

**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ГИБЕЛИ ЛЮДЕЙ
В ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****ANALYSIS OF VARIANCE OF DEATH OF PEOPLE
IN FEDERAL DISTRICTS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

*Кайбичев И.А., доктор физико-математических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,
Кайбичева Е.И., кандидат экономических наук,
Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург*

*Kaibichev I.A.,
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg,
Kaibicheva E.I.
Ural State University of Economics, Yekaterinburg*

Выполнен дисперсионный анализ гибели людей при пожарах в федеральных округах России по данным 2001-2016 годов. С вероятностью 95 % доказано, что средние числа по федеральным округам погибших при пожарах различны, различие обусловлено фактором географического положения. Средние числа погибших при пожарах по годам также различны, различие обусловлено фактором времени. Установленные факты могут быть полезны при математическом моделировании обстановки с гибелью людей при пожарах в федеральных округах России.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, количество пожаров, федеральные округа Российской Федерации.

Performed variance analysis of fatalities in fires in the Federal districts of Russia according 2001-2016 years. With a probability of 95 % it is proved that the average number of deaths in fires in the Federal districts are different, the difference is due to geographical location. The average number of deaths from fires also varies from year to year, due to the time factor. The established facts can be useful in mathematical modeling of the situation with the death of people in fires in the Federal districts of Russia.

Keywords: analysis of variance, number of fires, Federal districts of the Russian Federation.

В дисперсионном анализе производят поиск зависимостей в данных с помощью исследования различий в средних значениях [1]. В нашем случае мы исследуем влияние факторов времени и географического положения на число погибших при пожарах в федеральных округах Российской Федерации. Фактор времени (обозначим буквой А) будем учитывать путем задания номера года. Фактор географического положения (обозначим буквой В) будет ранговой пере-

менной (зададим порядковым номером). Для расчетов используем статические данные 2001-2016 годов [2-14]. Количество федеральных округов в разные периоды было различным. Поэтому расчеты выполним отдельно для периода 2001-2005 годов (Таб. 1) и 2006-2016 годов (Таб. 2).

Далее рассчитываем средние значения по федеральным округам (столбец V_j), по годам (строка A_i), общее среднее (в нашем случае 2642). Выдвигаем гипотезу

тезы. $H_0(A)$ средние по федеральным округам равны, $H_1(A)$ средние по федеральным округам различны; $H_0(B)$ средние по годам равны, $H_1(B)$ средние по годам различны.

Дисперсионный анализ основан на расчете общей суммы квадрата отклонений значений от общего среднего (Q) и разбивки его на составляющие, обусловленные влиянием факторов A (Q_A) и B (Q_B), а также ошибки (Q_e).

Таблица 1
Данные по гибели людей в федеральных округах РФ в 2001-2005 годах

№	Округ	2001	2002	2003	2004	2005	V_j
1	Северо-Западный	1941	2728	2599	2429	2380	2415
2	Центральный	4343	5420	5029	4839	4610	4848
3	Приволжский	3357	4306	4134	4093	3961	3970
4	Южный	1576	1816	1751	1675	1740	1712
5	Уральский	1381	1695	1614	1596	1565	1570
6	Сибирский	2658	2696	2941	2991	2926	2842
7	Дальневосточный	969	1249	1149	1149	1149	1133
	A_i	2318	2844	2745	2682	2619	2642

Последнюю компоненту нельзя объяснить влиянием факторов A и B . Считают, что она обусловлена влиянием посторонних случайных причин, которые невозможно учесть. Потому

$$Q = Q_A + Q_B + Q_e. \quad (1)$$

В нашем случае $Q = 56854807$, $Q_A = 1111422$, $Q_B = 55072103$, $Q_e = 671282$.

Число значений фактора A равно 5, количество значений b для фактора B равно 7. Число степеней свободы для фактора A $v_A = a - 1 = 4$, для фактора B $v_B = b - 1 = 6$, ошибки $v_e = (a - 1) * (b - 1) = 24$.

Определим дисперсии:

$$MS_A = Q_A / v_A = 277855.5, MS_B = Q_B / v_B = 9178683.8,$$

$$MS_e = Q_e / v_e = 27970.08. \quad (2)$$

Вычислим F – статистику:

$$F_A = MS_A / MS_e = 9.934025, F_B = MS_B / MS_e = 328.16076. \quad (3)$$

Задаем уровень значимости $\beta = 0.05$. Критические значения F – статистики равны

$$F_k(\beta, v_A, v_e) = 2.776289, F_k(\beta, v_B, v_e) = 2.5081888. \quad (4)$$

В рассмотренном случае выполняются неравенства $F_A > F_k(\beta, v_A, v_e)$, $F_B > F_k(\beta, v_B, v_e)$. Поэтому с вероятностью

0.95 нужно принять гипотезы $H_1(A)$, $H_1(B)$. Это означает, что средние значения чисел пожаров по федеральным округам различны. Различие обусловлено влиянием фактора географического положения. Коэффициент детерминации $R^2_B = Q_B / Q = 0,9686 = 96,86\%$ (5) свидетельствует, что географический фактор объясняет 96,86 % различий.

Средние значения чисел пожаров по годам различны. Различие обусловлено влиянием фактора времени. Коэффициент детерминации

$$R^2_A = Q_A / Q = 0,0195 = 1,95\% \quad (6)$$

показывает, что фактор времени объясняет 1,96 % различий.

С 2006 года появились данные по Северо-Кавказскому федеральному округу (Таб. 2). В этой ситуации $Q = 88303426$, $Q_A = 9807887.8$, $Q_B = 74774318.1$, $Q_e = 3721221$.

Число значений a фактора A равно 11, для фактора B $b = 8$. Число степеней свободы для фактора A $v_A = a - 1 = 10$, для фактора B $v_B = b - 1 = 7$, ошибки $v_e = (a - 1) * (b - 1) = 70$.

$$\text{Находим дисперсии } MS_A = Q_A / v_A = 980788.78, MS_B = Q_B / v_B = 10682045.4, MS_e = Q_e / v_e = 53160.29.$$

Задаем уровень значимости $\beta = 0.05$. Критические значения F – статистики равны $F_k(\beta, v_A, v_e) = 1.9688749$, $F_k(\beta, v_B, v_e) = 2.14347804$.

Выполняются неравенства $F_A > F_k(\beta, v_A, v_e)$, $F_B > F_k(\beta, v_B, v_e)$. Поэтому с

вероятностью 0.95 нужно принять гипотезы $H_1(A)$, $H_1(B)$.

Это означает, что средние значения количества погибших по федеральным округам различны. Различие обусловлено влиянием фактора географического положения.

Таблица 2
Данные по гибели людей в федеральных округах РФ в 2006-2016 годах

№	Округа	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	V_j
1	Северо-Западный	2174	1955	1838	1664	1528	1358	1331	1188	1064	978	930	1455
2	Центральный	4339	4005	3670	3307	3061	2701	2644	2435	2392	2245	2102	2991
3	Приволжский	3726	3562	3429	3228	3000	2850	2746	2562	2406	2131	1961	2873
4	Южный	1320	1311	1281	1133	1032	1000	975	819	936	790	826	1038
5	Уральский	1498	1422	1356	1325	1292	1199	1091	1014	961	911	902	1179
6	Сибирский	2647	2395	2311	2097	2079	1942	1998	1757	1700	1568	1391	1990
7	Дальневосточный	1119	1045	1006	887	795	702	623	615	580	493	468	758
8	Северо-Кавказский	346	317	320	254	235	213	195	177	168	156	144	230
	A_i	2146	2002	1901	1737	1628	1496	1450	1321	1276	1159	1091	1564

Коэффициент детерминации $R^2_B = Q_B / Q = 0,8468 = 84,68\%$ (7) свидетельствует, что географический фактор объясняет 84,68 % различий.

Средние значения количества погибших по годам различны. Различие обусловлено влиянием фактора времени.

Коэффициент детерминации $R^2_A = Q_A / Q = 0,1111 = 11,11\%$ (8) показывает, что фактор времени объясняет 11,11 % различий.

Выводы

С вероятностью 95% установлено, что средние числа пожаров по федераль-

ным округам России различны. Различие вызвано влиянием фактора географического положения. С вероятностью 95 % справедлива гипотеза о различии средних значений количества погибших по годам. Различие обусловлено фактором времени. Основной вклад в различие дает географическое положение.

Полученные результаты могут оказаться полезными при разработке математических моделей, объясняющих численность погибших при пожарах в федеральных округах России.

Литература

1. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. – М.: Наука, 1980. – 512 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2005 году. Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2006. 139 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2006 году: Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2007. 137 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2007 году. Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2008. 137 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2008 году. Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2009. 137 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году. Статистический сборник / под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2010. 135 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году. Статистический сборник / под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2011. 140 с.

8. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году. Статистический сборник / под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2012. 137 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году. Статистический сборник / под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2013. 137 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году. Статистический сборник / под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2014. 137 с.
11. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году. Статистический сборник / под общей редакцией А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2015. 124 с.
12. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году. Статистический сборник / под общей редакцией А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.
13. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году. Статистический сборник / под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2017. 124 с.

References

1. Sheffe G. Dispersionnyj analiz. – М.: Nauka, 1980. – 512 s.
2. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2005 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej N.P. Kopylova. М.: VNIPO, 2006. 139 s.
3. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2006 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej N.P. Kopylova. М.: VNIPO, 2007. 137 s.
4. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2007 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej N.P. Kopylova. М.: VNIPO, 2008. 137 s.
5. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2008 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej N.P. Kopylova. М.: VNIPO, 2009. 137 s.
6. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2009 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej N.P. Kopylova. М.: VNIPO, 2010. 135 s.
7. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2010 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej V.I. Klimkina. М.: VNIPO, 2011. 140 s.
8. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2011 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej V.I. Klimkina. М.: VNIPO, 2012. 137 s.
9. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2012 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej V.I. Klimkina. М.: VNIPO, 2013. 137 s.
10. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2013 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej V.I. Klimkina. М.: VNIPO, 2014. 137 s.
11. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2014 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej A.V. Matyushina. М.: VNIPO, 2015. 124 s.
12. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2015 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej A.V. Matyushina. М.: VNIPO, 2016. 124 s.
13. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2016 godu. Statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej D.M. Gordienko. М.: VNIPO, 2017. 124 s.