

*В.М. Стрелец, к.т.н., с.н.с., доцент кафедри, НУГЗУ,  
П.А. Ковалев, к.т.н., нач. каф., НУГЗУ,  
С.Н. Щербак, ст. преподаватель, НУГЗУ*

## **УТОЧНЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПАСАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ К ПРИМЕНЕНИЮ**

(представлено д-ром техн. наук Басмановым А.Е.)

Закономерностями времени выполнения простых операций, связанных с использованием стволов и пожарных лестниц, является возможность их описания с помощью  $\beta$ -распределения. Усложнение операции приводит к тому, что закон распределения времени ее выполнения становится нормальным. Отмечено, что по величине скошенности распределения времени выполнения типовых операций можно судить об уровне подготовленности спасателей.

**Ключевые слова:** пожарные рукава, пожарные лестницы, время выполнения, закон распределения, подготовленность.

**Постановка проблемы.** Проведение аварийно-спасательных работ требует использования личным составом пожарно-спасательных и специальных подразделений достаточно специфического оборудования, которое существенно отличается от стандартного набора пожарно-технического вооружения. Вследствие этого закономерности выполнения работ с его помощью имеют ряд особенностей, которые надо учитывать, как при планировании и оценке всего комплекса аварийно-спасательных работ, так и в процессе подготовки спасателей, например, для обоснования соответствующих нормативов оценки качества выполнения отдельных операций и процессов.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В настоящее время основное внимание уделено раскрытию не закономерностей деятельности, а закономерностей обучения работе со специальными техническими средствами. Так, в [1] показано, что основным методом обучения спасателей приемам работы с пожарной техникой и оборудованием является метод целостного обучения, когда пожарный осваивает упражнение, выполняя его в целом виде. Однако и в [1], и в [2] отмечено, что при обучении сложным упражнениям необходимо использовать метод обучения по частям, который состоит в том, что сначала изучаются определенные части упражнения, а затем по мере их освоения движение изучается в целом. Однако о том, как выделить момент, когда можно сказать, что упражнение является сложным, ничего не сказано.

К настоящему времени разработан научно-методический аппарат имитационного моделирования экстремальной деятельности [3,4] и

обоснования нормативов [5,6] для оценки уровня подготовленности спасателей при выполнении, как операций, так и процессов, которые составляют общий комплекс аварийно-спасательных работ. Он опирается на оценки распределения времен выполнения операций и процессов.

В то же время, анализ основных работ, которые выполняют спасатели в процессе подготовки технических средств к применению, в соответствии с классификацией, приведенной в [1], показал, что, если для деятельности, связанной с использованием специального оборудования аварийно-спасательных автомобилей [7], характерным является симметричный характер распределения, то в случае работы газодымозащитников [8] или боевого развертывания пожарных автомобилей [9] достаточно большое количество операций имеют скошенный характер. При этом закономерности деятельности спасателей в процессе работы с пожарными рукавами, стволами, рукавной арматурой, а также работы с пожарными лестницами не раскрыты. В тоже время, знание закономерностей выполнения основных операций спасателями, в том числе не рассмотренных ранее, необходимо как для проведения имитационного моделирования их деятельности, так и для непосредственного обоснования рекомендаций, например, по их подготовке.

**Постановка задачи и ее решение.** Исходя из этого, поставлена задача раскрытия закономерностей деятельности спасателей в процессе работы с пожарными рукавами, стволами, рукавной арматурой, а также работы с пожарными лестницами.

В процессе раскрытия закономерностей работы с пожарными рукавами, стволами и рукавной арматурой были рассмотрены особенности выполнения операций по присоединению ствола к рукавной линии (операция 1 в таблице 1) и (операция 2) присоединение всасывающего рукава к пожарному автомобилю (операции выполняются практически при всех видах боевого развертывания в ходе тушения пожаров и ликвидации возможных аварий), а также открепление лафетного ствола (операция 3) и установка (операция 4) рукавного мостика (операции, которые после первоначального обучения выполняются только лишь при ликвидации специфических аварий, т.е. достаточно редко). Результаты приведены в таблице 1 в столбцах 1-4 соответственно.

В столбцах 5-7 приведены результаты исследования работы с пожарными лестницами. Рассматривались операции по снятию выдвинутой пожарной лестницы с пожарного автомобиля (столбец 5), установке трехколенной пожарной лестницы в окно третьего этажа (столбец 6) и установке лестницы-палки (столбец 7).

При выборе операций для исследования во внимание бралось то, что операция по снятию и установке выдвинутой пожарной лестницы выполняется регулярно как при тушении пожаров, так и на занятиях по пожарно-строевой подготовке. Операция по установке лестницы-палки

выполняется достаточно редко и, несмотря на внешнюю простоту, требует подъема ее вверх, раздвижения тетивы и приставления к лестнице таким образом, чтобы нижние концы находились в одном шаге от стены.

Результаты проведенных экспериментальных исследований показали (табл. 1), что характерными особенностями, присущими времени выполнения рассмотренных операций, являются следующие:

- его значение при выполнении любой операции ограничено как сверху, так и снизу, т.е. всегда можно указать максимальное значение  $t_{j\max}$ , которое имеет место при стечении самых неблагоприятных обстоятельств, и минимальное значение  $t_{j\min}$ , которое понадобится для выполнения работы при наиболее благоприятном стечении обстоятельств;

- при выполнении операции может быть принято любое значение на заданном интервале  $[t_{j\min}, t_{j\max}]$ , т.е. оно является непрерывной случайной величиной;

- среди данных операций могут быть такие, время выполнения которых зависит от большого числа случайных факторов, каждый из которых в отдельности является малосущественным, а также операции, на время выполнения которых оказывает влияние небольшое число важных факторов.

Обычно для описания времени используется нормальный закон распределения [10], имеющий плотность распределения

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где  $\bar{t}$  – математическое ожидание времени выполнения рассматриваемой операции,  $\sigma$ ;  $G$  – среднеквадратическое отклонение,  $\sigma$ .

Однако полученные экспериментальные данные (см. табл.1) не поддаются описанию с помощью нормального распределения по причине существенного отличия показателя скошенности распределения  $j$ -ой боевой операции от нуля, т.е.  $|Sk_j| > 0$

$$Sk_j = \frac{1}{n \cdot G_j^3} \cdot \sum_{i=1}^n (t_{ij} - \bar{t}_j), \quad (2)$$

где  $n$  – число независимых опытов,  $t_{ij}$  – результат  $i$ -го измерения  $j$ -го параметра,  $\bar{t}_j$ ,  $G_j$  – соответственно оценка математического ожидания и среднеквадратического отклонения.

**Табл. 1. Результаты экспериментальных исследований работы с пожарными рукавами, стволами и пожарными лестницами**

№ п/п	Операции						
	1	2	3	4	5	6	7
1	15,14	64,1	41,25	47,75	10,1	19,26	13,9
2	13,14	58,05	39,91	49,69	10,16	29,08	12,9
3	15,36	70,76	37,7	45,88	10,05	17,07	10,33
4	13,74	60,41	35,6	48,50	10	11,64	11,9
5	13,39	61,35	39,3	49,20	10,39	15,21	13,31
6	12,65	62,5	43,95	49,97	9,75	31,25	12,6
7	13,12	59,69	42,49	49,96	9,69	40,33	13,99
8	13,43	55,54	37,06	48,70	10,13	40,43	13,89
9	13,37	58,2	37,88	48,19	10,49	27,02	12,3
10	14,09	55,13	38,24	49,39	9,47	31,22	14,46
11	12,80	62,39	41,1	49,57	10,75	49,72	14,18
12	13,15	59,88	43,65	47,74	10,12	39,66	13,61
13	13,41	69,37	41,45	47,75	9,95	32,03	13,32
14	12,41	64,53	32,67	49,64	9,75	22,56	13,45
15	14,63	66,21	42,46	47,68	10,25	23,82	13,07
16	13,75	65,77	40,95	47,42	10,34	28,17	11,87
17	13,13	60,31	40,67	43,65	10,52	26,94	13,07
18	14,24	55,22	40,89	47,71	9,83	35,55	14
19	13,58	70,76	38,69	48,78	11,89	47,77	12,22
20	13,02	67,34	38,36	47,22	10,44	33,51	13,48
21	14,38	60,07	37,75	48,21	9,94	24,12	14,2
22	13,04	78,7	40,18	49,24	10,37	29,92	12,79
23	14,16	69,07	41,84	49,73	9,8	37,34	13,45
24	14,07	64,43	44,87	49,48	11,12	36,77	11,96
25	14,77	60,62	36,77	50,79	10,17	42,96	13,28
26	13,24	60,36	42,04	46,86	10,2	41,69	12,34
27	12,74	59,5	42,92	46,02	10,01	24,88	13,49
28	13,81	62,91	40,29	47,15	10,47	15,14	12,91
29	13,09	63,76	42,35	48,61	9,66	30,81	13,31
30	13,74	55,89	40,46	46,52	9,61	49,21	12,91
$\bar{t}_{jj}$	13,62	62,76	40,12	48,23	10,18	31,17	13,08
$G_j$	0,7323	5,3604	2,6806	1,516	0,4837	10,226	0,8795
$Sk_j$	0,692	0,9251	-0,661	-0,921	1,6441	0,0129	-1,036
$\alpha$	1,93	1,39	2,98	3,40	1,97		3,47
$\beta$	3,02	3,13	1,95	1,94	5,20		1,77

Учитывая то, что метод экспертных оценок, с помощью которого могут быть получены недостающие исходные данные в случае необхо-

димости их использования для имитационного моделирования, базирується на использовании  $\beta$  – распределения [11], была проверена возможность описания распределения полученных результатов с помощью  $\beta$  – распределение. Для получения параметров последнего исходные данные были размещены в диапазоне от 0 до 1 путем кодировки:

$$x_i = \frac{(t_i - t_{i\min})}{\Delta t_i}, \quad (3)$$

где  $\Delta t_i = t_{i\max} - t_{i\min}$ .

Ясно, что при необходимости не представляет труда и обратная операция

$$t_i = x_i \cdot \Delta t_i + t_{i\min}. \quad (4)$$

Основой  $\beta$  – распределения является  $\beta$  – функция [12]:

$$v(x, \alpha, \beta) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} \cdot \int_0^x x^{\alpha-1} \cdot (1-x)^{\beta-1} dy, \quad (5)$$

где  $B(\alpha, \beta)$  –  $\beta$ -функция Эйлера.

В числовых переменных интересующая функция распределения времени выполнения рассматриваемой операции имеет вид:

$$F(t) = \begin{cases} \frac{(t - t_{\min})^{\alpha-1} \cdot (t_{\max} - t)^{\beta-1}}{(t_{\max} - t_{\min})^{\alpha+\beta+1} \cdot B(\alpha, \beta)} & \text{при } t_{\min} < t < t_{\max}; \\ 0 & \text{при } t \leq t_{\min}, t \geq t_{\max}. \end{cases} \quad (6)$$

Параметры  $\beta$  – распределения  $\alpha$  и  $\beta$  (табл.1) были найдены методом наискорейшего спуска [13] с помощью одного из пакетов прикладных статистических программ [14].

В частности, для операции по присоединению ствола к рукавной линии рассматриваемая функция имеет вид:

$$F_1(t) = \begin{cases} \frac{(t - 12,41)^{0,93} \cdot (15,36 - t)^{2,02}}{(15,36 - 12,41)^{5,95} \cdot B(1,93; 3,02)} & \text{при } 12,41 \text{ с} < t < 15,36 \text{ с}; \\ 0 & \text{при } t \leq 12,41 \text{ с}; t \geq 15,36 \text{ с}, \end{cases} \quad (7)$$

а для распределения времени открепление лафетного ствола:

$$F_3(t) = \begin{cases} \frac{(t - 32,67)^{1,98} \cdot (44,87 - t)^{0,95}}{(370 - 150)^{4,93} \cdot B(2,98; 1,95)} & \text{при } 32,67 \text{ с} < t < 44,87 \text{ с;} \\ 0 & \text{при } t \leq 32,67 \text{ с, } t \geq 44,87 \text{ с.} \end{cases} \quad (8)$$

Так как параметры полученных распределений  $F(t)$  рассчитаны исходя из теоретических соображений, т.е. они являются гипотетическими, была проведена оценка степени согласования теоретических и статистических распределений с помощью критерия Колмагорова  $K(\chi)$  [15].

Максимальное отличие было при анализе распределения времени открепление лафетного ствола. Результаты вычисления критерия Колмагорова для этой операции приведены в табл. 2.

Во втором столбце представлены величины времени выполнения операции (в кодированных переменных)  $x$ , полученные экспериментальным путем,

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n. \quad (9)$$

**Табл. 2. Результаты вычисления критерия согласия Колмогорова для оценки распределения времени открепления лафетного ствола**

№ п/п	$x$	$F_n^*(x)$	$\beta(x_i; 2,91; 2,02)$	$F_n^*(x) - \beta(x_i; 2,91; 2,02)$	$D_n$	$\lambda$
1	2	3	4	5	6	7
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1986	1,0876
2	0,2402	0,0667	0,1940	0,0462		
3	0,3361	0,1000	0,2563	0,0798		
4	0,3598	0,1333	0,2717	0,0881		
5	0,4123	0,1667	0,3060	0,1063		
6	0,4164	0,2000	0,3087	0,1077		
7	0,4270	0,2333	0,3157	0,1114		
8	0,4566	0,2667	0,3353	0,1213		
9	0,4664	0,3000	0,3419	0,1245		
10	0,4934	0,3333	0,3601	0,1333		
11	0,5434	0,3667	0,3947	0,1488		
12	0,5934	0,4000	0,4304	0,1631		
13	0,6156	0,4333	0,4467	0,1689		
14	0,6246	0,4667	0,4534	0,1712		
15	0,6385	0,5000	0,4640	0,1746		
16	0,6557	0,5333	0,4772	0,1786		
17	0,6738	0,5667	0,4913	0,1825		

1	2	3	4	5	6	7
18	0,6787	0,6000	0,4952	0,1835		
19	0,6910	0,6333	0,5051	0,1859		
20	0,7033	0,6667	0,5151	0,1881		
21	0,7197	0,7000	0,5288	0,1909		
22	0,7516	0,7333	0,5565	0,1952		
23	0,7680	0,7667	0,5713	0,1968		
24	0,7934	0,8000	0,5951	0,1983		
25	0,8025	0,8333	0,6039	0,1985		
26	0,8049	0,8667	0,6064	0,1986		
27	0,8402	0,9000	0,6429	0,1973		
28	0,9000	0,9333	0,7152	0,1848		
29	0,9246	0,9667	0,7511	0,1735		
30	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000		

$F_n^*(x)$  ступенчатая функция накопленных частот наблюдаемого ряда распределений

$$F_n^*(x) = \begin{cases} 0 & \text{для } 0 \leq x \leq x_1^*; \\ \frac{k}{n} & \text{для } x_k^* \leq x \leq x_{k+1}^*; \\ 1 & \text{для } 1 \leq x \leq x_n^*. \end{cases} \quad (10)$$

В четвертом столбце представлены результаты вычисления  $\beta(x_i; 2,91; 2,02)$  с помощью пакета прикладных программ Excel при равных экспериментальным данным значениях аргумента, а в четвертом – модуль их разности с  $F_n^*(x)$ . Это позволило найти наибольшее значение этих разностей

$$D_n = \max |F_n^*(x) - \beta(x_n; 1,93; 3,02)| = \max |\Delta F| = 0,1986, \quad (11)$$

а также искомое произведение

$$\lambda_0 = D_n \cdot \sqrt{n} = 1,0876. \quad (12)$$

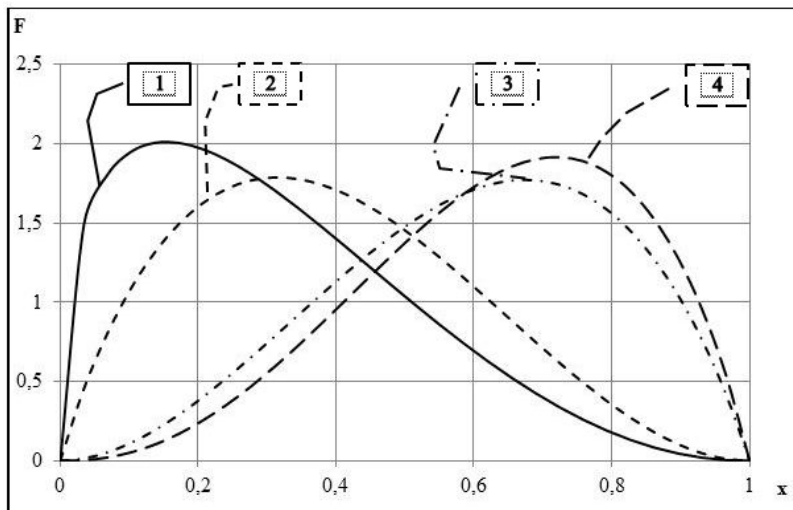
Из таблицы значений функции, приведенной в [15], находим

$$1 - K(\lambda_0) = P\{D_n \cdot \sqrt{n} > \lambda\} > 0,9. \quad (13)$$

Таким образом, с 10%-ным уровнем значимости можно говорить

о сходимости теоретических и экспериментальных исследований. Это, в соответствии с [16], позволяет использовать полученные закономерности выполнения типовых операций, связанных с использованием пожарных рукавов, стволов, рукавной арматуры, а также пожарных лестниц для поисковых исследований.

Результаты раскрытия закономерностей выполнения работ, связанных с использованием пожарных рукавов, стволов и рукавной арматуры приведены на рисунке 1, где представлены распределения времен выполнения (в кодированных переменных) рассмотренных типовых операций.



**Рис. 1. Распределение времени (в кодированных переменных) выполнения типовых операций, связанных с использованием пожарных рукавов, стволов и рукавной арматуры**

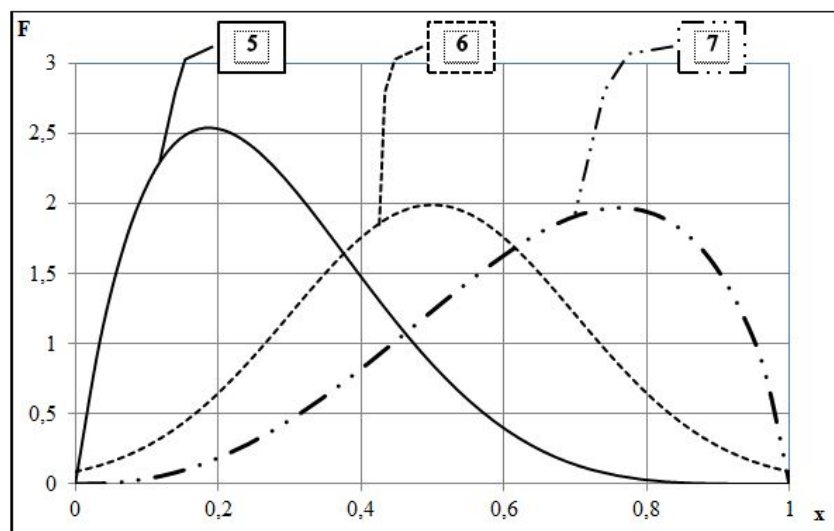
Учитывая симметричный характер распределения времени установки трехколенной пожарной лестницы в окно третьего этажа (табл.1), в соответствии с (9)-(13) была выполнена проверка его на соответствие нормальному закону [17]. Полученные результаты показали, что в этом случае можно говорить о сходимости с 5%-ым уровнем значимости. С учетом этого результаты раскрытия закономерностей выполнения работ, связанных с использованием пожарных лестниц приведены на рисунке 2.

Анализ полученных результатов показал, что простые операции, которые выполняются регулярно как в процессе проведения аварийно-спасательных работ, так и во время занятий по пожарно-строевой подготовке, характеризуются положительной скошенностью, т.е. большинство результатов тяготеет к лучшему. Те же операции, которые после первоначального обучения выполняются редко, характеризуются отрицательной скошенностью.

Это позволяет утверждать, что для простых операций по величине показателя скошенности времени ее выполнения можно судить об уровне подготовленности личного состава к выполнению этой опера-



ции. Чем больше положительное значение рассматриваемого показателя, тем большее количество спасателей выполняет рассматриваемую боевую операцию с результатами, близкими к наилучшим.



**Рис. 2.** Распределение времени (в кодированных переменных) выполнения типовых операций, связанных с использованием пожарных лестниц

Это свидетельствует о том, что дальнейшая подготовка не даст существенного улучшения результатов. И наоборот, чем больше модуль этого показателя для распределений с отрицательной скошенностью, тем существеннее будут улучшаться результаты после тренировок.

Однако при этом необходимо иметь ввиду, что усложнение операции приводит к тому, что закон распределения времени ее выполнения становится нормальным. Примером этого может служить анализ операции по установке трехколенной пожарной лестницы (см. рис.2). Эта работа также выполняется регулярно. Однако она требует соблюдения особых мер безопасности, связанных с возможными травмами рук при резком выдвигании или сдвигании верхних колен лестницы, выбора ровной площадки, находящейся не ближе 1-1,5 м от стены, контроля за тем, чтобы масса лестницы распределялась на оба башмака, а верхние концы ее выступали над уровнем подоконника не менее чем на 2-3 ступеньки.

**Выводы.** Впервые получены закономерности выполнения спасателями типовых операций, связанных с использованием пожарных стволов, рукавов и рукавной арматуры, отличительной особенностью которых является то, что:

- время выполнения простых операций с 10%-ым уровнем значимости может быть описано с помощью  $\beta$ -распределения, имеющего параметры, которые отражают положительную скошенность в случае хорошей подготовленности спасателей, и отрицательную – в случае недостаточной;

- усложнение операции приводит к тому, что закон распределения времени ее выполнения становится нормальным;
- по величине скошенности распределения времени выполнения типовых операций можно судить об уровне подготовленности спасателей. Чем больше положительное значение рассматриваемого показателя при оценке времени выполнения, тем большее количество спасателей выполняет рассматриваемую боевую операцию с результатами, близкими к наилучшим. Это свидетельствует о том, что дальнейшая подготовка не даст существенного улучшения результатов. И наоборот, чем больше модуль этого показателя для распределений с отрицательной скошенностью (при оценке продолжительности выполнения), тем существеннее будут улучшаться результаты после тренировки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бушмин В.А. Пожарно-строевая подготовка: Учебник / В.А. Бушмин, В.И. Плеханов, А.В.Сафронов. – М: Стройиздат, 1985. – 132 с.
2. Самонов А.П. Психологическая подготовка пожарных / А.П. Самонов. – М. Стройиздат, 1987. – 167с.
3. Стрелец В.М. Имитационный анализ системы «человек-машина» как метод эргономической оценки функционирования аварийных служб / В.М. Стрелец // Радиоэлектроника и информатика: Научно-технический журнал. – 2001. – № 3(16) – Харьков, ХНУРЭ, 2001. – С.125-128.
4. Фокин Ю.Г. Оператор – технические средства: обеспечение надежности / Ю.Г. Фокин – М.: Воениздат, 1985. – 292 с.
5. Стрелец В.М. Статистический метод обоснования нормативов боевого развертывания пожарно-технического вооружения / В.М. Стрелец, Т.Б. Грицай // Право і безпека: Науковий журнал. – 2002. – Вип.1 – С. 165-171.
6. Стрелец В.М. Особенности обоснования комплексных нормативов для практических занятий / В.М. Стрелец, П.А. Ковалев, Р.А. Нередков // Проблеми надзвичайних ситуацій. – № 5 – Харків, Фоліо, 2006. – С.129-133.
7. Нередков Р.А. Закономерности использования аварийно-спасательной техники / Р.А. Нередков, В.М. Стрелец, П.А. Ковалев // Проблеми надзвичайних ситуацій. – № 6. – Харків, Фоліо, 2008 – с. 127-132.
8. Ковальов П.А. Визначення особливостей роботи рятувальників в ізолюючих протигазах / П.А. Ковальов, В.М. Стрелець, П.Ю. Бородич, С.В. Росоха // Проблеми надзвичайних ситуацій. – № 13 – Харків, Фоліо, 2011 – С.47-57.
9. Абрамов Ю.А. Имитационная оценка деятельности боевых расчетов пожарных автомобилей / Ю.А. Абрамов, В.М. Стрелец,

В.Н. Чучковский // Эргономика на автомобильном транспорте. – Харьков: ХГАДТУ, 1997. – С. 92-95.

10. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы: Учебник / Н.Н. Брушлинский – М.: МИПБ МВД России, 1998. – 255с.

11. Стрелец В.М. Применение экспертного метода для непосредственной оценки результатов деятельности / В.М. Стрелец // Информационные системы: сб. науч. тр. Вып. 2(10). – Харьков: НАНУ, ПАНИ, ХВУ, 1988. – С.165-168.

12. Крамер Г. Математические методы статистики / Г. Крамер – М.: Наука, 1948. – 566 с.

13. Аттетков А.В. Методы оптимизации: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд., стереотип. – М.: МГТУ им. Н.С. Баумана, 2003. – 440 с.

14. Фигурнов С.Н. Microsoft Excel – инструкция пользователю / С.Н. Фигурнов. – Москва, 2003. – 347 с.

15. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский. – Главная редакция физико-математической литературы издательства: Наука, 1971. – 576 с.

16. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

17. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения: ГОСТ Р ИСО 5479-2002. – [Действующий от 2002-07-01]. – Москва: Госстандарт России, 2002. – 31 с.

В.М. Стрелець, П.А. Ковальов, С.М. Щербак

**Уточнення закономірностей діяльності рятувальників у процесі підготовки технічних засобів до застосування**

Закономірностями часу виконання простих операцій, пов'язаних з використанням стовбурів і пожежних драбин, є те, що для простих операцій розподілу часів їх виконання можуть бути описані за допомогою  $\beta$ -розподілів. Ускладнення операції призводить до того, що закон розподілу часу її виконання стає нормальним. Відзначено, що за величиною скошеності розподілу часу виконання типових операцій можна судити про рівень підготовленості рятувальників.

**Ключові слова:** пожежні рукави, пожежні сходи, час виконання, закон розподілу, підготовленість.

V.M. Strelec, P.A. Kovalov, S.M. Shcherbak

**Clarification of laws rescue activities in the preparation of technical tools to use**

The laws of time, perform simple operations involving the use of trunks and fire escapes, is that for simple distribution of their execution times can be described by  $\beta$ -distributions. The increasing complexity of the operation leads to the fact that the distribution law since its implementation becomes normal. Noted that the largest skewness timing performance of typical operations can judge the level of preparedness of the rescuers.

**Keywords:** fire hoses, fire escapes, run-time distribution law, preparedness.