

О.В. Бутырин, А.В. Абаев, С.А. Шнейгельбергер
(Иркутский государственный университет путей сообщения;
e-mail: stas.schneige@yandex.ru)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАТИВНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГПС

Разработана методика оценки эффективности функционирования подразделений ГПС. Представлены результаты анализа с учётом временных характеристик следований подразделений до места локализации и ликвидации пожара.

Ключевые слова: Государственная противопожарная служба, оценка эффективности.

O.V. Butirin, A.V. Abaev, S.A. Shneygelberger **ASSESSMENT OF EFFICIENCY FUNCTIONING OF OPERATIONAL BRANCHES OF STATE FIRE SERVICE**

Methods of assessment of efficiency functioning of operational branches of state fire service was developed. The results of the analysis taking into account to time characteristics of moving branches to the place of localization and the elimination of fire.

Key words: State fire service, assessment of efficiency.

При разработке управленческих решений важно правильно оценить результаты функционирования элементов рассматриваемой системы и альтернативные варианты этих решений с целью выбора наиболее эффективного.

При анализе результатов практической деятельности ГПС часто используются обобщенные показатели либо характеристики условий функционирования, определённые по результатам наблюдений. Для противопожарной службы такими показателями являются: "Количество пожаров", "Гибель и травматизм людей на пожарах", "Ущерб от пожаров", "Время локализации и ликвидации пожаров" и др. Однако даже при простом рассмотрении каждого из вышеуказанных показателей можно выделить ряд составляющих его частных показателей, которые, в определенной мере, влияют на общий показатель.

Например, время локализации пожара зависит от времени свободного развития пожара, времени следования подразделения к месту пожара и других факторов. Очевидно также и влияние на данный показатель готовности личного состава дежурной смены к выполнению действий по тушению пожара, отказоустойчивость технических средств пожаротушения и др. Следовательно, если сравнивать два подразделения ГПС, имеющих различные радиусы выездов, функционирующих в разных географических и климатических условиях, возникает трудность их сравнительной оценки без учёта и определения частных показателей результатов деятельности.

В качестве системы оценочных показателей оперативной деятельности подразделений ГПС авторами рассматриваются показатели, составляющие время занятости обслуживанием вызовов на пожары.

Рассмотрим предложенные оценочные показатели:

$\tau_{\text{следования}}$ – время следования подразделений ГПС от места их дислокации до места пожара;

$\tau_{\text{локализации}}$ – время локализации пожара;

$\tau_{\text{ликвидации}}$ – время ликвидации пожара.

Введём также показатель $\tau_{\text{обсл}}$, который является суммой перечисленных выше показателей. Так как рассматриваемые величины носят вероятностный характер, необходимо применение вероятностных методов для их обработки.

Порядок обработки оценочных показателей будет осуществляться на основе следующей алгоритмической схемы. В результате агрегирования частных оценочных показателей x будет определяться комплексный показатель, представляющий собой линейную свертку вида:

$$K_j = \sum_{i=1}^k \alpha_i x_{ji}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где x_{ji} – количество пожаров, в тушении которых участвовало j -ое подразделение, с попаданием значения данной временной характеристики в i -ый интервал;

α_i – параметры, которые определяются на основе решения методами игрового моделирования последовательности вероятностных задач;

n – количество рассматриваемых подразделений;

k – количество интервалов измерения соответствующей временной характеристики.

Рассмотрим информационную матрицу результатов оперативной деятельности подразделений ГПС:

$$X = \|x_{ji}\|, \quad i = \overline{1, k}, \quad j = \overline{1, n} \quad (2)$$

Известно, что теоретическим законом распределения временных характеристик занятости подразделений ГПС пожаротушением является экспоненциальный закон [1]. Для описания эмпирического ряда необходимо вычислить теоретическую вероятность P попадания величины $\tau_{\text{обсл}}$ в интервал времени $[\tau_i; \tau_{i+1}]$, то есть

$$P\{\tau_i \leq \tau_{\text{обсл}} < \tau_{i+1}\} = e^{-\mu\tau_i} - e^{-\mu\tau_{i+1}}, \quad (3)$$

где $\mu = 1/\tau_{\text{обсл}}$ – параметр экспоненциального закона распределения.

После подстановки (3) в (1):

$$K_j = \sum_{i=1}^k P\{\tau_i \leq \tau_{\text{обсл}} \leq \tau_{i+1}\} x_{ji}, \quad j = \overline{1, n} \quad (4)$$

Элементы x_{ji} матрицы X являются статистическими данными соответствующей временной характеристики на i -ом интервале для j -го подразделения ГПС, представленными в частотном виде.

Условимся считать числа x_{ji} элементами соответствующей платежной матрицы. Тогда матрица оценки вариантов решений для данной задачи может рассматриваться как некоторая игровая модель (рис. 1):

$$\begin{array}{c}
 \\
 \\
 A_1 \\
 A_2 \\
 \dots \\
 A_n
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 p_1 & p_2 \dots p_k \\
 B_1 & B_2 \dots B_k \\
 x_{11} & x_{12} \dots x_{1k} \\
 x_{21} & x_{22} \dots x_{2k} \\
 \dots & \dots \\
 x_{n1} & x_{n2} \dots x_{nk}
 \end{pmatrix}$$

Рис. 1. Матрица оценки вариантов решений

Здесь A_1, A_2, \dots, A_n – стратегии стороны A , являющиеся подразделениями ГПС; B_1, B_2, \dots, B_k – стратегии стороны B – попадание $\tau_{\text{обсл}}$ в соответствующий временной интервал для рассматриваемой временной характеристики с вероятностями p_1, p_2, \dots, p_k . Далее производится расчёт частных функций оценки оперативной деятельности F_j^l исследуемых объектов по правилу:

$$F_j^l = \sum_{i=1}^k P_i^l x_{ji}^l, \quad l = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (5)$$

где m – количество временных характеристик, составляющих $\tau_{\text{обсл}}$.

Далее определяется значение комплексного показателя результирующей функции:

$$K_j = \sum_{l=1}^m \tilde{\alpha}_l F_j^l \rightarrow \min, \quad (6)$$

где $\tilde{\alpha}_l$ – нормирующие коэффициенты, которые могут определяться как в результате экспертизы, так и посредством прямого вычисления, причём должно

выполняться условие нормировки $\sum_{l=1}^m \tilde{\alpha}_l = 1$.

Рассмотрим пример. Пусть имеются данные о результатах оперативно-служебной деятельности подразделений ГПС. По формуле (3) определяем вероятности занятости подразделений ГПС в соответствии с каждой из рассматриваемых временных характеристик.

Первоначально определим параметр экспоненциального закона распределения для соответствующей временной характеристики:

$$\begin{aligned}
 \bar{\tau}_{\text{следования}} &= 12,5 \text{ мин/вызов}, \quad \mu = 0,080 \text{ вызовов/мин}; \\
 \bar{\tau}_{\text{локализации}} &= 18,6 \text{ мин/вызов}, \quad \mu = 0,053 \text{ вызовов/мин}; \\
 \bar{\tau}_{\text{ликвидации}} &= 29,8 \text{ мин/вызов}, \quad \mu = 0,0334 \text{ вызовов/мин}.
 \end{aligned}$$

Отметим, что для характеристики "время следования" статистические данные ограничиваются интервалом "более 60 минут".

Результаты расчёта вероятности сведём в табл. 1.

Таблица 1

Интервалы временных характеристик, мин	Вероятность временных характеристик		
	$P_{\text{следования}}$	$P_{\text{локализации}}$	$P_{\text{ликвидации}}$
0-3	0,2134	0,1471	0,0959
3-5	0,1163	0,0858	0,0587
5-10	0,2210	0,1787	0,1307
10-15	0,1481	0,1371	0,1105
15-20	0,0993	0,1051	0,0934
20-30	0,1112	0,1425	0,1457
30-40	0,0500	0,0838	0,1042
40-50	0,0225	0,0493	0,0744
50-60	0,0101	0,0290	0,0532
60-75 (более 60)*	0,0082	0,0228	0,0528
75-90		0,0103	0,0319
90-105		0,0046	0,0193
105-120		0,0021	0,0116
120-150		0,0014	0,0113
150- 80		0,0003	0,0041
Более 180		0,0001	0,0024

Адекватность построенной модели определяется на основе значения критерия Романовского в соответствии с [1, 2]. Далее строится матрица оценки вариантов решений для каждой временной характеристики в соответствии с рис. 1. Следует уточнить, что термин "матрица" здесь соответствует определению платежной матрицы, рассматриваемой с позиции теории игр. Результаты представлены на рис. 2-4.

На рис. 2-4:

$A_1 : A_{33}$ – стратегии стороны A – подразделений ГПС Иркутской области;

$B_1 : B_{16}$ ($B_1 : B_{10}$ – для времени следования) – стратегии стороны B – попадание $\tau_{\text{обсл}}$ в интервал соответствующей временной характеристики;

$P_1 : P_{16}$ ($P_1 : P_{10}$ – для времени следования) – значения теоретической вероятности распределения соответствующей временной характеристики на основе данных табл. 1.

Рассчитаем частные оценки для каждой временной характеристики по рассматриваемым подразделениям в соответствии с (5). Результаты расчётов представлены в табл. 2. Так, для A_1 при расчёте времени следования формула (5) принимает вид:

$$F_1^{\text{следования}} = 0,21 \cdot 0,2134 + 0,3 \cdot 0,1163 + 0,34 \cdot 0,2210 + 0,07 \cdot 0,1481 + 0,03 \cdot 0,0993 + 0,03 \cdot 0,1112 + 0,01 \cdot 0,05 + 0,01 \cdot 0,0225 + 0 \cdot 0,0101 + 0 \cdot 0,0082 = 0,172.$$

	$P_1=0,2134$	$P_2=0,1163$	$P_3=0,2210$	$P_4=0,1481$	$P_5=0,0993$	$P_6=0,1112$	$P_7=0,0500$	$P_8=0,0225$	$P_9=0,0101$	$P_{10}=,0082$
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}
A_1	0,21	0,30	0,34	0,07	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00
A_2	0,06	0,20	0,54	0,15	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
A_3	0,06	0,17	0,45	0,20	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
A_4	0,10	0,35	0,35	0,11	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
A_5	0,12	0,24	0,43	0,13	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
A_6	0,38	0,38	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_7	0,09	0,18	0,45	0,19	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
A_8	0,11	0,20	0,28	0,21	0,10	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00
A_9	0,10	0,16	0,30	0,17	0,08	0,08	0,05	0,02	0,02	0,02
A_{10}	0,10	0,22	0,32	0,20	0,08	0,04	0,01	0,00	0,01	0,02
A_{11}	0,15	0,30	0,36	0,08	0,04	0,04	0,01	0,01	0,00	0,01
A_{12}	0,02	0,10	0,40	0,20	0,12	0,08	0,03	0,02	0,02	0,01
A_{13}	0,41	0,40	0,05	0,04	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01
A_{14}	0,40	0,29	0,19	0,04	0,02	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00
A_{15}	0,42	0,21	0,13	0,06	0,02	0,02	0,04	0,05	0,01	0,05
A_{16}	0,15	0,18	0,32	0,09	0,07	0,07	0,03	0,03	0,01	0,04
A_{17}	0,41	0,34	0,17	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
A_{18}	0,47	0,18	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
A_{19}	0,19	0,20	0,13	0,03	0,02	0,08	0,11	0,06	0,08	0,11
A_{20}	0,42	0,28	0,20	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02
A_{21}	0,31	0,31	0,19	0,06	0,03	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01
A_{22}	0,65	0,27	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
A_{23}	0,25	0,37	0,27	0,03	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	0,01
A_{24}	0,08	0,15	0,32	0,25	0,08	0,07	0,03	0,01	0,01	0,02
A_{25}	0,18	0,34	0,13	0,01	0,04	0,06	0,09	0,09	0,01	0,04
A_{26}	0,14	0,23	0,30	0,16	0,10	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
A_{27}	0,37	0,21	0,10	0,05	0,06	0,05	0,09	0,02	0,02	0,03
A_{28}	0,18	0,29	0,31	0,08	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02
A_{29}	0,03	0,03	0,09	0,11	0,18	0,31	0,15	0,07	0,02	0,03
A_{30}	0,04	0,03	0,10	0,12	0,16	0,34	0,12	0,04	0,03	0,02
A_{31}	0,05	0,11	0,17	0,10	0,08	0,12	0,16	0,10	0,04	0,07
A_{32}	0,13	0,30	0,24	0,09	0,04	0,08	0,04	0,03	0,03	0,02
A_{33}	0,02	0,08	0,14	0,08	0,08	0,16	0,15	0,12	0,05	0,11

Рис. 2. Матрица вариантов решений для времени следования

	P1 = 0,1471	P2 = 0,0858	P3 = 0,1787	P4 = 0,1371	P5 = 0,1051	P6 = 0,1425	P7 = 0,0838	P8 = 0,0493	P9 = 0,0290	P10 = 0,0228	P11 = 0,0103	P12 = 0,0046	P13 = 0,0021	P14 = 0,0014	P15 = 0,0003	P16 = 0,0001
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}	B_{15}	B_{16}
A_1	0,28	0,14	0,20	0,12	0,07	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
A_2	0,10	0,09	0,24	0,15	0,11	0,14	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_3	0,26	0,19	0,27	0,11	0,07	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_4	0,20	0,20	0,25	0,15	0,08	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_5	0,32	0,25	0,30	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_6	0,22	0,16	0,22	0,09	0,13	0,09	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_7	0,09	0,09	0,22	0,17	0,12	0,14	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
A_8	0,28	0,13	0,20	0,12	0,07	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_9	0,21	0,19	0,23	0,14	0,08	0,08	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{10}	0,20	0,16	0,25	0,15	0,09	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{11}	0,24	0,27	0,30	0,08	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{12}	0,12	0,14	0,24	0,19	0,14	0,11	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{13}	0,14	0,27	0,36	0,11	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
A_{14}	0,25	0,24	0,31	0,10	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{15}	0,30	0,18	0,28	0,10	0,04	0,07	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{16}	0,39	0,27	0,18	0,06	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{17}	0,07	0,09	0,17	0,13	0,12	0,17	0,07	0,04	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
A_{18}	0,12	0,00	0,18	0,00	0,12	0,12	0,18	0,06	0,12	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
A_{19}	0,05	0,09	0,13	0,10	0,09	0,12	0,07	0,08	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,07
A_{20}	0,18	0,09	0,21	0,09	0,09	0,11	0,09	0,04	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
A_{21}	0,37	0,14	0,22	0,09	0,05	0,04	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
A_{22}	0,05	0,11	0,23	0,18	0,16	0,14	0,05	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{23}	0,03	0,06	0,15	0,19	0,18	0,17	0,11	0,07	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{24}	0,05	0,06	0,15	0,15	0,14	0,18	0,09	0,06	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
A_{25}	0,06	0,16	0,21	0,13	0,07	0,12	0,10	0,01	0,04	0,00	0,00	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00
A_{26}	0,20	0,13	0,22	0,13	0,08	0,11	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{27}	0,14	0,11	0,21	0,13	0,09	0,12	0,08	0,03	0,02	0,05	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
A_{28}	0,05	0,07	0,13	0,14	0,10	0,14	0,12	0,07	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
A_{29}	0,03	0,03	0,08	0,10	0,09	0,16	0,12	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
A_{30}	0,06	0,05	0,11	0,11	0,10	0,15	0,15	0,06	0,07	0,05	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01
A_{31}	0,16	0,16	0,24	0,17	0,11	0,10	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{32}	0,10	0,12	0,20	0,15	0,10	0,12	0,07	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
A_{33}	0,24	0,24	0,32	0,14	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Рис. 3. Матрица вариантов решений для времени локализации пожара

	$P_1 =$ B_1	$P_2 =$ B_2	$P_3 =$ B_3	$P_4 =$ B_4	$P_5 =$ B_5	$P_6 =$ B_6	$P_7 =$ B_7	$P_8 =$ B_8	$P_9 =$ B_9	$P_{10} =$ B_{10}	$P_{11} =$ B_{11}	$P_{12} =$ B_{12}	$P_{13} =$ B_{13}	$P_{14} =$ B_{14}	$P_{15} =$ B_{15}	$P_{16} =$ B_{16}
A_1	0,0959	0,0587	0,1307	0,1105	0,0934	0,1457	0,1042	0,0744	0,0532	0,0528	0,0319	0,0193	0,0116	0,0113	0,0041	0,0024
A_2	0,15	0,07	0,17	0,11	0,12	0,13	0,08	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
A_3	0,24	0,10	0,19	0,13	0,10	0,12	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
A_4	0,30	0,16	0,19	0,12	0,08	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_5	0,22	0,12	0,21	0,16	0,11	0,10	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_6	0,13	0,11	0,25	0,17	0,10	0,13	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_7	0,34	0,16	0,31	0,03	0,03	0,06	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
A_8	0,35	0,11	0,18	0,11	0,07	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_9	0,29	0,14	0,18	0,13	0,09	0,09	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{10}	0,11	0,07	0,15	0,13	0,12	0,16	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02
A_{11}	0,21	0,14	0,24	0,14	0,09	0,08	0,04	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{12}	0,11	0,14	0,24	0,13	0,10	0,10	0,05	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
A_{13}	0,14	0,12	0,21	0,21	0,15	0,12	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{14}	0,02	0,04	0,05	0,07	0,05	0,10	0,09	0,08	0,07	0,05	0,05	0,05	0,01	0,04	0,05	0,20
A_{15}	0,16	0,19	0,25	0,10	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
A_{16}	0,03	0,03	0,09	0,06	0,04	0,11	0,13	0,10	0,14	0,07	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,06
A_{17}	0,05	0,05	0,12	0,15	0,14	0,23	0,11	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00
A_{18}	0,05	0,07	0,07	0,11	0,08	0,14	0,10	0,07	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01	0,05
A_{19}	0,06	0,06	0,12	0,00	0,06	0,00	0,18	0,06	0,06	0,00	0,12	0,00	0,00	0,24	0,00	0,06
A_{20}	0,01	0,02	0,03	0,05	0,04	0,10	0,09	0,08	0,07	0,10	0,09	0,06	0,04	0,03	0,05	0,14
A_{21}	0,05	0,06	0,16	0,09	0,10	0,08	0,12	0,07	0,07	0,09	0,01	0,05	0,01	0,03	0,00	0,01
A_{22}	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01	0,07	0,06	0,09	0,04	0,08	0,06	0,07	0,05	0,10	0,05	0,20
A_{23}	0,08	0,08	0,25	0,15	0,11	0,11	0,12	0,01	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02
A_{24}	0,02	0,03	0,14	0,09	0,12	0,16	0,15	0,12	0,04	0,07	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
A_{25}	0,02	0,04	0,07	0,07	0,09	0,14	0,11	0,07	0,07	0,07	0,06	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03
A_{26}	0,01	0,04	0,06	0,07	0,00	0,10	0,04	0,06	0,07	0,09	0,07	0,07	0,04	0,06	0,07	0,12
A_{27}	0,38	0,10	0,16	0,11	0,08	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{28}	0,06	0,03	0,10	0,06	0,11	0,07	0,13	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07
A_{29}	0,05	0,06	0,11	0,08	0,08	0,14	0,08	0,10	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04
A_{30}	0,11	0,05	0,08	0,09	0,10	0,15	0,11	0,06	0,05	0,06	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03
A_{31}	0,05	0,02	0,10	0,12	0,11	0,17	0,13	0,08	0,03	0,06	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
A_{32}	0,10	0,11	0,19	0,16	0,13	0,16	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
A_{33}	0,05	0,06	0,12	0,10	0,12	0,19	0,09	0,07	0,04	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03
A_{33}	0,09	0,08	0,17	0,17	0,14	0,11	0,08	0,06	0,05	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00

Рис. 4. Матрица вариантов решений для времени ликвидации пожара

Аналогично рассчитываются значения частных показателей по другим характеристикам. Результаты расчёта представлены в табл. 2.

Таблица 2

Подразделение	Частный показатель оценки временной характеристики		
	F_j следования	F_j локализации	F_j ликвидации
A_1	0,172	0,129	0,098
A_2	0,183	0,127	0,102
A_3	0,174	0,135	0,101
A_4	0,165	0,134	0,104
A_5	0,176	0,139	0,106
A_6	0,179	0,131	0,101
A_7	0,176	0,124	0,100
A_8	0,157	0,131	0,101
A_9	0,152	0,130	0,099
A_{10}	0,161	0,132	0,102
A_{11}	0,168	0,134	0,099
A_{12}	0,157	0,133	0,107
A_{13}	0,161	0,132	0,063
A_{14}	0,173	0,136	0,097
A_{15}	0,159	0,140	0,078
A_{16}	0,156	0,130	0,104
A_{17}	0,173	0,113	0,084
A_{18}	0,186	0,100	0,062
A_{19}	0,115	0,091	0,060
A_{20}	0,174	0,121	0,089
A_{21}	0,163	0,135	0,049
A_{22}	0,183	0,124	0,103
A_{23}	0,166	0,120	0,098
A_{24}	0,158	0,112	0,079
A_{25}	0,126	0,113	0,058
A_{26}	0,163	0,129	0,102
A_{27}	0,151	0,120	0,075
A_{28}	0,162	0,103	0,084
A_{29}	0,106	0,086	0,089
A_{30}	0,113	0,099	0,094
A_{31}	0,108	0,131	0,105
A_{32}	0,146	0,119	0,094
A_{33}	0,094	0,138	0,099

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что лучший показатель по времени следования соответствует подразделению A_{33} , так как является минимальным, в сравнении с другими подразделениями. Наихудший результат у подразделения A_{18} . Аналогично, по оценке времени локализации и ликвидации пожара, высокие результаты показали подразделения A_{29} и A_{21} , а низкие – у подразделений A_{15} и A_{12} . Однако подразделение A_{33} , имея высокую оценку по времени следования, показывает один из плохих результатов по времени локализации. Поэтому необходима оценка подразделений по всем показателям в целом.

На основе агрегирования частных критериев оценки по формуле (6) определяем комплексную оценку оперативно-служебной деятельности. Значения комплексного показателя оценки оперативной деятельности для каждого подразделения приведены в табл. 3.

Коэффициенты агрегированной свертки могут быть определены как в результате проведения экспертизы, так и через определение весомости частных оценок прямым счетом. В результате проведения анкетного опроса среди специалистов службы пожаротушения, в количестве 53 респондентов, были определены коэффициенты весомости каждой временной характеристики: $\alpha_1 = 0,3$; $\alpha_2 = 0,5$; $\alpha_3 = 0,2$.

Наименьшие значения оценочной функции получены для подразделений A_{19} (Качугский район) – 0,092, A_{29} (Иркутский район) – 0,093, A_{30} (Усть-Илимский район) – 0,102, которые в соответствии с (6) являются наилучшими, а самое высокое значение у подразделения A_5 (г. Черемхово) – 0,143, которое соответственно является наихудшим.

Используя предложенную выше методику, можно, исходя из целей анализа качества функционирования подразделений пожарной охраны, в необходимой мере объективно и с минимальными затратами:

- оценить оперативную деятельность подразделений ГПС;
- выделяя лучшие и худшие подразделения, планировать целевые служебные проверки и очередность их проведения в подразделениях ГПС гарнизона;
- проводить оценку функционирования подразделений ГПС на различных уровнях (оперативных отделений, караулов, пожарных частей и отдельных гарнизонов);
- анализировать эффективность работы личного состава отдельно взятого караула подразделения ГПС;
- на основе анализа частных оценок предложить рекомендации по их улучшению;
- проводить оценку эффективности профессиональной подготовки в ГПС;
- повысить эффективность службы обеспечения пожарной безопасности на основе минимизации последствий воздействия пожара.

Учитывая, что оценочная система характеристик пожара и результатов деятельности подразделений ГПС будет содержать большое число показателей, что увеличивает размерность данных, необходима разработка соответствующего программного обеспечения. В качестве инструментального средства создания программных продуктов для оценки функционирования подразделений ГПС целесообразно использование систем управления базами данных, встроенных в соответствующий программный комплекс, обеспечивающий поддержку многомерной обработки и анализа данных, являющихся одной из её обеспечивающих подсистем.

Литература

1. **Брушлинский Н.Н.** Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. М.: Стройиздат, 1981. С. 23-26, 96, 104.
2. **Системный** анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства / под ред. Брушлинского Н.Н. М.: Стройиздат, 1988. 413 с. С. 20-22, 48, 142, 147.
3. **Бутырин О.В., Абаев А.В.** Технология оценивания эффективности функционирования системы обеспечения пожарной безопасности промышленных предприятий. Иркутск: ИрГУПС, 2010. 132 с.

Статья опубликована 14 мая 2013 г.