

**С.В. Соколов, Е.А. Судаков**  
(Академия ГПС МЧС России e-sudakov@list.ru;)

## **АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ К МЕСТАМ ВЫЗОВОВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ В 2006-2015 гг.**

*Представлены результаты анализа и оценки времени прибытия пожарных подразделений к местам вызовов в Санкт Петербурге за 10 лет.*

*Ключевые слова: время прибытия, противопожарная служба, имитационное моделирование.*

**S.V. Sokolov, E.A. Sudakov**

## **ANALYSIS AND EVALUATION OF THE RESPONSE TIME OF FIRE UNITS IN ST. PETERSBURG FROM 2006 TO 2015**

*The results of the analysis and evaluation of the response time of fire units to fires in St. Petersburg for 10 years are presented.*

*Key words: response time, fire service, simulation.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 17 января 2016 г.

Время прибытия первых пожарных подразделений к местам вызовов является одной из временных характеристик процесса функционирования **противопожарной службы (ППС)** и одним из основных показателей оперативного реагирования ППС на поступающие для обслуживания вызовы. С мая 2009 г. этот показатель нормируется в Техническом регламенте и для городов и посёлков городского типа не должен превышать 10 минут.

Под временем прибытия пожарных подразделений к месту вызова понимается промежуток времени от момента поступления вызова в пожарную часть до момента прибытия первых пожарных подразделений на место вызова. Время прибытия включает в себя два временных интервала:

- сбор и выезд личного состава пожарных подразделений по тревоге (в среднем 1 мин.);
- время следования подразделений к месту вызова.

Все временные характеристики процесса функционирования ППС являются случайными непрерывными величинами и изучать их нужно вероятностно-статистическими методами.

Статистический анализ большого массива реальных временных характеристик процесса функционирования ППС (время диспетчеризации, сбора и выезда, следования к месту вызова, ликвидации причины вызова и др.) в разных городах и странах мира, проведенный авторами, убедительно показал, что они хорошо описываются распределением Эрланга различных порядков [1]:

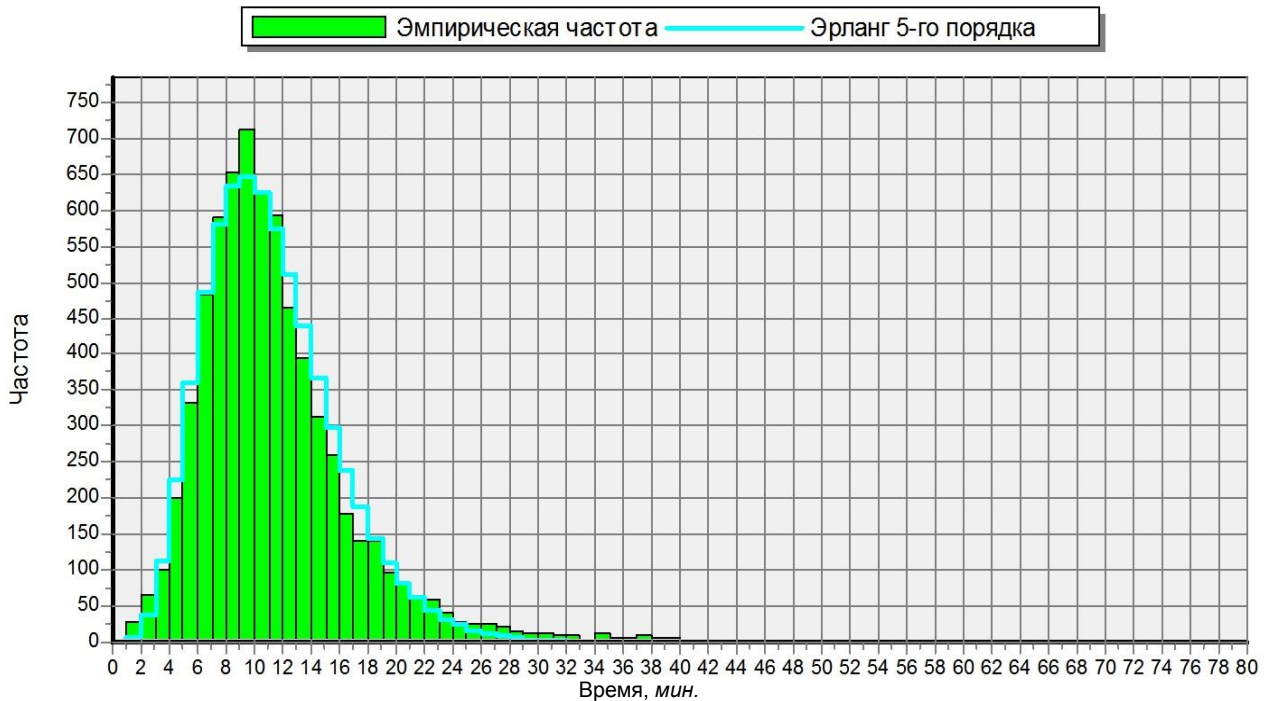
$$f(t) = \mu \frac{(\mu t)^r}{r!} e^{-\mu t}, \quad (t \geq 0; r = 0, 1, 2, \dots),$$

где  $r$  – порядок (ранг) распределения Эрланга;

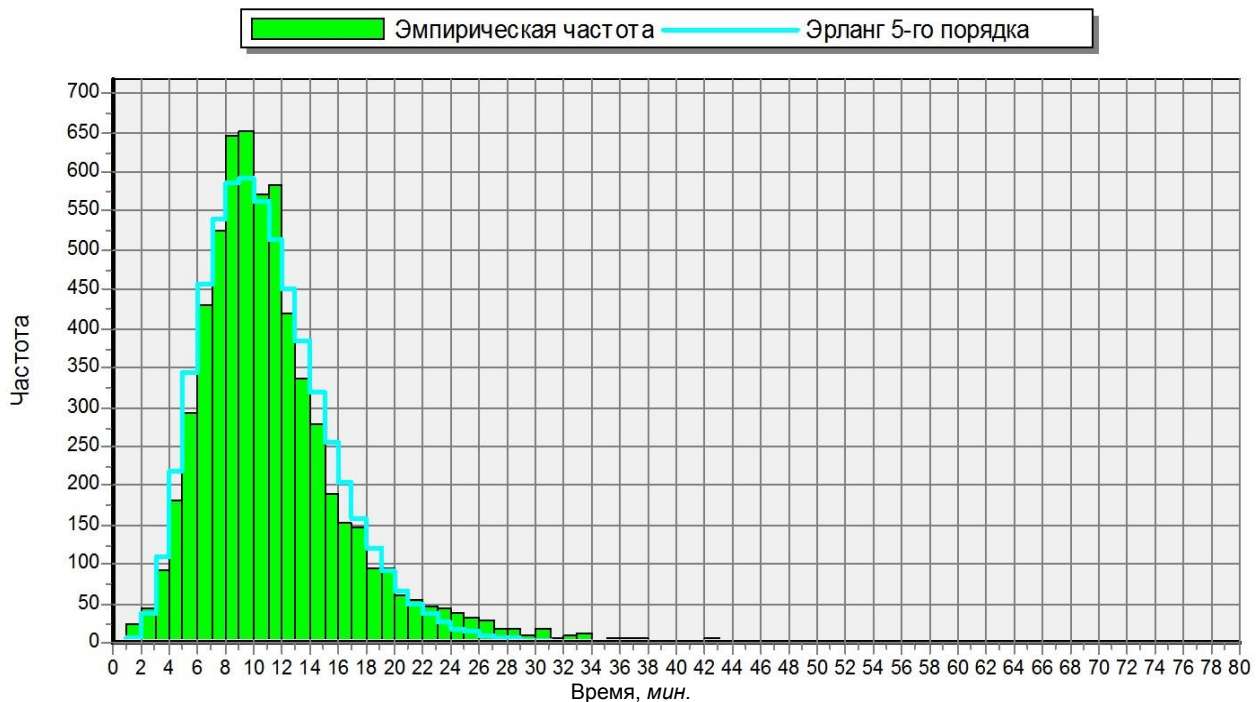
$\mu = (r + 1) / T_{\text{ср}}$  – постоянный параметр этого распределения;

$T_{\text{ср}}$  – среднее значение изучаемой случайной величины  $T$  (имеется двух-параметрическое семейство непрерывных распределений).

Например, в Санкт-Петербурге в 2006-2008 гг. время прибытия первых пожарных подразделений на пожары хорошо аппроксимировалось распределением Эрланга пятого порядка (рис. 1 и 2), которое можно рассматривать как математическое описание временных характеристик процесса функционирования ППС городов (и территорий).



**Рис. 1.** Эмпирическое и теоретическое распределения времени прибытия на пожары первого пожарного подразделения в 2007 году



**Рис. 2.** Эмпирическое и теоретическое распределения времени прибытия на пожары первого пожарного подразделения в 2008 году

Используя базы данных по пожарам, проанализируем статистические данные по времени прибытия пожарных подразделений на пожары и загорания в Санкт-Петербурге за последние 10 лет в 2006-2015 гг. (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика времени прибытия пожарных подразделений в Санкт-Петербурге на пожары (2006-2008 гг.) и на пожары и загорания (2009-2015 гг.)**

№ п/п	Годы	Среднее время прибытия, мин.	Доля случаев, превышающих 10 мин., %	
			по статистическим данным	по распределению Эрланга
1	2006	12,7	61,3	65,4
2	2007	11,1	54,1	54,5
3	2008	10,9	53,3	52,8
4	2009	9,8	28,7	42,6
5	2010	9,1	21,5	35,6
6	2011	8,7	18,8	29,3
7	2012	7,5	9,9	18,8
8	2013	7,2	6,2	16,3
9	2014	6,3	7,4	9,1
10	2015	6,4	7,2	9,5

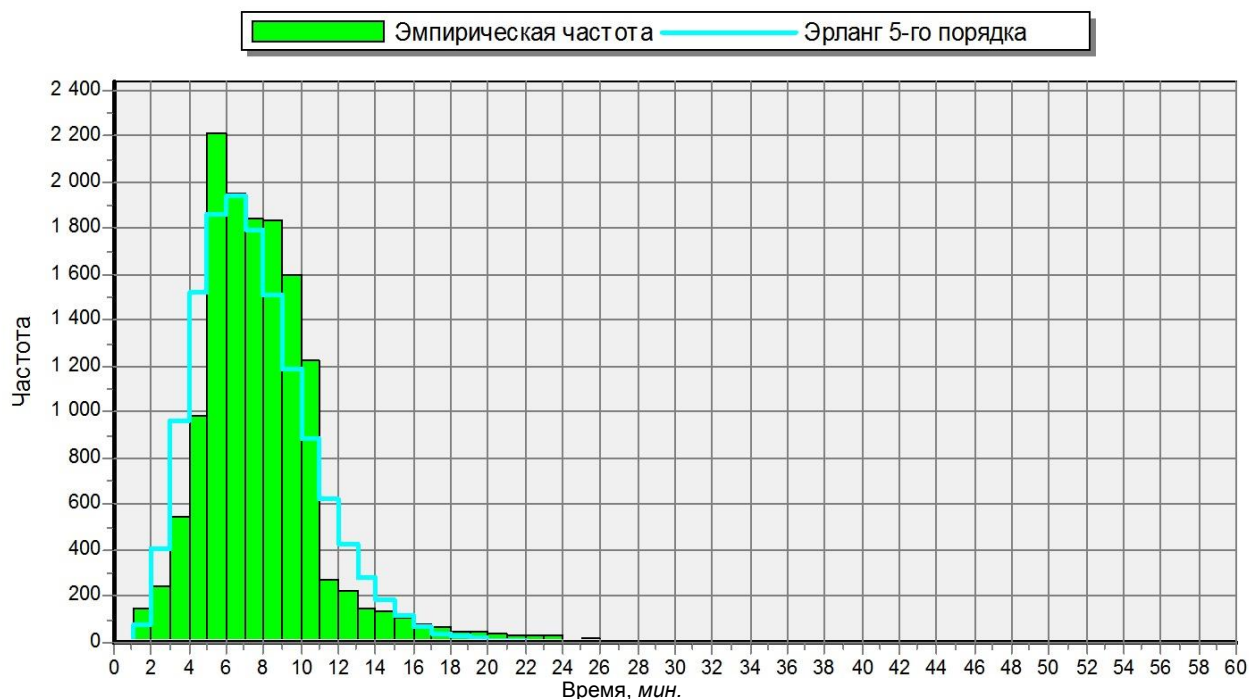
Как видно из табл. 1, среднее время прибытия за последние 8 лет снизилось почти в 2 раза, а доля случаев с временем прибытия более 10 мин. – в 10 раз. Такое резкое снижение времени прибытия возможно, если только за это время в городе было введено в эксплуатацию несколько десятков новых пожарных депо и единиц техники или значительно увеличилась скорость движения пожарных автомобилей по городу. Однако, за эти 8 лет было введено в эксплуатацию только 9 новых пожарных депо и не было никаких причин для резкого возрастания скорости движения.

Кроме того, из табл. 1 видно, что с 2009 г. наблюдается несоответствие между снижением средних значений времени прибытия и долей случаев, превышающих пороговое значение 10 мин., и если с 2006 по 2008 год доля случаев, превышающих 10 мин., по статистическим данным соответствует значениям распределения Эрланга, то после 2008 года наблюдаются значительные расхождения (в 1,5-2 раза).

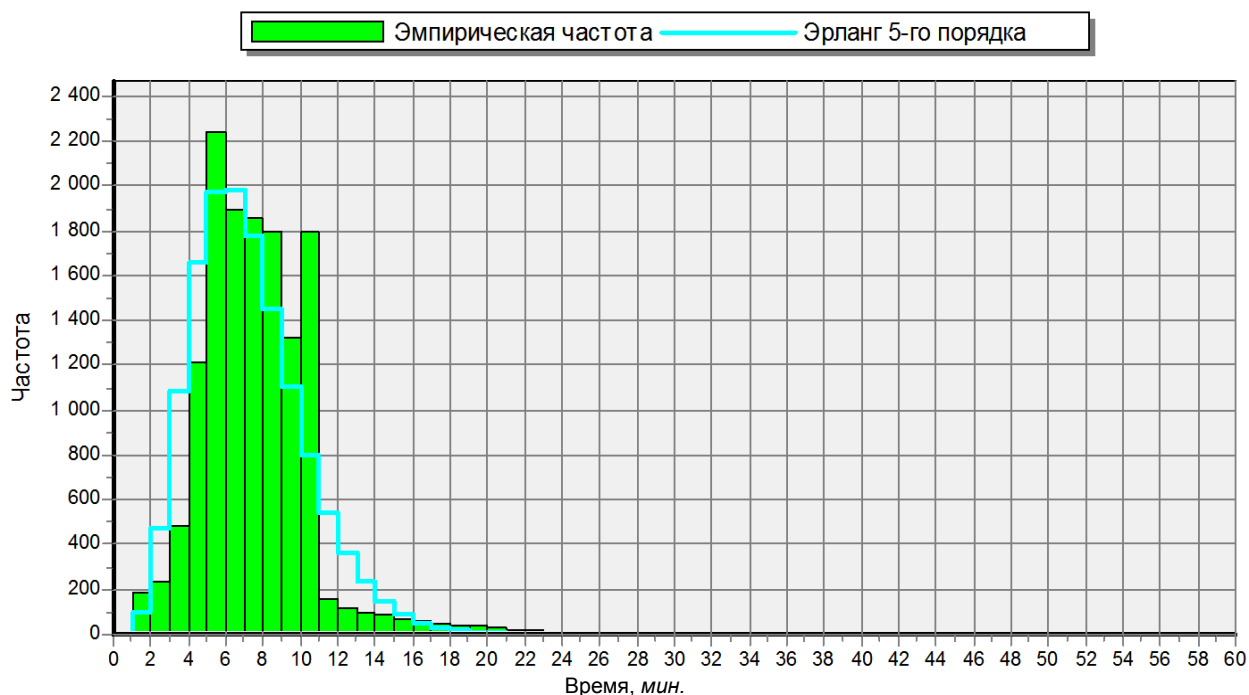
Для того, чтобы разобраться в этой ситуации, проведем более детальный анализ распределений времени прибытия после 2008 г. На рис. 3 и 4 представлены распределения времени прибытия в 2012 и 2013 гг.

При сравнении распределений времени прибытия, можно заметить, что распределения после 2008 г. выглядят не совсем естественно (с точки зрения статистики), то есть они как бы "обрезаны" после 10 мин. и естественно не аппроксимируются никакими вероятностными законами распределения.

Данная ситуация объясняется тем, что введенный с мая 2009 г. в действие Технический регламент [2], нормирующий время прибытия первых пожарных подразделений к месту вызова, существенно повлиял на статистические значения данного показателя во многих регионах России, в том числе и в Санкт-Петербурге. Поэтому достоверность статистических значений данного показателя после 2009 г. вызывает большие сомнения.



**Рис. 3.** Эмпирическое и теоретическое распределения времени прибытия на пожары первого пожарного подразделения в 2012 г.



**Рис. 4.** Эмпирическое и теоретическое распределения времени прибытия на пожары первого пожарного подразделения в 2013 г.

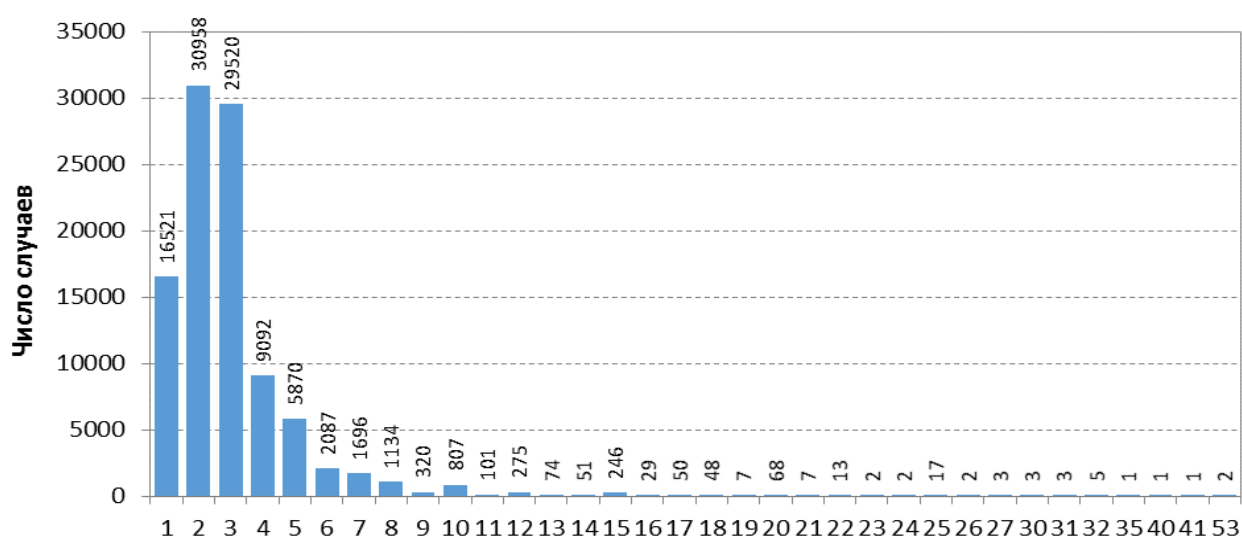
Далее, используя статистические данные, распределение Эрланга и имитационное моделирование процесса функционирования ППС, оценим реальные значения времени прибытия и скорости движения пожарных подразделений к местам вызовов в Санкт-Петербурге в настоящее время.

В табл. 2 представлены усредненные данные по расстоянию, времени следования и скорости движения до места вызова пожарных подразделений в г. Санкт-Петербург в 2006-2015 гг., а на рис. 5 представлено распределение расстояний до мест вызовов за исследуемый период.

Таблица 2

**Распределение средних значений расстояния, времени следования и скорости движения к местам вызовов в городе в 2006-2015 гг.**

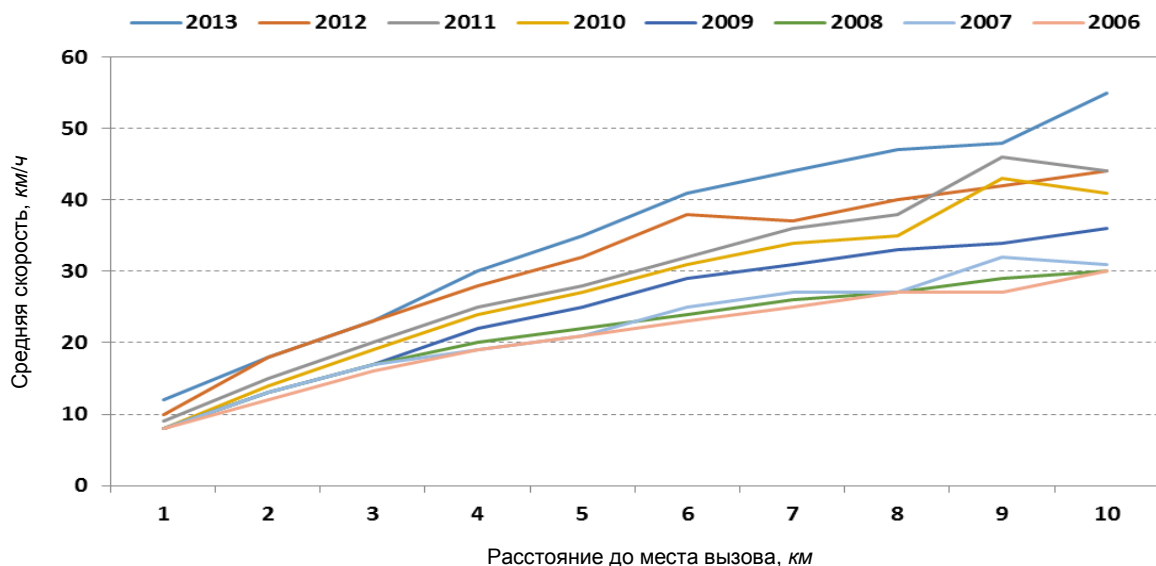
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Расстояние до места вызова, км</b>	3,7	3,3	3,3	2,8	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8
<b>Время следования до места вызова, мин.</b>	11,7	10,1	9,9	8,8	8,1	7,7	6,5	6,2	6,32	6,44
<b>Скорость движения к месту вызова, км/ч</b>	19	20	20	19	20	21	26	27	25	25



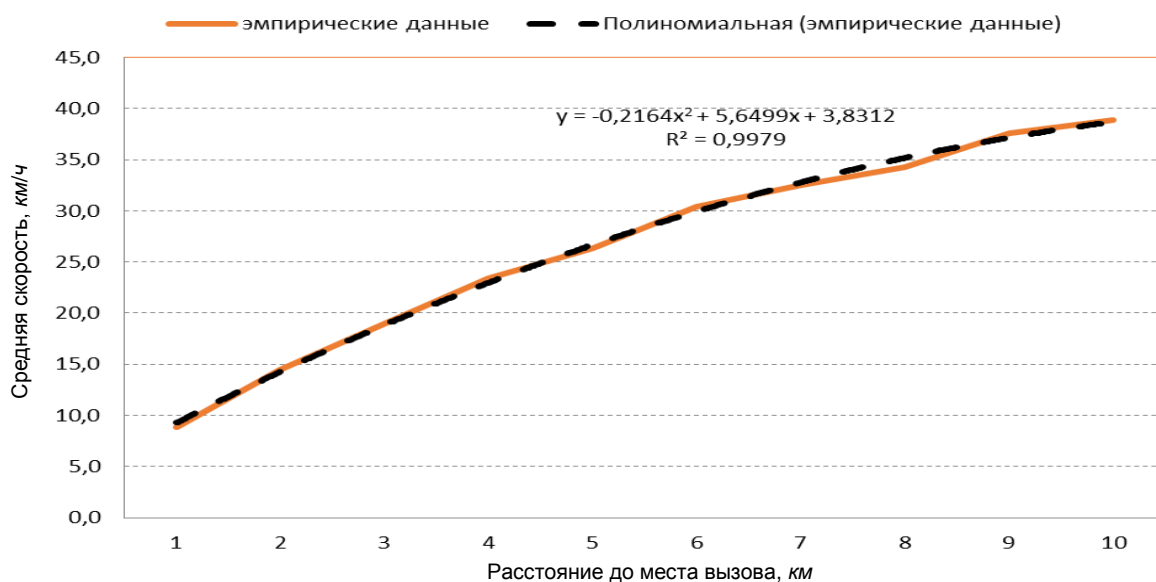
**Рис. 5.** Распределение расстояний от пожарной части до мест вызовов (суммарные данные для 2006-2013 гг.)

Из табл. 2 следует, что в 2006-2013 гг. среднее расстояние до места вызова составляло 3,7-2,8 км, которое пожарные подразделения проезжали за время 11,7-6,2 мин. Из этого следует, что средняя скорость движения пожарных подразделений к местам вызовов в 2006-2011 гг. составляла примерно 20 км/ч и только в последние годы увеличилась до 25-27 км/ч. Однако, учитывая сделанные выше замечания по поводу резкого снижения времени прибытия в последние годы, такое увеличение средней скорости движения кажется маловероятным. По нашим оценкам, в настоящее время средняя скорость движения пожарных подразделений к местам вызовов в городе составляет не более 21-22 км/ч.

На рис. 6 и 7 приведено распределение скоростей движения пожарных автомобилей в зависимости от расстояния до места вызова. Из графиков видно, что средняя скорость движения составляет 10-40 км/ч при изменении дистанции выезда от 1 до 10 км.



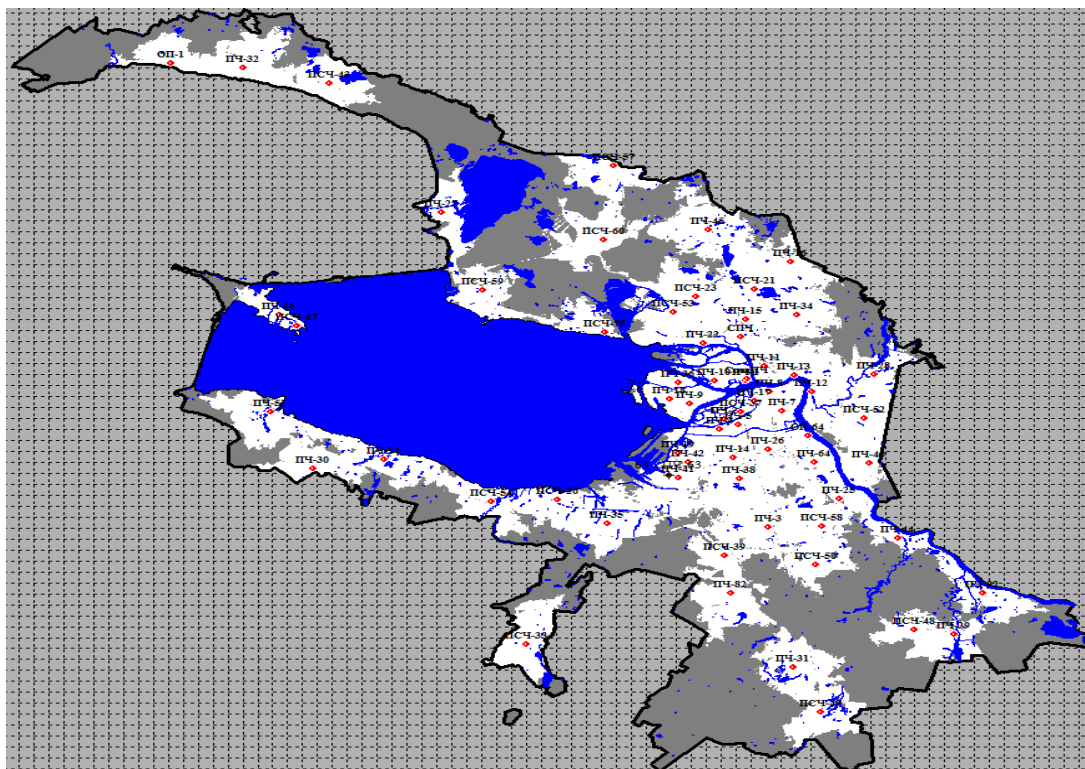
**Рис. 6.** Распределение средней скорости движения пожарных автомобилей в зависимости от расстояния до места выезда (2006-2013 гг.)



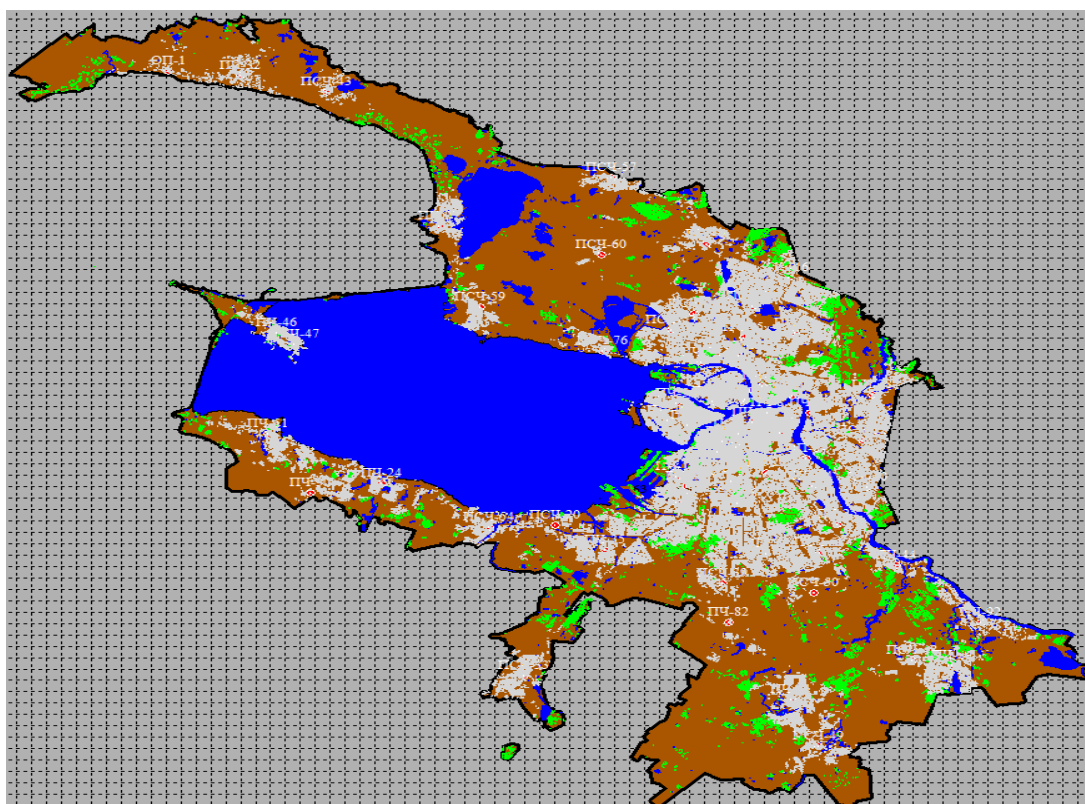
**Рис. 7.** Распределение средней скорости движения пожарных автомобилей в зависимости от расстояния до места выезда (2006-2013 гг.)

Далее, перейдем к анализу территориального распределения времени прибытия пожарных подразделений к местам вызовов. Последующий анализ проведён с использованием компьютерной имитационной системы КОСМАС.

На рис. 8 представлены расчётные зоны покрытия территории города существующими 65 пожарными подразделениями. По результатам расчётов видно, что 55 % городской территории находится в зоне прибытия до 10 мин., а 45 % – в зоне с временем прибытия более 10 мин.



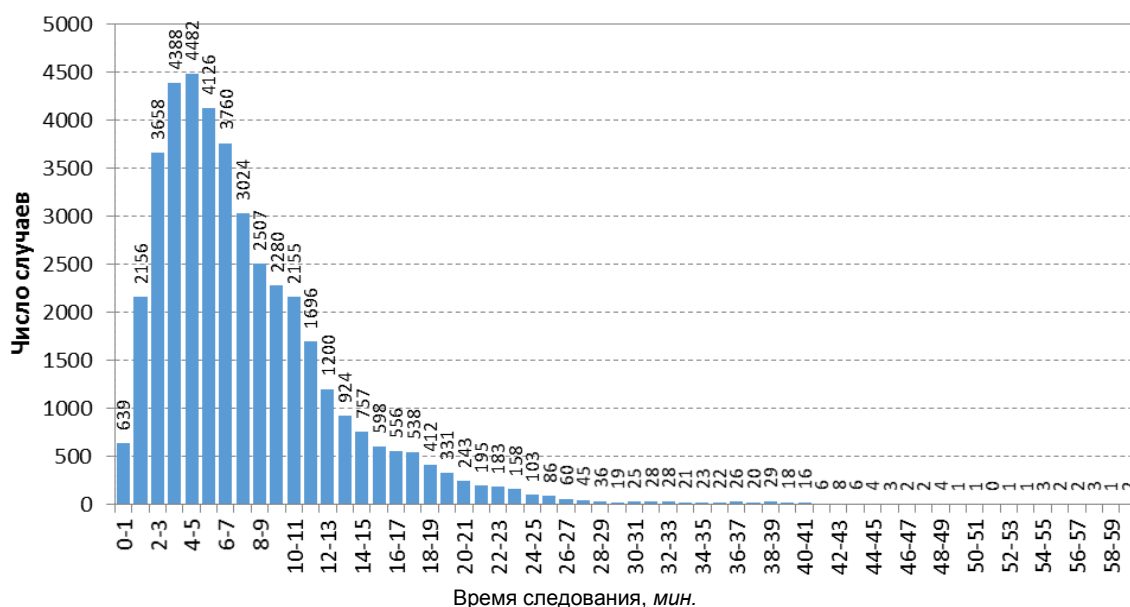
**Рис. 8.** Зоны покрытия территории города пожарными подразделениями (светлые зоны с временем прибытия до 10 мин., тёмные зоны – свыше 10 мин.)



**Рис. 9.** Зоны покрытия городских объектов пожарными подразделениями (светлые зоны с временем прибытия до 10 мин., зелёные зоны – свыше 10 мин.)

Поскольку не вся территория города является застроенной различными объектами, на рис. 9 представлены расчётные зоны покрытия для городских объектов (105297 полигонов зданий и сооружений на карте города); в данном случае уже 82 % (86343) городских объектов находятся в 10-минутной зоне времени прибытия, а для 18 % (18954) городских объектов время прибытия составляет более 10 мин.

На рис. 10 по результатам имитационного моделирования, учитывающего особенности топографии города, его улично-дорожной сети, процесса функционирования пожарных подразделений и его статистических закономерностей, представлено распределение времени следования первых пожарных подразделений к местам вызовов при существующих параметрах оперативной обстановки. Исходя из результатов моделирования, среднее время следования к месту вызова составило 8,3 мин., а среднее время прибытия 9,3 мин., при этом, доля случаев с временем прибытия более 10 мин. составила 28 %.



**Рис. 10.** Распределение времени следования пожарных подразделений к местам вызовов (по результатам моделирования)

Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать следующие выводы: в современных условиях средняя скорость движения пожарных подразделений к местам вызовов в городе составляет 21-22 км/ч, при такой скорости, среднее время прибытия первых пожарных подразделений к местам вызовов будет находиться в интервале 9,0-9,5 мин., при этом доля случаев с временем прибытия более 10 мин. будет составлять 28-35 %.

Полученные результаты были использованы при разработке схемы развития противопожарной службы города Санкт-Петербурга до 2025 г.

### Литература

1. **Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Вагнер П. и др.** Безопасность городов. Имитационное моделирование городских процессов и систем. М.: изд-во "ФАЗИС", 2004. 172 с.
2. **Федеральный** закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".