

**А. Б. КУСАИНОВ**, магистр естеств. наук, начальник кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях Кокшетауского технического института Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан (Республика Казахстан, 020000, Акмолинская обл., г. Кокшетау, ул. Акана-серы, 136; e-mail: arman\_1703@mail.ru)

УДК 614.8

## АЛГОРИТМ ОРГПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАРНИЗОНА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ГОРОДА

Рассмотрены нормативно-правовые акты Республики Казахстан в области проектирования противопожарных подразделений. С помощью теории моделирования противопожарных подразделений и существующих алгоритмов проектирования подразделений разработан алгоритм определения необходимого числа пожарных автомобилей, противопожарных депо и численности личного состава. Проведено моделирование необходимого числа противопожарных подразделений. Установлено, что при размещении их в соответствии с существующими требованиями нормативно-правовых актов Республики Казахстан потребуется слишком большое количество пожарных депо. Предложено наиболее рациональное среднее время следования к месту вызова противопожарных подразделений в городах Республики Казахстан, которое составляет 7 мин.

**Ключевые слова:** противопожарные подразделения; алгоритм проектирования; число пожарных автомобилей; численность личного состава; среднее время следования.

**DOI:** 10.18322/PVB.2018.27.11.23-29

### Введение

В настоящее время согласно данным, опубликованным на официальном интернет-ресурсе Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан, противопожарную защиту населения и территории Республики Казахстан осуществляют 423 противопожарных подразделения государственной противопожарной службы.

Противопожарные подразделения Республики Казахстан спроектированы по советским нормам, принятым в далеком 1930 г. [1]. Согласно им [1] радиус зоны обслуживания пожарным депо был принят 3 км. В 50-х годах XX в. к нормативу был добавлен еще один показатель — число пожарных автомобилей, которое определялось из расчета один пожарный автомобиль (ПА) на 5 тыс. чел., проживающих в населенном пункте [2].

Данные нормы в качестве единственных параметров для обоснования числа противопожарных подразделений действовали вплоть до 2009 г. В этом же году Техническим регламентом “Общие требования к пожарной безопасности” Республики Казахстан были включены временные параметры прибытия к месту вызова первых противопожарных подразделений: 10 мин — для города и 20 мин — для сельской местности [2]. Данные временные параметры являются аналогами зарубежных норм [3].

Используемые в настоящее время нормативно-правовые акты Республики Казахстан в области про-

ектирования противопожарных подразделений не позволяют обеспечить соответствующую пожарную безопасность в городах [4].

Цель и задача исследования — разработка алгоритма организационного проектирования гарнизона противопожарной службы города [5].

### Методология

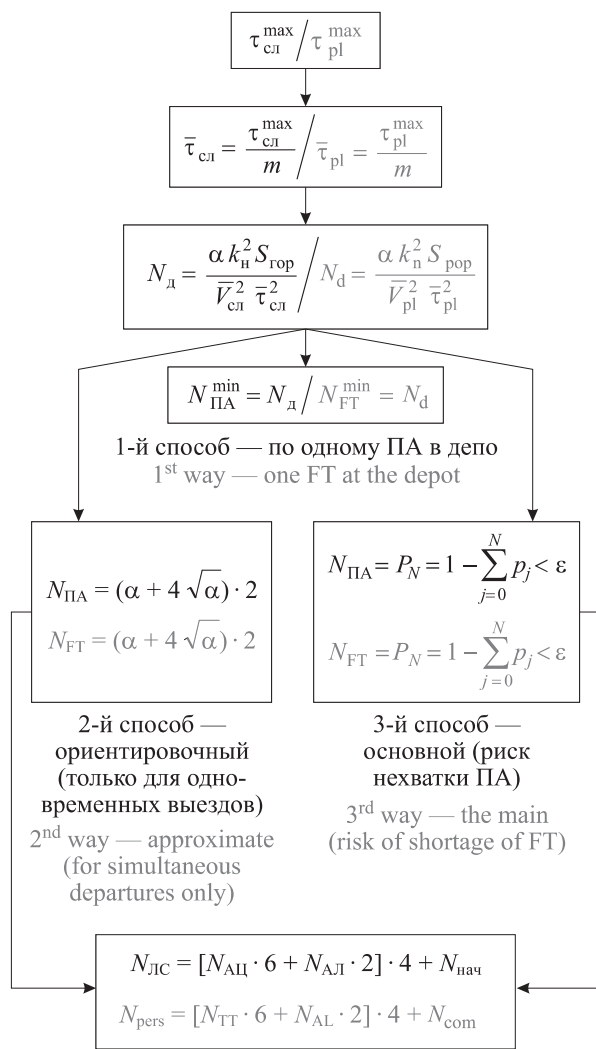
До настоящего времени в Республике Казахстан не проводились исследования по разработке научно обоснованных ресурсов противопожарных служб городов и населенных пунктов.

Применение положений теории моделирования противопожарных служб [6, 7], систематизации существующих алгоритмов проектирования подразделений [1, 8–12] позволили автору разработать алгоритм определения необходимого числа пожарных автомобилей, противопожарных служб (депо) и численности личного состава (ЛС) (см. рисунок).

Приведенный на рисунке алгоритм целесообразно реализовывать поэтапно.

*Первый этап.* Определение среднего времени следования  $\bar{\tau}_{сл}$  (мин) пожарно-спасательных служб к месту вызова [13].

*Второй этап.* Определение требуемого для города числа пожарных депо с учетом среднего времени следования  $\bar{\tau}_{сл}$ , средней скорости следования  $\bar{V}_{сл}^2 = 25 \div 36$  (км/ч), площади населенного пункта  $S_{гор}$  (км<sup>2</sup>), безразмерного коэффициента непрямо-



Алгоритм определения необходимого числа пожарных автомобилей, пожарно-спасательных подразделений и численности личного состава:  $\bar{\tau}_{сл}$  — среднее время следования к месту вызова пожарно-спасательных служб, мин;  $N_d$  — количество пожарных депо;  $\bar{V}_{сл}^2$  — средняя скорость следования, км/ч;  $S_{гор}$  — площадь населенного пункта, км<sup>2</sup>;  $k_n$  — безразмерный коэффициент непрямолинейности уличной сети;  $\alpha$  — безразмерный эмпирический коэффициент, учитывающий особенности каждого населенного пункта;  $N_{ПА}$  — количество пожарных автомобилей;  $m$  — число выездов пожарных автомобилей;  $P_N$  — вероятность того, что в городе одновременно может быть занято более  $N$  отделений пожарно-спасательных служб;  $p_j$  — число одновременно занятых  $j$  отделений пожарно-спасательных служб;  $\varepsilon$  — критическое значение вероятности отказа;  $N_{ЛС}$  — численность личного состава;  $N_{АЦ}$  — количество автоцистерн в подразделении;  $N_{АЛ}$  — количество автолестниц;  $N_{нач}$  — численность начальствующего состава подразделения

Algorithm for determining the required number of fire trucks, fire and rescue units and the number of personnel:  $\bar{\tau}_{пл}$  — average time to the place of call of fire and rescue services, min;  $N_d$  — number of depots;  $\bar{V}_{пл}^2$  — average speed, km/h;  $S_{гор}$  — population area, km<sup>2</sup>;  $k_n$  — dimensionless coefficient of non-straightness of the street network;  $\alpha$  — dimensionless empirical coefficient taking into account the characteristics of each locality;  $N_{ФТ}$  — number of fire trucks, units;  $m$  — number of departures of fire trucks;  $P_N$  — probability that more than  $N$  fire and rescue departments may be occupied at the same time in the city;  $p_j$  — number of simultaneously occupied  $j$  offices of fire and rescue services;  $\varepsilon$  — critical value of the probability of failure;  $N_{pers}$  — manpower;  $N_{ТТ}$  — number of tank trucks in the division;  $N_{АЛ}$  — number of ladders;  $N_{com}$  — number of commanders of the unit

линейности уличной сети  $k_n$ , изменяющегося в зависимости от сети города от 1 до  $\sqrt{2} \approx 1,4$ , и безразмерного эмпирического коэффициента  $\alpha$ , учитывающего особенности каждого населенного пункта (чаще всего  $\alpha = 0,3 \div 0,5$ ) [12].

**Третий этап.** Определение необходимого числа ПА тремя способами:

- 1) из расчета по одному ПА на депо;
- 2) ориентировочный, учитывающий одновременную занятость ПА, рассчитанную по приведенной интенсивности потока вызовов  $a$  (Эрл):  $a = \lambda \tau_{ср.обсл}$  (где  $\lambda$  — среднее число вызовов в единицу времени;  $\tau_{ср.обсл}$  — среднее время обслуживания вызовов);
- 3) основной, учитывающий риск нехватки ПА.

**Четвертый этап.** Определение необходимой численности личного состава  $N_{ЛС}$  из расчета 6 чел. личного состава на 1 ПА, 2 чел. личного состава на 1 АЛ, умноженные на количество дежурных смен (в нашем случае на 4), и плюс 3 чел. начальствующего состава (начальника подразделения и двух заместителей).

### Результаты и их обсуждение

В соответствии с указанным алгоритмом определения необходимого числа ПА, противопожарных служб и численности ЛС выполним проектирование гарнизона города К.

Площадь территории города составляет 81 км<sup>2</sup>, т. е.  $S_{общ} = S_{застр} = 81$  км<sup>2</sup>; коэффициент непрямолинейности примем  $k_n = 1,3$ .

Среднее время следования противопожарных подразделений города К к месту вызова составляет  $\bar{\tau}_{сл} = 7,2$  мин, скорость следования  $\bar{V}_{сл}^2 = 28$  км/ч,  $\alpha = 0,4$ .

Для первого способа ( $N_{ПА}^{min} = N_d$ ) число пожарных депо  $N_d$ , требуемых городу К, вычислим по формуле (1), разработанной профессором Н. Н. Брушлинским [1]:

$$N_d = \alpha k_n^2 S_{гор} / (\bar{V}_{сл}^2 \bar{\tau}_{сл}^2). \quad (1)$$

Подставив в (1) ранее полученные значения, получаем  $N_d = \frac{0,4 \cdot 1,69 \cdot 81}{0,22 \cdot 49,0} = 5$  депо.

Таким образом, при расчете по первому способу городу необходимо 5 депо и соответственно 5 ПА. При расчете по второму способу городу потребуется число ПА, рассчитанное по формуле

$$N_{ПА} = (\alpha + 4\sqrt{\alpha})2 = (0,12 + 4\sqrt{4})2 = 3 \text{ ПА.}$$

В оперативной деятельности противопожарных подразделений может возникать ситуация  $\{>N\}$ , в которой обслуживанием вызовов одновременно занято число ПА, превышающее их исходное количество.

Вероятность  $p\{>N\}$  того, что в произвольный момент времени заданного числа ПА  $N$  недостаточно для обслуживания вызовов на исследуемой территории, вычисляется по формуле [1]:

$$p\{>N\} = 1 - p\{\leq N\} = 1 - \sum_{k=0}^N p\{k\} \quad (2)$$

$$(N = 0, 1, 2, 3, \dots),$$

где  $p\{k\}$  — вероятность того, что одновременно заняты  $k$  пожарных автомобилей.

Ожидаемая за период времени наблюдения  $T_{набл}$  суммарная продолжительность  $T\{>N\}$  одновременной занятости обслуживанием вызовов в охраняемом районе числа ПА, превышающего заданное значение  $N$  (т. е. с привлечением дополнительных ПА), оценивается по формуле [1]:

$$T\{>N\} = T_{набл} p\{>N\} = T_{набл} - \sum_{k=0}^N T\{k\} \quad (3)$$

$$(N = 0, 1, 2, 3, \dots).$$

Частота возникновения отказов (как полных, так и частичных)  $f_{отк}(N)$  в обслуживании вызовов в охраняемом районе при заданном числе ПА  $N$  вычисляется по формуле [1]:

$$f_{отк}(N) = \lambda - \sum_{k=1}^N f\{k\} = f_{отк}(N-1) - f\{N\} \quad (4)$$

$$(N = 0, 1, 2, 3, \dots).$$

Частота возникновения полных отказов  $f_{по}(N)$  в обслуживании вызовов в охраняемом районе при заданном числе ПА  $N$  определяется по формуле [1]:

$$f_{по}(N) = \lambda p\{>N-1\} = \lambda \left( 1 - \sum_{k=0}^{N-1} p\{k\} \right) \quad (5)$$

$$(N = 1, 2, 3, \dots).$$

Частота возникновения частичных отказов  $f_{чо}(N)$  в обслуживании вызовов в охраняемом районе при заданном числе ПА  $N$  вычисляется по формуле [1]:

$$f_{чо}(N) = f_{отк}(N) - f_{по}(N) \quad (N = 0, 1, 2, 3, \dots). \quad (6)$$

Результаты расчетов для обоснования требуемого количества ПА противопожарной службы города К представлены в табл. 1. За период  $T_{набл}$  взяты 1,5 мес. (январь – февраль), т. е. 1085 ч.

**Таблица 1.** Расчетные значения критериев для обоснования числа оперативных отделений противопожарной службы города К

**Table 1.** Estimated values of criteria to justify the number of operational departments of the K city fire department

Число ПА $N$ Number of FT $N$	Вероятность возникновения нехватки ПА $p\{>N\}$ Likelihood of a shortage of FT $p\{>N\}$	Суммарная длительность $T\{>N\}$ , ч Total duration of time $T\{>N\}$ , hr	Частота отказов, случаев The failure rate, cases		
			$f_{отк}(N)$ $f_{fail}(N)$	$f_{по}(N)$ $f_{full fail}(N)$	$f_{чо}(N)$ $f_{part fail}(N)$
0	0,0677	593,05	696	696	0
1	0,0355	310,98	355,7	47,12	308,58
2	0,0169	148,04	183,9	12,63	171,27
3	0,0032	28,03	44,3	3,11	41,19
4	0,0004	3,50	10,4	0,14	10,26
5	0,0001	0,88	3,1	0,00	3,10
6	0,0000	0,00	0,6	0,00	0,60
7	0,0000	0,00	0,0	0,00	0,00
8	0,0000	0,00	0,0	0,00	0,00
9	0,0000	0,00	0,0	0,00	0,00

Из табл. 1 видно, что для противопожарной защиты города К при одновременном обслуживании вызовов достаточно 5 отделений на основных ПА. При этом суммарная продолжительность занятости дополнительных отделений обслуживанием вызовов в городе за рассматриваемый период составит около 0,88 ч, а за год — 8 ч. Это значит, что в боевом расчете город должен иметь не менее 6 ПА (плюс некоторый резерв).

По результатам расчетов установлено, что значения всех критериев монотонно убывают с увеличением числа оперативных отделений в городе (что соответствует повышению уровня его противопожарной защиты), поэтому из экономических соображений разумно ограничиться таким числом  $N$  отделений, которое обеспечивает достаточно малые значения рассматриваемых критериев [14, 15].

Требуемую численность личного состава  $N_{ЛС}$  рассчитаем по формуле [2]:

$$N_{ЛС} = [N_{АЦ} \cdot 6 + N_{АЛ} \cdot 2] \cdot 4 + N_{нач}, \quad (7)$$

где  $N_{АЦ}$  — количество автоцистерн в подразделении;  
 6 — боевой расчет одного ПА;  
 $N_{АЛ}$  — количество автолестниц;  
 2 — боевой расчет одной АЛ;  
 4 — количество дежурных смен;  
 $N_{нач}$  — численность начальствующего состава подразделения.

Анализ деятельности противопожарной службы города К показал, что для одновременного и без-

**Таблица 2.** Необходимое количество пожарных депо с учетом среднего времени следования  
**Table 2.** The required number of depots, taking into account the average travel time

Показатель Parameter	Значение показателя при средней скорости движения в городе, км/ч Characteristic value at average speed, km/hr																	
	30								28									
	При площади застройки, км <sup>2</sup> / Built-up area of the city, km <sup>2</sup>																	
	5	10	15	20	35	40	50	70	90	100	150	200	300	400	500	600	700	750
	Среднее время следования 7 мин / Average time 7 min																	
Число депо / Depot number	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	8	11	16	22	25	32	38	40
Площадь зоны обслуживания одним депо, км <sup>2</sup> / Service zone area by one depot, km <sup>2</sup>	5	10	15	20	17	20	17	17	18	17	19	18	19	18	20	19	18	19
Радиус зоны обслуживания одним депо, км / Service zone radius by one depot, km	1,4	1,9	2,4	2,8	2,6	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,8	2,7	2,6	2,7
	Среднее время следования 3 мин / Average time 3 min																	
Число депо / Depot number	1	3	5	7	12	14	17	24	30	34	51	68	102	136	170	205	239	256
Площадь зоны обслуживания одним депо, км <sup>2</sup> / Service zone area by one depot, km <sup>2</sup>	5,0	3,3	3,0	2,8	2,9	2,8	2,9	2,9	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Радиус зоны обслуживания одним депо, км / Service zone radius by one depot, km	1,4	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

отказного обслуживания вызовов достаточно 9 отделений на основных ПА [15].

При среднем времени следования 7 мин в городе должно быть 5 депо с численностью ЛС:

$$N_{ЛС} = [9 \cdot 6 + 2 \cdot 2] \cdot 4 + 6 \cdot 3 = 250 \text{ чел.}$$

Таким образом, получаем, что для обеспечения функционирования 5 противопожарных депо с 9 АЦ и 2 АЛ необходимо 250 чел. ЛС.

Кроме того, проведено моделирование необходимого числа пожарных депо с учетом среднего времени следования к месту вызова 3 и 7 мин, а также площади и радиуса зоны обслуживания [16]. Результаты моделирования представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что при размещении пожарных депо в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов Республики Казахстан (т. е. максимальное время следования к месту вызова должно составлять 10 мин при среднем значении 3 мин) количество депо, необходимое для обеспечения противопожарной защиты всех населенных пунктов, будет недостаточно велико [17].

При среднем времени следования к месту вызова 3 мин в городах республики необходимо слишком большое число пожарных депо, причем на одно депо будет приходиться всего от 3 до 10 выездов в год. Содержание такого количества противопожарных подразделений экономически нецелесообразно [18].

Таким образом, наиболее рациональным значением среднего времени следования к месту вызова для города должно быть 7 мин, а для сельского населенного пункта — в среднем 14 мин. При этом максимальное время следования к месту вызова составит для города 18 мин (очень редко), а для сельской местности — 28 мин [19].

### Выводы

В целях повышения эффективности системы обеспечения противопожарной безопасности городов и населенных пунктов Республики Казахстан на основании результатов исследований, проведенных в настоящей работе, разработаны научно обоснованные данные по определению необходимого числа противопожарных подразделений.

Основу для разработки нормативов составляют выводы по итогам анализа существующих нормативно-правовых актов и реальной деятельности пожарно-спасательных подразделений городов.

По результатам исследований обосновано наиболее рациональное значение среднего времени следования к месту вызова в городах, которое составляет 7 мин [20]. При внедрении обоснованного времени следования к месту вызова противопожарных подразделений [21] будет устранено существующее противоречие в нормативно-правовых актах и значительно повышен уровень пожарной безопасности [22] городов и населенных пунктов Республики Казахстан.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брушлинский Н. Н., Соколов С. В.* Математические методы и модели управления в государственной противопожарной службе : учебник. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2011. — 173 с.
2. *Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Алехин Е. М., Коломиец Ю. И.* Научно-практические основы организации территориальных подразделений противопожарной службы в России (общие вопросы). — М. : Академия ГПС МЧС России, 2007. — 58 с.
3. *Brushlinsky N. N., Hall J. R., Sokolov S. V., Wagner P.* World Fire Statistics / Center of Fire Statistics of CTIF. — 2010. — Report No. 15. — 57 p. URL: [https://ctif.org/sites/default/files/ctif\\_report15\\_world\\_fire\\_statistics\\_2010.pdf](https://ctif.org/sites/default/files/ctif_report15_world_fire_statistics_2010.pdf) (дата обращения: 05.10.2018).
4. *Токушев Ж. Е., Раимбеков К. Ж., Кусаинов А. Б.* Управление рисками чрезвычайных ситуаций : учебно-методическое пособие. — Кокшетау : Проектно-аналитический инновационный центр Многопрофильного колледжа гражданской защиты, 2016. — 282 с.
5. A good practice manual for fire protection in world heritage cities / HERITPROT Project. — Tenerife : INTERREG IVC, 2014.
6. *Carter G. M.* Simulation model of fire department operation: program description. — New York : Rand Corporation, 1974. — 214 p.
7. *Subhajit Das, Andrea McCarter, Joe Minieri, Nandita Damaraju, Sriram Padmanabhan, Duen Horng (Polo) Chau.* ISPARK: Interactive visual analytics for fire incidents and station placement // KDD 2015. Workshop on Interactive Data Exploration and Analytics (IDEA'15) (August 10, 2015, Sydney, Australia). URL: <http://poloclub.gatech.edu/idea2015/papers/p29-das.pdf> (дата обращения: 10.10.2018).
8. *Brushlinsky N. N., Sokolov S. V., Wagner P.* Humanity and fires. — Leipzig : German Fire Protection Association, 2010. 353 p.
9. *Брушлинский Н. Н.* Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы : учебник. — М. : МИПБ МВД России, 1998. — 255 с.
10. *Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Алехин Е. М., Вагнер П., Коломиец Ю. И.* Безопасность городов. Имитационное моделирование городских процессов и систем. — М. : ФАЗИС, 2004. — 172 с.
11. *Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Григорьева М. П.* Организация пожарно-спасательных служб в городах мира // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2017. — № 1. — С. 49–55.
12. *Глуховенко Ю. М.* Методология проектирования организационной структуры Государственной противопожарной службы. — М. : АРС, 2001. — 162 с.
13. *Брушлинский Н. Н., Костюченко Д. А., Лупанов С. А., Соколов С. В.* Фактор времени // Пожарное дело. — 2012. — № 4. — С. 26–29.
14. *Savas E. S.* Simulations and cost-effectiveness analysis of New York's Emergency Ambulance Service // Management Science. — 1969. — Vol. 15, No. 12. — P. B-608–B-627. DOI: 10.1287/mnsc.15.12.b608.
15. *Климкин В. И.* Совершенствование организации и управления оперативной деятельностью пожарных подразделений города Москвы на основе применения технологий имитационного моделирования : дис. ... канд. техн. наук. — М., 2005. — 141 с.
16. *Брушлинский Н. Н., Соколов С. В.* О нормировании времени прибытия пожарных подразделений к месту пожара // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2011. — Т. 20, № 9. — С. 42–48.
17. *Sardquist S.* An engineering approach to fire-fighting tactic // Department of Fire Safety Engineering, Report 1014. — Lund : Lund Institute of Technology, 2010. — 83 p.
18. *Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Алехин Е. М., Коломиец Ю. И., Вагнер П.* Опыт применения компьютерных имитационных систем моделирования деятельности экстренных служб // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2009. — № 1. — С. 11–22.
19. *Кусаинов А. Б.* Обоснование необходимости внесения изменений и дополнений в некоторые нормативные правовые акты в области проектирования объектов органов противопожарной службы // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности : материалы Дней науки с международным участием, посвященных году гражданской обороны. — В 2 ч. — Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. — Ч. 1. — С. 85–89.
20. *Herweg H., Wagner P.* Schnell wie die Feuerwehr // VFDB. — November 2013. — Heft 4. — S. 194–204 (in German).
21. World fire statistics. Fire risks in the World. — Moscow–Berlin : Center of Fire Statistics of CTIF, 2008. — 548 p.

22. Brushlinsky N. N., Hall J. R., Sokolov S. V., Wagner P. World fire statistics / Center of Fire Statistics of CTIF. — 2005. — Report No. 10. — 2<sup>nd</sup> ed. — 200 p. URL: [https://ctif.org/sites/default/files/ctif\\_report10\\_world\\_fire\\_statistics\\_2005\\_0.pdf](https://ctif.org/sites/default/files/ctif_report10_world_fire_statistics_2005_0.pdf) (дата обращения: 05.10.2018).

*Материал поступил в редакцию 12 октября 2018 г.*

**Для цитирования:** Кусаинов А. Б. Алгоритм оргпроектирования гарнизона противопожарной службы города // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 11. — С. 23–29. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.11.23-29.

English

## ALGORITHM FOR THE ORGANIZATION OF THE GARNIZON OF THE FIRE FIGHTING SERVICE OF THE CITY

**A. B. KUSSAINOV**, Master of Natural Sciences, Head of Department for Emergency Protection of Kokshetau Technical Institute of Committee for Emergency Situations of Ministry of Internal Affairs of Republic of Kazakhstan (Akana-Sery St., 136, Akmola Region, 020000, Republic of Kazakhstan; e-mail: arman\_1703@mail.ru)

### ABSTRACT

**Purpose.** The purpose and objective of the study is to develop an algorithm for the organizational design of the garrison of the city fire department.

**Methods.** The methodological basis of the study is the existing theory of modeling fire services. So far, in the Republic of Kazakhstan, there have been no studies on the development of scientifically based standards for the design of fire fighting units.

**Results.** According to the above algorithm for determining the required number of fire trucks, fire depots and personnel, it was established that with an average time to the place of a call in 3 minutes, a large number of fire departments will be required to ensure the fire safety of the city. At the same time, on average, one unit will have from 3 to 10 visits per year, which is not economically feasible.

The optimal travel time to the place of call in cities should be on average 7 minutes, and 14 minutes for a settlement. The maximum travel time to the call site will be 18 minutes in cities and rural areas 28 minutes, which will be economically viable.

**Scope of scientific results.** The obtained results can be used in the development of regulatory acts in the field of design of fire fighting units of cities and settlements, as well as local executive bodies and authorized bodies in the field of fire safety in the development of appropriate management decisions on the design of fire services.

**Conclusion.** The analysis of regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan in the field of design of fire-fighting units showed that these norms are borrowed in the boundary camps and do not have scientific justification.

In order to improve the fire safety of cities and towns of the Republic of Kazakhstan, taking into account the socio-economic characteristics of the country, the most optimal time to the call site in cities is determined, which is 7 minutes.

**Keywords:** fire departments; design algorithm; number of fire trucks; number of personnel; average time to the place of call.

### REFERENCES

1. N. N. Brushlinskiy, S. V. Sokolov. *Matematicheskiye metody i modeli upravleniya v gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhbe* [Mathematical methods and management models in the state fire service]. Moscow, State Fire Service Academy of Emercom of Russia Publ., 2011. 173 p. (in Russian).
2. N. N. Brushlinskiy, S. V. Sokolov, E. M. Alekhin, Yu. I. Kolomiets. *Nauchno-prakticheskiye osnovy organizatsii territorialnykh podrazdeleniy protivopozharnoy sluzhby v Rossii (obshchiye voprosy)* [Scientific and practical bases of the organization of territorial divisions of the fire service in Russia (general issues)]. Moscow, State Fire Service Academy of Emercom of Russia Publ., 2007. 58 p. (in Russian).

3. N. N. Brushlinsky, J. R. Hall, S. V. Sokolov, P. Wagner. *World Fire Statistics*. Center of Fire Statistics of CTIF, 2010, Report No. 15. 57 p. Available at: [https://ctif.org/sites/default/files/ctif\\_report15\\_world\\_fire\\_statistics\\_2010.pdf](https://ctif.org/sites/default/files/ctif_report15_world_fire_statistics_2010.pdf) (Accessed 5 October 2018).
4. Zh. E. Tokushev, K. Zh. Raimbekov, A. B. Kussainov. *Upravleniye riskami chrezvychaynykh situatsiy* [Management of emergency situation risks]. Kokshetau, Design and Analytical Innovation Center of the Multidisciplinary Civil Protection College Publ., 2016. 282 p. (in Russian).
5. *A good practice manual for fire protection in world heritage cities*. HERITPROT Project. Tenerife, INTERREG IVC, 2014.
6. G. M. Carter. *Simulation model of fire department operation: program description*. New York, Rand Corporation, 1974. 214 p.
7. Subhajit Das, Andrea McCarter, Joe Minieri, Nandita Damaraju, Sriram Padmanabhan, Duen Horng (Polo) Chau. ISPAK: Interactive visual analytics for fire incidents and station placement. In: *KDD 2015. Workshop on Interactive Data Exploration and Analytics (IDEA'15) (August 10, 2015, Sydney, Australia)*. Available at: <http://poloclub.gatech.edu/idea2015/papers/p29-das.pdf> (Accessed 10 October 2018).
8. N. N. Brushlinskiy, S. V. Sokolov, P. Wagner. *Humanity and fires*. Leipzig, German Fire Protection Association, 2010. 353 p.
9. N. N. Brushlinskiy. *Sistemnyy analiz deyatel'nosti Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby* [System analysis of the activities of State Fire Service]. Moscow, Moscow Institute of Fire Safety of Ministry of the Interior of Russia Publ., 1998. 255 p. (in Russian).
10. N. N. Brushlinskiy, S. V. Sokolov, E. M. Alekhin, P. Wagner, Yu. I. Kolomiets. *Bezopasnost gorodov. Imitatsionnoye modelirovaniye gorodskikh protsessov i sistem* [City safety. Simulation modeling of urban processes and systems]. Moscow, FAZIS Publ., 2004. 172 p. (in Russian).
11. N. N. Brushlinsky, S. V. Sokolov, M. P. Grigorieva. The organization of fire and rescue services in cities around the world. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya / Fire and Emergencies: Prevention, Elimination*, 2017, no. 1, pp. 49–55 (in Russian).
12. Yu. M. Glukhovenko. *Metodologiya proyektirovaniya organizatsionnoy struktury Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby* [Designing methodology of the organizational structure of the State Fire Service]. Moscow, ARS Publ., 2001. 162 p. (in Russian).
13. N. N. Brushlinskiy, D. A. Kostyuchenko, S. A. Lupanov, S. V. Sokolov. The time factor. *Pozharnoye delo / Fire Business*, 2012, no. 4, pp. 26–29 (in Russian).
14. E. S. Savas. Simulations and cost-effectiveness analysis of New York's Emergency Ambulance Service. *Management Science*, 1969, vol. 15, no. 12, pp. B-608–B-627. DOI: 10.1287/mnsc.15.12.b608.
15. V. I. Klimkin. *Improving the organization and management of operational activities of fire departments of the city of Moscow through the use of simulation technology*. Cand. tech. sci. Moscow, 2005. 141 p. (in Russian).
16. N. N. Brushlinskiy, S. V. Sokolov. About regulations of response time of fire services. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 9, pp. 42–48 (in Russian).
17. S. Sardquist. *An engineering approach to fire-fighting tactic*. Department of Fire Safety Engineering, Report 1014. Lund, Lund Institute of Technology, 2010. 83 p.
18. N. N. Brushlinsky, S. V. Sokolov, E. M. Alekhin, J. I. Kolomietz, P. Wagner. Experience of application computer simulation systems of emergency services activities. *Problemy bezopasnosti i chrezvychaynykh situatsiy / Safety and Emergencies Problems*, 2009, no. 1, pp. 11–22 (in Russian).
19. A. B. Kussainov. Justification of the need to make changes and additions to some regulatory legal acts in the field of designing objects of fire service bodies. In: *Aktualnyye problemy i innovatsii v obespechenii bezopasnosti. Materialy Dney nauki s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennykh Godu grazhdanskoy oborony* [Actual Problems and Innovations in Ensuring Security. Proceedings of the Days of Science with International Participation, Dedicated to the Year of Civil Defense Yekaterinburg, Ural Institute of the State Fire Service of the Emercom of Russia Publ., 2018, part 1, pp. 85–89 (in Russian).
20. H. Herweg, P. Wagner. Schnell wie die Feuerwehr. *VFDB*, November 2013, heft 4, ss. 194–204 (in German).
21. World fire statistics. Fire risks in the World. Moscow–Berlin, Center of Fire Statistics of CTIF, 2008. 548 p.
22. N. N. Brushlinsky, J. R. Hall, S. V. Sokolov, P. Wagner. *World fire statistics*. Center of Fire Statistics of CTIF, 2005, Report No. 10, 2<sup>nd</sup> ed. 200 p. Available at: [https://ctif.org/sites/default/files/ctif\\_report10\\_world\\_fire\\_statistics\\_2005\\_0.pdf](https://ctif.org/sites/default/files/ctif_report10_world_fire_statistics_2005_0.pdf) (Accessed 5 October 2018).

**For citation:** A. B. Kussainov. Algorithm for the organization of the garnizon of the fire fighting service of the city. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 11, pp. 23–29 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.11.23-29.