

*Н.Г. Топольский, Д.С. Шапошник, Н.Ю. Рыженко, Н.А. Матвеев*  
(Академия ГПС МЧС России, e-mail: litloc@rambler.ru)

## **ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТРЕХКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОСНОВ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИЙ**

*Приведён пример модифицированного метода трехкритериальной оценки знаний на основе комбинации классических методов обработки статистических данных по проблемам пожарной безопасности.*

*Ключевые слова: статистика, обработка массивов данных.*

*N.G. Topolsky, D.S. Shaposhnik, N.Yu. Ryzhenko, N.A. Matveev*

## **PRACTICE OF APPLICATION OF THREE-CRITERION ASSESSMENT KNOWLEDGE BASES OF FIRE SAFETY BY PERSONNEL OF ORGANIZATIONS**

*The example of the modified method of a three-criterion assessment knowledge based on a combination classical mechanism of processing of statistical data on fire safety problems is given.*

*Key words: statistics, processing of data files.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 13 апреля 2015 г.

Практика диагностирования знаний сотрудников разных организаций промышленной и социальной среды в тестовой форме по нормативной базе противопожарной службы показала неоднозначность в принятии решений при использовании двухкритериальной оценки (1 – выполнено, 0 – не выполнено). Данная ситуация связана с тем, что двойственное управление накладывает свою определенную специфику, когда тестируемые должны параллельно удовлетворять, с одной стороны, нормативным документам непосредственных рабочих мест, с другой – предписанным требованиям ГПС МЧС России. В сложившейся ситуации назрела необходимость внесения дополнительного критерия, способного усреднить получаемые показатели или условно объединить оценки [1-3].

Особенностью исследования является диагностика результатов на основе трехкритериальной оценки, где вводится дополнительная балльная оценка "2". Возможен следующий сценарий оценивания: 2 – ответ верный, 1 – корректирующая оценка, 0 – ответ неверный. Другими словами, если рассмотреть тест с шестью вариантами ответов, где правильными будут только три и испытуемый выбирает один или два правильных ответа, то его ответ будет оценен в один балл. В статье представлен пример трехкритериальной оценки с использованием инструментария программных пакетов *Statistica* и *SPSS*.

В качестве исходных данных применяется матрица результатов (рис. 1). Для примера используется двадцать строк, что равняется числу испытуемых, и двадцать пять столбцов, что равно числу заданий экспресс-теста на знание пожарных основ на рабочих местах.

Задания в тестовой форме																										
	№/№	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>	X <sub>25</sub>
Испытуемые	1.	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	2	2	2	2	0	1	0	2	0	0	2	2	0	0
	2.	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2	1	2	1	1	0	0	2	2	0	2	0	2	2	2	2
	3.	1	2	0	2	0	2	0	2	0	2	2	2	1	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	1	0
	4.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	2	2	2	2	0	0	0	2	1	2	0
	5.	1	0	0	2	2	2	2	0	0	1	2	2	1	1	0	0	0	1	0	0	2	2	2	2	2
	6.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	1	0	0	2	2	2	2
	7.	2	0	2	2	2	2	2	0	0	1	1	0	1	2	2	2	2	1	0	2	0	2	1	1	0
	8.	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	2	2	1	0	2	2	2	2	2	2	0	0	1	2
	9.	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	2	0	1	1	0
	10.	2	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0
	11.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	1	1	2	2	2	1	0	0	2	2	2	2	0
	12.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	2	2	0	1	0	0	0	0	2	2	0
	13.	2	2	2	2	2	2	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0	2	2	2	0	0	0	2	2	2
	14.	1	2	0	2	0	2	0	2	0	2	1	2	1	2	0	2	0	2	0	2	0	0	1	1	2
	15.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	2	2	0
	16.	1	2	2	2	2	2	2	2	0	1	1	2	2	2	2	2	0	1	2	2	2	2	2	1	0
	17.	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	0	2	0	0	2	2	0

Рис. 1. Пример матрицы результатов

На основе полученной трехкритериальной матрицы выполнен расчёт промежуточных показателей. Добавлены результаты по ответам, оцененным в два балла, проводится два упорядочения (рис. 2).

Суммирование баллов всех испытуемых дает число 260. Средний арифметический тестовый балл в данной группе испытуемых равен 13:

$$M = \frac{\sum Y_i}{N} = \frac{260}{20} = 13.$$

Ниже представлены логиты трудности заданий на основе упорядоченной матрицы результатов (табл. 1). Данный показатель необходим для оценки заданий с целью возможной дополнительной адаптации к уровню сотрудников конкретной организации. Практика показала, что многие тестируемые не смогли правильно ответить на вопрос так как не поняли его формулировку или не расшифровали специализированные ГПС понятия и термины [4].

Таблица 1

**Логиты трудности заданий**

$\beta_{23} = \text{-----}$	$\beta_{20} = -0,405$	$\beta_{15} = -0,201$	$\beta_{13} = \text{-----}$	$\beta_3 = 0,405$
$\beta_{24} = \text{-----}$	$\beta_{22} = -0,405$	$\beta_{17} = -0,201$	$\beta_{14} = \text{-----}$	$\beta_{25} = 0,405$
$\beta_{16} = -0,619$	$\beta_4 = -0,201$	$\beta_1 = \text{-----}$	$\beta_{18} = \text{-----}$	$\beta_9 = 0,619$
$\beta_8 = -0,405$	$\beta_5 = -0,201$	$\beta_{10} = \text{-----}$	$\beta_2 = 0,201$	$\beta_{19} = 0,619$
$\beta_{12} = -0,405$	$\beta_6 = -0,201$	$\beta_{11} = \text{-----}$	$\beta_7 = 0,201$	$\beta_{21} = 0,619$

На основе уровневой классификации по Беккеру, задания в матрице результатов можно оценить следующим образом: все задания среднего уровня трудности, кроме заданий под номерами 1, 10, 11, 13, 14, 18, 23, 24 – это задания, не составляющие трудности. В основном в данной категории представлены задания с выбором нескольких правильных ответов без возможности внесения условности или множественности.

Задания в тестовой форме

№/№	X23	X24	X16	X6	X12	X20	X21	X4	X5	X9	X15	X17	X1	X10	X11	X13	X14	X18	X1	X7	X5	X25	X9	X19	X11	Y0	Y1	R2	R1	Q	Логит подтопленности испытываем (p2+p1)/q	Потенциал подтопленности испытываем (p2+p1)/q
<b>Испытуемые</b>	15.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	22	0	0,88	0,00	0,12	7,333	1,932
	6.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	20	1	0,80	0,04	0,16	5,250	1,638
	10.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17	1	0,68	0,04	0,28	2,571	0,944
	11.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17	4	0,68	0,16	0,16	5,250	1,638
	16.	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	17	5	0,68	0,20	0,12	7,333	1,932
	20.	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	16	2	0,64	0,08	0,28	2,571	0,944
	3.	2	1	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	15	3	0,60	0,12	0,28	2,571	0,944
	13.	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	15	3	0,60	0,12	0,28	2,571	0,944
	17.	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	13	1	0,52	0,04	0,44	1,273	0,241
	7.	1	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	12	6	0,48	0,24	0,28	2,571	0,944
	18.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	12	4	0,48	0,16	0,36	1,778	0,375
	6.	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	11	5	0,44	0,20	0,36	1,778	0,375
	8.	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11	4	0,44	0,16	0,40	1,500	0,405
	14.	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11	5	0,44	0,20	0,36	1,778	0,375
	19.	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11	4	0,44	0,16	0,40	1,500	0,405
	1.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	10	4	0,40	0,16	0,44	1,273	0,241
	4.	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	7	5	0,28	0,20	0,52	0,923	-0,080
	12.	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	0,20	0,20	0,60	0,667	-0,405
	9.	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	7	0,12	0,28	0,60	0,667	-0,405
Кол-во правильных ответов (R <sub>1</sub> )	15	14	13	12	12	12	12	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	9	8	8	7	7	260							
Кол-во корректных ответов (Y <sub>1</sub> )	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	71							
Кол-во неправильных ответов (W <sub>1</sub> )	0	0	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	11	12	12	13	13								
Доля правильных ответов (p <sub>1</sub> )	0,750	0,700	0,650	0,600	0,600	0,600	0,600	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,450	0,450	0,400	0,400	0,350	0,350	15							
Доля корректных ответов (p <sub>2</sub> )	0,250	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4							
Доля неправильных ответов (w <sub>1</sub> )	0,000	0,000	0,350	0,400	0,400	0,400	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,550	0,550	0,600	0,600	0,650	0,650								
Дисперсия тестовых результатов ((p <sub>1</sub> -p <sub>2</sub> )/q)	0,000	0,000	0,228	0,240	0,240	0,240	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,248	0,248	0,240	0,240	0,228	0,228								
Потенциал трудности заданий ((p <sub>1</sub> -p <sub>2</sub> )/q)	0,000	0,000	0,538	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,222	1,222	1,500	1,500	1,837	1,837								
Логит трудности задания ln((p <sub>1</sub> -p <sub>2</sub> )/q)	-	-	-0,619	-0,405	-0,405	-0,405	-0,405	-0,201	-0,201	-0,201	-0,201	-0,201	-	-	-	-	-	-	0,201	0,201	0,405	0,405	0,619	0,619								
Логит подтопленности ln((p <sub>1</sub> +p <sub>2</sub> )/q)																																

Таблица с бланком заданий будет перепечатана. Для бланка заданий -

Итого: 0,248

Рис. 2. Упорядоченная матрица результатов

Для проверки меры связи ответов испытуемых так же используется задание № 23 ( $X_{23}$ ) с суммой баллов тех же испытуемых по всему тесту, строится вспомогательная табл. 2.

Таблица 2

Вспомогательная таблица

$X_{23}$	Количество правильных ответов испытуемого ( $Y_i$ )	$X_{23}Y_i$	$X_2$	$Y_i^2$
2	10	20	4	100
2	15	30	4	225
2	15	30	4	225
1	7	7	1	49
2	11	22	4	121
2	20	40	4	400
1	12	12	1	144
1	11	11	1	121
1	3	3	1	9
2	17	34	4	289
2	17	34	4	289
2	5	10	4	25
2	15	20	4	225
1	11	11	1	121
2	22	44	4	484
2	17	34	4	289
2	13	26	4	169
2	12	24	4	144
2	11	22	4	121
2	16	32	4	256
<b><math>\Sigma X_{23} = 35</math></b>	<b><math>\Sigma Y_i = 260</math></b>	<b><math>\Sigma X_{23}Y_i = 476</math></b>	<b><math>\Sigma X_{23}^2 = 65</math></b>	<b><math>\Sigma Y_i^2 = 3806</math></b>

1. Сумма квадратов отклонений баллов испытуемых от среднего арифметического балла:

$$SS_x = 65 - \frac{(35)^2}{20} = 65 - \frac{1225}{20} = 3,75;$$

2. Сумма квадратов отклонений тестовых баллов испытуемых от среднего арифметического балла по всему тесту:

$$SS_y = 3806 - \frac{(260)^2}{20} = 3806 - \frac{67600}{20} = 426;$$

3. Скорректированная на средние значения сумма попарных произведений  $X$  и  $Y$ :

$$SP_{xy} = 476 - \frac{35 \times 260}{20} = 476 - \frac{9100}{20} = 21;$$

4. Коэффициент корреляции:

$$r_{xy} = \frac{21}{\sqrt{3,75 \times 426}} = 0,525.$$

Задание под номером двадцать три является тестовым, так как  $r_{xy} > 0,3$ . Расчёт коэффициента корреляции для всех заданий представлены в табл. 3.

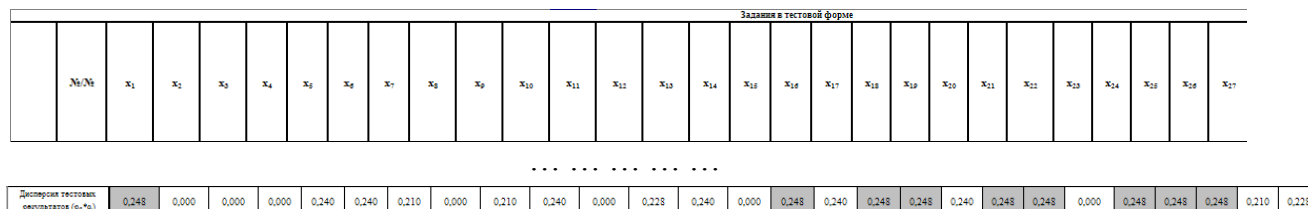
Таблица 3

**Коэффициенты корреляции заданий**

$r_{1xy} = 0,325$	$r_{6xy} = 0,632$	$r_{11xy} = 0,477$	$r_{16xy} = -0,02$	$r_{21xy} = 0$
$r_{2xy} = 0,675$	$r_{7xy} = 0,588$	$r_{12xy} = 0,531$	$r_{17xy} = 0,152$	$r_{22xy} = 0,531$
$r_{3xy} = 0,663$	$r_{8xy} = 0,442$	$r_{13xy} = 0,498$	$r_{18xy} = 0,26$	$r_{23xy} = 0,525$
$r_{4xy} = 0,61$	$r_{9xy} = 0,432$	$r_{14xy} = 0,108$	$r_{19xy} = 0,273$	$r_{24xy} = 0,213$
$r_{5xy} = 0,479$	$r_{10xy} = 0,477$	$r_{15xy} = 0,065$	$r_{20xy} = 0,332$	$r_{25xy} = 0,155$

Следовательно, задания под номерами 14-19, 21, 24-25 удаляются из текста, не выдержав эмпирической проверки ( $r_{14xy}, r_{15xy}, r_{16xy}, r_{17xy}, r_{18xy}, r_{19xy}, r_{21xy}, r_{24xy}, r_{25xy} < 0,3$ ). Сравнивая результаты коэффициента корреляции по двум и трем критериям, определилась идентичность результатов.

Мера вариации – дисперсия баллов, рассчитанная для каждого задания представлена на рис. 3.



**Рис. 3.** Дисперсия тестовых результатов

Задания с наибольшей дифференцирующей способностью ( $s_j^2 = 0,248$ ): 1, 15, 17-18, 20-21, 23-25. Дифференцирующая способность задания дифференцирует сильных испытуемых от слабых, то есть задания под этими номерами можно использовать для определения сильных и слабых тестируемых в группе.

Рейтинговая диаграмма, по трехкритериальной оценке, состоит из двух графиков: графика успеваемости (соответствие знаний испытуемых требованиям пожарной безопасности) и корректирующего графика, для принятия наиболее точного решения (рис. 4). Из матрицы тестовых результатов по логиту успеваемости каждого испытуемого построена диаграмма, где по оси X – номер испытуемого, ось Y – значения логита успеваемости каждого тестируемого.

В результате получен график успеваемости (рис. 4), проанализировав его, получаем, что испытуемые под номерами 5, 10 – относятся к рейтингу успешных, 3, 8, 17, 18 – к подготовленным, а все остальные под номерами: 1-4, 6-7, 9, 11-15, 19-20 к неуспешным [6].

На следующем этапе определяется мера трудности каждого задания (рис. 5). Задания расположены по мере возрастания трудности.

Если провести сравнительный анализ результатов экспресс-метода и статистического анализа по расположению заданий по мере их возрастающей трудности, то можно сделать вывод о идентичности результатов.

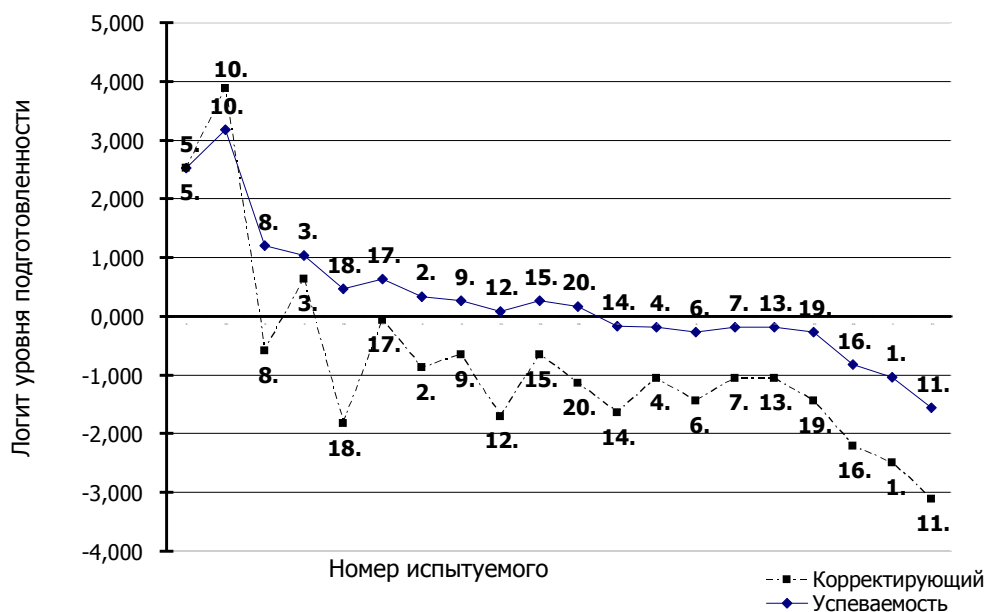


Рис. 4. Рейтинг успеваемости испытуемых

В экспресс-методе мерой трудности задания является количество правильных ответов по заданию, чем больше правильных ответов, тем задание легче. Так как нахождение количества правильных ответов по каждому заданию является одним из первых и обязательных требования в данном методе, то от нахождения меры трудности можно отказаться и воспользоваться только результатами экспресс-метода.

Variable	Descriptive Statistic	
	Valid N	Mean
23	20	1,75000
24	20	1,70000
16	20	1,30000
8	20	1,20000
12	20	1,20000
20	20	1,20000
22	20	1,20000
.....		
2	20	0,90000
7	20	0,90000
3	20	0,80000
25	20	0,80000
9	20	0,70000
19	20	0,70000
21	20	0,70000

Рис. 5. Нахождение меры трудности

В статистическом анализе для нахождения коэффициента корреляции используется тот же тест, что и в экспресс-методе, для дальнейшего их сравнения. Рассчитанный в SPSS коэффициент корреляции для каждого задания представлен на рис. 6 в столбце *NewVar*.

Correlations (rect4.2)																									Correlations (rect4.2)					
Marked correlations are significant at p < .05000																									Marked correlations are significant at p < .05000					
N=20 (Casewise deletion of missing data)																									N=20 (Casewise deletion of missing data)					
Variable	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17	Var18	Var19	Var20	Var21	Var22	Var23	Var24	Var25	NewVar1	NewVar2			
Var1	1.00	0.38	-0.18	0.24	0.24	-0.00	0.24	0.17	0.17	0.17	0.17	-0.06	0.12	0.12	0.58	0.35	-0.12	-0.12	0.29	0.29	0.24	-0.00	0.42	0.18	0.18	0.53	-0.58			
Var2	0.38	1.00	-0.02	-0.09	0.13	-0.09	-0.09	-0.15	0.07	-0.15	0.07	0.00	0.00	0.00	0.22	0.44	-0.22	0.22	-0.07	0.15	0.09	0.31	0.25	0.02	-0.43	0.21	-0.52			
Var3	-0.18	-0.02	1.00	0.47	-0.39	0.04	-0.17	-0.24	-0.45	-0.24	0.61	0.18	-0.10	0.10	-0.31	0.10	0.31	-0.31	-0.18	0.03	-0.04	-0.26	0.32	-0.34	-0.34	-0.02	0.11			
Var4	0.24	-0.09	0.47	1.00	0.17	0.37	-0.04	-0.12	-0.33	0.08	0.29	0.08	0.00	0.61	0.20	0.41	-0.00	0.00	0.12	0.12	-0.17	-0.17	0.60	0.17	-0.17	0.44	-0.37			
Var5	0.24	0.13	-0.39	0.17	1.00	0.37	0.17	0.49	0.29	0.49	-0.53	-0.33	-0.20	0.20	0.20	0.41	0.20	0.41	0.53	0.12	0.25	0.46	-0.04	0.39	-0.04	0.53	-0.42			
Var6	-0.00	-0.09	0.04	0.37	0.37	1.00	-0.04	0.08	-0.12	0.08	-0.12	0.08	-0.20	0.20	0.00	0.41	0.20	0.41	0.12	0.12	0.04	0.04	-0.04	0.39	-0.26	0.33	-0.26			
Var7	0.24	-0.09	-0.17	-0.04	0.17	-0.04	1.00	0.49	0.49	0.08	0.08	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.33	0.53	0.46	-0.17	0.17	-0.04	0.39	0.39	0.53	-0.20	-0.20			
Var8	0.17	-0.15	-0.24	-0.12	0.49	0.08	0.49	1.00	0.60	0.80	-0.21	-0.01	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.30	0.10	0.82	0.41	0.74	0.33	-0.18	0.03	0.03	0.61	-0.17		
Var9	0.17	0.07	-0.45	-0.33	0.29	-0.12	0.49	0.60	1.00	0.60	-0.21	-0.21	0.50	-0.10	0.10	0.10	-0.10	-0.10	0.41	0.62	0.74	0.12	0.03	0.03	0.24	0.48	-0.17			
Var10	0.17	-0.15	-0.24	0.08	0.49	0.08	0.49	0.80	0.60	1.00	-0.21	-0.01	0.30	0.30	0.10	-0.10	0.10	0.10	0.62	0.41	0.53	0.12	0.03	0.03	0.24	0.63	-0.22			
Var11	0.17	0.07	0.81	0.29	-0.53	-0.12	0.08	-0.21	-0.21	-0.21	1.00	0.19	0.10	-0.10	-0.10	0.10	0.10	0.30	-0.50	-0.19	0.21	0.12	-0.49	0.45	-0.39	-0.18	0.07	-0.00		
Var12	-0.06	0.07	0.18	0.08	-0.33	0.08	0.08	-0.01	-0.21	-0.01	0.19	1.00	0.30	0.30	-0.10	-0.10	-0.30	0.30	0.01	-0.19	0.12	-0.08	0.03	0.03	-0.18	0.15	-0.17			
Var13	0.12	0.00	-0.10	0.00	-0.20	-0.20	0.20	0.10	0.50	0.30	0.10	0.30	1.00	0.40	0.20	-0.00	-0.40	0.00	0.10	0.10	0.41	-0.20	0.52	-0.31	0.10	0.33	-0.36			
Var14	0.12	0.00	0.10	0.61	0.20	0.20	0.20	0.10	-0.10	0.30	-0.10	0.30	0.40	1.00	0.20	0.00	-0.20	0.40	0.30	-0.10	0.00	0.00	0.52	-0.10	0.10	0.48	-0.52			
Var15	0.58	0.22	-0.31	0.20	0.20	0.00	0.20	0.10	0.10	0.10	-0.10	0.10	0.20	0.20	1.00	0.40	-0.20	0.20	0.10	0.30	-0.00	0.20	0.31	0.31	0.10	0.48	-0.68			
Var16	0.35	0.44	0.10	0.41	0.41	-0.20	-0.10	0.10	-0.10	0.10	-0.10	-0.00	0.00	0.40	1.00	-0.00	0.20	0.10	0.30	0.20	0.20	0.31	0.52	-0.31	0.10	0.50	-0.63			
Var17	-0.12	-0.22	0.31	-0.00	0.20	0.20	0.30	-0.10	0.10	0.10	0.30	-0.30	-0.40	-0.20	-0.00	1.00	-0.00	0.30	0.10	0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.31	0.10	0.11	0.03			
Var18	-0.12	0.22	-0.31	0.00	0.41	0.41	0.00	0.10	-0.10	0.10	-0.50	0.30	0.00	0.40	0.20	-0.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.20	-0.10	0.31	-0.31	0.10	0.26	-0.52			
Var19	0.29	-0.07	-0.18	0.12	0.53	0.12	0.33	0.52	0.41	0.62	-0.19	0.01	0.10	0.30	0.10	0.10	0.30	1.00	0.19	0.70	0.29	-0.03	0.18	-0.03	0.18	0.68	-0.38			
Var20	0.29	0.15	0.03	0.12	0.12	0.12	0.53	0.41	0.62	0.41	0.21	-0.19	0.10	-0.10	0.30	0.30	-0.10	-0.30	0.19	1.00	0.49	0.08	0.18	0.18	0.18	0.69	-0.22			
Var21	0.24	0.09	-0.04	-0.17	0.25	0.04	0.46	0.74	0.74	0.53	0.12	0.12	0.41	0.00	-0.00	0.20	0.20	0.00	0.70	0.49	1.00	0.17	0.04	0.04	-0.17	0.66	-0.30			
Var22	-0.00	0.31	-0.26	-0.17	0.46	0.04	-0.17	0.33	0.12	0.12	-0.49	-0.08	-0.20	0.00	0.20	0.20	-0.20	0.20	0.29	0.08	0.17	1.00	-0.39	0.26	-0.39	0.15	-0.13			
Var23	0.42	0.25	0.32	0.60	-0.04	-0.04	0.17	-0.18	0.03	0.03	0.45	-0.03	0.52	0.52	0.31	0.31	-0.10	-0.10	-0.03	0.18	0.04	-0.39	1.00	-0.32	0.12	0.43	-0.56			
Var24	0.18	0.02	-0.34	0.17	0.39	0.39	-0.04	0.03	0.03	0.03	-0.39	0.03	-0.31	-0.10	0.31	0.52	-0.10	0.31	0.18	0.18	0.04	0.26	-0.32	1.00	0.12	0.27	-0.22			
Var25	0.18	-0.43	-0.34	0.17	-0.04	-0.26	0.39	0.03	0.24	0.24	-0.18	-0.18	0.10	0.10	0.10	-0.31	-0.31	-0.31	-0.03	0.18	-0.17	-0.39	0.12	0.12	1.00	-0.00	0.24			

Рис. 6. Коррелированная матрица

Задания под номерами 2, 3, 11, 12, 17, 18, 22, 24, 25 удаляются из текста, не выдержав эмпирической проверки ( $r_{2xy}$ ,  $r_{3xy}$ ,  $r_{11xy}$ ,  $r_{12xy}$ ,  $r_{17xy}$ ,  $r_{18xy}$ ,  $r_{22xy}$ ,  $r_{24xy}$ ,  $r_{25xy} < 0,3$ ). Если сравнить результаты экспресс-метода и статистического метода по значениям коэффициента корреляции, то можно сделать вывод, что задания под номерами 17, 18, 24 и 25 нашли свое подтверждение в обоих случаях. А в целом при нахождении коэффициента корреляции предпочтения отдаются результатам, полученным программным способом, то есть с помощью статистического анализа, так как эти результаты считаются наиболее точными по сравнению с экспресс-методом.

Далее, для построения гистограммы распределения результатов теста рассматривается тест, состоящий из 25 заданий. По данному тесту тестировалось 20 человек. У каждого испытуемого подсчитана сумма баллов за тест. На рис. 7 отображено, что реальное распределение баллов, представляемое первой гистограммой, не приобрело форму распределения, изображаемого кривой нормального распределения, поэтому необходимо задания в тесте доработать, а именно трудные задания. Так как второй график является корректирующим для легких заданий, и распределение баллов почти приобрело форму кривой нормального распределения.

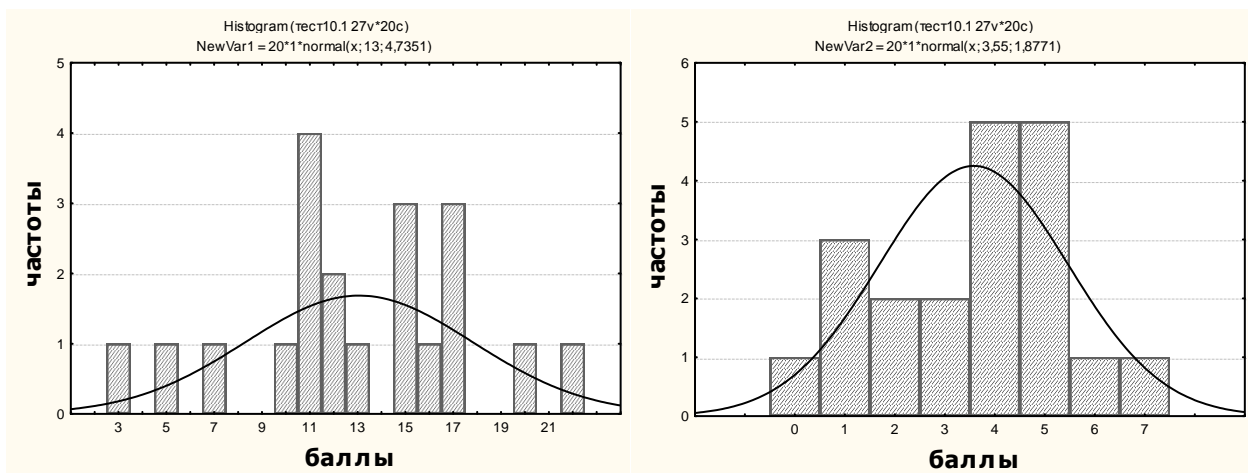


Рис. 7. Гистограмма тестовых результатов

В результате, для данного теста надежность равна 0,805190 (рис. 8).

Summary for scale: Mean=29,4000 Std.Dev.=9,85367 Cronbach alpha: ,805190 Standardized alpha: ,798539 Average inter-item corr.: ,138542
--

Рис. 8. Надежность тестовых результатов

Рейтинг успеваемости по трем критериям представлен на рис. 9. Первая гистограмма представляет результаты тестирования испытуемых по двум баллам, а вторая является корректирующей для первой.

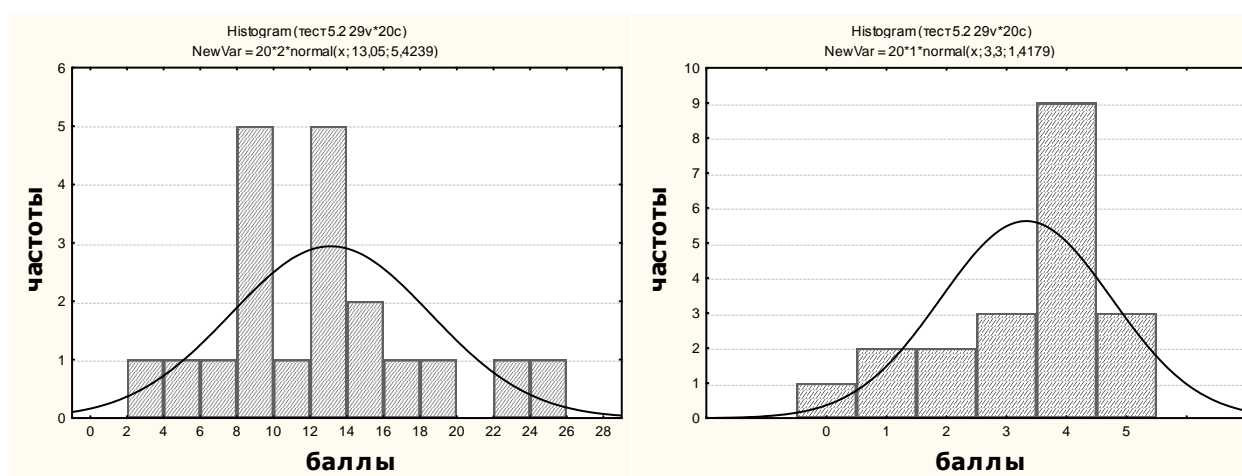


Рис. 9. Рейтинг успеваемости испытуемых

Анализируя полученные диаграммы, можно сделать вывод о том, что испытуемые, получившие от нуля до пяти баллов действительно надо отнести к группе неподготовленных, например, под номером одиннадцать. Следовательно, предположение о не успешности данных сотрудников к действиям в случае ЧС и пожаров будут обоснованы.

На следующем этапе, проанализировав полученные результаты для текущего теста по трем критериям в факторном анализе, получили идентичные результаты (рис. 10).

Данный тест надо дорабатывать (например, поменять специальные термины на более доступные), так как первые восемь компонент выше единицы, а по требованиям должна быть только одна. Одно задание должно быть наибольшей нагрузки (рис. 10). Подходящие задания – 16, 17, 22, 23, 24 и 26, как наиболее значимые (рис. 11).



**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,841	21,635	21,635	5,841	21,635	21,635
2	4,105	15,204	36,839	4,105	15,204	36,839
3	3,671	13,595	50,434	3,671	13,595	50,434
4	2,729	10,106	60,540	2,729	10,106	60,540
5	2,304	8,532	69,072	2,304	8,532	69,072
6	1,618	5,993	75,065	1,618	5,993	75,065
7	1,536	5,688	80,753	1,536	5,688	80,753
8	1,167	4,322	85,075	1,167	4,322	85,075
9	,808	2,993	88,067			
10	,657	2,432	90,500			
11	,581	2,153	92,653			
12	,494	1,830	94,483			
13	,375	1,388	95,871			
14	,334	1,235	97,107			
15	,264	,979	98,085			
16	,234	,867	98,952			
17	,153	,567	99,519			
18	,078	,290	99,809			
19	,052	,191	100,000			
20	4,18E-016	1,55E-015	100,000			
21	1,90E-016	7,02E-016	100,000			
22	1,34E-016	4,96E-016	100,000			
23	-5,3E-017	-1,96E-016	100,000			
24	-1,2E-016	-4,46E-016	100,000			
25	-2,0E-016	-7,30E-016	100,000			
26	-3,8E-016	-1,41E-015	100,000			
27	-7,0E-016	-2,59E-015	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Рис. 10.** Определение качества теста

**Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
VAR00001	,598	,456	-,203	,462	,301	-,069	-,060	,083
VAR00002	-,351	,448	-,510	,376	,259	-,022	,001	,094
VAR00003	,401	,599	-,350	,375	-,184	,090	-,104	,189
VAR00004	,120	,485	-,572	,279	,139	,332	,026	-,139
VAR00005	,256	,298	,586	,474	,383	,068	-,124	,156
VAR00006	,309	,030	,120	,002	,692	,204	-,407	-,359
VAR00007	-,032	,334	,657	-,419	,155	,028	,074	,275
VAR00008	,176	,023	-,060	-,458	,690	,123	,410	-,029
VAR00009	,535	,021	-,062	,147	,303	-,516	,253	,302
VAR00010	,382	-,668	-,276	,060	,365	,085	,293	,028
VAR00011	,349	-,019	,721	,000	,145	-,279	,197	-,200
VAR00012	,387	-,688	,107	,178	,378	,020	-,142	-,158
VAR00013	,435	,563	,555	-,093	-,131	-,002	-,001	-,179
VAR00014	,495	-,273	,133	,436	-,182	-,213	-,498	,100
VAR00015	,531	,319	,373	-,169	-,102	-,221	,096	-,118
VAR00016	,708	-,329	-,211	,251	,059	-,335	-,082	,004
VAR00017	,633	,599	,105	,063	-,130	-,085	,274	-,235
VAR00018	,387	-,321	-,224	,286	-,176	,089	,657	-,009
VAR00019	-,221	-,224	,526	,519	-,050	,373	,114	-,210
VAR00020	,209	-,785	,141	,242	-,003	,267	-,012	,102
VAR00021	,135	-,014	,622	,404	-,313	,484	,175	,092
VAR00022	,706	-,257	-,105	-,086	-,466	-,076	-,114	-,143
VAR00023	,601	,266	-,418	,023	-,212	,265	,169	-,288
VAR00024	,791	-,156	-,037	-,393	-,216	,007	-,130	,046
VAR00025	,479	,212	,100	-,180	,156	,439	-,105	,522
VAR00026	,672	-,205	-,106	-,368	-,161	,242	,000	,332
VAR00027	,495	,043	-,232	-,540	,087	,296	-,271	-,218

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 8 components extracted.

**Рис. 11.** Определение значимых заданий

В рамках приведенной работы можно сделать положительный вывод в сторону трехкритериальной оценки, так как значительно увеличивается качество и точность анализа тестовых результатов. Заведомо ложные задания, а также нелогичные ответы на них обнаруживаются на этапах анализа результатов проведенного тестирования, что в последующем предусматривает механизм гибкой модификации тестовых заданий. Существующие механизмы двухкритериальной оценки результатов анализа статистических данных не предусматривают данной технологии, что приводит к построению не совсем адекватных действительности тестов и форм контроля в тестовой форме [5, 7].

Проведя в работе трехкритериальный анализ полученных результатов теста, можно сделать вывод о его преимуществах по отношению к классической двухкритериальной оценке знаний требований пожарной безопасности, так как благодаря дополнительной оценке, выступающей для корректировки полученного результата, принимается обоснованное решение, учитывающее как специфику рабочего места, так и требования ГПС МЧС России. Подводя итоги, предлагается придерживаться следующего сценария диагностирования:

- матрица тестовых результатов (экспресс метод);
- мера трудности задания (экспресс метод);
- уровень трудности задания по Беккеру (экспресс метод);
- коэффициент корреляции (статистический анализ);
- надежность тестовых результатов (статистический анализ);
- распределение тестовых результатов (статистический анализ);
- качество задания (факторный анализ);
- значимые задания (факторный анализ);
- рейтинг успеваемости испытуемых (статистический анализ).

#### **Литература**

1. **Рыженко А.А.** Инструментальная система поддержки контроля уровня знаний персонала промышленного предприятия // Прикладные проблемы управления макросистемами. Т. 39. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009. С. 368-375.
2. **Рыженко А.А., Сепеда-Эрреро Р.Р.** Структура распределенной системы информационной поддержки образования // Прикладные проблемы управления макросистемами. Т. 39. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009. С. 397-402.
3. **Рыженко А.А., Ермолаева Т.Е.** Влияние новых методических подходов к обучению на трудоустройство выпускников // Новые информационные технологии в образовании: сб. науч. трудов 10-й междунар. науч.-практ. конф. "Новые информационные технологии в образовании: повышение эффективности обучения и управления образовательными учреждениями с использованием технологий 1С". Ч. 1. 2010. С. 224-227.
4. **Рыженко А.А., Матвеев Н.А.** Система поддержки управления конкурсной программой подготовки профильных кадров // Матер. 20-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2011". М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. С. 349-351.
5. **Рыженко А.А., Матвеев Н.А.** Распределённая система поддержки планирования деятельности профессорско-преподавательского состава // Матер. 21-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2012". М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. С. 295-297.
6. **Членов А.Н., Орлов П.А.** Детерминированная модель процесса обучения // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2010. № 1. С. 111-114.
7. **Овсяник А.И., Аглиуллин Р.И., Шихалёв Д.В., Старцев В.И.** Современные информационные технологии для подготовки специалистов в области пожарной безопасности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2012. № 2. С. 36-42.