

УДК 614.841

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЕРЕВА СОБЫТИЙ И ДЕРЕВА ОТКАЗОВ ПРИ ОЦЕНКАХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ

А.Н. Серебровский, Т.К. Еременко, Ю.Г. Пилипенко

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

e-mail: tsereb@voliacable.com

Особенностями пожарной опасности высотных зданий являются: быстрое распространение пожара и его опасных факторов по объёму здания, вертикальным коммуникациям и фасадам; - сложность и длительность тушения, связанная с трудностями подачи средств тушения и доступа пожарных подразделений из-за большой высоты; продолжительное время эвакуации людей [1]. Одним из радикальных путей повышения безопасности высотных зданий является использование при их проектировании и эксплуатации автоматизированных систем мониторинга и управления зданиями и сооружениями (АСМУ) [2]. Согласно [2] АСМУ должен быть установлен в домах и сооружениях высотой более 73.5 м. с целью предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС) для недопущения ущерба здоровью людей, материального ущерба в условиях действия дестабилизирующих факторов, а также информационной поддержки принятия решений по предупреждению пожаров, аварий и ликвидации их последствий. Объектами контроля АСМУ и обеспечения функционирования должны быть системы безопасности и жизнеобеспечения [2,3,4], представленные в нижеприведенном перечне.

Перечень объектов контроля АСМУ

- 1) Автоматические установки пожарной сигнализации (АУПС).
- 2) Автоматические установки пожаротушения (АУП).
- 3) Системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей (СО).
- 4) Системы эвакуационного освещения (СЭО).
- 5) Системы обнаружения опасной концентрации токсичных и взрывоопасных газовоздушных смесей и повышения уровня радиации (СОГР).
- 6) Системы электроснабжения (СЭ).
- 7) Системы вентиляции (в том числе противодымной защиты) и кондиционирования (СВД).
- 8) Системы водоснабжения (в том числе водоснабжение для внутреннего и внешнего пожаротушения) (СВ).
- 9) Лифтовое оборудование (ЛО).
- 10) Системы теплоснабжения (СТ).
- 11) Системы газоснабжения (СГ).
- 12) Другие системы, не имеющие непосредственного влияния на проблемы пожарной безопасности.

Структурными составляющими АСМУ являются: комплексы автоматизации инженерных систем; многофункциональная кабельная сеть; организационно-распорядительные средства; программно-технический комплекс (ПТК).

В состав ПТК должны входить: сеть сбора и обработки информации от комплексов автоматизации инженерных систем; серверы ввода-вывода информационных потоков; автоматизированные рабочие места диспетчеров; программное обеспечение (ПО) функционирования составляющих компонентов ПТК.

Эффективность АСМУ в значительной степени определяется модельно-алгоритмическим базисом созданного ПО. Чем адекватнее модели опасности, тем достовернее прогнозные оценки, которые вычисляются для поддержки принятия решений по ее предотвращению. Проблема заключается в том, что алгоритмы, используемые в АСМУ, должны контролировать не только состояния отдельных систем безопасности и жизнеобеспечения, но и вычислять интегрированные показатели пожарной безопасности всего высотного здания. Одним из эффективных подходов,

позволяющих решить данную проблему, является Вероятностный анализ безопасности (ВАО) [5,6].

Цель данной работы – показать возможность применения ВАО при создании ПО АСМУ для прогнозирования пожарной опасности на объектах типа «Высотное здание».

Применительно к проблемам пожаровзрывобезопасности методы ВАО нашли наиболее широкое применение в ядерной энергетике, а также на производственных объектах, где имеется потенциальная возможность выбросов токсичных веществ, взрывов опасных веществ, взрывов резервуаров высокого давления и трубопроводов, разлива горючих веществ [7]. Центральное место в ВАО занимают модели дерева отказов (ДО) и дерева событий (ДС).

ДО есть формализованное описание зависимости между верхним событием (отказом системы) и элементарными нежелательными (базисными) событиями, сочетание которых приводит к отказу системы. ДО используется для оценки вероятностей:

- возникновения нежелательных событий, инициирующих аварийные ситуации;
- отказов систем пожарной безопасности (системы пожарной сигнализации; систем автоматического пожаротушения; систем противоподымной защиты; системы управления эвакуацией и др.);
- отказов систем жизнеобеспечения.

ДС используется при вычислении вероятностей реализаций различных путей (сценариев) развития аварийной ситуации и оценивания их последствий.

Ниже предлагается правило прогнозной оценки пожарной безопасности высотного здания, использующее модели ДО и ДС. Правило сводится к следующим действиям.

А. Построение ДС.

ДС создается для каждого возможного типа событий инициирующих пожар. Типизация подобных событий выполняется предварительно в зависимости от расположения очага загорания и характера источника загорания. При построении ДС следует учитывать какой тип риска необходимо оценивать:

- при оценке риска для жизни людей наиболее адекватным является дерево событий, в которое включены системы безопасности способствующие скорейшей эвакуации людей;
- при оценивании материального риска, целесообразно строить дерево событий с учетом огнестойкости преград и возможности распространения пожара на соседние помещения.

Б. Построение ДО для всех компонентов созданного ДС: для события, инициирующего пожар; для систем безопасности включенных в ДС.

Результаты по каждому ДО: графическое представление зависимости между верхним событием ДО и базисными событиями ДО; дизъюнктивно-нормальная форма ДО [8].

Примечание. Этапы «А» и «Б» реализуются при создании модельно-алгоритмического базиса АСМУ. Результаты сохраняются в базе знаний АСМУ и используются в процессе мониторинга объекта.

В. Определение вероятностей отказов систем безопасности и жизнеобеспечения на момент контроля состояния объекта.

Возможны следующие случаи определения вероятностей отказов систем.

В1. По факту отказа системы. В этом случае вероятность отказа принимается равной 1.

В2. По значению контрольного параметра определяющего работоспособность системы. В случае, когда отклонение параметра от нормы превышает допустимое значение, вероятность отказа принимается равной 1.

В3. По значению наработки системы. Если наработка превышает установленный ресурс, то вероятность отказа принимается равной 1.

В4. По диз'юнктивно-нормальній формі ДО, (побудованій на етапі «Б»), і ймовірностям базисних подій. Ці ймовірності були встановлені попередньо на основі статистичних даних про базисні події [6].

В5. По диз'юнктивно-нормальній формі ДО, і ймовірностям базисних подій, обчислених на основі поточних значень причинних факторів небезпечності згідно Методу ситуаційних поправок [9].

Г. Обчислення ймовірності реалізації кожного сценарію з ДС, побудованого на етапі «А» [6]. Ймовірність сценарію обчислюється на основі результатів етапів «А» і «В».

Д. Вибір тих сценаріїв, в яких неможливо безпечна евакуація після початку пожеги.

Е. Обчислення інтегрованої кількісної оцінки небезпечності. Виконується вичитанням з одиниці суми ймовірностей сценаріїв, обраних на етапі «Д».

Ж. Визначення якісної оцінки ступеня безпечності об'єкта. Виконується накладенням результату етапу «Е» на діагностичну шкалу.

З. Виявлення подій, і причинних факторів найбільш значимих з точки зору пожежної небезпечності [10].

И. Вибір варіантів рішень, коректуючих ситуацію на об'єкті в напрямку підвищення безпечності.

Примічання. Етапи «В-И» реалізуються засобами ПТК АСМУ в відповідності з регламентом моніторингу об'єкта, а також у всіх випадках, коли зафіксовані відмови систем безпечності і життєзабезпечення або значимі відхилення їх параметрів від нормальних значень.

Висновок.

Пропонується підхід застосування моделей дерева відмов і дерева подій в автоматизованій системі моніторингу і управління будівлями і спорудами (АСМУ) для підтримки прийняття рішень по підвищенню пожежної безпечності об'єктів типу «Висотне будівля». Вказані моделі дозволяють формувати інтегральну оцінку пожежної безпечності будівель, а також виявляти найбільш значимі фактори і події, впливаючі на небезпечність.

Список літератури

1. Пожежна безпека висотних багатофункціональних будівель В.А. Казакова, А.Г. Терещенко, Е.С. Недвига ФГБОУ ВПО Санкт-Петербурзький державний політехнічний університет, 195251, Росія, Санкт-Петербург.
2. Національний стандарт України. ДСТУ-Н Б В.2.5-37:2008. Настанова з проектування, монтажу та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями і спорудами.
3. Пожежна безпека об'єктів будівництва ДБН В.1.1.7-2002.
4. Системи протипожежного захисту. ДБН В.2.5.-56:2010.
5. Integrated Reliability and Risk Analysis System (IRRAS). Basic Training Course /NRC/-Washington, 1995.-720 pp.
6. Бегун В.В., Горбунов О.В., Каденко І.Н. і др. Ймовірнісний аналіз безпеки атомних станцій (ВАС). –НТУУ «КПІ», -2000. –568 с.
7. Ковалевич О.М. (2006). Ризик в техногенній сфері. — М.: Вид. дім МЭІ.
8. ГОСТ Р 51901.13-2005 (МЭК 61025:1990) Менеджмент ризику. Аналіз дерева несправностей.
9. Serebrovsky O.M. Technology for Probability Assessment of Elementary Hazard Events// Journal of Scientific Research & Reports/-2 (1): 324-336, 2013; Article No. JSRR.2013.021.
10. Serebrovsky O.M. Calculation of the Significance of Hazard Causative Factors// International Journal of Research in Business and Technology Volume 3 No. 2. October 2013. - p. 143-148.