

УДК 614.84

DOI 10.23947/2541-9129-2018-1-2-69-85

**ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА ФОРМИРОВАНИЕ ОБСТАНОВКИ С
ПОЖАРАМИ В СЕЛЬСКИХ
ПОСЕЛЕНИЯХ СУБЪЕКТОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА**

*А. А. Порошин, В. В. Харин,
Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова,
А. А. Кондашов*

Научно-исследовательский институт противопожарной
обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России),
г. Балашиха, Российская Федерация

vvkharin@yandex.rubobrinev2002@mail.ruakond2008@mail.ru

Проведено факторное моделирование с использованием данных по пожарной опасности, функциональному и ресурсному состоянию пожарной охраны и показателей социально-экономического развития сельских поселений субъектов Российской Федерации. Факторный анализ выявил низкий уровень защищенности от пожаров небольших сельских поселений. Показано, что увеличение времени прибытия первого подразделения пожарной охраны к месту пожара повышает риск гибели людей на пожаре, и что с увеличением среднего расстояния до пожарной части возрастает величина пожарного риска. Полученные результаты позволяют разработать мероприятия по снижению рисков пожарной опасности в сельских поселениях Российской Федерации.

Ключевые слова: пожарная безопасность, факторный анализ, сельские поселения, пожарный риск.

Введение. Одним из мероприятий по обеспечению качественного повышения уровня защищенности населения от пожаров в «Основах государственной политики Российской

UDC 621.8

DOI 10.23947/2541-9129-2018-1-2-69-85

**STUDY OF THE FACTORS INFLUENCING
THE FORMATION OF THE SITUATION
WITH FIRES IN RURAL SETTLEMENTS
OF THE RUSSIAN FEDERATION
SUBJECTS USING FACTOR ANALYSIS**

*A. A. Poroshin, V. V. Kharin, E. V. Bobrinev,
E. Yu. Udavtsova, A. A. Kondashov*

Federal State-Financed Establishment
«All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters» (FGBU VNIPO EMERCOM of Russia), Balashikha, Russian Federation

vvkharin@yandex.rubobrinev2002@mail.ruakond2008@mail.ru

The authors have conducted the factor modeling using data on fire danger, on functional and resource status of fire protection and indicators of social and economic development of rural settlements of the Russian Federation subjects. The factor analysis has revealed a low level of protection from fires in small rural settlements. It is also shown that an increase in the arrival time of the first fire-fighting unit to the place of fire increases the mortality risk in a fire, and that with the increase in the average distance to the fire department, the fire risk magnitude is increasing. The obtained results will make it possible to develop measures to reduce fire danger risks in rural settlements of the Russian Federation.

Keywords: fire safety, factor analysis, rural settlements, fire risk

Introduction. The development and implementation of a set of measures to ensure fire safety of settlements, the formation of their life sup-

Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» названа «выработка и осуществление комплекса мер по обеспечению пожарной безопасности населенных пунктов, формирование системы их жизнеобеспечения на основе анализа пожарного риска» [1].

Для достижения таковых результатов необходимо оценить влияние социально-экономических факторов и показателей функционального и ресурсного состояния пожарной охраны на уровень пожарной опасности в населенных пунктах.

С этой целью проведено факторное моделирование с использованием данных по пожарной опасности, по функциональному и ресурсному состоянию пожарной охраны и показателей социально-экономического развития сельских поселений субъектов Российской Федерации за период с 2014 по 2016 гг.

Порядок проведения факторного анализа. Факторный анализ выполняется с целью выявления структурных связей между показателями пожарной опасности, функционального и ресурсного обеспечения подразделений пожарной охраны и показателей социально-экономического развития сельских поселений субъектов Российской Федерации путем выделения небольшого числа латентных факторов, изменение которых объясняет изменение наблюдаемых показателей [2, 3]. Факторный анализ включает три этапа:

- выделение первоначальных факторов;
- вращение выделенных факторов с целью облегчения их интерпретации в терминах исходных переменных;
- содержательная интерпретация новых факторов в предметных терминах, что является творческой задачей исследователя, выходящей за рамки формального метода.

Для выделения факторов использовались несколько методов: главных компонент, центроидный и максимального правдоподобия. Все три метода приводят к близким результатам, согласующимся между собой в пределах

port system based on fire risk analysis was mentioned as one of the measures to ensure a qualitative increase in the level of fire protection of the population in the "Fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of fire safety for the period until 2030" [1].

To achieve such results it is necessary to assess the influence of social and economic factors and indicators of functional and resource condition of fire protection on the level of fire danger in settlements.

For this purpose the factor modeling with the use of data on fire danger, on functional and resource condition of fire protection and indicators of social and economic development of rural settlements of the Russian Federation subjects for the period from 2014 to 2016 has been carried out.

Factor analysis procedure. Factor analysis is performed to identify structural relationships between fire danger indicators, functional and resource support of fire protection units and indicators of socio-economic development of rural settlements of the Russian Federation subjects by highlighting a small number of latent factors, the change of which explains the change in the observed indicators [2, 3]. Factor analysis includes three stages:

- identification of initial factors;
- rotation of the selected factors to facilitate their interpretation in terms of the original variables;
- profound interpretation of new factors in subject terms, which is a creative task of a researcher, going beyond the formal method.

Several methods have been used to identify factors: principal components method, centroidal method and maximum likelihood method. All three methods lead to similar results, consistent

статистических погрешностей. В дальнейшем для проведения факторного анализа был выбран метод главных компонент. Для облегчения предметной интерпретации факторов было проведено их вращение в пространстве переменных. Использовались несколько методов вращения: варимакс (обеспечивает лучшее разделение факторов за счет уменьшения числа переменных, связанных с каждым фактором), кватримакс (имеет тенденцию к выделению генерального фактора и упрощения интерпретации за счет уменьшения числа факторов, связанных с каждой переменной), бикватримакс и эквимакс. Перед вращением выполнена нормализация факторных нагрузок методом Кайзера, чтобы исключить влияние на результат переменных с большой общностью. Анализ полученных результатов показал, что факторные нагрузки не зависят от метода вращения. В дальнейшем вращение осуществлялось методом варимакс.

Для формирования показателей пожарной опасности, функционального и ресурсного состояния пожарной охраны регионов Российской Федерации использовалась статистическая информация, содержащаяся в федеральных банках данных ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ [4]. Показатели социально-экономического развития сельских территорий субъектов сформированы на основе данных, опубликованных Государственным Комитетом РФ по статистике [5]. В таблице 1 приведен список регионов Российской Федерации с указанием порядковых номеров, которые используются для отображения этих регионов на графиках.

Собранные статистические данные представляют собой разнородные (логически несоизмеримые) величины. Для того чтобы привести статистические расчеты к единой базе была проделана процедура преобразования множества натуральных показателей в синтетические, т.е. осуществлена нормировка ряда показателей различными способами. Например, нормирование показателей по численности населения, количеству сельских поселений и т.п. Дальнейшее моделирование проводилось

with each other within statistical errors. At a later stage, the principal components method was chosen for factor analysis. To facilitate substantive interpretation of factors, their rotation in variables context was carried out. We have used several methods of rotation: varimax (provides a better separation of factors by reducing the number of variables associated with each factor), quartimax (has a tendency to single out the main factor and simplify interpretation by reducing the number of factors associated with each variable), biquartimax and equimax. Before rotation, factor loadings were normalized by Kaiser method to exclude the influence of variables with large generality on the result. The analysis of the obtained results has showed that factor loadings do not depend on the rotation method. After that, the rotation has been carried out by varimax method.

The statistical information from the Federal banks of data of FGBU VNIPO of EMERCOM of Russia [4] has been used to form the indicators of fire danger, the functional and resource condition of fire protection of the Russian Federation regions. The indicators of socio-economic development of subjects' rural areas are formed based on the data published by the State Committee of the Russian Federation for Statistics [5]. Table 1 lists the regions of the Russian Federation with their ordinal numbers that are used to display these regions on the charts.

The collected statistics are heterogeneous (logically incommensurable) values. In order to lead the statistical calculations to a single database, a procedure was carried out to convert a set of natural indicators into synthetic ones, i.e. a number of indicators were rated in various ways. For example, rating of indicators according to population, number of rural settlements, etc. Further modelling has been carried out on the basis

на основе полученной матрицы синтетических показателей. Каждому из рассмотренных показателей была присвоена индивидуальная кодировка. Социально-экономические показатели обозначены через переменные X_i , показатели функционального и ресурсного состояния пожарной охраны — через Y_i , показатели пожарной опасности — через Z_i .

of the obtained matrix of synthetic indicators. Each of the considered indicators has gained an individual coding. Socio-economic indicators are indicated through variables X_i , indicators of the functional and resource status of fire protection - through Y_i , fire danger indicators-through Z_i .

Table 1

Таблица 1

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

List of the Russian Federation regions and their corresponding numbers for displaying them on charts

№	Название субъекта <i>Name of the subject</i>	№	Название субъекта <i>Name of the subject</i>
	Северо-Западный ФО <i>Northwest Federal District</i>		Уральский ФО <i>Ural Federal District</i>
1	Республика Карелия <i>The Karelia Republic</i>	42	Курганская область <i>Kurgan Oblast</i>
2	Республика Коми <i>The Komi Republic</i>	43	Свердловская область <i>Sverdlovsk Oblast</i>
3	Архангельская область <i>Arkhangelsk Oblast</i>	44	Тюменская область <i>Tyumen region</i>
4	Ненецкий авт. Округ <i>Nenets Autonomous Okrug</i>	45	Ханты-Мансийский авт. окр. <i>Khanty-Mansi Autonomous Okrug</i>
5	Вологодская область <i>Vologda oblast</i>	46	Ямало-Ненецкий авт. окр. <i>Yamalo-Nenets Autonomous Okrug</i>
6	Ленинградская область <i>Leningrad Oblast</i>	47	Челябинская область <i>Chelyabinsk Oblast</i>
7	Мурманская область <i>Murmansk Oblast</i>		Южный ФО <i>Southern Federal District</i>
8	Новгородская область <i>Novgorod Oblast</i>	48	Республика Адыгея <i>The Adygea Republic</i>
9	Псковская область <i>Pskov Oblast</i>	49	Республика Калмыкия <i>The Kalmykia Republic</i>
10	Калининградская область <i>Kaliningrad Oblast</i>	50	Республика Крым <i>The Republic of Crimea</i>
	Центральный ФО <i>Central Federal District</i>	51	Краснодарский край <i>Krasnodar Krai</i>
11	Белгородская область <i>Belgorod Oblast</i>	52	Астраханская область <i>Astrakhan Oblast</i>
12	Брянская область <i>Bryansk Oblast</i>	53	Волгоградская область <i>Volgograd Oblast</i>
13	Владимирская область <i>Vladimir Oblast</i>	54	Ростовская область <i>Rostov Oblast</i>
14	Воронежская область <i>Voronezh Oblast</i>		Северо-Кавказский ФО <i>North Caucasian Federal District</i>
15	Ивановская область <i>Ivanovo Oblast</i>	55	Республика Дагестан <i>The Dagestan Republic</i>

16	Калужская область <i>Kaluga Oblast</i>	56	Кабардино-Балкарская Республика <i>The Kabardino-Balkar Republic</i>
17	Костромская область <i>Kostroma Oblast</i>	57	Карачаево-Черкесская Республика <i>The Karachay-Cherkess Republic</i>
18	Курская область <i>Kursk Oblast</i>	58	Республика Северная Осетия – Алания <i>The North Ossetia-Alania Republic</i>
19	Липецкая область <i>Lipetsk Oblast</i>	59	Республика Ингушетия <i>The Ingushetia Republic</i>
20	Московская область <i>Moscow Oblast</i>	60	Чеченская Республика <i>The Chechen Republic</i>
21	Орловская область <i>Oryol Oblast</i>	61	Ставропольский край <i>Stavropol Krai</i>
22	Рязанская область <i>Ryazan Oblast</i>		Сибирский ФО <i>Siberian Federal District</i>
23	Смоленская область <i>Smolensk Oblast</i>	62	Республика Бурятия <i>The Buryatia Republic</i>
24	Тамбовская область <i>Tambov Oblast</i>	63	Республика Алтай <i>The Altai Republic</i>
25	Тверская область <i>Tver Oblast</i>	64	Республика Тыва <i>The Tuva Republic</i>
26	Тульская область <i>Tula Oblast</i>	65	Республика Хакасия <i>The Khakassia Republic</i>
27	Ярославская область <i>Yaroslavl Oblast</i>	66	Алтайский край <i>Altai Krai</i>
	Приволжский ФО <i>Volga Federal District</i>	67	Забайкальский край <i>Zabaykalsky Krai</i>
28	Республика Башкортостан <i>The Bashkortostan Republic</i>	68	Красноярский край <i>Krasnoyarsk Krai</i>
29	Республика Марий Эл <i>The Mari El Republic</i>	69	Иркутская область <i>Irkutsk Oblast</i>
30	Республика Мордовия <i>The Mordovia Republic</i>	70	Кемеровская область <i>Kemerovo Oblast</i>
31	Республика Татарстан <i>The Tatarstan Republic</i>	71	Новосибирская область <i>Novosibirsk Oblast</i>
32	Удмуртская Республика <i>The Udmurt Republic</i>	72	Омская область <i>Omsk Oblast</i>
33	Чувашская Республика <i>The Chuvash Republic</i>	73	Томская область <i>Tomsk Oblast</i>
34	Пермский край <i>Perm Oblast</i>		Дальневосточный ФО <i>Far Eastern Federal District</i>
35	Кировская область <i>Kirov Oblast</i>	74	Республика Саха (Якутия) <i>The Sakha Republic (Yakutia)</i>
36	Нижегородская область <i>Nizhny Novgorod Oblast</i>	75	Камчатский край <i>Kamchatka Krai</i>
37	Оренбургская область <i>Orenburg Oblast</i>	76	Приморский край <i>Primorsky Krai</i>
38	Пензенская область <i>Penza Oblast</i>	77	Хабаровский край <i>Khabarovsk Krai</i>
39	Самарская область <i>Samara Oblast</i>	78	Амурская область <i>Amur Oblast</i>
40	Саратовская область <i>Saratov Oblast</i>	79	Магаданская область <i>Magadan Oblast</i>

41	Ульяновская область <i>Ulyanovsk Oblast</i>	80	Еврейская автономная область <i>The Jewish Autonomous Oblast</i>
		81	Чукотский автономный округ <i>Chukotka Autonomous Okrug</i>
		82	Сахалинская область <i>Sakhalin Oblast</i>

В общей сложности для проведения факторного анализа было отобрано 47 показателей для 82 субъектов Российской Федерации:

— количество пожаров в расчете на 10 тыс. человек, ед., произошедших по следующим причинам:

Z_1 — неосторожное обращение с огнем;

Z_2 — нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования;

Z_3 — нарушение правил устройства и эксплуатации печей;

Z_4 — поджог;

Z_5 — другие причины;

— количество погибших на пожарах людей в расчете на 100 тыс. населения, в зависимости от причины возникновения пожара:

Z_6 — неосторожное обращение с огнем;

Z_7 — нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования;

Z_8 — нарушение правил устройства и эксплуатации печей;

Z_9 — поджог;

Z_{10} — другие причины;

— количество травмированных на пожарах людей в расчете на 100 тыс. населения, чел., в зависимости от причины возникновения пожара:

Z_{11} — неосторожное обращение с огнем;

Z_{12} — нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования;

Z_{13} — нарушение правил устройства и эксплуатации печей;

Z_{14} — поджог;

Z_{15} — другие причины;

— прямой ущерб от пожаров на 1 человека, руб., в зависимости от причины возникновения пожара:

Z_{16} — неосторожное обращение с огнем;

Z_{17} — нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования;

Z_{18} — нарушение правил устройства и экс-

In total for factor analysis we have selected 47 indicators for each of 82 subjects of the Russian Federation:

- the number of fires per 10 thousand people, units., occurred for the following reasons:

Z_1 - careless handling of fire;

Z_2 - violation of the rules of installation and operation of electrical equipment;

Z_3 - violation of the rules of installation and operation of furnaces;

Z_4 - arson;

Z_5 - other causes;

- the number of people killed in fires per 100 thousand population, depending on the cause of the fire:

Z_6 - careless handling of fire;

Z_7 - violation of the rules of installation and operation of electrical equipment;

Z_8 - violation of the rules of installation and operation of furnaces;

Z_9 - arson;

Z_{10} - other causes;

— the number of injured in fires people per 100 thousand population, persons, depending on the cause of the fire:

Z_{11} - careless handling of fire;

Z_{12} - violation of the rules of installation and operation of electrical equipment;

Z_{13} - violation of the rules of installation and operation of furnaces;

Z_{14} - arson;

Z_{15} - other causes;

- direct fire damage per 1 person, rub, depending on the cause of the fire:

Z_{16} - careless handling of fire;

Z_{17} - violation of the rules of installation and operation of electrical equipment;

Z_{18} - violation of the rules of installation and

плутации печей;

Z_{19} — поджог;

Z_{20} — другие причины;

— количество уничтоженных в результате пожаров строений в расчете на 10 тыс. человек, ед., в зависимости от причины возникновения пожара;

Z_{21} — неосторожное обращение с огнем;

Z_{22} — нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования;

Z_{23} — нарушение правил устройства и эксплуатации печей;

Z_{24} — поджог;

Z_{25} — другие причины;

Y_1 — среднее расстояние до пожарной части для пожаров с гибелью людей, км;

Y_2 — среднее расстояние до пожарной части для пожаров без гибели людей, км;

Y_3 — среднее время прибытия 1-го подразделения пожарной охраны к месту пожара для пожаров с гибелью людей, мин.;

Y_4 — среднее время прибытия 1-го подразделения пожарной охраны к месту пожара для пожаров без гибели людей, мин.;

Y_5 — среднее количество пожарной техники, задействованной при тушении пожара, ед.

X_1 — средняя численность населения одного сельского поселения, чел.;

X_2 — число общеобразовательных организаций, ед., в расчете на 10 тыс. населения;

X_3 — число обучающихся в общеобразовательных организациях, чел., в расчете на 100 чел. населения;

X_4 — число лечебно-профилактических организаций, ед., в расчете на 10 тыс. населения;

X_5 — число спортивных сооружений, ед., в расчете на 10 тыс. населения;

X_6 — число мест в коллективных средствах размещения, ед., в расчете на 1 тыс. населения;

X_7 — количество магазинов, ед., в расчете на 1 тыс. населения;

X_8 — торговая площадь магазинов, кв. м на 10 человек;

X_9 — количество объектов общественного питания, ед., в расчете на 10 тыс. населения;

operation of furnaces;

Z_{19} - arson;

Z_{20} - other causes;

- the number of buildings destroyed as a result of fires per 10 thousand people, units., depending on the cause of the fire:

Z_{21} - careless handling of fire;

Z_{22} - violation of the rules of installation and operation of electrical equipment;

Z_{23} - violation of the rules of installation and operation of furnaces;

Z_{24} - arson;

Z_{25} - other reasons;

Y_1 - average distance to fire station for fires with fatal accidents, km;

Y_2 - average distance to the fire station for fires without fatal accidents, km;

Y_3 - average time of arrival of the 1st fire-fighting unit to the place of fire for fires with fatal accidents, min.;

Y_4 - average time of arrival of the 1st fire-fighting unit to the fire place for fires without fatal accidents, min.;

Y_5 - average number of firefighters involved in fire extinguishing.

X_1 - average population of one rural settlement, people. ;

X_2 — the number of general educational institutions, units, per 10 thousand population;

X_3 — the number of students in educational institutions, persons per 100 of the population;

X_4 — the number of treatment-and-prophylactic organizations, units, per 10 thousand population;

X_5 - number of sports facilities, units, per 10 thousand population;

X_6 — the number of places in collective accommodation facilities, units, per 1 thousand population;

X_7 — the number of stores, units, per 1 thousand population;

X_8 - shopping floor space, sq. m, for 10 people;

X_9 - the number of food and beverage facili-

X_{10} — количество объектов бытового обслуживания, ед., в расчете на 10 тыс. населения;

X_{11} — доля сельских поселений, обслуживаемых почтовой связью, % от общего числа сельских поселений;

X_{12} — доля телефонизированных сельских поселений, % от общего числа сельских поселений;

X_{13} — инвестиции в основной капитал, тыс. руб. на человека;

X_{14} — ввод жилых домов, кв. м на человека;

X_{15} — общая площадь жилых помещений, кв. м на человека;

X_{16} — доля населения, проживающего в ветхом жилье, %;

X_{17} — одиночное протяжение уличной газовой сети, м на человека;

X_{18} — доля негазифицированных сельских поселений, % от общего числа сельских поселений;

X_{19} — одиночное протяжение уличной водопроводной сети, м на человека;

Результаты факторного анализа. Факторный анализ выявил пять значимых факторов. При этом первый фактор обуславливает 20,5% общей дисперсии, второй — 10,6%, третий — 8,9%, четвертый — 10,1%, пятый — 6,7% общей дисперсии. В сумме пять значимых факторов обуславливают 56,8 % общей дисперсии.

Значения факторных нагрузок для каждой переменной для пяти значимых факторов приведены в таблице 2. Наиболее значимые для каждого фактора переменные, факторные нагрузки для которых имеют абсолютные значения больше 0,7 (выделены в таблице 2 жирным шрифтом).

ties, units, per 10 thousand population;

X_{10} - the number of personal service facilities, units, per 10 thousand population;

X_{11} - share of rural settlements with postal service, % of total rural settlements;

X_{12} - the share of rural settlements with a telephone line, % of total rural population;

X_{13} - investments in fixed assets, thousand rubles per person;

X_{14} - commissioning of residential buildings, sq. m. per person;

X_{15} - total living area, sq. m. per person;

X_{16} - the proportion of the population living in dilapidated housing, %;

X_{17} - single length of the street gas network, m. per person;

X_{18} - share of non-gasified rural settlements, % of total rural population;

X_{19} - single length of the street water supply network, m. per person;

Factor analysis results. The factor analysis has revealed five significant factors. By so, the first factor determines 20.5% of the total variance, the second — 10.6%, the third — 8.9%, the fourth — 10.1%, the fifth — 6.7% of the total variance. In total, five significant factors account for 56.8% of the total variance.

Table 2 shows the factor loadings for each variable for the five significant factors. The most significant variables for each factor are the variables the factor loadings for which have absolute values greater than 0.7 (shown in Table 2 in bold).

Таблица 2

Table 2

Матрица факторных нагрузок

Factor loadings matrix

Переменная Variable	Фактор 1 Factor 1	Фактор 2 Factor 2	Фактор 3 Factor 3	Фактор 4 Factor 4	Фактор 5 Factor 5
Z ₁	0.604	0.318	0.271	0.101	-0.129
Z ₂	0.739	0.050	0.008	0.379	0.074
Z ₃	0.809	0.125	0.139	0.247	-0.051
Z ₄	0.657	-0.001	0.391	-0.093	-0.112
Z ₅	0.310	0.016	0.126	0.754	0.004
Z ₆	0.794	0.259	-0.058	-0.019	0.257
Z ₇	0.578	0.203	-0.009	0.214	0.470
Z ₈	0.318	0.196	-0.013	0.168	0.692
Z ₉	0.512	0.139	0.238	-0.128	-0.266
Z ₁₀	0.202	-0.032	-0.074	0.645	0.381
Z ₁₁	0.186	0.277	0.253	-0.003	0.083
Z ₁₂	0.629	0.036	0.053	0.538	0.062
Z ₁₃	0.490	0.119	0.245	0.590	0.190
Z ₁₄	0.412	0.037	0.408	0.063	-0.318
Z ₁₅	-0.050	0.035	0.060	0.893	0.115
Z ₁₆	0.444	0.108	0.120	0.098	-0.153
Z ₁₇	0.312	0.207	0.155	0.260	-0.217
Z ₁₈	0.521	-0.124	-0.023	0.101	-0.006
Z ₁₉	0.489	-0.017	0.233	-0.074	-0.120
Z ₂₀	0.104	0.042	0.039	0.731	-0.112
Z ₂₁	0.481	0.203	0.142	-0.106	-0.005
Z ₂₂	0.803	-0.154	-0.198	0.163	0.103
Z ₂₃	0.839	-0.096	-0.052	0.155	0.116
Z ₂₄	0.820	-0.161	0.167	-0.088	0.062
Z ₂₅	0.615	-0.261	-0.081	0.322	0.207
Y ₁	-0.020	0.228	0.172	0.103	0.834
Y ₂	0.206	-0.304	0.062	0.085	0.755
Y ₃	0.441	-0.581	-0.015	0.108	0.118
Y ₄	0.311	-0.575	0.025	-0.057	0.190
Y ₅	0.333	0.167	-0.228	0.007	-0.213
X ₁	-0.707	-0.185	0.287	0.037	-0.166
X ₂	0.047	0.665	0.062	0.004	0.580
X ₃	-0.488	0.549	0.361	0.170	0.155
X ₄	0.364	0.558	-0.305	-0.132	0.452
X ₅	0.170	0.529	-0.600	0.004	-0.025
X ₆	0.302	0.124	0.126	0.114	-0.323
X ₇	0.133	0.837	0.124	0.110	0.091
X ₈	0.316	0.538	-0.068	0.313	-0.078
X ₉	0.092	0.564	-0.092	0.535	0.149
X ₁₀	-0.185	0.586	0.051	0.287	-0.074
X ₁₁	0.016	0.513	-0.455	-0.151	0.020
X ₁₂	0.078	0.582	-0.418	-0.025	0.056
X ₁₃	0.001	0.242	0.184	0.606	0.010

X_{14}	0.120	0.056	-0.539	0.419	-0.074
X_{15}	0.533	-0.019	-0.507	0.011	0.041
X_{16}	-0.118	0.386	0.478	0.221	0.090
X_{17}	-0.178	-0.074	-0.852	-0.103	-0.091
X_{18}	0.465	0.425	0.464	0.076	0.209
X_{19}	-0.015	0.041	-0.762	-0.177	-0.062

В первый фактор наибольший вклад вносят переменные, связанные с показателями пожарной опасности (количество пожаров, гибель, уничтоженные строения). Наибольшее значение имеют переменные, связанные с пожарами, произошедшими по причинам неосторожного обращения с огнем, нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования и печей, поджога. Также в этот фактор значительный вклад вносит переменная «средняя численность населения одного сельского поселения», причем факторная нагрузка для данной переменной имеет отрицательное значение, т.е. уровень пожарной опасности больше для небольших сельских поселений. Кроме того, факторная нагрузка для переменной «среднее количество пожарной техники, задействованной при тушении пожара» имеет наибольшее значение именно для первого фактора. Это можно объяснить низкой защищенностью небольших сельских поселений, в которых часто отсутствует необходимая пожарная техника, из-за чего не удастся быстро локализовать возникший пожар, что требует привлечения дополнительной техники и ведет к увеличению потерь от пожара. Кроме того, большой вклад в первый фактор вносят переменная «среднее время прибытия 1-го подразделения пожарной охраны к месту пожара» с положительным знаком и однозначной интерпретацией — увеличение времени прибытия 1-го подразделения пожарной охраны к месту пожара повышает риск гибели людей на пожаре. Следует выделить показатели социально-экономического развития сельских территорий, вносящих наибольший вклад в фактор пожарной опасности — это средняя площадь жилых помещений, приходящаяся на 1 человека; доля негазифицированных сельских поселений и число обучающихся в общеобразовательных

The variables related to the indicators of fire danger (number of fires, deaths, destroyed buildings) make the greatest contribution to the first factor. The most important variables are connected to the fires that occurred due to careless handling of fire, violations of the rules of the installation and operation of electrical equipment and furnaces, arson. In addition, the variable "average population of one rural settlement" makes a significant contribution to this factor, and the factor loading for this variable has a negative value, i.e. the level of fire danger is greater for small rural settlements. In addition, the factor loading for the variable "average number of fire equipment involved in fire extinguishing" is most important for the first factor. This can be explained by the low safety of small rural settlements, which often lack the necessary fire equipment, which makes it impossible to quickly localize the fire, which requires additional equipment and leads to an increase in fire losses. Besides, the variable "average time of arrival of the 1st fire-fighting unit to a fire place" with a positive sign and unambiguous interpretation makes a big contribution to the first factor - increase in time of arrival of the first fire-fighting unit to a fireplace increases the risk of death of people on a fire. It is necessary to allocate indicators of social and economic development of rural territories making the greatest contribution to the factor of fire danger. They are the average area of residential premises per one person; the share of non-gasified rural settlements and the number of students in general educational institutions.

организациях.

Второй фактор можно интерпретировать как характеризующий уровень социального обеспечения (количество и торговая площадь магазинов, количество объектов бытового обслуживания и общественного питания, количество общеобразовательных организаций). Именно поэтому в этот фактор с отрицательным знаком входят переменная «среднее время прибытия 1-го подразделения пожарной охраны к месту пожара». Однако показатели пожарной опасности существенного вклада в данный фактор не вносят.

Третий фактор можно связать с развитием инфраструктуры в сельских поселениях (протяженность уличной газовой и водопроводной сети, уровень газификации, обеспеченность телефонной и почтовой связью). Данные показатели входят во второй фактор с отрицательными весами. Показатели пожарной опасности и функционального и ресурсного состояния пожарной охраны не вносят существенно вклада в данный фактор.

Показатели пожарной опасности, кроме первого фактора, вносят большой вклад в четвертый фактор, причем сюда входят переменные, относящиеся к пожарам, возникшим по разным причинам, но в данный фактор не входят показатели функционального и ресурсного состояния пожарной охраны. Следует выделить показатели социально-экономического развития сельских территорий, вносящих наибольший вклад в этот фактор пожарной опасности — инвестиции в основной капитал; количество объектов общественного питания и ввод жилых домов.

Пятый фактор может быть связан с показателями функционирования пожарной охраны (среднее расстояние от пожарной части до места пожара). Данные показатели ожидаемо коррелируют с величиной индивидуального пожарного риска (количеством погибших на пожарах в расчете на одного человека). Чем больше среднее расстояние до пожарной части, тем выше величина пожарного риска. Из показателей социально-экономического развития

The second factor can be interpreted as characterizing the level of social security (number and shopping floor space, the number of catering and lifestyle facilities, the number of general educational institutions). That is why this factor with a negative sign includes the variable "average time of arrival of first fire-fighting unit to the fire". However, the indicators of fire danger do not make a significant contribution to this factor.

The third factor can be related to the development of infrastructure in rural settlements (the length of the street gas and water supply networks, the level of gasification, telephone and postal services). These figures are included in the second factor with negative values. Indicators of fire danger and functional and resource status of fire protection do not make a significant contribution to this factor.

Fire hazard indicators, in addition to the first factor, make a great contribution to the fourth factor, and this includes the variables related to fires that occurred for various reasons, but this factor does not include indicators of functional and resource status of fire protection. We should highlight the indicators of socio-economic development of rural areas that contribute most to this fire risk factor — investments in fixed capital; number of catering facilities and new housing.

The fifth factor may be related to fire protection performance indicators (the average distance from the fire station to the fire). These indicators are expected to correlate with the amount of individual fire risk (the number of fatalities per person). The greater the average distance to the fire station is, the higher the fire risk is. From the indicators of social and economic development of the rural territories, which make the greatest contribution to this factor, it is possible to allocate

сельских территорий, вносящих наибольший вклад в данный фактор можно выделить только «число общеобразовательных и лечебно-профилактических организаций».

Были рассчитаны значения каждого из пяти факторов для каждого субъекта Российской Федерации и построены графики в проекциях на факторные оси, где в качестве одного из факторов выбирался фактор 1 или 4, каждый из которых характеризует уровень пожарной опасности, а в качестве другого — один из оставшихся трех факторов.

В качестве примера на рис. 1 представлено распределение в проекциях на факторные оси, соответствующие факторам 1 и 5. Для фактора 1 основное множество точек лежит в пределах от $-2,5$ до $2,5$, для фактора 5 — от -1 до 2 . Разбиение плоскости на квадранты по отношению к нулевым осям факторов позволяет установить следующую структуру распределения субъектов Российской Федерации по категориям: высокий уровень пожарной опасности и большое среднее расстояние до пожарной части (квадрант 1), низкий уровень пожарной опасности и большое среднее расстояние до пожарной части (квадрант 2), низкий уровень пожарной опасности и небольшое среднее расстояние до пожарной части (квадрант 3), высокий уровень пожарной опасности и небольшое среднее расстояние до пожарной части (квадрант 4).

Как видно из рис. 1, наиболее высокий уровень пожарной опасности наблюдается в таких субъектах как Новгородская область (порядковый номер 8), Псковская область (9), Тверская область (25), Архангельская область (3), Ленинградская область (6), Калужская область (16), для которых значения фактора 1, характеризующего уровень пожарной опасности, наиболее удалены от среднестатистических значений в положительную сторону. Самый низкий уровень пожарной опасности наблюдается в таких субъектах, как Республика Дагестан (55), Кабардино-Балкарская Республика (56), Карачаево-Черкесская Республика (57), Республика Ингушетия (59), Чеченская

only "the number of the general educational and general health organizations".

The values of each of the five factors for each subject of the Russian Federation were calculated and graphs were constructed in projections on factor axes, where factor 1 or factor 4 was chosen as one of the factors, each of which characterizes the level of fire danger, and one of the remaining three factors as another.

As an example, Fig. 1 shows the distribution in projections on the factor axes corresponding to factors 1 and 5. For factor 1, the main set of points lies within -2.5 to 2.5 , for factor 5 - from -1 to 2 . Partitioning of the plane into quadrants relative to the zero axes of the factors allows us to establish the following structure of the distribution of constituent entities of the Russian Federation on categories: high level of fire danger and a large average distance to the fire station (quadrant 1), low level of fire danger and a large average distance to the fire station (quadrant 2), low level of fire danger and a small average distance to the fire station (quadrant 3) high level of fire danger and a small average distance to the fire station (quadrant 4).

As can be seen from Fig. 1, the highest level of fire danger is observed in such subjects as Novgorod Oblast (number 8), Pskov Oblast (9), Tver Oblast (25), Arkhangelsk Oblast (3), Leningrad Oblast (6), Kaluga Oblast (16), for which the values of factor 1, characterizing the level of fire danger, are the most distant from the average values in the positive direction. The lowest level of fire danger is observed in such subjects as the Republic of Dagestan (55), the Kabardino-Balkarian Republic (56), the Karachay-Cherkess Republic (57), the Republic of Ingushetia (59), the Chechen Republic (60), for which the values

Республика (60), для которых значения фактора 1 наиболее удалены от среднестатистических значений в отрицательную сторону.

Для фактора 5, описывающего среднее расстояние от места пожара до пожарной части, наиболее удалены от средних значений в большую сторону точки, соответствующие Ненецкому АО (4) и Чукотскому АО (81) (рис. 1). Для этих субъектов среднее расстояние до пожарной части существенно выше, чем в среднем по Российской Федерации. В то же время среднее расстояние до пожарной части для Камчатского края (75) существенно меньше среднероссийских показателей, соответствующая точка в факторной плоскости наиболее удалена в сторону отрицательных значений фактора 5.

На рис. 2 представлено распределение в проекциях на факторные оси, соответствующие факторам 4 и 2. Для фактора 4 основное множество точек лежит в пределах от -1 до 2 , для фактора 2 — от -3 до 3 . Разбиение плоскости на квадранты по отношению к нулевым осям факторов позволяет установить следующую структуру распределения регионов по категориям: высокий уровень пожарной опасности и высокий уровень социального обеспечения (квадрант 1), высокий уровень пожарной опасности и низкий уровень социального обеспечения (квадрант 2), низкий уровень пожарной опасности и низкий уровень социального обеспечения (квадрант 3), низкий уровень пожарной опасности и высокий уровень социального обеспечения (квадрант 4).

Как видно из рис. 2, наиболее удаленными от среднестатистических значений для фактора 4, характеризующего уровень пожарной опасности, являются Ханты-Мансийский АО (45), Ямало-Ненецкий АО (46), Ненецкий АО (4), Ленинградская область (6), Московская область (20), Ярославская область (27), для которых характерен высокий уровень пожарной опасности, а также Республика Хакасия (65), которая характеризуется низким уровнем пожарной опасности.

of factor 1 are the most distant from the average values in the negative direction.

For factor 5, which describes the average distance from the place of fire to the fire station, the points corresponding to Nenets Autonomous District (4) and Chukotka Autonomous District (81) are the most distant from the average values (Fig.1). For these subjects, the average distance to the fire station is significantly higher than the average for the Russian Federation. At the same time, the average distance to the fire station for the Kamchatka Krai (75) is significantly less than the average Russian indicators; the corresponding point in the factor plane is most distant in the direction of negative values of factor 5.

Figure 2 presents the distribution of the projections on factorial axes corresponding to the factors 4 and 2. For factor 4, the main set of points lies within -1 to 2 , for factor 2 — from -3 to 3 . The division of the plane into quadrants with respect to zero axes of factors allows us to establish the following structure of the distribution of regions by categories: high level of fire danger and high level of social security (quadrant 1), high level of fire danger and low level of social security (quadrant 2), low level of fire danger and low level of social security (quadrant 3), low level of fire danger and high level of social security (quadrant 4).

As Fig. 2 shows, the most distant from the average values for factor 4, characterizing the level of fire danger are Khanty-Mansiysk AD (45), Yamalo-Nenets AD (46), Nenets AD (4), Leningrad Oblast (6), Moscow Oblast (20), Yaroslavl Oblast (27), which are characterized by a high level of fire danger, as well as the Republic of Khakassia (65), which is characterized by a low level of fire danger.

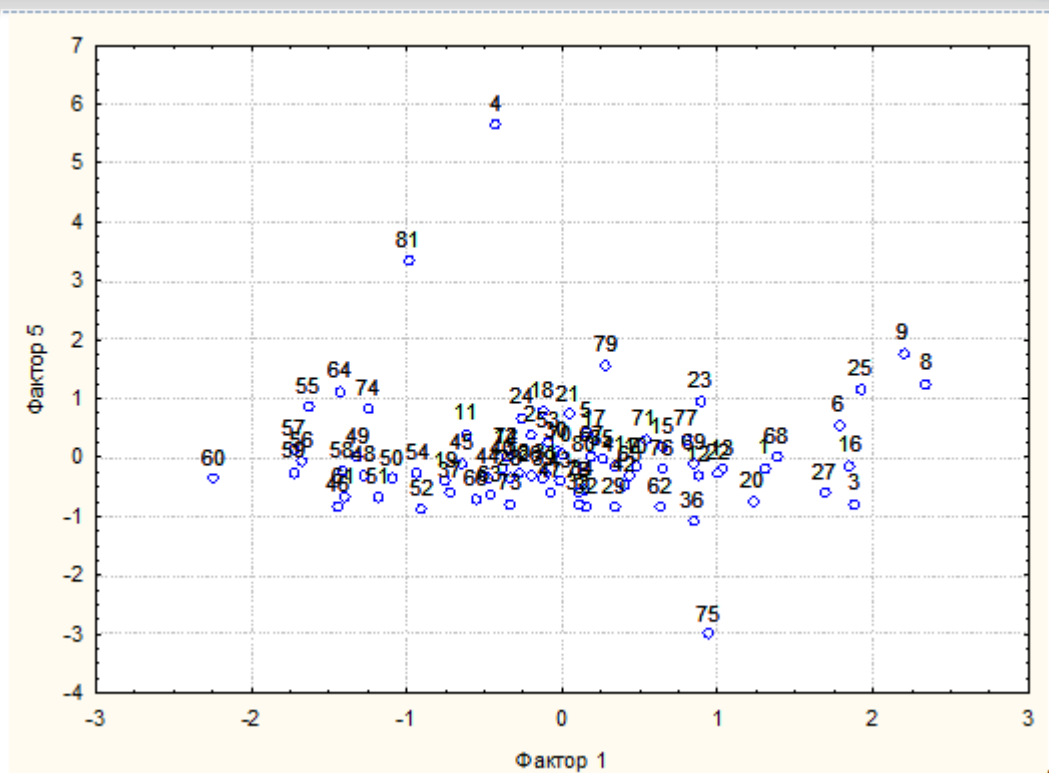


Рис. 1. Распределение точек в факторной плоскости
«фактор 1 — фактор 5».

*Fig. 1. Distribution of points in the factor plane
"factor 1 - factor 5".*

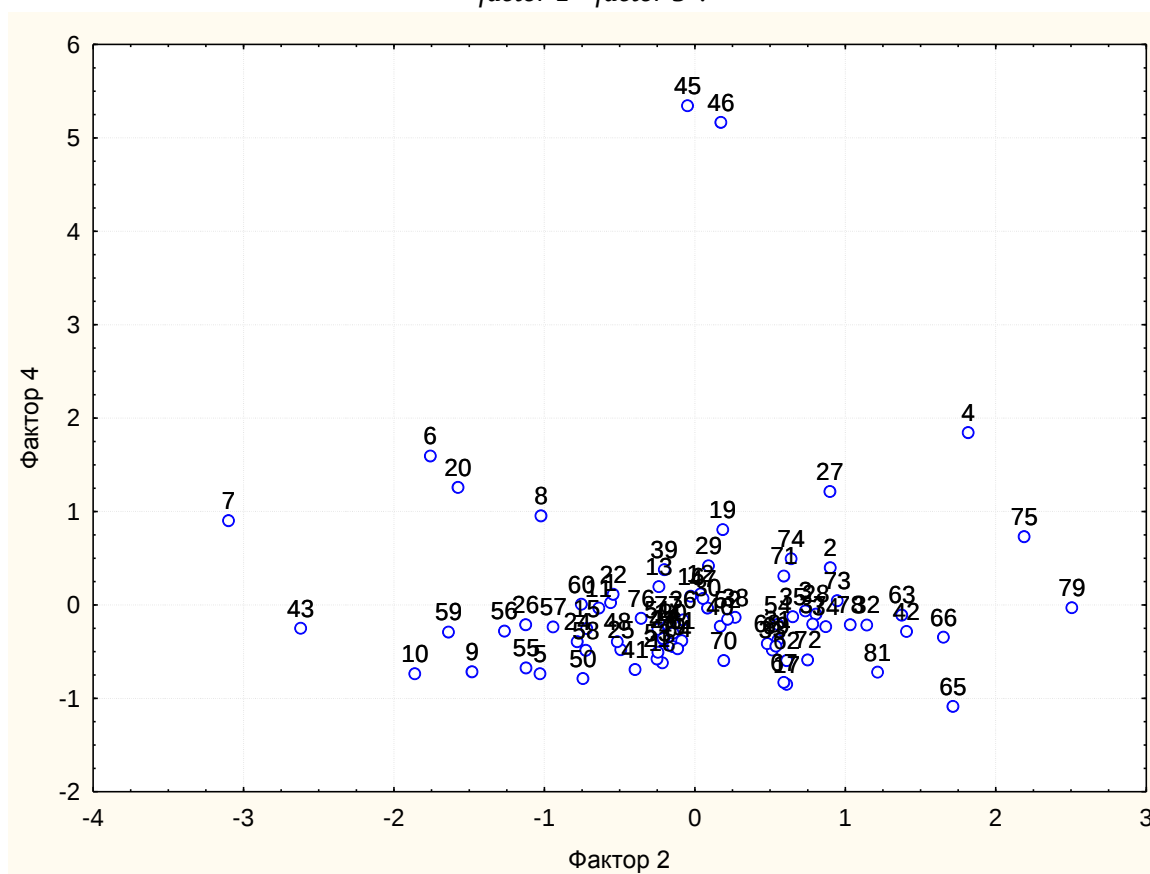


Рис. 2. Распределение точек в факторной плоскости
«фактор 2 — фактор 4»

*Fig. 2. Distribution of points in the factor plane
"factor 2 - factor 4"*

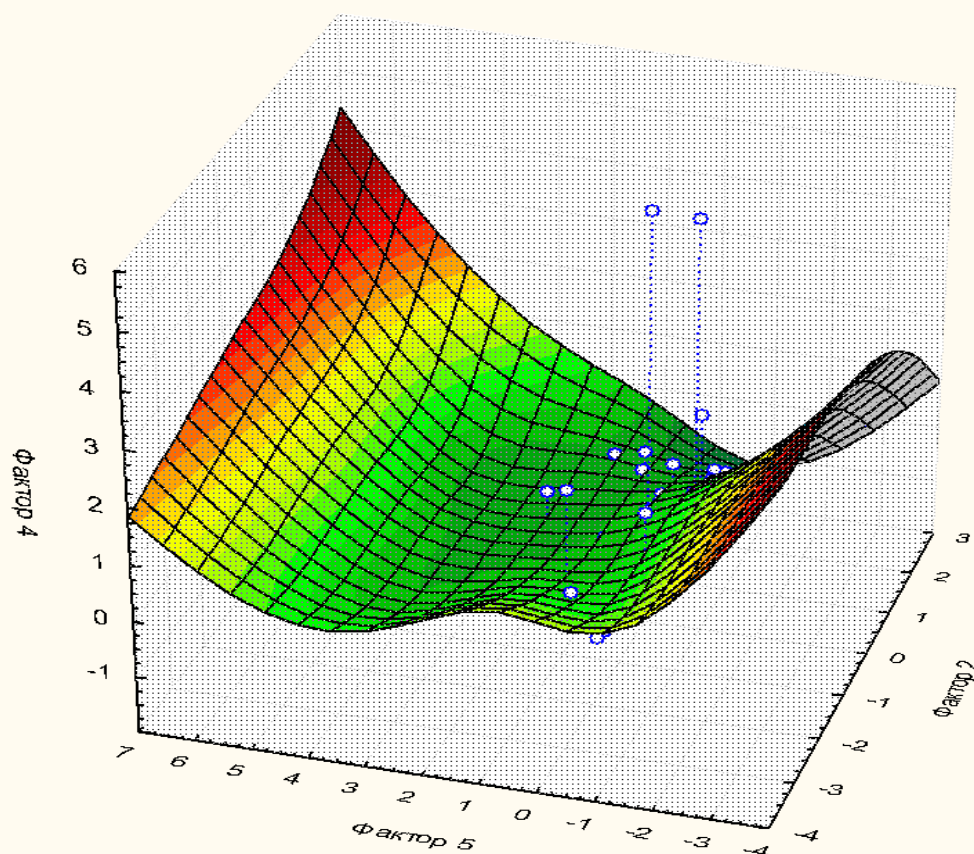


Рис. 3. Распределение точек в факторном пространстве
«фактор 2 — фактор 5 — фактор 4».

Fig. 3. Distribution of points in factor plane
"factor 2 - factor 5 - factor 4".

Пример распределения проекций факторов в трехмерном пространстве представлен на рис. 3. В качестве оси z выбран фактор 4, характеризующий уровень пожарной опасности, в качестве двух других осей выбраны факторы 2 и 5, характеризующие уровень социального обеспечения и показатели функционирования пожарной охраны.

Заключение. В результате факторного анализа показателей пожарной опасности, функционального и ресурсного состояния пожарной охраны и показателей социально-экономического развития сельских поселений субъектов Российской Федерации за период с 2014 по 2016 гг. выявлены факторы, связанные с пожарной опасностью в сельских поселениях. Проведена оценка влияния факторов, порождающих пожарную опасность в сельских поселениях. Полученные результаты позволят разработать мероприятия по снижению рисков пожарной опасности в сельских поселениях Российской Федерации.

An example of the distribution of factor projections in three-dimensional space is presented in Fig. 3. Factor 4 is chosen to be the z-axis, which characterizes the level of fire danger, factors 2 and 5 are chosen as two other axes, which characterize the level of social security and indicators of functioning of fire protection.

Conclusion. The factors connected with fire danger in rural settlements are found in the factor analysis of fire danger indicators, functional and resource condition of fire protection and indicators of social and economic development of rural settlements of the Russian Federation subjects for the period from 2014 to 2016. The influence of factors causing fire danger in rural settlements is estimated. The obtained results will allow developing the measures to reduce fire risk in rural settlements of the Russian Federation.

Библиографический список

1. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года. Указ Президента Российской Федерации от 01.01.2018 г. №2 [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556185311> (дата обращения: 22.03.2018).
2. Балдин, К. В. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков. — Москва : Дашков и К, 2016. — 472 с.
3. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. — Москва : Физматлит, 2012. — 816 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник / под общей редакцией Д. М. Гордиенко. — Москва : ВНИИПО, 2017. — 124 с.
5. Сельские территории Российской Федерации [Электронный ресурс] / Сайт Федеральной службы государственной статистики. — Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/regional_statistics// (дата обращения: 02.03.2018).

Поступила в редакцию 05.02.2018
Сдана в редакцию 06.02.2018
Запланирована в номер 20.04.2018

References

1. Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoy politiki Rossiyskoy Federatsii v oblasti pozharnoy bezopasnosti na period do 2030 goda. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 01.01.2018 No. 2. Elektronny fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii. [On the passage of The Principles of state policy of the Russian Federation in the field of fire safety for the period until 2030. Decree of the President of the Russian Federation dated 01.01.2018 No. 2. Electronic Fund of legal and normative-technical documentation.] Available at: <http://docs.cntd.ru/document/556185311> (in Russian).
2. Baldin, K.V., Bashlykov, V.N. Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika. [The theory of probability and mathematical statistics.] Moscow: Dashkov and K, 2016, 472 p. (in Russian).
3. Kobzar, A.I. Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhinerov i nauchnykh rabotnikov. [Applied mathematical statistics. For engineers and scientists.] Moscow: Fizmatlit, 2012, 816 p. (in Russian).
4. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2016 godu. Statisticheskiy sbornik pod obshchey redaktsiye Gordienko, D.M. [Fires and fire safety in 2016. Statistical collection under the general editorship of Gordienko, D.M.] Moscow: VNIPO, 2017, 124 p. (in Russian).
5. Sel'skie territorii Rossiyskoy Federatsii. Sayt Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki. [Rural areas of the Russian Federation. Website of the Federal State Statistics Service.] Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/regional_statistics// (in Russian).

Received 05.02.2018
Submitted 06.02.2018
Scheduled in the issue 20.04.2018

Порошин Александр Алексеевич,
начальник научно-исследовательского центра
организационно-управленческих проблем по-
жарной безопасности, Федеральное государ-
ственное бюджетное учреждение «Всерос-
сийский ордена «Знак Почета» научно-
исследовательский институт противопожар-
ной обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России),
(РФ, Московская область, г. Балашиха, мкр.
ВНИИПО, д. 12), доктор технических наук,
vniipo_1_3@mail.ru

Харин Владимир Владимирович,
начальник отдела ресурсов пожарной охраны
и психологических исследований, Федеральное
государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-
исследовательский институт противопожар-
ной обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России),
(РФ, Московская область, г. Балашиха, мкр.
ВНИИПО, д. 12),
vvkharin@yandex.ru

Бобринёв Евгений Васильевич,
старший научный сотрудник, Федеральное
государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-
исследовательский институт противопожар-
ной обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России),
(РФ, Московская область, г. Балашиха, мкр.
ВНИИПО, д. 12), кандидат биологических наук,
bobrinev2002@mail.ru

Удавцова Елена Юрьевна,
старший научный сотрудник отдела ресурсов
пожарной охраны и психологических исследо-
ваний, Федеральное государственное бюд-
жетное учреждение «Всероссийский ордена
«Знак Почета» научно-исследовательский ин-
ститут противопожарной обороны» (ФГБУ
ВНИИПО МЧС России), (РФ, Московская об-
ласть, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12),
кандидат технических наук
otdel_1_3@mail.ru

Кондашов Андрей Александрович,
ведущий научный сотрудник отдела ресурсов
пожарной охраны и психологических исследо-
ваний, Федеральное государственное бюд-
жетное учреждение «Всероссийский ордена
«Знак Почета» научно-исследовательский ин-
ститут противопожарной обороны» (ФГБУ
ВНИИПО МЧС России), (РФ, Московская об-
ласть, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), кан-
дидат физико-математических наук
akond2008@mail.ru

Poroshin Aleksandr Alekseevich,
Head of the Research Center of organizational
and managerial issues in fire safety.
Senior research scientist, Federal State-Financed
Establishment «All-Russian Research Institute for
Fire Protection of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination
of Consequences of Natural Disasters» (FGBU
VNIPO EMERCOM of Russia), Balashikha,
Russian Federation
vniipo_1_3@mail.ru

Kharin Vladimir Vladimirovich,
chief of the fire department and psychological
research resources Federal State-Financed Es-
tablishment «All-Russian Research Institute for
Fire Protection of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination
of Consequences of Natural Disasters» (FGBU
VNIPO EMERCOM of Russia), Balashikha,
Russian Federation
vvkharin@yandex.ru

Bobrinev Evgeniy Vasilevich,
senior research scientist, Federal State-Financed
Establishment «All-Russian Research Institute for
Fire Protection of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination
of Consequences of Natural Disasters» (FGBU
VNIPO EMERCOM of Russia), Balashikha,
Russian Federation, PhD,
akond2008@mail.ru

Udavtsova Elena Yurevna,
senior research scientist the department of fire
safety and psychological research resources,
Federal State-Financed Establishment «All-
Russian Research Institute for Fire Protection of
Ministry of Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of
Natural Disasters» (FGBU VNIPO EMERCOM
of Russia), Balashikha, Russian Federation, PhD
otdel_1_3@mail.ru

Kondashov Andrey Aleksandrovich,
leading research scientist, department of fire
safety and psychological research resources
Federal State-Financed Establishment «All-
Russian Research Institute for Fire Protection of
Ministry of Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of
Natural Disasters» (FGBU VNIPO EMERCOM
of Russia), Balashikha, Russian Federation,
akond2008@mail.ru