

*Д.С. Анциферов*  
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: info@academygps.ru)

## **АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПОТОКА ВЫЗОВОВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Проведены исследования закономерностей потоков вызовов пожарных подразделений Кемеровской области.*

*Ключевые слова: статистика, пожарные подразделения, поток вызовов.*

### *D.S. Antsiferov* **ANALYSIS OF THE LAWS OF THE FIRE CALLS FLOW OF FIRE SERVICE KEMEROVO REGION**

*Researches of laws of fire calls flow of Kemerovo region was held.*

*Key words: statistics, fire units, flow of calls.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 1 октября 2013 г.

Объектом исследований является территориальный гарнизон пожарной охраны Кемеровской области, предметом исследований – статистические закономерности процесса его функционирования.

Научная новизна исследований заключается в том, что разработан алгоритм, позволяющий систематизировать исследование параметров оперативной пожарной обстановки и их динамики на территории области, определены значения основных пожарных рисков для различных категорий населённых пунктов.

Оперативной пожарной обстановкой в городе является состояние динамического взаимодействия пожарно-спасательной службы города с комплексом тех элементов городской среды, которые характеризуют её опасность [1]. Одним из основных параметров, характеризующих оперативную обстановку и объём работы оперативных подразделений в каком-либо населённом пункте, является интенсивность потока вызовов *пожарных подразделений (ПП)*.

Поток вызовов ПП является случайным, так как невозможно предсказать момент поступления очередного вызова, а также моменты поступления всех последующих за ним вызовов.

Анализ процесса поступления вызовов на ЕДДС города по диспетчерским журналам и базам данных АСУ позволил выработать гипотезу о свойствах потоков:

1) ординарность вызовов. Математически это свойство записывается так:  $P_{\geq 1}(\Delta t) = o(\Delta t)$ , то есть вероятность того, что за время  $\Delta t$  поступит более одного вызова, есть бесконечно малая величина высшего порядка малости относительно  $\Delta t$  и ею можно пренебречь;

2) отсутствие последействия. Число вызовов в данном промежутке времени не зависит от того, сколько вызовов поступило в предыдущие промежутки времени;

3) стационарность потоков. Вероятностные характеристики процесса поступления вызовов не зависят от времени.

Из свойств потоков выводится распределение вероятностей того или иного числа вызовов пожарных подразделений за любой промежуток времени  $t$ , которое описывается законом Пуассона:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{K!} e^{-\lambda t},$$

где  $P_k(t)$  – вероятность того, что за время  $t$  поступит  $k$  вызовов пожарных подразделений;

$\lambda$  – среднее число вызовов пожарных подразделений в единицу времени (плотность или интенсивность пуассоновского потока случайных событий);

$k = 0, 1, 2, 3, \dots$

Для анализа потока вызовов ПП Кемеровской области, в качестве примера, проверим наличие закономерностей в потоке вызовов ПП областного центра, города Кемерово. Для этого был взят реальный поток вызовов (выездов) ПП в городе за 3 месяца 2013 г. За этот период пожарные подразделения выезжали 115 раз на тушение пожаров и ликвидацию ЧС, при плотности потока вызовов  $\lambda = 1,278$  вызова/сутки.

Для выявления закономерностей сопоставим эмпирическое распределение числа вызовов ПП в час с теоретическим распределением (табл. 1).

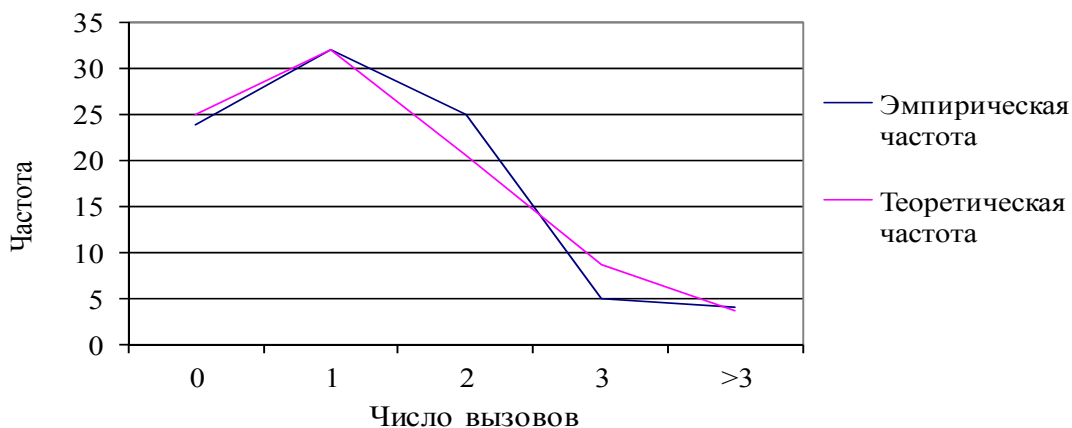
Таблица 1

**Эмпирическое и теоретическое распределения числа вызовов пожарных подразделений в городе в сутки**

Число $k$ вызовов за время $\tau = 1$ сутки	Распределение			
	эмпирическое		теоретическое	
	Частота $m_k$	Вероятность $\omega_k(\tau)$	Частота $f_k$	Вероятность $P_k(\tau)$
0	24	0,267	25,1	0,278369
1	32	0,355	32,0	0,355755
2	25	0,278	20,5	0,227328
3	5	0,056	8,7	0,096842
Более 3-х	4	0,044	3,7	0,041706
Сумма	90	1,000	90,0	1,000000

Непосредственное сопоставление эмпирического и теоретического распределений позволяет сделать предварительный вывод о достаточно хорошем их согласовании. Об этом же говорит графическое изображение этих распределений (рис. 1).

Чтобы определить являются ли имеющиеся расхождения между эмпирическими и теоретическим распределениями случайными или они закономерны, обратимся к статистическим критериям. Для этого используем критерий В.И. Романовского [1]. Для данного случая критерий Романовского  $R = 0,647 < 3$ .



**Рис. 1.** Сравнение эмпирического и теоретического распределений числа вызовов в единицу времени (1 час)

Таким образом, есть все основания считать, что потоки вызовов ППС в городе Кемерово достаточно хорошо описываются законом Пуассона.

Анализируя характер распределения числа вызовов по времени (по месяцам года, дням недели, часам суток) и в пространстве (по районам города), можно обнаружить общие вероятностно-статистические закономерности, использование которых позволяет достаточно точно оценивать ожидаемое количество вызовов пожарных подразделений и тенденции его изменений на различных временных интервалах и территориальных единицах для решения задач управления ПП и оценки их возможностей.

При анализе распределения плотности потока вызовов по территории населенных пунктов Кемеровской области можно отметить, что наиболее тяжелая обстановка сложилась в г. Кемерово и г. Новокузнецк. Меньше всего вызовов наблюдается в населенных пунктах, составляющих Ижморский и Яйский районы.

Важнейшими параметрами оперативной пожарной обстановки в городе являются число одновременных вызовов пожарных подразделений и число одновременных пожаров, которые могут возникнуть в городе.

На различных временных интервалах, а особенно при совпадении пиковых периодов, число одновременных вызовов может увеличиваться в несколько раз. Так, в среднем, в Кемеровской области одновременно обслуживаются 3-4 вызова, на которых занято примерно 13-14 оперативных отделений, но на некоторых временных интервалах (для наиболее напряженного месяца, дня недели, часа суток), число одновременных вызовов может увеличиваться до 6-7, на которых уже будет занято до 39-40 оперативных отделений, а это составляет более 20 % всех сил и средств ППС Кемеровской области, находящихся на боевом дежурстве.

### Литература

1. **Брушлинский Н.Н., Соколов С.В.** Математические методы и модели управления в ППС и РСЧС: учебник. М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. 172 с.