

## **ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ В ИНТЕРЕСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ**

*Проведён анализ математической матричной модели обеспечения территории населённых пунктов подразделениями противопожарной службы. Разработан обобщённый метод расчёта количества пожарных подразделений, необходимых для обслуживания территорий населённых пунктов.*

*Ключевые слова: математическая модель, оперативная обстановка, пожарная охрана, событие.*

*A.N. Bartenev, U.S. Serbulov*

## **EVALUATION OF TERRITORIES OF SETTLEMENTS IN ORDER TO ENSURE THEIR FIRE PROTECTION**

*The analysis of the mathematical matrix model to ensure settlements fire service units. Developed a generalized method of calculating the number of fire-fighting units needed to maintenance of settlements.*

*Key words: mathematical model, operational situation, fire service, event.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 10 октября 2014 г.

### **Введение**

Безопасность жизнедеятельности населения складывается из безопасности в различных сферах деятельности (экологической, биологической, экономической, технологической и т.д., в том числе и пожарной безопасности). Остановившись на проблеме пожарной безопасности, необходимо сказать, что на сегодняшний день она остаётся наиболее актуальной из-за того, что пожары, приводящие к гибели людей и огромному материальному ущербу, происходят ежедневно, в отличие от аварий, катастроф и других происшествий.

Одним из важнейших направлений деятельности пожарной охраны является оперативная деятельность, связанная с тушением пожаров и загораний, ликвидацией аварий и т.п. в городах и других населённых пунктах. Особенность оперативной деятельности пожарной охраны заключается в том, что она осуществляется в условиях огромного количества разнообразных внутренних и внешних факторов, имеющих случайный характер и играющих существенную роль в процессе функционирования пожарных подразделений.

При возникновении пожаров или аварий на *центральный пункт пожарной связи (ЦППС)* гарнизона пожарной охраны города поступают вызовы, которые требуется обслужить. Обслуживание вызовов осуществляется оперативными отделениями пожарной охраны на основных и специальных пожар-

ных автомобилях. Поступающие на ЦППС города вызовы носят случайный характер по месту и времени их возникновения, по требуемому для их обслуживания числу оперативных отделений, а также по требуемому времени занятости оперативных отделений.

В связи с этим возникает ряд специфических задач, связанных с рациональной организацией и управлением оперативной деятельностью пожарных подразделений. Для решения этих задач можно смоделировать и просчитать вероятность "отказов" системы, когда окажутся занятыми все имеющиеся оперативные отделения и очередной вызов окажется необслуженным.

На современном этапе развития противопожарной службы МЧС России остаётся нерешённым вопрос выбора оптимального количества пожарных подразделений для обеспечения пожарной безопасности в населённых пунктах. Для надёжной защиты населённых пунктов от пожаров необходимо организовать в них эффективную по количеству и качеству пожарную охрану, для чего надо правильно обосновать её параметры.

Основной принцип организационного проектирования противопожарной службы города заключается в следующем: она должна быть организована таким образом, что бы в любой момент времени на любую возникшую ситуацию можно было бы немедленно отреагировать набором сил и средств, соответствующих характеру данной ситуации и экономически обоснованных.

Выбор организационной структуры, состава и количества подразделений противопожарной службы, необходимых для противопожарной защиты населённых пунктов, предлагается определять исходя из характеристик населённых пунктов, которые будут обуславливаться различными факторами (социальными, оперативными, факторами реагирования) с определёнными параметрами. К таким параметрам можно отнести: площадь территории населённого пункта; количество населения; расстояние до пожарной части; среднее число отделений выезжающих по вызову; среднее время обслуживания вызова; частота возникновения одновременных вызовов и т.д.

### Социальная обстановка

Параметры социальной обстановки позволяют определить величину риска возникновения пожара и риска гибели и травмирования людей на этих пожарах, так как в 90 % случаях причиной пожаров становится человеческий фактор, причина пожара носит антропогенный характер.

Таблица 1

#### Площадь территории населённого пункта

	До 25 км <sup>2</sup> , X1	25-50 км <sup>2</sup> , X2	50-100 км <sup>2</sup> , X3
X	малая	средняя	большая

Таблица 2

#### Количество населения

	До 1 000 чел., Г1	1000-2000 чел., Г2	2000-5000 чел., Г3
Y	малое	среднее	большое

Расстояние до пожарной части

	До 20 км	20-40 км	40-70 км
Z	малое	среднее	большое

Социальная обстановка

R1 (X1; Y1; Z1)	R10 (X2; Y1; Z1)	R19 (X3; Y1; Z1)
R2 (X1; Y2; Z1)	R11 (X2; Y2; Z1)	R20 (X3; Y2; Z1)
R3 (X1; Y3; Z1)	R12 (X2; Y3; Z1)	RZ1 (X3; Y3; Z1)
R4 (X1; Y1; Z2)	R13 (X2; Y1; Z2)	RZ2 (X3; Y1; Z2)
R5 (X1; Y2; Z2)	R14 (X2; Y2; Z2)	RZ3 (X3; Y2; Z2)
R6 (X1; Y3; Z2)	R15 (X2; Y3; Z2)	R24 (X3; Y3; Z2)
R7 (X1; Y1; Z3)	R16 (X2; Y1; Z3)	R25 (X3; Y1; Z3)
R8 (X1; Y2; Z3)	R17 (X2; Y2; Z3)	R26 (X3; Y2; Z3)
R9 (X1; Y3; Z3)	R18 (X2; Y3; Z3)	R27 (X3; Y3; Z3)

Для полного представления возможных рисков возникновения пожаров и гибели на них людей необходимо привести ряд примеров.

Из табл. 4 возьмём риск *R7* и распишем его в развёрнутом виде: площадь территории малая – до 15 км<sup>2</sup> (данную территорию можно прикрыть минимальным количеством пожарных частей, то есть одной пожарной частью), количество населения малое – до 1000 чел. (минимальный риск возникновения пожара) и расстояние до пожарной части до 20 км (такое расстояние пожарный автомобиль преодолевает за нормативные 20 мин времени при скорости, не превышающей максимально допустимой для населённых пунктов – 60 км/ч).

Таким образом, данный населённый пункт будет считаться с нормальной социальной обстановкой (вполне удовлетворяющей условиям безопасности).

Соответственно риск возникновения пожара в таких населённых пунктах минимальный.

Так же распишем населённый пункт с риском *R21* (табл. 4): площадь территории большая – более 50 км<sup>2</sup> (для прикрытия данной территории необходима организация нескольких пожарных частей), количество населения большое – более 5000 чел. (достаточно высокий риск возникновения пожара) и расстояние до пожарной части более 40 км.

Таким образом, данный населённый пункт будет считаться с угрожающей (не удовлетворяющей условиям безопасности) социальной обстановкой.

Соответственно риск возникновения пожара в таких населённых пунктах максимальный.

## Оперативная обстановка

Таблица 5

### Среднее число вызовов в год

	A1 (до 70)	A2 (70-140)	A3 (больше 140)
A	малое	среднее	большое

Таблица 6

### Среднее время обслуживания вызова

	B1 (до 60 мин.)	B2 (60-120 мин)	B3 (больше 120 мин)
B	малое	среднее	большое

Таблица 7

### Частота возникновения одновременных вызовов

	C1 (до 2)	C2 (2-4)	C3 (больше 4)
C	низкая	средняя	высокая

Таблица 8

### Комплексный показатель оперативной обстановки

F1 (A1; B1; 3)	F10 (A2; B1; 3)	F19 (A3; B1; 3)
F2 (A1; B2; 3)	F11 (A2; B2; 3)	F20 (A3; B2; 3)
F3 (A1; B3; 3)	F12 (A2; B3; 3)	F21 (A3; B3; 3)
F4 (A1; B1; C2)	F13 (A2; B1; C2)	F22 (A3; B1; C2)
F5 (A1; B2; C2)	F14 (A2; B2; C2)	F23 (A3; B2; C2)
F6 (A1; B3; C2)	F15 (A2; B3; C2)	F24 (A3; B3; C2)
F7 (A1; B1; C3)	F16 (A2; B1; C3)	F25 (A3; B1; C3)
F8 (A1; B2; C3)	F17 (A2; B2; C3)	F26 (A3; B2; C3)
F9 (A1; B3; C3)	F18 (A2; B3; C3)	F27 (A3; B3; C3)

## Реагирование на вызовы

Факторы, отражающие возможность подразделений реагировать на вызовы:

Таблица 9

### Средняя скорость следования к месту вызова с учётом дорожного покрытия

	V1 (до 30 км/ч)	V2 (30-60 км/ч)	V3 (свыше 60 км/ч)
V	малая	средняя	высокая

Таблица 10

### Среднее расстояние до места вызова

	S1 (до 20 км)	S2 (20-40 км)	S3 (больше 40 км)
S	малое	среднее	большое

Таблица 11

### Среднее время следования к месту вызова

	T1 (до 20 мин)	T2 (20-30)	T3 (больше 30)
T	нормальное	ненормальное	критичное

**Показатель возможности подразделений**

K1 (V1;S1;T1)	K10 (V2;S1;T1)	K19 (V3;S1;T1)
K2 (V1;S2;T1)	K11 (V2;S2;T1)	K20 (V3;S2;T1)
K3 (V1;S3;T1)	K12 (V2;S3;T1)	K21 (V3;S3;T1)
K4 (V1;S1;T2)	K13 (V2;S1;T2)	K22 (V3;S1;T2)
K5 (V1;S2;T2)	K14 (V2;S2;T2)	K23 (V3;S2;T2)
K6 (V1;S3;T2)	K15 (V2;S3;T2)	K24 (V3;S3;T2)
K7 (V1;S1;T3)	K16 (V2;S1;T3)	K25 (V3;S1;T3)
K8 (V1;S2;T3)	K17 (V2;S2;T3)	K26 (V3;S2;T3)
K9 (V1;S3;T3)	K18 (V2;S3;T3)	K27 (V3;S3;T3)

Распишем коэффициент K19 из табл. 12: средняя скорость следования – высокая (хорошее состояние дорог), среднее расстояние до места вызова – малое (вследствие небольшой площади населённого пункта), время следования к месту вызова – маленькое.

Таким образом, данный населённый пункт будет считаться с нормальным реагированием (обеспечивающим возможность спасения людей и животных и тушение пожаров в пределах объекта загорания без распространения на другие объекты).

Так же распишем коэффициент K9 из табл. 12: средняя скорость следования – малая (плохое состояние дорог), среднее расстояние до места вызова – большое (вследствие большой площади населённого пункта), время следования к месту вызова – критичное. Таким образом, данный населённый пункт будет считаться с критическим реагированием (практически исключающим возможность спасения людей и животных и тушение пожаров в пределах объекта загорания без распространения на другие объекты).

**Комплексный показатель**

$G(R, F, K)$  – комплексный показатель (сумма факторов табл. 13), показывающий, насколько защищена территория населённого пункта в противопожарном отношении, и определяющий необходимость образования (строительства и оснащения) новых пожарных частей.

Таблица 13

**Комплексный показатель**

F1 (A1;B1;C3)	F10 (A2;B1;C3)	F19 (A3;B1;C3)
F2 (A1;B2;C3)	F11 (A2;B2;C3)	F20 (A3;B2;C3)
F3 (A1;B3;C3)	F12 (A2;B3;C3)	F21 (A3;B3;C3)
F4 (A1;B1;C2)	F13 (A2;B1;C2)	F22 (A3;B1;C2)
F5 (A1;B2;C2)	F14 (A2;B2;C2)	F23 (A3;B2;C2)
F6 (A1;B3;C2)	F15 (A2;B3;C2)	F24 (A3;B3;C2)
F7 (A1;B1;C3)	F16 (A2;B1;C3)	F25 (A3;B1;C3)
F8 (A1;B2;C3)	F17 (A2;B2;C3)	F26 (A3;B2;C3)
F9 (A1;B3;C3)	F18 (A2;B3;C3)	F27 (A3;B3;C3)

Далее для того, чтобы представить всё вышеизложенное в цифровом выражении, в таблицы вместо букв поставим цифры, а вместо ";" поставим "+".

Таблица 14

<i>R1</i> (3+3+3)	<i>R10</i> (2+3+3)	<i>R19</i> (1+3+3)
<i>R2</i> (3+2+3)	<i>R11</i> (2+2+3)	<i>R20</i> (1+2+3)
<i>R3</i> (3+1+3)	<i>R12</i> (2+1+3)	<i>R21</i> (1+1+3)
<i>R4</i> (3+3+2)	<i>R13</i> (2+3+2)	<i>R22</i> (1+3+2)
<i>R5</i> (3+2+2)	<i>R14</i> (2+2+2)	<i>R23</i> (1+2+2)
<i>R6</i> (3+1+2)	<i>R15</i> (2+1+2)	<i>R24</i> (1+1+2)
<i>R7</i> (3+3+1)	<i>R16</i> (2+3+1)	<i>R25</i> (1+3+1)
<i>R8</i> (3+2+1)	<i>R17</i> (2+2+1)	<i>R26</i> (1+2+1)
<i>R9</i> (3+1+1)	<i>R18</i> (2+1+1)	<i>R27</i> (1+1+1)

Теперь мы видим, что любой параметр, характеризующий тот или иной фактор имеет конкретное значение.

Таким же образом, складывая значения параметров, считаем комплексный показатель для определённого населённого пункта.

Далее строим таблицу и для примера подсчитаем комплексный показатель для города Воронежа. Расчёты будем производить в автоматическом режиме с использованием программы Microsoft Excel.

Таблица 15

Площадь территории населённого пункта	0	0	1	596
Количество населения	0	0	1	979884
Расстояние до пожарной части	3	0	0	10
Среднее число отделений, выезжающих по вызову	0	2	0	3
Среднее время обслуживания вызовов	0	2	0	71
Частота возникновения одновременных вызовов	0	0	1	6
Средняя скорость следования к месту вызова	0	2	0	40
Среднее расстояние до места вызова	3	0	0	10
Среднее время следования к месту вызова	0	2	0	11

Таким же образом произведём подсчёты коэффициентов для всех районов Воронежской области.

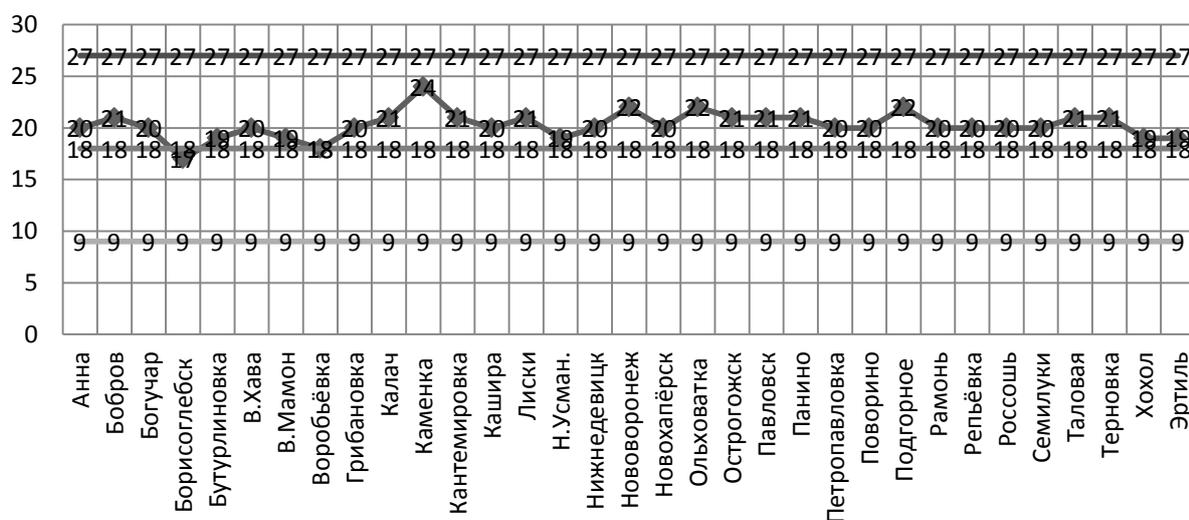
Как видно из графика (рис. 1), у большинства районов Воронежской области комплексный показатель находится выше среднего уровня, но ниже максимального параметра. Это говорит о том, что населённые пункты только частично защищены в противопожарном отношении и есть необходимость организации (строительства и оснащения) новых пожарных частей.

Необходимо также сказать, что при подсчёте комплексного показателя защищённости территории необходимо учитывать различия между крупными и крупнейшими городами и сельскими районами.

Во первых, в городах норматив прибытия первых пожарных подразделений составляет 10 мин, в то время как для сельской местности этот норматив равен 20 мин.

Во вторых, в городах более напряжённая оперативная обстановка (большое количество выездов за небольшой промежуток времени, необходимость одновременного привлечения большого количества подразделений из-за специфики городских объектов, зачастую очень плотных транспортных потоков и т.д.).

В третьих, из-за большой численности населения, наличия различных пожароопасных производств, объектов хранения различных взрывопожароопасных и химически-опасных веществ высока вероятность возникновения различных опасных событий, для ликвидации которых требуется одновременно задействовать практически все имеющиеся силы и средства пожарной охраны. В связи с этим существует большая доля вероятности отказа системы в обслуживании очередного вызов, что, в свою очередь, определяет организацию большего количества частей, чем количество, определённое расчётами, примерно на 5 %.



**Рис. 1.** Диаграмма комплексных показателей для районов Воронежской области

Для компьютерной реализации алгоритма принятия управленческого решения по обеспечению территорий населённых пунктов пожарными подразделениями определим границы комплексных показателей с определением конкретного количества пожарных частей, количества личного состава и пожарной техники для определённого комплексного показателя и сведём данные в таблицу. При этом необходимо провести чёткое деление общей градации значений комплексного показателя на показатели для крупных и крупнейших городов и для сельских районов.

Таблица 16

**Значения комплексного показателя для крупных и крупнейших городов**

Значение комплексного показателя	Количество пожарных депо	Количество личного состава	Количество основных пожарных автомобилей
9	30	2100	120
10	28	1960	112
11	26	1820	104

Таблица 17

**Значения комплексного показателя для сельских районов области**

Значение комплексного показателя	Количество пожарных частей	Количество личного состава	Количество основных пожарных автомобилей
9	20	1000	60
10	19	950	57
11	18	900	54

**Выводы**

На основе статистических данных о работе пожарных подразделений и практических оценок защищённости населённых пунктов Воронежской области составлен организационный проект оснащения пожарными подразделениями этих населённых пунктов.

Разработана теоретическая модель принятия управленческого решения по оснащению населённых пунктов пожарными подразделениями.

Далее сравним данные организационного проекта и теоретической модели.



**Рис. 2.** Сравнение теоретических и практических расчётов необходимого количества пожарных подразделений

Как видно из диаграммы, теоретические и практические расчёты совпадают, что говорит о том, что теоретическая модель принятия управленческого решения по оснащению населённых пунктов пожарными подразделениями верна.

**Литература**

1. *Присадков В.И., Присадков В.И.* Системный анализ развития пожара. М., 1982.
2. *Брушлинский, Н.Н., Кафидов В.В.* Системный анализ и проблемы пожарной безопасности. М.: Стройиздат, 1988.