



Моделирование Характеристики Пожара Для Оптимального Распределения Ресурсов Противопожарной Службы

Юлдашев Исмоил Жураевич

Международный университет химии Южной Кореи в городе Ташкента, к.ф.м.н., доцент

Янгибаев Хуришидбек Нурмухаммад угли

Инспектор МЧС Юнусабадско-го района города Ташкента

Аннотация: В статье исследованы вопросы взаимосвязей между основными параметрами развития пожаров на различных объектах обеспечивающих пожарную безопасность промышленных предприятий и территорий. Рассмотрено моделирование характеристик развития и тушения пожара с целью обоснования достаточности ресурсов противопожарной службы и их рационального распределения.

Ключевые фразы: государственная пожарная служба, модели, аналитический, имитационный, случайная величина.

Date of Submission: 20-12-2022

Date of Acceptance: 21-01-2023

Выполненные исследования показывают, что последствия от пожаров во многом обусловлены недостаточностью ресурсов пожарно-спасательной службы, обеспечивающей пожарно-спасательные работы, большим радиусом обслуживания в районах выезда подразделений государственной противопожарной службы и другими факторами. Оптимальное решение этих проблем возможно на основе применения современных методов системного анализа проблем деятельности противопожарной службы, среды ее функционирования, в том числе посредством оценки факторов, характеризующих развитие пожара на объекте, оперативного управления ресурсами противопожарной службы с целью повышения эффективности всех элементов системы обеспечения пожарной безопасности.

Решение поставленных задач предусматривает: выявление и анализ взаимосвязей между основными параметрами развития пожара на объекте, моделирование характеристик развития и тушения пожара, эффективное распределение ресурсов противопожарной службы, разработку научно обоснованной, с позиции системного анализа, методики оценки эффективности оперативной деятельности подразделений государственной противопожарной службы.

В исследовании решаются следующие аспекты рассматриваемых задачи: выбор и обоснование показателей для оценки состояния СОПБ промышленных зданий и сооружений;

- построение алгоритмов оценки характеристик РПО на основе методов моделирования временных характеристик процесса пожарно-спасательных работ;

- разработка программного обеспечения мониторинга распределения ресурсов противопожарной службы на основе решения последовательности задач линейного программирования;
- разработка способа оценки оптимального функционирования объектов противопожарной службы, базирующейся на решении серии вероятностных задач с применением методов игрового моделирования.

Параметрами задачи являются комплекс условий, на промышленных предприятиях, зданиях, сооружениях и территориях способствующих возникновению пожаров и загораний и определяющих их возможные масштабы и последствия.

Решение вопросов обеспечения пожарной безопасности на современном этапе требует активного внедрения современных методов прогнозирования обстановки, управления ресурсами с целью совершенствования функционирования объектов противопожарной службы.

Привлечения сил и средств для тушения пожаров составляется расписание выездов – установленный в соответствии с законодательством и уставом порядок привлечения сил и средств гарнизона к тушению пожаров в населенном пункте.

Основными характеристиками расписания выездов являются:

- ✓ номер пожара – условный признак сложности пожара, определяющий в расписании выезда необходимый состав сил и средств гарнизона, привлекаемых к тушению пожара [1];
- ✓ район выезда подразделений – территория, на которой расписанием выезда предусмотрено первоочередное направление подразделений по вызову на пожар.

Существует 3 уровня сложности пожаров:

1-й уровень – привлекается подразделение государственной противопожарной службы, в районе выезда которого произошел пожар;

2-й уровень – дополнительно к первому привлекаются подразделения государственной пожарной службы, соседствующие с районом выезда подразделения, где произошел пожар;

3-й уровень – привлекаются все подразделения государственной пожарной службы гарнизона, находящиеся в боевом расчете, дополнительно вводится резервная техника.

Подразделение, направляемое на пожары и аварии в район выезда другой пожарной части, возглавляет:

- ✓ при выезде одного отделения – командир отделения;
- ✓ при выезде двух и более отделений – начальник караула.

В зависимости от сложившейся обстановки, для прикрытия районов выезда подразделений государственной пожарной службы, работающих на пожаре, диспетчером.

На практике предпочтительнее использование упрощенных способов расчета параметров пожара при помощи современных средств разработки программного и информационного обеспечения, на основе которого будет проводиться математическое моделирование оценки характеристик развития пожара на объекте.

Математические модели делятся на аналитические и имитационные. Одной из первых и простейших аналитических моделей пожара была модель, отражающая зависимость температуры стандартного пожара от времени, используемая при испытании строительных

конструкций на огнестойкость. Ее обычно называют стандартной кривой температура – время и задают либо в виде таблицы либо в виде эмпирической формулы. В литературе [3] ее часто записывают в виде:

$$T = T_0 + 345 \lg(8x + 1), \quad (1)$$

где x – время, мин;

T_0 – начальная температура, °C;

T – текущая температура пожара, °C.

Имитационные модели представляют собой совокупность программ для ЭВМ, с помощью которых воспроизводятся алгоритмы и процедуры, описывающие свойства и динамику рассматриваемого процесса.

Ситуация, в процессе развитие пожара на объекте – это результат взаимодействия основных параметров пожара с параметрами окружающей среды за определенное время. Она представляет собой сумму ожидаемых или наступивших событий и явлений, сопровождающих пожар. Зная законы динамики пожара, можно прогнозировать обстановку и предвидеть ее изменение в ходе развития пожара.

Существуют различные трактовки понятия продолжительности пожара, времени тушения пожара, которые в тех или иных целях используются в специальной литературе. Например, в исследовании [5] предлагает использовать для ориентировочной оценки продолжительности любого пожара соотношение

$$\tau = N / n, \quad (2)$$

где N – количество горючего вещества, кг/м²;

n – скорость выгорания данного вещества, кг/(м² ч).

В исследованиях [4] устанавливает теоретические зависимости между интенсивностью подачи различных огнетушащих средств, их общим расходом и временем прекращения горения на пожаре.

Научные исследования и практика ликвидации пожаров показали, что продолжительность реального пожара может колебаться в пределах 2-3 часа. В квартирах жилых зданий продолжительность пожаров не превышает 1-1,5 часа, а в подвальных помещениях – 5-6 часов и пожары в зданиях массовым прибытием людей могут развиваться 2-3 и более часов.

Целью математического моделирования систем является использование методов математики для наиболее эффективного решения задач с использованием, как правило, современной вычислительной техники. В случаях, когда система функционирует в условиях неопределенности и риска, в качестве инструментария для проведения математического моделирования целесообразно применение методов имитационного моделирования. Основой имитационной модели является закон распределения случайных величин.

К основным характеристикам оперативной деятельности подразделений государственной пожарной службы можно отнести: количество выездов подразделений государственной пожарной службы; расстояние до места вызова подразделения государственной пожарной службы; время следования оперативных отделений к месту вызова; количество отделений на основных и специальных типах пожарных автомобилей, привлекаемых для тушения пожара; временные характеристики развития и тушения пожара, в частности, продолжительность тушения пожара, общее время занятости подразделений. Все эти характеристики являются

случайными величинами и могут быть заданы соответствующими функциями распределения [6].

Количество выездов и количество отделений, привлекаемых для тушения пожара, имеют распределение, соответствующее теоретическому закону Пуассона [6]. Такая характеристика, как расстояние до места вызова подразделения государственной пожарной службы, распределяется на основе равномерного закона.

Время затрачиваемая для ликвидации всех пожаров распределяются в соответствии с экспоненциальным законом. Имитационное моделирование оперативной деятельности в соответствии с приведенными теоретическими законами распределения случайной величины осуществляется на основе следующих правил.

В дежурную диспетчерскую службу (города или района) в случайные моменты времени с определённой интенсивностью поступают сообщения о возможных пожарах, авариях и других происшествиях, в ликвидации которых должны участвовать подразделения государственной пожарной службы. Диспетчер на основании расписания выездов и с учётом характера поступившего вызова высылает то или иное число оперативных отделений. Обслуживание каждого вызова продолжается также некоторое случайное время, по истечению которого оперативное отделение возвращается на место дислокации и ожидает очередного вызова.

Функция распределения случайной величины x , распределённой по экспоненциальному закону:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0 \\ 1 - e^{-\lambda x} & \text{при } x \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

Функция распределения случайной величины x , распределённой по равномерному закону на отрезке $[a, b]$:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{при } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{при } x > b \end{cases} \quad (4)$$

Дискретная случайная величина x имеет закон распределения Пуассона, если она принимает значения $0, 1, 2, \dots, m$ с вероятностями:

$$P_m = \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!} \quad (5)$$

Процесс поступления вызовов в диспетчерскую промышленного предприятия или территориальной единицы протекает неравномерно и носит вероятностный характер. Число вызовов, поступающих в единицу времени, является дискретной случайной величиной, зависящей от протяжённости интервала времени [6]. При этом основной временной характеристикой является время занятости пожарных подразделений. Под временем занятости пожарных подразделений понимается промежуток времени от момента выезда пожарных подразделений из части по вызовам до момента их постановки в боевой расчет или до момента их готовности к следующему выезду после возвращения на место дислокации. Эта характеристика является суммой нескольких продолжительных промежутков времени [3].

Время занятости обслуживанием вызова ($\tau_{\text{зан}}$) складывается из:

$$\tau_{\text{зан}} = \tau_{\text{сооб.}} + \tau_{\text{след.}} + \tau_{\text{б.р.}} + \tau_{\text{лок.}} + \tau_{\text{лик.}} + \tau_{\text{свер.}} + \tau_{\text{возв.}} + \tau_{\text{пост.б.р.}} \quad (6)$$

Здесь: $\tau_{\text{сооб.}}$ – это время, затрачиваемое на приём диспетчером сообщения о пожаре и сбор личного состава боевых расчётов подразделения по тревоге (принимается равным 1 минуте);

$\tau_{\text{след.}}$ – время следования подразделений на пожар, определяется:

$$\tau_{\text{след.}} = L * 60 / V_{\text{след.}}, \quad (7)$$

где L – путь от места дислокации пожарного подразделения до места пожара, км;

$V_{\text{след.}}$ – скорость следования, принимается равной от 30 до 45 км/ч;

$\tau_{\text{б.р.}}$ – время боевого развёртывания пожарных подразделений, которое необходимо для прокладки рукавных линий, установки автомобиля на водосточник, а также для подготовки специального оборудования, мин. Принимается в соответствии с нормативами пожарно-строевой подготовки: 3 минуты – для летнего периода, 6-8 минут – для зимнего периода[6];

$\tau_{\text{лок.}}$ – время локализации пожара, то есть от момента подачи огнетушащих средств на тушение пожара до момента прекращения роста площади пожара и выполнения условия: $Q_{\text{факт.}} > Q_{\text{тр.}}$, где $Q_{\text{факт.}}$ и $Q_{\text{тр.}}$ – соответственно фактический и расчётный расходы огнетушащих средств на пожаротушение;

$\tau_{\text{лик.}}$ – время ликвидации пожара – время от момента локализации пожара до прекращения горения и всех боевых действий, связанных с тушением пожара;

$\tau_{\text{свер.}}$ – время, затрачиваемое подразделением на сбор и укладывание пожарно-технического оборудования и вооружения, задействованного при тушении пожара.

Таким образом, выполненные теоритические научные исследование требуют разработки специализированного программного обеспечения, позволяющего моделировать различные ситуации состояний обстановки на пожаре и осуществлять оценку опасных факторов его развития.

Оценочная система характеристик развитие пожара на объекте и результаты деятельности подразделений государственной пожарной службы содержатся множество показателей, что увеличивает размерность данных, необходима разработка соответствующего программного обеспечения.

Список использованной литературы:

1. Абаев А.В. Алгоритмическое обеспечение оценки деятельности подразделений ГПС// Сборник научных трудов молодых ученых «Современность в творчестве вузовской молодёжи». – Выпуск 8, Иркутск, ГОУ ВПО ВСИ МВД РФ, 2006. – С. 3–12.
2. Абаев А.В. Моделирование временных характеристик оперативной деятельности подразделений ГПС// Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем: Сборник научных трудов, выпуск 6. – Иркутск: ИрГУПС, 2008. – С. 121–126.
3. Абаев А.В. Оптимальное распределение ресурсов противопожарной службы// Материалы научной международной конференции «Математическое моделирование социально-экономических процессов. Фундаментальные исследования». – № 12, ч. 2. – ОАЭ (Дубай), 2007. – С. 273–274.
4. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1980. – С. 255.

5. Баратов А.Н., Пчелинцев В.А. Пожарная безопасность. – М.: Изд. Ассоциации строит. вузов, 1997. – С. 171.
6. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. – М.: Стройиздат, 1981. – С.23–26, 96, 104.