

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОБЪЕКТА

Д.В. Шихалев

Академия ГПС МЧС России

Россия, 129366, Москва, Бориса Галушкина ул., 4

E-mail: evacsystem@gmail.com

Ключевые слова: управление пожарной безопасностью, поддержка принятия решений, эвакуация, пожар.

Аннотация: В работе рассматривается комплекс задач, связанных с поддержкой принятия решений руководителя объекта при управлении пожарной безопасностью. Предложен метод, который представляет собой последовательную реализацию взаимосвязанных (по времени и логике) этапов, направленных на организацию управления пожарной безопасностью. В развитие метода, разработаны подходы, модели и алгоритмы, которые кратко изложены в тексте доклада и содержат основные сведения о их разработке и полученных результатах. Показано, что полученные результаты позволяют подходить к решению задач поддержки принятия решений при управлении пожарной безопасностью объекта на более качественном уровне.

1. Введение

Результаты анализ статистических данных о пожарах в России показали, что 90% людей погибают при пожарах, возникших в результате нарушения правил пожарной безопасности и неосторожного обращения с огнем, что определяет управленческий характер проблемы [1]. Качественный анализ пожаров с массовой гибелью подтверждает – основные причины пожаров, массовой гибели и травмирования — нарушение при организации и управлении пожарной безопасностью объекта.

Руководитель организации не в состоянии собственными силами оценить состояние безопасности его объекта [1]. Существующий арсенал методов заблаговременного оценивания состояния уровня безопасности [2, 3] трудно применим к решению поставленной задачи без предварительной подготовки.

Результаты опроса руководителей объекта [4] определили текущие проблемы управления системой обеспечения пожарной безопасности (СОПБ). Установлено, что руководитель объекта не в полном объеме представляет, чем именно он управляет. Управление пожарной безопасностью упрощено до уровня контроля работоспособности системы противопожарной защиты.

В ходе эксплуатации объекта, СОПБ может переходить из одного состояния в другое, в зависимости от складывающейся обстановки [5]. Результаты рассмотрения процессов принятия решений, возникающих в ходе управления СОПБ, показали, что большинство из них нуждается в существенном улучшении.

Приведенные выше утверждения, определяют необходимость совершенствования поддержки принятия решений при управлении пожарной безопасностью объекта, где в качестве лица, принимающего решение (ЛПР) рассматривается руководитель организации или специалист, ответственный за обеспечение пожарной безопасности.

2. Метод поддержки принятия решений при управлении пожарной безопасностью

2.1. Описание метода

В соответствии с теорией управления [6], рассматриваем организацию как процесс, т.е. определяем как именно и в какой последовательности должно осуществляться управление системой обеспечения пожарной безопасности в организации.

Метод поддержки принятия решений при управлении пожарной безопасностью объекта представляет собой последовательную реализацию ЛПР взаимосвязанных (по времени и логике) этапов, направленных на организацию управления системой пожарной безопасности в организации.

1. Общая часть

Шаг 1. Определение уровня зрелости процессов управления пожарной безопасностью в организации.

На данном шаге определяется уровень зрелости организации в области управления пожарной безопасностью. Каждому уровню зрелости соответствуют квалификационные признаки и комплекс мер для перехода на новый уровень зрелости. Комплекс мер содержит заранее подготовленные мероприятия, принятие и реализация которых позволит организации перейти на следующий уровень.

Шаг 2. Оценка уровня готовности персонала объекта к действиям при пожаре.

На данном шаге оценивается готовность персонала к действиям при пожаре. Действия персонала рассматриваются в контексте разных этапов функционирования СОПБ, в том числе для задач при: угрозе возникновения пожара; организации и управлении эвакуацией; взаимодействии с пожарно-спасательными подразделениями. Результатом данного шага является выявленный уровень готовности и комплекс мероприятия, направленных на совершенствование подготовки персонала.

Шаг 3. Мониторинга противопожарного состояния объекта.

На данном шаге осуществляется мониторинг противопожарного состояния объекта в режиме реального времени. Для ЛПР становится доступна количественная характеристика состояния пожарной безопасности здания (технических параметров, условий безопасной эвакуации, организационных мер), которая постоянно сопоставляется с установленным (требуемым) значением. При отклонении состояния, предлагаются мероприятия по приведению текущего состояния к требуемому, путем реализации обоснованных (путем компьютерного моделирования) управленческих решений.

Шаг 4. Принятия управленческих решений.

Данный шаг реализуется по результатам каждого из *Шагов* 1-3, в рамках которых производится их подбор. В случае, если предлагаемое мероприятие не применимо для организации (доступно только для Шага 3), ЛПР может его изменить и выбрать иное, эффективность которого также будет подтверждена путем компьютерного моделирования.

Шаг 5. Контроль реализации управленческих решений

Данный шаг реализуется по результатам принятия решений в каждого из *Шагов* 1-3. Контроль мероприятий осуществляется с помощью автоматизированной информационной системы, ведущей специальный учет и реализацию *Шага* 3.

2. Специализированная часть.

Специализированная часть разработана на случай угрозы или возникновении пожара, а все из вышеприведенных шагов является обязательным.

Шаг 2.1. Действия персонала при угрозе возникновения пожара.

Этот шаг и шаги ниже активируются при срабатывании пожарной сигнализации. В этом случае, персонал объекта занимает позиции в здании и реализует определенную роль (алгоритм) в зависимости от начальных условий (определяемых автоматически по Шагу 3) и предварительно отработываемые в планах подготовки (определяемых по Шагу 2) в рамках тренировок по эвакуации.

Шаг 2.2. Управление эвакуацией людей при пожаре.

Данный шаг реализуется при подтверждении возникновения пожара по Шагу 2.1. В таком случае, с помощью модели и алгоритмов поиска безопасных маршрутов движения, входящих в состав системы мониторинга (Шаг 3) определяются доступные для эвакуации маршруты движения на основе складывающейся обстановки, которые доводятся до персонала и непосредственно реализуется им.

Шаг 2.3. Информационное обеспечение спасения людей на пожаре.

Данный шаг реализуется в случае, если в здании оказались заблокированы люди. В таком случае, с помощью модели и алгоритмов, входящих в состав системы мониторинга (Шаг 3) производится поиск безопасных маршрутов движения пожарно-спасательных подразделений. К моменту прибытия пожарно-спасательных подразделений, персонал объекта (определяемый по Шагу 2) информирует руководителя тушения пожара о рациональных маршрутах движения внутри здания к месту, где оказались заблокированы люди, о месте очага пожара, о ходе развития пожара и его особенностях.

В развитие вышеизложенного метода, разработаны подходы, модели и алгоритмы для его реализации. Сведения о некоторых из них представлены ниже.

2.2. Определение уровня зрелости пожарной безопасности

Для оценки зрелости, формализованы процессы управления пожарной безопасностью в рамках цикла Файоля [7]: Планирование – Организация – Стимулирование – Контроль. Определены уровни ранжирования зрелости процессов управления, с помощью которых руководитель может понять на каком уровне он находится. Для этого введены следующие уровни: начальный – базовый – средний – продвинутый – эксперт. Осуществлен подбор экспертов (метод «Снежный ком»; эксперты - д.т.н. по специальности 2.3.4/05.13.10; опыт в обеспечении пожарной безопасности – более 10 лет; итоговый размер группы – 12 человек), которые методом ранжирования определили итоговую матрицу соответствия функций управления (параметра оценки) и уровней зрелости. Итоговый ранг определялся по методу средних арифметических и методу медиан для рангов [8].

Этот подход позволяет руководителем организации определить на каком уровне зрелости находятся процессы управления пожарной безопасностью в организации и принять комплекс мер для перехода на новый уровень зрелости.

2.3. Оценка готовности персонала объекта к действиям при пожаре

Для определения факторов, влияющих на действия персонала, проведен их опрос (1152 чел.). Получены данные о действиях персонала при появлении различных признаков пожара. Установлено, что первые действия персонала зачастую приводят к задержке времени начала эвакуации. Формализован порядок действий персонала при организации эвакуации, определены способы управления людьми и вероятность их применения. На основе полученных результатов, разработаны программы подготовки персонала к действиям при пожаре, а также механизм распределения функций в зависимости от фактического количества персонала на объекте для успешной реализации первоочередных задач при угрозе и возникновении пожара.

2.4. Мониторинга противопожарного состояния объекта

Базовым параметром мониторинга является критерий безопасной эвакуации, который определяется сопоставлением времени эвакуации людей в случае пожара и времени наступления опасных факторов пожара. Данный критерий мониторинга позволяют оценивать в динамическом режиме развитие пожара и эвакуации, учитывать количество людей и их распределение на объекте, ближайшие расстояния до эвакуационных выходов, ширину проходов, работу систем сигнализации и пожаротушения. Апробация предложенного способа проведена с помощью компьютерного моделирования, в ходе которого доказана его эффективность и возможность применения в качестве инструмента принятия решений [9].

2.5. Действия персонала при угрозе возникновения пожара

Для координации действий персонала объекта при угрозе возникновения пожара, предложен подход к организации эвакуации людей при пожаре, который включает в себя три этапа (подготовительный, предварительный, полный). Установлена последовательность действий и их взаимосвязь на каждом из этапов организации эвакуации. Полученные результаты позволят достичь согласованности в действиях сотрудников службы безопасности, что обеспечивает решение задач по организации своевременной и беспрепятственной эвакуации людей при пожаре. На основе полученных результатов разработано программное средство для обучения персонала действиям по организации эвакуации людей. Результаты апробации с помощью компьютерного моделирования показали возможность сокращения времени эвакуации людей на 63 % за счет координации действий персонала объекта.

2.6. Управление эвакуацией людей при пожаре

Приведем содержательную постановку задачи в соответствии с подходом, изложенным в работе [10]. Существует социальная система, включающая множество взаимодействующих агентов – посетители и персонал объектов. При получении сигнала о пожаре, каждый агент может находиться в одном из двух состояний: 1 – возбужденное состояние, т.е. принято решение эвакуироваться; 2 – невозбужденное состояние, т.е. ожидание подтверждающих признаков пожара, массовая эвакуация и др. Решения агентов обусловлены его поведением, которое считается комфортным и принимается в зависимости от поведения окружающих его людей – если доля его окружения переходит в состояние 1, то и рассматриваемый агент переходит в это состояние. Такая доля является порогом агента. Требуется решить задачу управления пороговым поведением, в частности управление составом.

Для этого необходимо определить заданное количество «провокаторов» (лиц, из числа службы безопасности объекта или персонала), внедрение которых в социальную массу, обеспечит необходимое для центра управленческое решение (массовое принятие решения о эвакуации).

В связи с тем, что объективно измерить индивидуальный порог агента, для задачи управления эвакуацией людей, не представляется возможным, в настоящее время проводится исследование результатов опросов людей, столкнувшихся с реальными пожарами для идентификации факторов, оказавших влияние на принятые ими решения в ходе пожара для определения фактической величины индивидуального порога.

2.7. Информационное обеспечение спасения людей на пожаре

Задача поиска безопасных маршрутов движения пожарно-спасательных подразделений решена путем поиска пути на графе. За вершину графа принято место пересечения маршрутов движения. Ребро графа - участок маршрута между двумя

вершинами. Вес ребра - показатель, характеризующий безопасность движения. Поиск маршрута осуществляется алгоритмом Флойда-Уоршалла. В результате, формируются рациональные с точки зрения безопасности маршруты движения эвакуирующихся из здания и пожарно-спасательных подразделений, направляющихся к очагу пожара при условии, что их пути движения не пересекаются. Это позволит предотвратить образование встречных потоков, негативно влияющих на время эвакуации.

Апробация предложенного подхода проведена в рамках компьютерного моделирования. Результаты показали возможность сокращения времени прибытия подразделений к очагу пожара на 41,8 % и сокращения времени эвакуации на 59,4 % за счет предложенного подхода при обеспечении требуемого уровня безопасности.

Представленный подход позволяет определить рациональные с точки зрения безопасности и согласованные между собой маршруты для эвакуирующихся и пожарно-спасательных подразделений, что подтверждается результатами компьютерного моделирования.

3. Заключение

Представленный метод и комплекс подходов, моделей и алгоритмов для его реализации позволяет подходить к решению задач поддержки принятия решений при управлении пожарной безопасностью объекта на более качественном уровне.

В ходе дальнейших исследований планируется проведение экспериментальных исследований по каждому из вышеприведенных подходов для их апробации на функционирующих объектах. На основе полученных результатов, будут разработаны методические рекомендации по внедрению подходов в практическую деятельность специалистов, ответственных за обеспечение пожарной безопасности объектов.

Список литературы

1. Шихалев Д. В. Проблемы управления системой обеспечения пожарной безопасности объекта. Ч.1. методы оценки // Проблемы управления. 2022. № 1. С. 3-18.
2. Кульба В.В., Шульц В.Л., Шелков А.Б, Чернов И.В. Методы и механизмы планирования и управления в условиях чрезвычайных ситуаций // Тренды и управление. 2013. № 2. С. 134-155.
3. Шульц В.Л., Кульба В.В., Шелков А.Б, Чернов И.В. Методы планирования и управления техногенной безопасностью на основе сценарного подхода // Национальная безопасность. 2013. № 2. С. 198-216.
4. Шихалев, Д.В. Результаты опроса руководителей объектов в области управления системой обеспечения пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2022. № 2(96). С. 123-140.
5. Шихалев Д.В. Информационное обеспечение управления в системе обеспечения пожарной безопасности объекта защиты // Безопасность в техносфере: сборник статей. Выпуск 15. Ижевск: Удмуртский университет, 2022. С. 46-52.
6. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: ЛЕНАНД, 2022. 500 с.
7. Файоль А. Общее и промышленное управление. М.: Центральный институт труда, 1923. 122 с.
8. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч. 2 : Экспертные оценки. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. 486 с.
9. Shikhalev D., Grigoryan R. Decision Support Framework for Fire Safety Assessment in Real-time // 2021 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). Lipetsk, Russian Federation, 2021. P. 242-247.
10. Бреер В.В., Новиков Д.А., Рогаткин А.Д. Стохастические модели управления толпой // Управление большими системами: сборник трудов. 2014. № 52. С. 85-117.