 и 4);
- риск гибели в состоянии алкогольного опьянения для мужчин в возрасте от 40 до 59 лет в городских поселениях (переменная 5);
- риск гибели в состоянии алкогольного опьянения для мужчин в возрасте 60 и больше лет в городских поселениях (переменная 7);
- риск гибели в состоянии алкогольного опьянения для женщин в возрасте 60 и больше лет в сельских поселениях (переменная 32).

Второй фактор связан с риском гибели при пожарах в состоянии алкогольного опьянения в городских поселениях (7 переменных из 8 имеют факторные нагрузки больше 0,5) и, в меньшей степени, в сельских поселениях (3 переменные из 8 больше 0,5), причём

в последнем случае это относится к людям в среднем и старшем возрасте (старше 40 лет).

В третий фактор наибольший вклад вносят переменные, связанные с рисками гибели в сельских поселениях при прочих условиях. Для него наиболее значимыми являются следующие переменные:

- риск гибели при прочих причинах для мужчин и женщин в возрасте 40 лет и старше в сельских поселениях (переменные 45-48).

Третий фактор можно связать с гибелью при пожарах людей среднего и старшего возраста в сельских поселениях по причине болезни, преклонного возраста, инвалидности (именно эти условия дают наибольшее количество погибших после гибели в состоянии алкогольного опьянения и сна).

Четвертый фактор можно связать с риском гибели в городских поселениях в состоянии сна. Для него наиболее значимыми являются следующие переменные:

- риск гибели в состоянии сна для мужчин в возрасте 40 лет и старше в городских поселениях (переменные 13 и 15);
- риск гибели в состоянии сна для женщин в возрасте от 18 до 39 лет в городских поселениях (переменные 12 и 14).

Этот фактор имеет вес в два раза меньше, чем первый фактор, который связан с гибелью в состоянии сна в сельской местности, что указывает на существенно более высокий риск гибели в состоянии сна в сельской местности по сравнению с городскими поселениями.

В пятый фактор наибольший вклад вносят следующие переменные:

- риск гибели в состоянии алкогольного опьянения для мужчин и женщин в возрасте от 18 до 39 лет в сельских поселениях (переменные 27 и 28);
- риск гибели при прочих условиях детей в сельских поселениях (переменная 41).

Этот фактор можно интерпретировать следующим образом: гибель родителей в состоянии алкогольного опьянения часто приводит и к гибели детей вследствие оставления их без присмотра.

Шестой фактор связан с гибелью людей в городской местности при прочих условиях. В этот фактор наибольший вклад вносят следующие переменные:

- риск гибели при прочих условиях мужчин и женщин в возрасте от 18 до 39 лет в городских поселениях (переменные 19-22).

Седьмой фактор связан с гибелью детей в городской местности при прочих условиях. В этот фактор

наибольший вклад вносят следующие переменные:

- риск гибели при прочих условиях мужчин и женщин в возрасте до 18 лет в городских поселениях (переменные 17-18).

Восьмой фактор также связан с гибелью детей в городской местности, условием гибели является нахождение в состоянии сна. В этот фактор наибольший вклад вносят следующие переменные:

- риск гибели в состоянии сна мужчин и женщин в возрасте до 18 лет в городских поселениях (переменные 9-10).

Были рассчитаны значения каждого из восьми факторов для каждого региона и построены графики в проекциях на факторные оси. Полученные распределения представлены на рис. 1-4.

Для факторов 1 и 2 видно, что основное множество точек лежит в пределах от -1,5 до 1,5 для фактора 1 и от -1,5 до 2,5 для фактора 2 (рис. 1). Все точки образуют достаточно плотную группу, исключение составляют две точки – Ненецкий АО (4) и Республика Тыва (66). Для Ненецкого АО значение фактора 1 составляет 8,2, что указывает на высокий риск гибели в сельской местности в состоянии сна. Для Республики Тыва значение фактора 2 составляет 4,7, что связано с высоким риском гибели в состоянии алкогольного опьянения в городских поселениях.

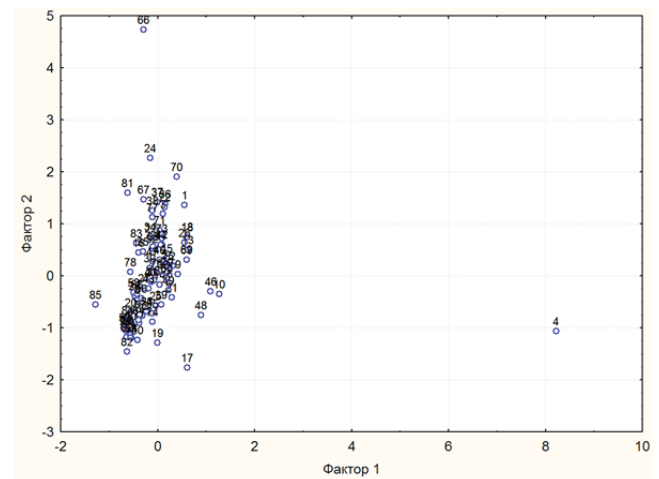


Рис. 1. Распределение точек в факторной плоскости «фактор 1 – фактор 2».

Для факторов 3 и 4 основное множество точек лежит в пределах от -2,5 до 3 для фактора 3 и от -2 до 3 для фактора 4 (рис. 2). Здесь точки более равномерно распределены в факторном пространстве, исключение составляют две точки – Псковская область (10) и Тюменская область (46). Для Псковской области значение фактора 3 составляет 4,4, что ука-



зывает на высокий риск гибели в сельской местности при прочих условиях. Для Тюменской области значение фактора 4 составляет 4,0, что связано с высоким риском гибели в состоянии сна в городских поселениях.

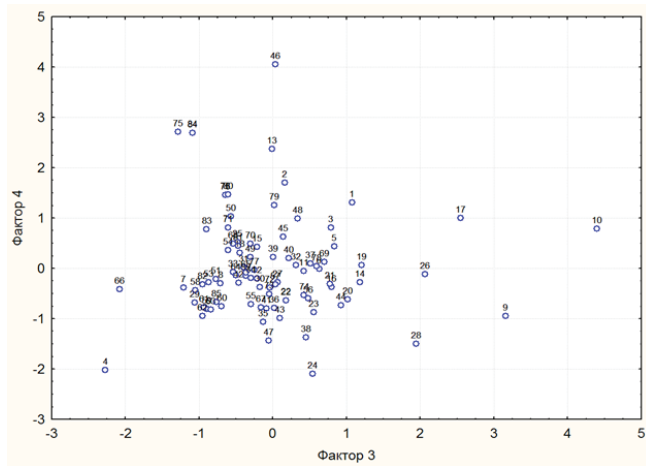


Рис. 2. Распределение точек в факторной плоскости «фактор 3 – фактор 4».

Для факторов 5 и 6 основное множество точек лежит в пределах от -1,2 до 1,2 для фактора 5 и от -2 до 3 для фактора 6 (рис. 3). Точки образуют достаточно плотную группу, исключение составляют три точки – Магаданская область (82), Чукотский АО (84) и Сахалинская область (85). Для Магаданской области значение фактора 5 составляет 3,4, а для Сахалинской области – 7,4, что указывает на высокий риск гибели в сельской местности в состоянии алкогольного опьянения. Для Чукотского АО значение фактора 6 составляет 5,8, что связано с высоким риском гибели в городских поселениях при прочих условиях.

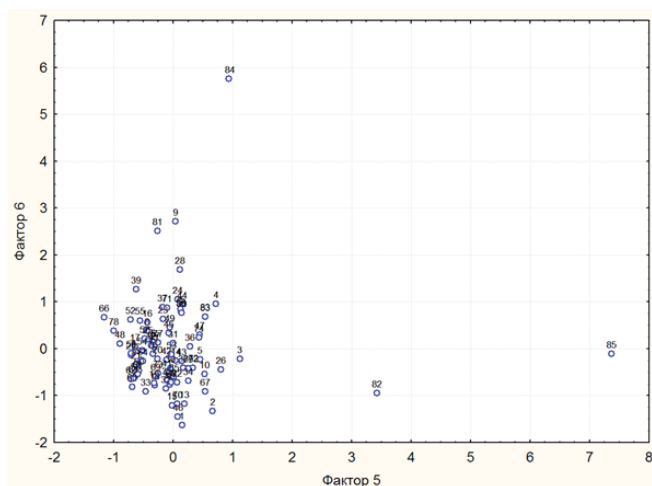


Рис. 3. Распределение точек в факторной плоскости «фактор 5 – фактор 6».

Для факторов 7 и 8 основное множество точек

лежит в пределах от -3 до 2,5 для фактора 7 и от -2 до 2,5 для фактора 8 (рис. 4). Точки образуют достаточно плотную группу, исключение составляют три точки – Республика Калмыкия (51), Республика Бурятия (75) и Магаданская область (82). Для Республики Калмыкия значение фактора 8 составляет 3,4, а для Республики Бурятия – 3,9, что указывает на высокий риск гибели детей в условиях сна в городской местности. Для Магаданской области значение фактора 7 составляет 6,5, что связано с высоким риском гибели детей в городских поселениях при прочих условиях.

Как видно из рис. 1-4, наиболее удаленными от среднестатистических значений для отдельных факторов являются Ненецкий АО (4), Псковская область (10), Тюменская область (46), Республика Калмыкия (51), Республика Тыва (66), Республика Бурятия (75), Магаданская область (82), Чукотский АО (84), Сахалинская область (85), для которых характерен высокий уровень риска гибели для отдельных групп населения.

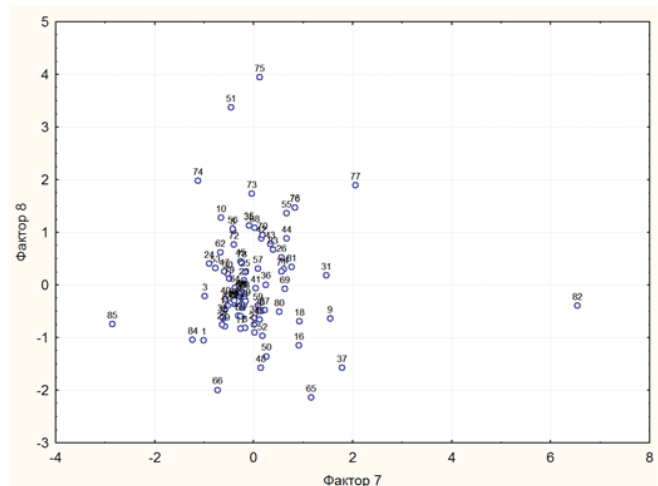


Рис. 4. Распределение точек в факторной плоскости «фактор 7 – фактор 8».

### Заключение

Исследование показывает, что факторный анализ, опирающийся на изучение массива статистических данных, является достаточно информативным методом количественного и качественного социологического изучения. Проведённые исследования позволили свернуть всё разнообразие 48 индивидуальных статистических показателей к 8 главным факторам. Для каждого фактора определены веса, то есть уровень их влияния на массив статистических показателей. Дана качественная интерпретация каждого из факторов по наибольшему вкладу составляющих компонент. В системах координат полученных факторов определены места каждого субъекта Российской Федерации.

Факторный анализ статистического массива данных дает объективную оценку уровням пожарного риска в субъектах Российской Федерации и может быть использован в целях управления риском.

### Литература

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Иванова О.В., Вагнер П. 2009. Оценка рисков гибели людей при пожарах в зависимости от возраста// Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 1. С. 99-103.
2. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Клепко Е. А., Иванова О. В., Лупанов С. А. 2009. Динамика и анализ рисков гибели детей и взрослых при пожарах в СССР за 1946–1990 гг. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 3. С. 72-78.
3. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Клепко Е.А., Иванова О.В., Лупанов С.А. 2009. Динамика и анализ рисков гибели детей и взрослых при пожарах в Российской Федерации за 1991-2008 гг. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 4. С. 21-26.
4. Андреев Ю.А., Андреев А.Ю., Ширинкин П.В., Шубкин Р.Г. 2017. Антропогенные и природные факторы возникновения пожаров, травмирования и гибели людей// Сибирский пожарно-спасательный вестник. № 3 (6). С. 13-21.
5. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А., Попков С.Ю., Соколов С.В. 2009. Анализ обстановки с пожарами в городах и сельской местности субъектов Российской Федерации. //Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 1. С. 92-99.
6. Порошин А.А., Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А. 2018. Изучение факторов, влияющих на формирование обстановки с пожарами в сельских поселениях субъектов Российской Федерации с использованием факторного анализа. //Безопасность техногенных и природных систем. № 1-2. С. 69-85.
7. Харин В.В., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю. 2018. Сравнительная оценка основных показателей обстановки с пожарами в городских и сельских поселениях по видам объектов защиты. //Техносферная безопасность. №4 (21). С. 87-93.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году. 2019. // Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО. 125 с.
9. Бюллетень "Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту на 1 января 2018 года". [электронное издание] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2018/bul\\_dr/chisl-pv18.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/bul_dr/chisl-pv18.rar) [дата посещения: 21.02.2019 г.]
10. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П. 2017. Анализ основных пожарных рисков в странах мира и в России// Пожаровзрывобезопасность. Т. 26. № 2. С. 72-80.