
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СТАТИСТИКИ ПОЖАРОВ ЗА 2003–2016 гг.

М.С. Крюкова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приведены некоторые результаты анализа пожарной обстановки в России. Проанализированы показатели динамики количества пожаров за период с 2003 по 2016 гг. Построена математическая модель, позволяющая получить прогнозные оценки количества пожаров и числа погибших на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: показатели динамики, трендовая модель, прогнозирование, статистические данные

STATISTICAL ANALYSIS OF THE FIRES' DYNAMICS OF 2003–2016

M.S. Kryukova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article contains the outcomes of a statistical study on the fire situation in Russia. The authors have analysed the dynamics of the number of fires for the period from 2003 to 2016. The authors have also developed a mathematical model which allows to forecast the number of fires and casualties in the immediate future.

Keywords: dynamics' indicators, trend model, forecasting, statistics

За период с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2016 г. в Российской Федерации произошло 139,7 тыс. пожаров (табл. 1), во время которых погибло 8 760 человек, получили травмы 9 909 человек, материальный ущерб составил 14,3 млрд руб.

В городах Российской Федерации зарегистрировано за 2016 г. – 82,6 тыс. пожаров, погибших – 4 322 человека, материальный ущерб причинен в размере – 7,03 млрд руб. На города пришлось 59,2 % от общего количества пожаров, 49,4 % числа погибших и 52,4 % материального ущерба [1, 2].

Основными причинами пожаров в Российской Федерации остаются: нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования (27,9 % от общего числа пожаров), неосторожное обращение с огнем (29,3 %), нарушение правил устройства и эксплуатации печей и теплоустановок (15,6 %), поджоги (11,1 %).

Динамика изменений количества пожаров, возникших вследствие неосторожного обращения с огнем, совпадает с динамикой общего числа пожаров, произошедших за 2003–2016 гг., такой же вывод в целом относится и к числу пожаров, причиной которых явилось нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств, печей и теплоустановок [3].

Таблица 1. Показатели динамики количества пожаров Российской Федерации за период с 2003 по 2016 гг.

| Год | Количество пожаров, тыс. ед. | Абсолютный прирост, тыс. ед. | Коэффициент роста | Темп прироста, % | Абсолютное значение 1 % прироста |
|------|------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------|----------------------------------|
| 2003 | 239,29 | – | – | – | – |
| 2004 | 231,49 | -7,80 | 0,97 | -3,26 | 2,39 |
| 2005 | 226,95 | -4,53 | 0,98 | -1,96 | 2,31 |
| 2006 | 218,57 | -8,38 | 0,96 | -3,69 | 2,27 |
| 2007 | 211,16 | -7,41 | 0,97 | -3,39 | 2,19 |
| 2008 | 200,39 | -10,78 | 0,95 | -5,10 | 2,11 |
| 2009 | 187,49 | -12,90 | 0,94 | -6,44 | 2,00 |
| 2010 | 179,10 | -8,39 | 0,96 | -4,48 | 1,87 |
| 2011 | 168,53 | -10,57 | 0,94 | -5,90 | 1,79 |
| 2012 | 162,98 | -5,55 | 0,97 | -3,30 | 1,69 |
| 2013 | 153,21 | -9,77 | 0,94 | -5,99 | 1,63 |
| 2014 | 153,00 | -0,21 | 1,00 | -0,13 | 1,53 |
| 2015 | 146,21 | -6,79 | 0,96 | -4,44 | 1,53 |
| 2016 | 139,70 | -6,51 | 0,96 | -4,45 | 1,46 |

Отрицательные показатели динамики подтверждают устойчивую тенденцию снижения количества пожаров в Российской Федерации за весь исследуемый период. Так, в 2009 г. количество пожаров сократилось на 6,44 %, в 2016 г. – на 4,45 %, менее заметное снижение наблюдалось в 2005 г. (1,96 %) и в 2014 г. (0,13 %). Общее число пожаров с 2003 по 2016 г. в среднем ежегодно сокращалось на 4 %.

Увеличение количества пожаров в 2016 г. отмечается на территории Южного (1,1 %), Уральского (0,2 %) и Северо-Кавказского (0,1 %) федеральных округов (рис. 1). При этом число погибших при пожарах уменьшилось во всех федеральных округах, кроме Южного, где этот показатель увеличился на 4,6 % по сравнению с 2015 г.

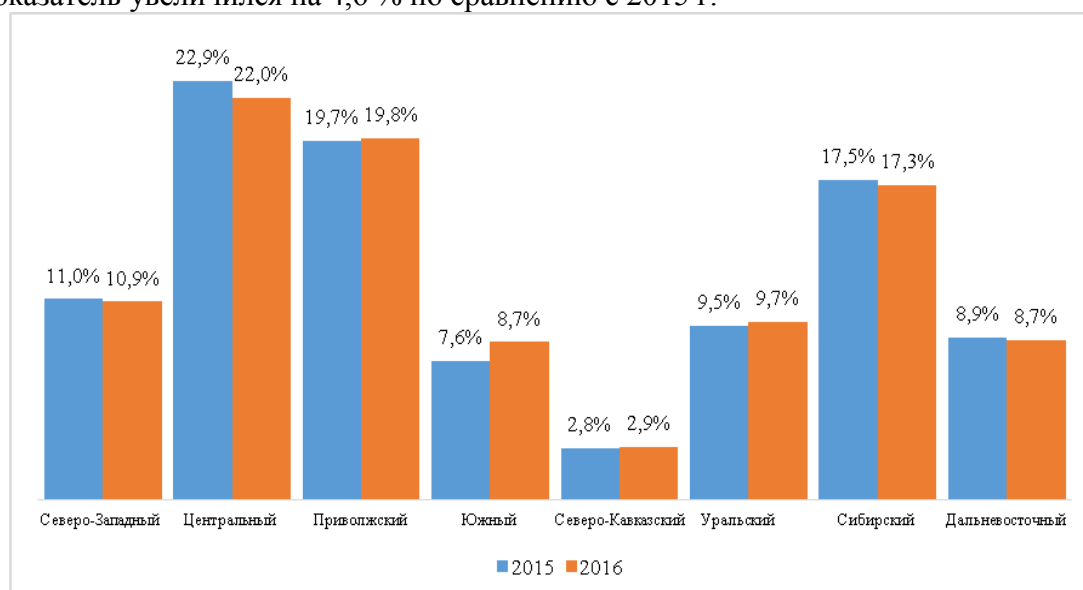


Рис. 1. Динамика количества пожаров по федеральным округам Российской Федерации

Основными виновниками пожаров являются работники рабочих специальностей (13,3 % от общего числа пожаров), пенсионеры (9,7 %) и лица без определенного рода занятий (6,2 %).

В Российской Федерации от пожаров число погибших ежегодно в среднем сокращается на 5,9 %, число травмированных на 2,7 % (рис. 2). Наибольшая динамика снижения гибели людей приходится на 2013 г. (9,2 %), числа травмированных – на 2016 г. (9,7 %). В городах доля травмированных людей в 2016 г. при пожарах в два раза выше, чем в сельской местности. Напротив, доля погибших людей в городской местности ниже, чем в сельской.

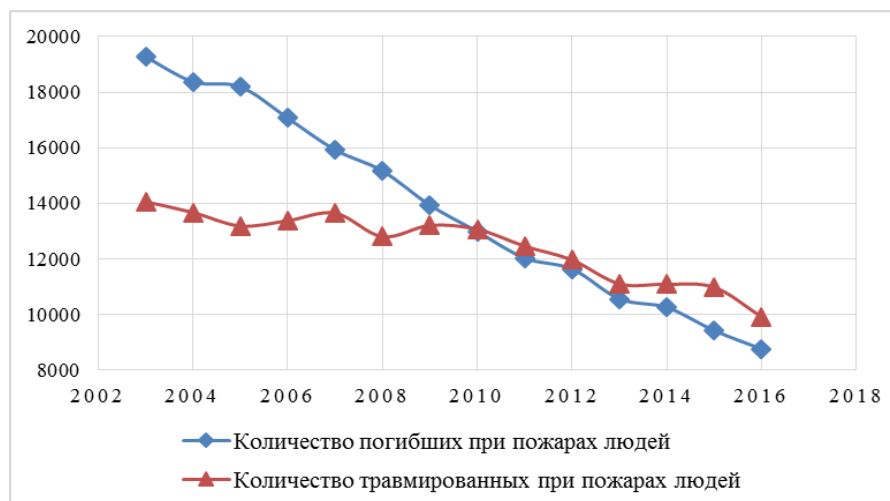


Рис. 2. Количество погибших и травмированных при пожарах людей

Риску гибели от пожара подвержены: трудоспособное население, не имеющее определенного рода занятий в возрасте до 60 лет (18,9 % от общего числа погибших), пенсионеры старше 60 лет (21,8 %).

Основными причинами гибели людей остаются неосторожное обращение с огнем и нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования. За 2016 г. погибло от неосторожного обращения с огнем 5 106 человек (58,4 % от общего количества погибших), в том числе детей – 68 человек, из-за нарушений правил эксплуатации электрооборудования – 1 908 человек (21,8 %) (рис. 3).

С 2003 по 2016 гг. сократилось число погибших из-за несвоевременной эвакуации из здания людей, находящихся в состоянии алкогольного (наркотического) опьянения с 125 129 до 3 589 человек, в состоянии сна с 2 026 до 1 653 человека [2, 4]. Гибели людей способствуют также болезнь, преклонный возраст, инвалидность, оставление малолетних детей без присмотра [5].



Рис. 3. Основные причины гибели людей при пожарах в 2016 г.

Проанализированные данные свидетельствуют о хорошем развитии системы принятия превентивных мер по снижению риска возникновения пожаров на основе совершенствования надзорной деятельности, проведения профилактических мероприятий, поддержания на должном уровне современной технической оснащенности и готовности пожарно-спасательных сил [6].

Для обоснованного выбора и принятия решения при исследовании динамики количества пожаров и числа погибших важную роль играет прогнозирование как способ выявления возможных альтернатив развития в перспективе [7, 8]. Вовремя полученный и достоверный прогноз дает возможность избегать тех или иных ситуаций, которые могут негативно повлиять на общее состояние обстановки с пожарами в Российской Федерации или смягчать их отрицательные воздействия. Системный подход к изучаемой проблеме с использованием математического моделирования позволяет найти решение поставленной задачи [9, 10].

В табл. 2 представлены параметры трендовых моделей [11], характеризующие зависимость количества пожаров от времени методом аналитического выравнивания.

Таблица 2. Параметры основных видов трендов

| Уравнение тренда | Коэффициент детерминации, R^2 | F -критерий Фишера | Средняя ошибка аппроксимации |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------|
| $y = -8,13t + 248,01$ | 0,9869 | 906,00 | 1,97 |
| $y = 0,14t^2 - 10,21t + 253,53$ | 0,9906 | 578,15 | 1,61 |
| $y = 162,95 + \frac{103,55}{t}$ | 0,5772 | 16,38 | 10,62 |
| $y = 273,63t^{-0,22}$ | 0,8208 | 54,97 | 5,72 |
| $y = 255,76e^{-0,04t}$ | 0,9896 | 1145,17 | 1,56 |
| $y = 262,09 - 41,73 \ln t$ | 0,8896 | 96,74 | 4,89 |

Количество пожаров за 14 лет по линейному тренду ежегодно в среднем снижалось на 8,13 тыс. ед., оценка среднего уровня данного показателя на 2002 г. составила 248,01 тыс. ед.

По экспоненциальному тренду количество пожаров в 2002 г. составило 255,76 тыс. ед., среднегодовой коэффициент убыли данного показателя (-0,04) соответствует рассчитанным в табл. 1 коэффициентам роста.

Количество пожаров в России (2003–2016 гг.) наилучшим образом аппроксимируется полиномом второй степени, об этом свидетельствует рассчитанный коэффициент детерминации ($R^2 = 0,9906$) и средняя ошибка аппроксимации ($\bar{A} = 1,61$). На рис. 4 изображены фактические значения уровней временного ряда и расчетные значения, полученные на основе построенной трендовой модели.

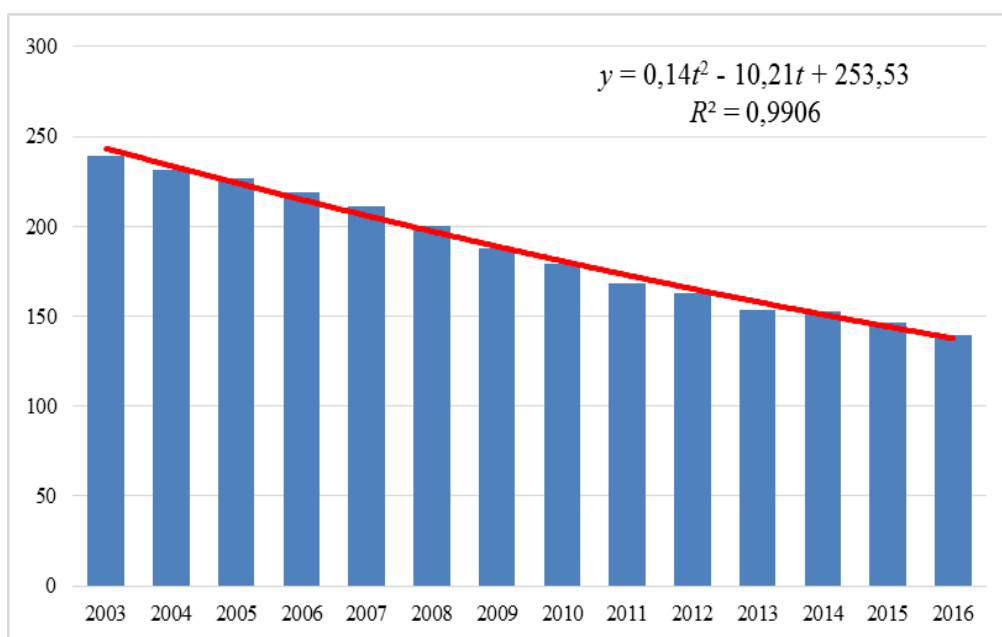


Рис. 4. Динамика количества пожаров в 2003–2016 гг.

В частности, для нахождения точечного прогноза числа погибших построено статистически значимое уравнение регрессии, описывающее зависимость числа погибших y_t от количества пожаров x_t и фактора времени:

$$y_t = 1788,11 + 74,07x_t - 241,64t \cdot R^2 = 0,9983.$$

В условиях существования неизменной тенденции при увеличении количества пожаров на 1 тыс. единиц число погибших в среднем возрастет на 74 человека.

Анализ тенденции количества пожаров и числа погибших в Российской Федерации за период с 2003 по 2016 гг. позволяет получить прогнозные оценки данного показателя на 2017–2018 гг. Точечный прогноз и доверительные интервалы, в рамках которых возможно изменение числа пожаров, приведены в табл. 3.

Таблица 3. Прогноз количества пожаров в Российской Федерации на 2017–2018 гг.

| Год | Количество пожаров, тыс. ед. | Доверительный интервал | |
|------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | минимальное значение прогноза | максимальное значение прогноза |
| 2017 | 131,53 | 123,58 | 139,49 |
| 2018 | 125,61 | 131,53 | 133,57 |

С вероятностью равной 0,95 можно ожидать число пожаров в Российской Федерации в 2017 г. от 123,58 до 139,49 тыс. ед., что вполне соотносится с предварительными данными за 2017 г. (132,4 тыс. ед.) [12].

В табл. 4 представлен точечный прогноз числа погибших с учетом прогноза числа пожаров в 2017–2018 гг.

Таблица 4. Прогноз числа погибших при пожарах на 2017–2018 гг.

| Год | Число погибших при пожарах, чел. | Доверительный интервал | |
|------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | минимальное значение прогноза | максимальное значение прогноза |
| 2017 | 7 906 | 7 667 | 8 144 |
| 2018 | 7 225 | 6 937 | 7 514 |

Сравнение точечной оценки прогноза числа погибших при пожарах на 2017 г. (7 906 чел.) с реальным значением (7 782 чел.) [12] показывает, что относительная погрешность составляет менее 2 %, что подтверждает достаточную применимость предложенного подхода к построению трендовой модели, обеспечивающей высокое качество аппроксимации данных.

Литература

1. МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 19.04.2018).
2. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: стат. сб. / под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2017. 124 с.
3. Матюшин А.В., Тоан Нго Куанг. Общая характеристика пожарной обстановки во Вьетнаме в 2007–2014 гг. // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2015. Вып. № 6 (64). URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения: 19.04.2018).
4. Пожары и пожарная безопасность в 2007 году: стат. сб. / под общ. ред. Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2008. 137 с.
5. Сметанкина Г.И., Дашко С.А. Проблематика обеспечения пожарной безопасности в жилом секторе // Новая наука: Проблемы и перспективы: Междунар. науч. период. изд. по итогам Междунар. науч.-практ. конф.: в 2-х ч. Стерлитамак: АМИ, 2016. Ч. 1. С. 31–33.
6. Анализ пожарной обстановки в России в 2006–2015 гг. / А.А. Порошин [и др.] // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2017. Вып. № 2 (72). URL: <http://academygps.ru/ttb> (дата обращения: 19.04.2018).
7. Крюкова М.С., Тарасова О.Ю., Фоминых А.А. Исследование динамики погибших при пожарах с помощью рядов Фурье // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 4 (16). С. 41–46.
8. Крюкова М.С., Кирпичникова А.А. Автоматизация процесса прогнозирования числа погибших при пожарах с помощью рядов Фурье // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 4 (24). С. 9–12.
9. Сажин Ю.В., Катень А.В., Сарайкин Ю.В. Анализ временных рядов и прогнозирование: учеб. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. 192 с.
10. Калинина Е.С. Возможности метода группового учета аргументов в задачах прогнозирования безопасности химических производств // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 4 (20). С. 33–38.
11. Статистика: учеб. / И.И. Елисеева [и др.]; под ред. И.И. Елисеевой. М.: Проспект, 2010.
12. Электронная энциклопедия пожарного дела. URL: <http://wiki-fire.org> (дата обращения: 04.04.2018).