

Шихалев Д.В.

### Мониторинг противопожарного состояния объекта в режиме реального времени

**Аннотация:** Работа посвящена развитию области противопожарного мониторинга объекта защиты в режиме реального времени. Приводится критерий осуществления мониторинга поддержки принятия решений на основе критерия безопасной эвакуации. Представлены результаты оценки данного критерия в ходе компьютерного моделирования.

**Ключевые слова:** мониторинг, пожарная безопасность, поддержка принятия решений, эвакуация, режим реального времени

Обеспечение безопасности людей в здании является одной из составляющих системы обеспечения безопасности объекта. Несмотря на относительно небольшое снижение количества пожаров и погибших при пожарах в зданиях с торговых центров, числовые значения все еще высоки. Как показано в работе [1], руководитель организации (в том числе торгового центра) не в состоянии собственными силами, без привлечения профильных специалистов, оценить состояние безопасности его организации (объекта). В тоже время, существующий арсенал методов заблаговременного оценивания состояния уровня безопасности [2-6] трудно применим к решению поставленной задачи без предварительной подготовки.

Одним из способов решения данной задачи является оценка состояния пожарной безопасности объекта на основе мониторинга уровня безопасности людей, концептуально изложенная в работе [7].

Базовым параметром мониторинга является критерий безопасной эвакуации (1), который определяется следующим выражением

$$P_э = \begin{cases} 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (1)$$

где  $t_{нэ}$  – время начала эвакуации (сек.),  $t_p$  – расчетное время эвакуации (сек.),  $t_{бл}$  – время блокирования пути эвакуации (сек.),  $t_{ск}$  – время существенного скопления людей (сек.).

Данный критерий мониторинга позволяют оценивать в динамическом режиме развитие пожара и эвакуации, учитывать количество людей и их распределение на объекте в рассматриваемый момент времени, ближайшее расстояние до эвакуационных выходов, ширину проходов, работу систем сигнализации и пожаротушения. Более подробное описание структурной схемы системы мониторинга приведено в работе [7]. На рисунке 1 показан алгоритм работы системы мониторинга противопожарного состояния объекта в режиме реального времени.

Предложенный алгоритм позволяет оценить необходимость тех или иных решений в зависимости от результата расчета критерия безопасной эвакуации. Безусловно, в текущей постановке он требует развития так как осуществляет поиск решений методом полного перебора. Однако так как область допустимых решений не так велика (не более 20), а ресурсы на вычисление занимают мало времени (не более 5 сек на один расчет), считаем это приемлемым.

Предложенный критерий и алгоритм оценены в ходе компьютерного моделирования, которое проведено на примере одного из этажей учебного корпуса Академии ГПС МЧС России. Здание оборудовано пожарной сигнализацией, системой оповещения и системой дымоудаления. В тоже время необходимо отметить важный аспект. Для здания посчитан пожарный риск, когда оно вводилось в эксплуатацию. Результаты расчета подтвердили, что здание безопасно в соответствии с действующим пожарным законодательством.

Оценка проведена путем сравнения значения критерия эффективной эвакуации при помощи предлагаемого подхода и без него. Сравнение проводилось при одинаковых начальных условиях. Принимаем допущение, что лицо принимающее решение строго следует указаниям информационной системы.

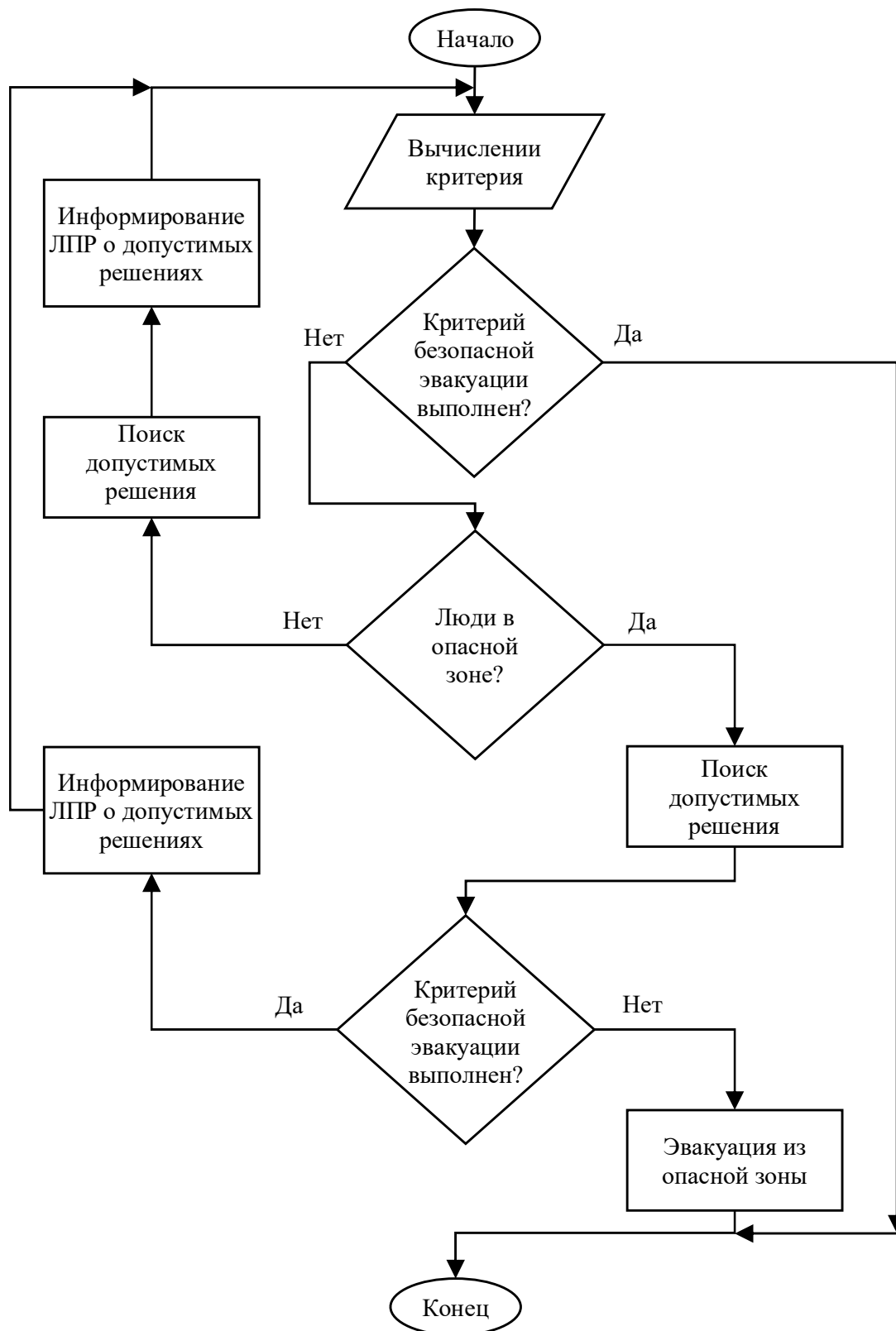


Рисунок 1 – Алгоритм работы системы мониторинга противопожарного состояния объекта

В рамках компьютерного моделирования рассматривался следующий сценарий – отказ датчика пожарной сигнализации. В одном из помещений произошел отказ датчика пожарной сигнализации.

*Результаты без учета предлагаемого решения*

Моделирование установило, что критерий безопасной эвакуации равен 0. При принятых условиях безопасность людей не обеспечивается. Это связано с поздним оповещением о пожаре из-за неработающего датчика пожарной сигнализации. Суммарное время эвакуации составило 129,6 сек.

*Результаты с учетом предлагаемого решения*

Повторное моделирование проведено с учетом предложенного подхода. Результаты моделирования показывают, что критерий безопасной эвакуации соответствуют значению 0,999 т.е. выполняются условия безопасной эвакуации. В качестве управленческого решения принято направление сотрудников охраны в помещение отказа датчика пожарной сигнализации. Благодаря этому при возникновении пожара время начала эвакуации равнялось 0, и эвакуация началась незамедлительно (без учета предлагаемого подхода составляла 90 сек.). Суммарное время эвакуации составило 39 сек. Таким образом, предложенный подход позволил обеспечить безопасную эвакуацию при возникновении пожара.

Целью настоящей работы являлось развитие области противопожарного мониторинга объекта защиты в режиме реального времени. Ряд научных исследований и статистические данные показывают, что пожары и гибель людей на них связана в основном с наличием проблем в области управления системой пожарной безопасности объекта. Анализ методов оценки пожарной безопасности показал, что имеются хорошо развитые способы оценки, однако они не применимы для руководителя объекта и не позволяют оценить пожарную опасность в режиме реального времени. В связи с этим предложен критерий мониторинга противопожарного состояния и алгоритм поддержки принятия решений на основе данного критерия. В ходе компьютерного моделирования подтверждена возможность не только оценивать пожарную безопасность в режиме реального времени, но и подбирать решения по повышению уровня безопасности.

Таким образом, предложенные решения показали свою применимость к рассматриваемой задаче и возможность поиска обоснованных управленческих решений по повышению безопасности в режиме реального времени. Все сомнения, данный подход требует развития в отношении модуля поддержки принятия решений, что и будет являться направлением дальнейших исследований.

#### Литература:

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. *Кульба В.В., Чернов И.В.* О методологических подходах к сценарному анализу сложных систем / Материалы международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2012». – М.: ИПУ РАН, 2012. – С. 82-87.
5. *Капашин В.П., Толстых А.В., Бурков В.Н., Назаров А.В.* Промышленная безопасность особо опасных химических объектов. – М.: ИПУ РАН, 2009. – 238 с.
6. *Титаренко Б.П., Бурков В.Н.* Оценка эффективности механизмов управления риском чрезвычайных ситуаций // Вестник МГСУ. – 2017. – № 5. – С. 581-585.
7. *Шихалев Д. В.* Оценка состояния пожарной безопасности объекта на основе мониторинга уровня безопасности людей // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – 2022. – № 11. – С. 217-221.