

Министерство образования Ставропольского края  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение  
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
КОЛЛЕДЖ»

- Разработка мероприятий по совершенствованию оперативного реагирования подразделений пожарной охраны на основе математического моделирования

▪

Выполнил:

студент Ширяев Кирилл

Руководитель работы:

Образцов Д.В.

# Содержание

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Анализ структуры вызовов подразделений ГПС

1.2. Анализ динамики вызовов подразделений ГПС

1.3. Анализ потока вызовов подразделений ГПС

1.4. Анализ времени занятости подразделений ГПС обслуживанием вызовов

ГЛАВА 2. ПРОЕКТНЫЙ РАЗДЕЛ

2.1. Особенности оперативной деятельности пожарной охраны

2.2. Обоснование требуемого количества оперативных отделений для  
противопожарной защиты города

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

# Введение

Во многих странах борьба с пожарами, охрана собственности, здоровья и жизни людей является одной из важнейших государственных задач, на успешное решение которой затрачиваются, по возможности, значительные материальные и трудовые ресурсы.

Проблемы обеспечения пожарной безопасности, в данный момент, становятся все более актуальными и сложными. Есть несколько способов увеличения эффективности деятельности пожарной охраны. Например, улучшение материально-технической базы. Данный способ хотя и немаловажен, но требует больших финансовых вливаний в структуру. Есть множество других способов, но они мало изучены, что естественно затрудняет их внедрение. Это относится в частности к проблемам совершенствования организации и управления Государственной Противопожарной Службы. Основные резервы повышения эффективности деятельности ГПС необходимо искать в дальнейшем совершенствовании организации управления, и более широком привлечении общественности к обеспечению безопасности народного хозяйства страны.

Принцип научности управления в сфере пожарной охраны требует изучения закономерностей процесса функционирования пожарной охраны и управления ее аппаратами и подразделениями, творческого использования этих закономерностей при рационализации существующих и разработке новых структур управления, организации процесса управления, подбора и расстановки кадров.

Совершенствование организации и управления ГПС предполагает предварительную, глубокую научную проработку, по возможности, всех организационно-управленческих проблем, которые практика во всевозрастающих масштабах ставит перед работниками пожарной охраны. При этом необходимо использовать самые современные подходы, методы и средства, которыми располагает в данный момент наука управления, в частности системный, комплексный, программный, целевой и долгосрочный подходы и связанные с ними методы решения организационно-управленческих проблем. До недавнего времени эти проблемы в пожарной охране, как и в других областях человеческой деятельности, решались в основном с позиции накопленного опыта и интуиции руководителей. Однако сейчас уровень и сложность проблем совершенствования управления возросли настолько, что для их решения принципиально необходимы специально разработанные научные методы. Например, в противопожарной службе нашей страны на основе обобщения практического опыта сложилась определенная система нормативных положений, зафиксированных в соответствующих документах и специальной литературе. Эти нормативные положения устанавливают порядок организации пожарных подразделений и определения их штатной численности, принципы дислокации пожарных подразделений и т.п. Однако указанные нормы и рекомендации пока еще далеки от совершенства и не получили научного обоснования, что значительно затрудняет решение, проблемы повышения эффективности деятельности Государственной Противопожарной Службы и совершенствования управления, ею.

# ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Анализ структуры вызовов подразделений ГПС

Анализ структуры вызовов пожарных подразделений осуществляется путем расчета относительных величин и построения секторной диаграммы. Относительные величины характеризуют состав статистической совокупности и отвечают на вопрос, какую долю (в процентах) во всей совокупности составляют отдельные ее части.

Количество выездов за год 5808 (100%)

Пожары 742 (12,7 %)

Аварии 19 (0,4%)

Ложные 1101 (18,09%)

Учебные 1619 (27,8%)

Сигналы зация 6 (0,2%)

Прочие 2321 (39,9%)

## 1.2. Анализ динамики вызовов подразделений ГПС

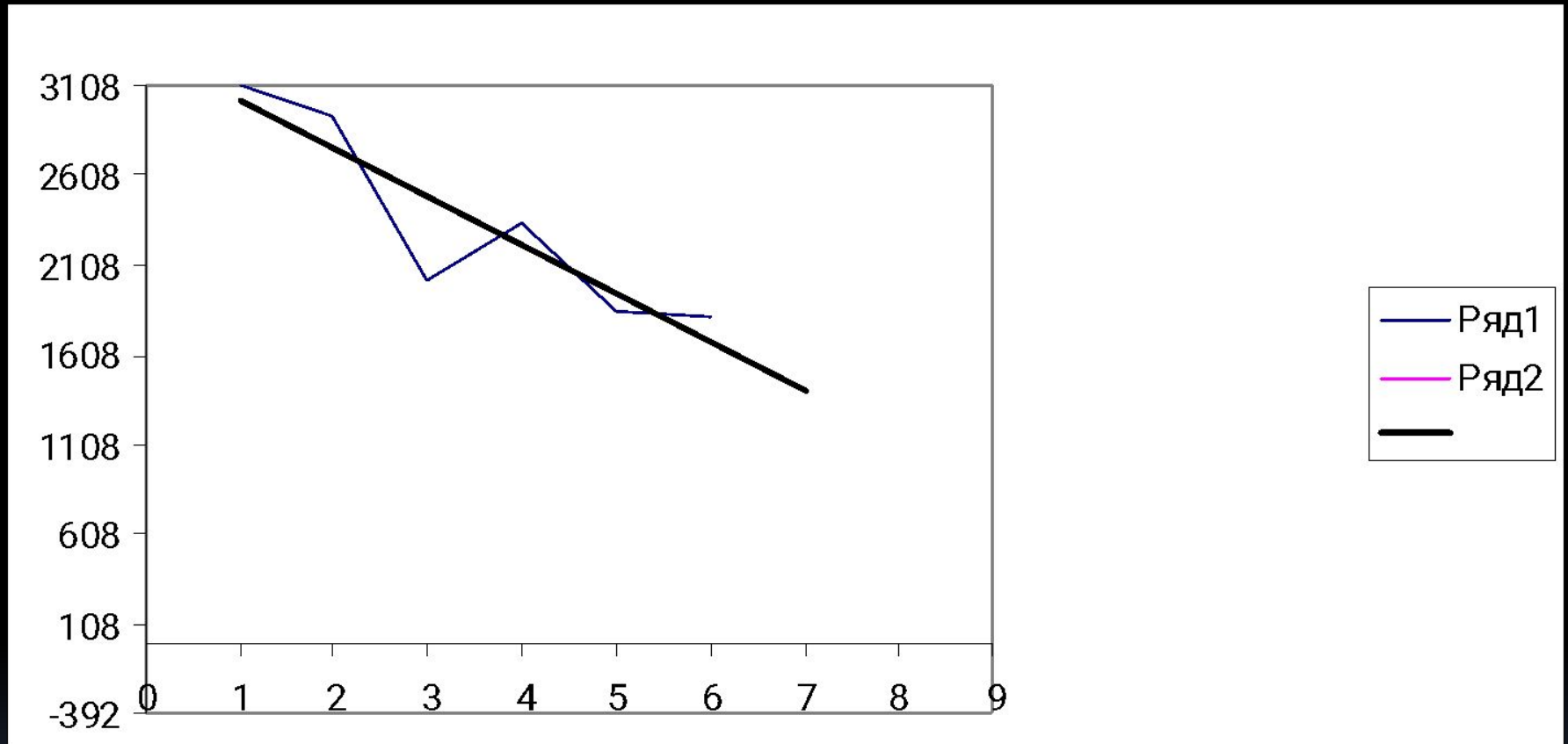
Для определения скорости и интенсивности развития числа вызовов во времени рассчитываются следующие показатели: абсолютный прирост; темп роста; темп прироста.

Расчет этих показателей основан на сравнении между собой ряда динамики. Под уровнем ряда динамики понимается каждое числовое значение показателя, характеризующего величину явления, его размер.

Если каждый уровень сравнивается с предыдущим, то полученные при этом показатели называются цепными, так как они представляют собой как бы отдельные звенья "цепи", связывающей между собой уровни ряда. Если же все уровни сравниваются с одним и тем же уровнем, выступающим в качестве постоянной базы сравнения, то полученные при этом показатели называются базисными.

Абсолютный прирост показывает, на сколько единиц увеличился (или уменьшился) уровень по сравнению с базисным и равен разности между сравниваемым и базисным уровнями. Он выражается в тех же единицах, в которых измерены уровни ряда: показано в формуле 1.

Построим графическое изображение данного нам ряда распределения числа вызовов подразделений ГПС по годам, и нанесем на него полученные выровненные уровни ряда и его прогнозные значения:



# 1.3. Анализ потока вызовов подразделений ГПС

Одним из важнейших факторов, оказывающий влияние на оперативную пожарную обстановку в городе и отражающих существующий в нем уровень пожарной опасности, являются поступающие в единую дежурную диспетчерскую службу (ЕДДС) гарнизона пожарной охраны вызова, по каждому из которых требуется выезд оперативных отделений пожарной охраны. Выезды пожарных подразделений приходится осуществлять в случайные, заранее неизвестные моменты времени поступления вызовов в ЕДДС гарнизона пожарной охраны. Последовательность этих моментов времени можно рассмотреть и изучать как поток случайных событий, приведенная для этой цели, вероятностно-статистические методы, при этом в дальнейшем будем отождествлять поток выездов и поток вызовов пожарных подразделений.

Анализ поступающих вызовов по диспетчерским журналам ЕДДС выявил следующие закономерности:

. Вызова, как правило, проходят по одному. Следовательно, такой поток обладает свойствами ординарности. Математически это свойство можно описать так:  $P_0 = e^{-\lambda t}$ , т.е. вероятность поступлений двух и более вызовов на малом интервале времени  $t$ , есть бесконечно малая величина высшего порядка малости относительно  $t$ .

. Вызова поступают независимо друг от друга (т.к. пожары происходят на различных объектах и в различных частях города), вследствие чего, число вызовов за тот или иной промежуток времени не зависит от числа вызовов за предшествующие промежутки времени.

## **1.4. Анализ времени занятости подразделений ГПС обслуживанием вызовов.**

Основной временной характеристикой процесса пожаротушения является время занятости пожарных подразделений. Под временем занятости пожарных подразделений понимается промежуток времени от момента выезда пожарных подразделений из депо по вызовам до момента его постановки в боевой расчет, то есть до момента его готовности к следующему выезду после возвращения в депо. Этот промежуток времени является суммой нескольких продолжительных промежутков времени.

Время занятости обслуживанием вызова складывается из:

- Время следования;
- Время разведки и боевого развертывания;
- Время локализации пожара;
- Время разборки конструкций и проливки;
- Время постановки в боевой расчет.
- Все указанные временные характеристики процесса пожаротушения являются непрерывными случайными величинами и могут быть описаны соответствующими функциями распределения и числовыми характеристиками.
- Наибольшее значение для математического моделирования имеет время обслуживания подразделениями ГПС вызовов.
- Эту величину необходимо знать прежде всего для обоснования численности оперативных отделений пожарной охраны.



# ГЛАВА 2. ПРОЕКТНЫЙ РАЗДЕЛ

## 2.1. Особенности оперативной деятельности пожарной охраны

Одним из важнейших направлений деятельности пожарной охраны является оперативная деятельность, связанная с тушением пожаров, ликвидацией последствий аварий и так далее в городе. При возникновении пожаров или аварий в ЕДДС гарнизона пожарной охраны города поступают вызовы, которые требуется обслужить. Обслуживание вызовов осуществляется оперативными отделениями пожарной охраны на основных и специальных пожарных автомобилях. Особенность оперативной деятельности пожарной охраны заключается в том, что она осуществляется в условиях огромного количества разнообразных внутренних и внешних факторов, имеющих случайный характер и играющих существенную роль в процессе функционирования пожарных подразделений. Так, поступающие в ЕДДС города вызовы имеют случайный характер по месту и времени их возникновения, по требуемому для их обслуживания числу оперативных отделений, а также по требуемой продолжительности времени занятости их обслуживанием. В связи с этим возникает ряд специфических задач, связанных с рациональной организацией и управлением оперативной деятельностью подразделений. Из-за отсутствия возможностей экспериментировать с пожарной охраной в масштабах города, надежной основой для решения многих из этих задач является метод математического моделирования.

Математическое моделирование оперативной деятельности пожарной охраны осуществляется с помощью аналитических и статистических (имитационных) моделей. Аналитические модели отображают закономерности изучаемого процесса в формульном виде, имитационные воспроизводят на ЭВМ совокупность составляющих изучаемый процесс элементарных явлений и актов с сохранением их логической взаимосвязи и последовательности протекания во времени.

Математическое моделирование определенно играет важную роль при совершенствовании организации гарнизона пожарной охраны. Модели позволяют решать следующие задачи, стоящие перед пожарной охраной города:

Прогнозировать ожидаемое число вызовов пожарных подразделений, одновременных вызовов, ситуации одновременной занятости оперативных отделений и т.д.;

На основе данных прогноза определить требуемое число оперативных отделений для обеспечения высокого уровня противопожарной защиты города;

Определить рациональный вариант распределения оперативных отделений по частям города;

Обеспечить готовность пожарной охраны к критическим ситуациям в области пожаротушения и располагать соответствующими ресурсами сил и средств.



## Общественные объединения пожарной охраны



ОБЩЕСТВЕННЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ ПОЖАРНОЙ  
ОХРАНЫ

ОБЩЕСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Добровольные пожарные  
общества

Организуют и обеспечивают  
создание подразделений  
добровольной пожарной охраны,  
подготовку добровольных пожарных  
и материальное стимулирование  
участия добровольных пожарных в  
обеспечении пожарной  
безопасности

ОБЩЕСТВЕННЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ

Добровольные пожарные  
команды и добровольные  
пожарные дружины

Участвуют в профилактике и (или)  
тушении пожаров  
и проведении аварийно-  
спасательных работ

Моделирование позволяет получить количественную оценку возможностей пожарных подразделений и осуществить обоснованный выбор наилучшего варианта организации пожарной охраны.

### Основные проблемы совершенствования организации и управления пожарной охраной города

В процессе совершенствования управления пожарной охраной следует уточнить научные принципы и методы формирования подразделений ГПС, принципы дислокации подразделений и организаций, их взаимодействия с другими оперативными службами города.

Необходимо постоянное развитие принципов и методов решения вопросов технического оснащения пожарных

подразделений города, объектов народного хозяйства с учетом их особенностей и развития.

Показатели, используемые при выработке решений по размещению оперативных подразделений ГПС в городах и населенных пунктах, изложены в нормативных документах, а именно СНиП 2.07.01-89\* "Градостроительство.

Планировка и застройка городских и сельских поселений", НПБ 101-95 "Нормы проектирования объектов пожарной охраны" и ряде других. Однако нормативный подход к проектированию систем противопожарной защиты городов и населенных пунктов ставит по крайней мере две проблемные ситуации:

-значительное несоответствие фактического и требуемого по нормативным документам числа

-сил и средств подразделений ГПС

-нормативные требования зависят только от площади территории города и численности населения,

-но не учитывают сложившуюся в нем оперативную обстановку с пожарами. А ведь при примерно

-равной площади территории

-и численности населения разные города имеют различную пожарную опасность и требуют о

-беспечения разного уровня противопожарной защиты.

Разрешить поставленные противоречия позволяют методы математического моделирования оперативной деятельности противопожарных служб, разработанные под руководством академика РАН Н.Н. Брушлинского.

## 2.2.Обоснование требуемого количества оперативных отделений для противопожарной защиты города

Первый способ. Требуемое количество основных пожарных автомобилей для города определяется в зависимости от численности населения города и площади его территории согласно НПБ 101-95, пункт 1.4.

Второй способ. Расчет сил и средств для ППЗ города можно производить на основании СНиП 2.07.01-89\* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

Третий способ.

Применение методов теории массового обслуживания для расчета требуемого количества пожарных автомобилей основано на расчете вероятности того, что обслуживанием вызовов в городе будет одновременно занято

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении курсовой работы был проведен анализ следующих направлений оперативной обстановки с пожарами:

- структура вызовов;
- распределение числа вызовов по годам;
- распределение числа вызовов по суткам года;
- распределение числа вызовов по интервалам времени обслуживания;
- распределение числа вызовов по признаку «Число автомобилей».

Анализ показал, что возможно прогнозирование различных критериев, что позволяет проводить оценку возможной обстановки с пожарами и принимать соответствующие меры.

Также можно получить математическое описание потока вызовов в виде функции распределения случайных величин. При этом вероятностное распределение случайной величины описывается законом распределения ПУАССОНА.

В проектом разделе проведено сравнение выбора количества пожарных частей нормативным методом и методом математического моделирования оперативной деятельности противопожарных служб, разработанного под руководством академика РАН Н.Н. Брушлинского. Нормативный подход является необъективным, так как он не учитывает сложившуюся реальную обстановку с пожарами.

Использование при расчетах электронной таблицы «Microsoft Excel», позволило значительно упростить и автоматизировать вычисления, а также добиться высокой точности результатов.