

*С.Н. Захаревская*  
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: orli90@rambler.ru)

## **АЛГОРИТМ СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПОЖАРЕ**

*Предлагается алгоритм составления плана тушения пожара на основе метода минимального элемента ресурса пожарных подразделений и его графического 3D-представления, описывающего ведение оперативно-тактических действий.*

*Ключевые слова: алгоритм, матрица, метод, план, тушение пожара.*

*S.N. Zakharevskaya*

## **THE ALGORITHM FOR DESIGNING OF FIREFIGHTING PLAN AS AN ELEMENT OF THE DECISION MAKING SUPPORT SYSTEM MANAGEMENT DECISIONS ON FIRE**

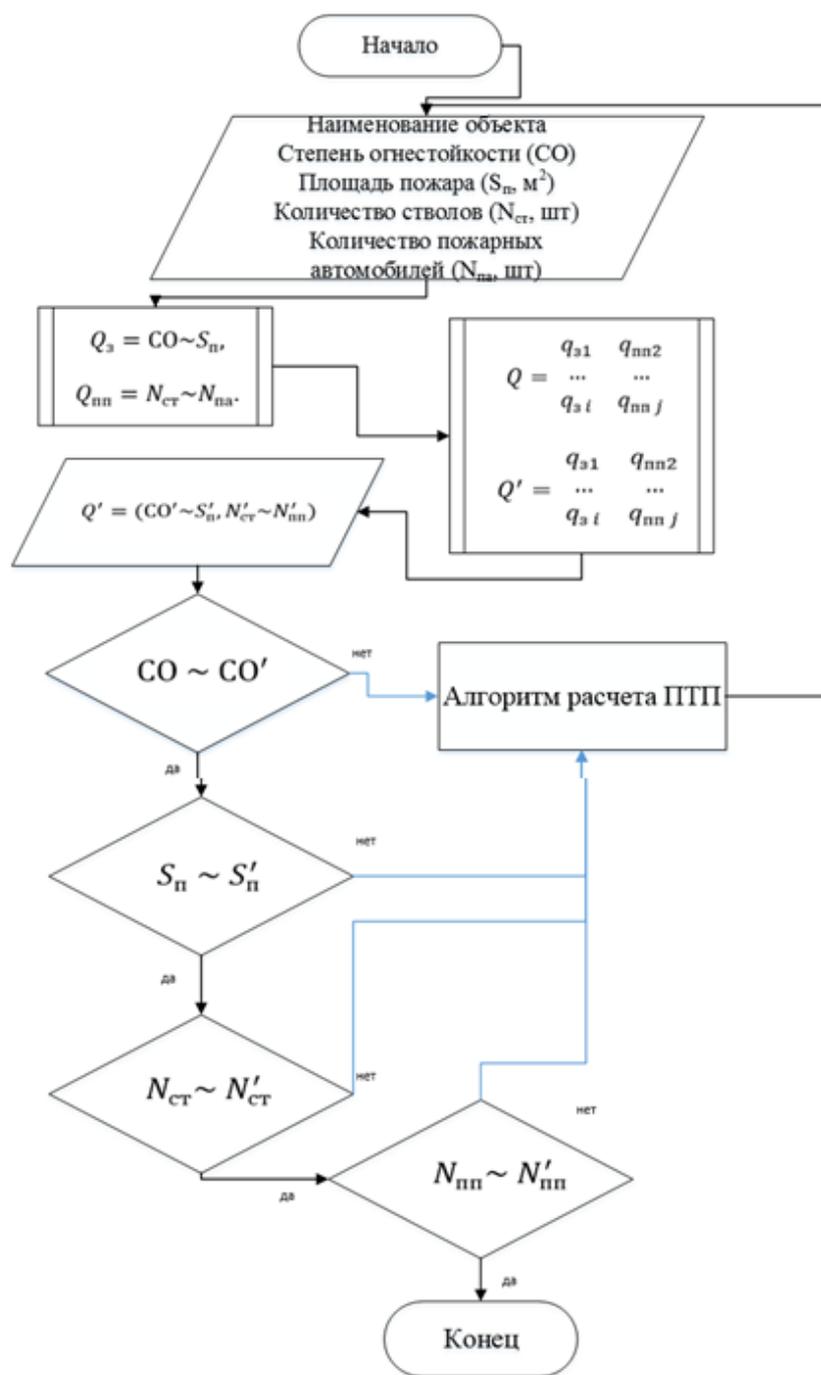
*The algorithm for designing of firefighting plan based on the method of minimum element of resource of fire departments and its 3D graphical representation describing the conduct of operational-tactical actions is offered.*

*Key words: algorithm, matrix, method, plan, fire extinguishing.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 9 июня 2015 г.

Для построения целостной картины управления пожарными подразделениями на пожаре необходимо систематизировать задачи, поставленные старшим должностным лицом, и выполненные действия. Качественное составление **планов тушения пожара (ПТП)** – сложная и трудоёмкая работа.

Среди оперативных должностных лиц, занимающихся разработкой документов предварительного планирования (планов и карточек тушения пожаров), начальники караулов составляют более 45 % планов. При этом, среднегодовые показатели гибели и травмирования начальников караулов очень высоки. По травмированию – третье место, гибели – второе. Необходимо учесть, что оперативно-тактические действия даже на одном и том же объекте протекают по-разному и зависят от большого количества факторов, среди которых: места возникновения горения, качества и количества ресурсов, других внешних и внутренних факторов. Невозможно точно спрогнозировать параметры развития и тушения пожара, но определить наиболее возможное место возникновения пожара, спрогнозировать вероятный порядок ведения оперативно-тактических действий и обосновать решающее направление помогает опорный план, реализуемый с использованием системы поддержки принятия управленческих решений старшего должностного оперативного лица пожарной охраны [1]. Элементом этой системы является **алгоритм составления плана тушения пожара**, блок-схема которого представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Блок-схема алгоритма составления плана тушения пожара по методу минимального элемента ресурса пожарных подразделений

Влияющими параметрами на итоговые значения расчёта является три параметра из семнадцати, приведённых в многомерном анализе [2], на основе которых здания были классифицированы по *степени огнестойкости (CO)* и площади пожара ( $S_{п}, м^2$ ), а действия по тушению на этих объектах по количеству стволов ( $N_{ст}$ ) и количеству пожарных автомобилей ( $N_{па}$ ): площадь пожара (уничтоженная и поврежденная); количество пожарной техники, задействованной на пожаре; количество пожарных стволов, поданных на тушение пожара и защиту.

Далее для формализации и нахождения возможного места пожара рассматриваются соотношения "степень огнестойкости – площадь пожара":

$$Q_3 = CO \sim S_{\Pi}$$

и "количество стволов – количество пожарных автомобилей":

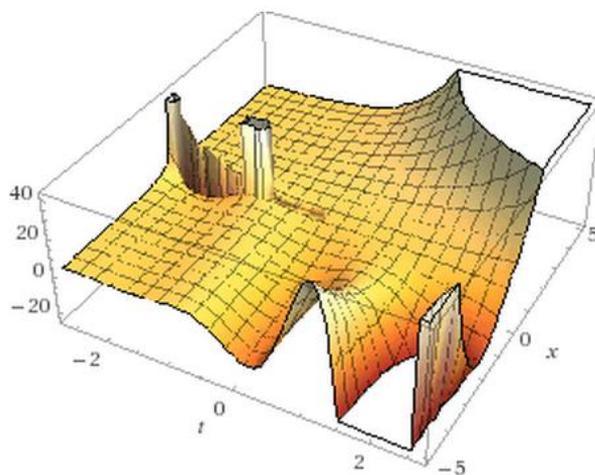
$$Q_{\text{пп}} = N_{\text{ст}} \sim N_{\text{па}},$$

значения которых объединяются в матрицу ресурса пожарных подразделений.

Для её решения выбираем метод минимального элемента ресурса пожарных подразделений, который наиболее оптимален в случае, когда из всех невычеркнутых клеток матрицы ведения оперативно-тактических действий при тушении пожаров вычеркивается клетка с минимальным значением. Конечная матрица преобразовывается обратно и снова классифицируется так же, как и исходные данные на соотношения "степень огнестойкости – площадь пожара" и "количество стволов – количество пожарных автомобилей".

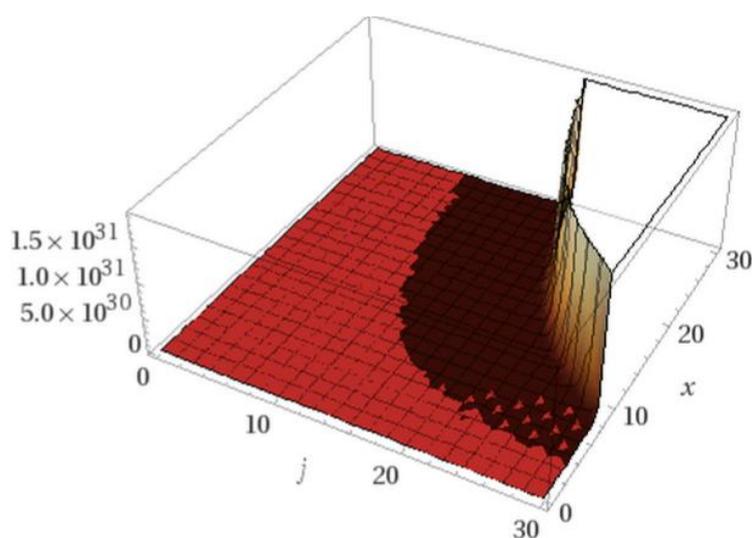
Дальнейшее решение аппроксимируется с использованием любых вычислительных алгоритмов, в данной статье – WolframAlpha. График, построенный в этой программе, позволяет оценить эффективность работы пожарных подразделений при заданных условиях.

Функция  $Q(x) = a_{ij} \times x^i \times x^j + b_i \times x^i + c$ , где  $a_{ij}$  – матрица квадратичной функции в базисе  $(y_1, \dots, y_n)$  и  $f(y_i) = b_i$ ,  $c$  – константа, построена в аффинной системе координат. Подставив полученные значения из расчёта, получим график (рис. 2), описывающий зависимость оперативно-тактических действий подразделений от условий пожара.



**Рис. 2.** 3D-график аффинно-квадратичной функции, описывающей ведение оперативно-тактических действий пожарными подразделениями  
 $t$  – задачи подразделений в аффинно-квадратичном пространстве;  
 $x$  – количество пожарных подразделений в аффинно-квадратичном пространстве

При вводе граничных условий (количество стволов, расход и т.п.) для исходной матрицы ресурса пожарных подразделений, мы получаем аппроксимированный график (рис. 3), в котором показано нарастание числа пожарных подразделений при тушении пожаров. С привлечением для тушения пожаров значительного числа оперативных отделений (более 8) их тактический потенциал снижается [3].



**Рис. 3.** 3D-график аффинно-квадратичной функции, описывающей возможности тактических подразделений при граничных условиях  
 $j$  – задачи подразделений с учётом граничных условий в аффинно-квадратичном пространстве;  
 $x$  – количество пожарных подразделений в аффинно-квадратичном пространстве

В свободном доступе можно найти немного методов и алгоритмов, позволяющих формализовать управление пожарными подразделениями на пожаре [4-7]. Этот алгоритм не требует больших временных затрат ЭВМ и легко реализуется.

Старшее оперативное должностное лицо на месте пожара может эффективно использовать имеющиеся ресурсы и осуществлять корректировку оперативно-тактических действий подразделений на основе информации, полученной с использованием системы поддержки принятия управленческих решений.

### Литература

1. **Денисов А.Н., Захаревская С.Н.** Принятие управленческого решения при тушении пожара // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 3 (55). 2014. 5 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
2. **Власов К.С., Денисов А.Н., Зыков В.В.** Многомерный анализ показателей оперативной деятельности пожарных подразделений // Пожарная безопасность. 2013. Вып. 4. 80-86 с.
3. **Григорьев А.Н., Гундар С.В., Денисов А.Н.** Управление силами и средствами при тушении пожаров (тактические возможности пожарных подразделений): монография. М.: Академия ГПС МЧС России. 2015. 112 с.
4. **Стариков А.В., Кущева И.С.** Экономико-математическое и компьютерное моделирование: учебное пособие. Воронеж: ГОУ ВПО "ВГЛТА". 2008. 132 с.
5. **Письмо** МЧС России от 1.03.2013 г. № 34-956-18 "О методических рекомендациях по составлению планов и карточек тушения пожаров".
6. **Брушлинский Н.Н.** Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. М.: Стройиздат, 1981.
7. **Абрамов А.П.** Концептуальная модель автоматизации планирования боевых действий пожарно-спасательных подразделений // Сб. матер. международного симпозиума "Комплексная безопасность России – исследования, управление, опыт". М.: ВНИИ ГОЧС МЧС России, 2004. С. 58-59.