

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

**А.В. Абаев,**  
преподаватель кафедры  
управления  
и надзора в системе  
обеспечения  
пожарной безопасности  
ФГОУ ВПО ВСИ МВД  
России

*В данной статье представлен алгоритм прогнозирования временных характеристик пожаротушения, осуществляемый на основе имитационного моделирования. Представлена блок-схема этапов алгоритма. Рассмотрены временные характеристики, влияющие на процесс развития пожара.*

*In given article the algorithm of forecasting of time characteristics of the fire extinguishing, carried out is submitted on the basis of imitating modelling. The block diagram of stages of algorithm is submitted. The time characteristics influencing development of a fire are considered\*.*

Под потоком вызовов пожарных подразделений понимается последовательность сообщений о пожарах, загораниях, авариях, поступающих в какие-то случайные моменты времени в Единую диспетчерскую службу (ЕДС) города. Процесс поступления вызовов подразделений в ЕДС любого города протекает неравномерно и носит вероятностный характер. Очевидно, что число вызовов, поступающих в единицу времени, является дискретной случайной величиной, не зависящей от протяженности интервала времени.

Основной временной характеристикой процесса пожаротушения является время занятости пожарных подразделений. Под временем занятости пожарных подразделений понимается промежуток времени от момента выезда пожарных подразделений из депо по вызовам до момента их постановки в боевой расчет, т.е. до момента их готовности к следующему выезду. Этот промежуток времени является суммой нескольких продолжительных промежутков времени<sup>1</sup>:

- времени следования;
- времени разведки и боевого развертывания;
- времени локализации пожара;
- времени ликвидации пожара;
- времени разборки конструкций и проливки;

---

\* Abayev A.V. Imitating modelling of time characteristics of fire extinguishing.

– времени постановки в боевой расчет.

Все указанные временные характеристики процесса пожаротушения являются непрерывными случайными величинами и могут быть описаны соответствующими функциями распределения.

Пожар характеризуется различными параметрами объективных и субъективных условий, которые обуславливают уровень его сложности. Уровень сложности пожара предполагает привлечение определенного количества сил и средств ГПС и регламентируется соответствующими организационными документами.

Сложность пожара и время его обслуживания пожарными подразделениями являются интеркоррелированными величинами. Однако при обосновании необходимого количества сил и средств противопожарной службы не учитывается такая временная характеристика, как «время развития пожара до сообщения в ЕДС» (далее время до сообщения). Исследования показывают, что в подавляющем большинстве происходящих пожаров эта величина оказывает существенное влияние на сложность пожара и, следовательно, на время занятости подразделений ГПС его обслуживанием. При составлении оперативно-служебной документации будет уместным использование усредненных значений времени до сообщения на основе результатов статистических исследований. В ситуациях реально развивающегося пожара такие расчеты неприемлемы. В работах по теории вероятности справедливо отмечается, что адекватность построенной модели напрямую зависит от достоверности исходных данных, которая в свою очередь зависит от длины выборки<sup>2</sup>. Таким образом, достоверность данных, полученных в результате эксперимента, будет зависеть от количества испытаний. Рассмотрим временные характеристики процесса возникновения и тушения пожаров более детально с целью обоснования их применения при проведении эксперимента<sup>3</sup>.

Время до сообщения определяется опытным путем по формуле:

$$\tau_{д.с.} = \tau_{приб.} - \tau_{с.} - \tau_{разв.}, \quad (1)$$

здесь:  $\tau_{приб.}$  – время прибытия первого подразделения на место пожара;

$\tau_{с.}$  – время поступления сообщения на пункт связи пожарной охраны;

$\tau_{разв.}$  – время развития пожара определяемое по правилу:

$$\tau_{разв.} = \sqrt{\frac{S_n}{V_{лин.}^2}}, \quad (2)$$

где:  $S_n$  – площадь пожара на момент прибытия первого пожарного подразделения;

$V_{лин.}^2$  – линейная скорость развития пожара для соответствующего объекта пожаротушения<sup>4</sup>.

Время следования определяется двумя способами. Первый посредством прямого вычисления по классической формуле, где указывается приближенное расстояние по географической карте и средняя скорость движения пожарного автомобиля. Другой предполагает опытное определение на основе статистического исследования этой величины и последующего имитационного моделирования.

Время разведки определяется опытным путем по формуле:

$$\tau_{\text{разв.}} = \tau_{1 \text{ ств.}} - \tau_{\text{приб.}}, \quad (3)$$

где:  $\tau_{1 \text{ ств.}}$  – время ввода первого ствола.

Время боевого развертывания принимается в соответствии с нормативными документами.

Остальные временные характеристики не являются определяющими при оценке и прогнозировании параметров развития пожара, поэтому в математическую модель задачи не включены.

Порядок определения соответствующей временной характеристики будет осуществляться на основе следующего алгоритма.

1. При заступлении на дежурство диспетчером ЕДС проводится имитационное моделирование на основе распределения числа пожаров по диапазонам исследуемой временной характеристики для всех подразделений ГПС гарнизона по данным статистических исследований. Длительность моделирования зависит от характера оперативной обстановки с пожарами для рассматриваемого объекта исследования.

2. По результатам моделирования для текущего пожара и пожарной части, в районе обслуживания которой произошел пожар, определяется значение временной характеристики.

3. Пункты 1 и 2 последовательно повторяются для определения других временных характеристик.

4. Определяется суммарное время свободного развития пожара для прямого вычисления площади пожара на момент ввода первого ствола.

Блок-схема основных этапов алгоритмической схемы приведена на рис. 1, где МНК – метод наименьших квадратов.

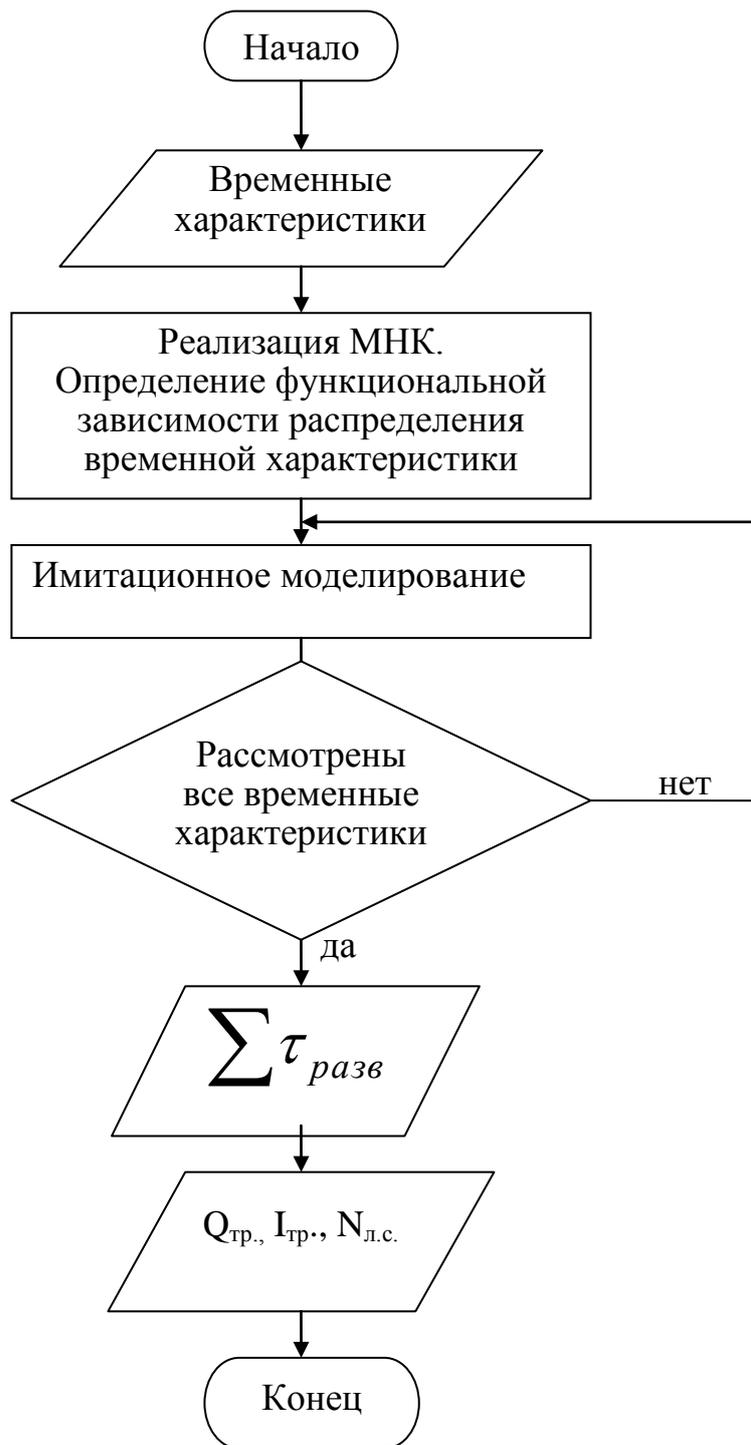


Рис. 1. Блок-схема основных этапов алгоритма

Практический интерес представляет также прогнозирование развития пожара после ввода первого ствола на пожаротушение. Традиционный подход основывается на определении времени следования другого привлекаемого по порядку подразделения ГПС, последующего вычисления площади пожара на момент его прибытия и сравнения требуемой интенсивности расхода воды с фактической. Однако расстояние от привлекаемого подразделения до объекта пожаротушения в районе обслуживания  $i$ -й ПЧ является случайной величиной (СВ), которая распределяется на основе равномерного закона, имитируемого в соответствии с правилом:

$$x = a + (b - a) * r, \quad a < x < b, \quad (4)$$

где:  $a$  и  $b$  – границы интервала, в пределах которого осуществляется распределение СВ;

$x$  – значение СВ с функцией распределения;

$r$  – значение псевдослучайной величины, распределенной равномерно.

Тогда алгоритм моделирования оценки и прогнозирования параметров пожара после ввода 1-го ствола будет дополнен следующим образом.

5. Имитируется расстояние привлекаемого подразделения ГПС.

6. Определяется время следования  $\tau_{сл.}$ , площадь пожара и фактическая интенсивность расхода огнетушащих веществ на пожаротушение  $I_{ф.}$ .

7. В случае невыполнения условия  $I_{тр.} \leq I_{ф.}$  пункты 5 – 7 повторяются, в противном случае моделирование прекращается.

На основе суммарного времени развития пожара определяем площадь пожара на момент ввода 2-го и последующих стволов для тушения.

Результатом имитационного моделирования будет информация, по которой могут быть построены достоверные прогнозы, снижен риск непредвиденных ситуаций, осуществляться оперативное управление силами и средствами ГПС на пожаре.

## ПРИМЕЧАНИЯ

<sup>1</sup> См.: Кимстач И.Ф., Девлишев П.П., Евтюшкин Н.М. Пожарная тактика. М.: Стройиздат, 1984. С. 13-17, 22-32, 144-151, 236-250; Повзик Я.С. Справочник руководителя тушения пожара. М.: Спецтехника, 2000; Тербнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. Екатеринбург: Академия ГПС МЧС РФ, 2007. С. 194.

<sup>2</sup> См.: Алехин Е.М., Брушлинский Н.Н., Коломиец Ю.И. и др. Проверка адекватности математических моделей процесса функционирования аварийно-спасательных служб // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1997. Вып. 10. С. 47-54; Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. М.: Финансы и статистика, 1983. 471 с.; Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы: учебник. М.: МИПБ МВД России, 1998. 255 с.

<sup>3</sup> См.: Тербнев В.В. Указ. соч. С. 194.

<sup>4</sup> Там же.