

А.А. Антошкин, преподаватель, НУГЗУ

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ НОРМАТИВНОГО ХАРАКТЕРА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовым Ю.А.)

В работе рассматривается подход к формализации дополнительных ограничений при формировании математической модели задачи размещения пожарных извещателей.

Ключевые слова: пожарный извещатель, область допустимых решений, ограничения.

Постановка проблемы. Формирование шлейфов систем пожарной сигнализации предполагает предварительное определение мест установки пожарных извещателей. При выборе их местоположения учитываются размеры и конфигурация защищаемого помещения, нормативные требования к их размещению, технические характеристики самих приборов. Кроме того, подход к размещению пожарных извещателей в помещении с гладким потолком и при отсутствии в нем крупногабаритного оборудования существенно отличается от процедуры проектирования для помещения с потолком сложной конфигурации и при наличии оборудования или стеллажей большой высоты. Поэтому формализуем дополнительные ограничения, влияющие на размещения пожарных извещателей.

Анализ последних исследований и публикаций. Проектирование автоматических систем пожарной сигнализации выполняется в соответствии с требованиями [1, 2]. В этих источниках изложены основные нормативные требования к размещению пожарных извещателей. В работе [3] строится математическая модель задачи размещения пожарных извещателей с учетом некоторых технологических ограничений.

Постановка задачи и ее решение. В работе [3] в качестве дополнительных ограничений рассматриваются максимальные и минимальные допустимые расстояния между соседними извещателями, между крайними извещателями и стеной помещения. Теоретико-множественная модель поставленной задачи имеет вид

$$T_0 \cap \left[\bigcup_{i=1}^n T_i \right] = T_0, \quad (1)$$

где T_0 – область, описывающая защищаемое помещение; T_i – круги, описывающие зоны контроля пожарных извещателей.

Выражение (1) описывает условие покрытия, при выполнении которого каждая точка области T_0 принадлежит хотя бы одному из объектов T_1, T_2, \dots, T_n .

Математическая модель задачи представлена в следующем виде

$$\underset{Z \in D \subset E^{2n}}{\text{extr}} \theta(Z_1, Z_2, \dots, Z_n), \quad (2)$$

где $Z_i = (x_i, y_i)$ – координаты центра круга T_i , $i \in I_n$ в фиксированной системе координат, совпадающей с собственной системой координат области T_0 ; $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$; $D \subset E^{2n}$ – область допустимых решений. Область D формируется, исходя из условия (1), а также с учетом ряда дополнительных специальных ограничений.

Однако, в работе [3] не учтены особенности конструкции перекрытия (балки, ребра плит и т.д.) и возможность присутствия в помещении крупногабаритного оборудования, мебели. Поэтому формализуем дополнительные ограничения на размещение извещателей.

В [2] сказано, что потолки с неровностями глубиной меньше 5% от общей высоты помещения, следует рассматривать как ровные. Если глубина ребра (балки) больше 5%, то необходимо:

при $D > 0,25(H - h)$ извещатели устанавливать в каждом отсеке;

при $D < 0,25(H - h)$ извещатели устанавливать в каждом втором отсеке;

при $D < 0,13(H - h)$ извещатели устанавливать в каждом третьем отсеке, где D – расстояние между балками, которое измеряется от их внешних сторон; H – высота помещения; h – высота балки.

А в случае наличия стеллажей, штабелей материалов или крупногабаритного оборудования, которые доходят до потолка на расстояние менее 300 мм, каждый отсек, образованный такими конструкциями, также должен рассматриваться как отдельное помещение.

Область D из (2) представим в виде

$$D = S_\delta \cap S_{\bar{n}}, \quad (3)$$

где $S_\delta = \bigcup_{i=1}^n S_{\delta_i}$ – совокупность отсеков, ограниченных ребрами (балками);

$S_{\bar{n}} = \bigcup_{i=1}^m S_{\bar{n}_i}$ – совокупность отсеков, ограниченных стеллажами (штабелями).

Области S_{δ_i} формализуем следующим образом

$$S_{p_i} = \begin{cases} S_{p_i}, i = 1, \dots, n, \text{ если } h_p \geq 0,05H, \\ T_0, \text{ если } h_p < 0,05H. \end{cases} \quad (4)$$

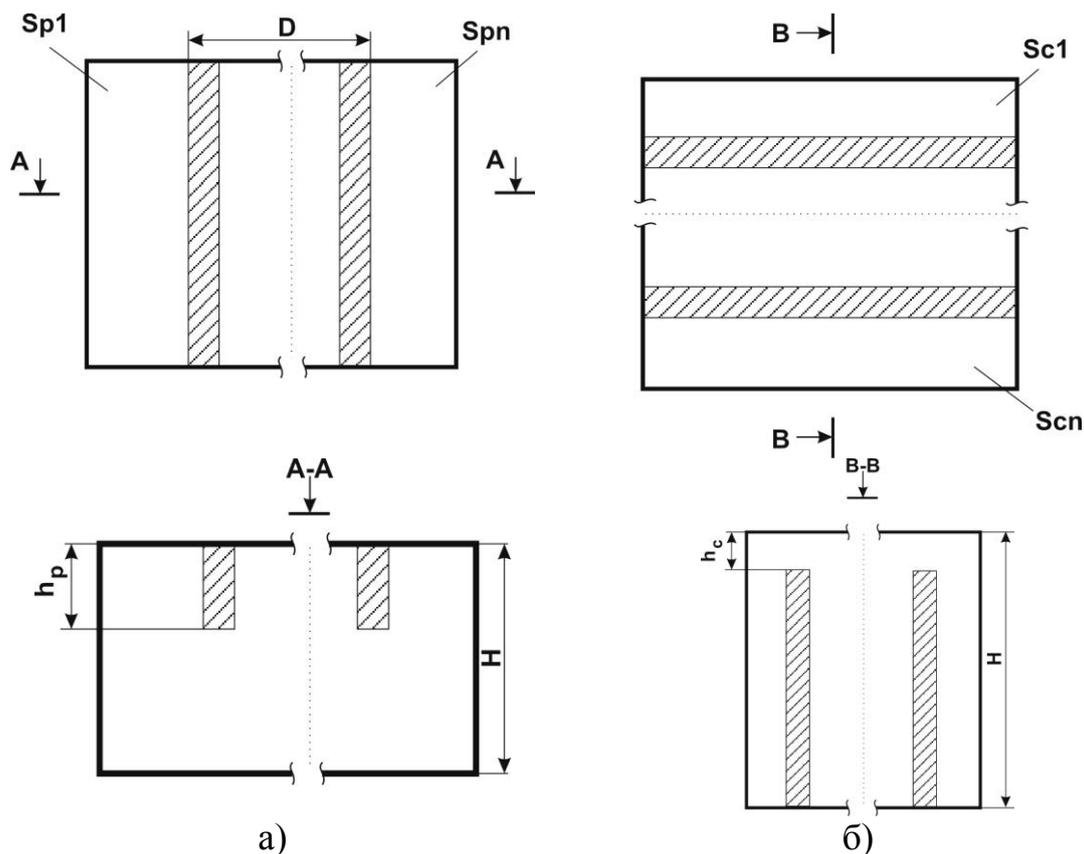


Рис. 1. Дополнительные особенности защищаемого помещения, влияющие на размещение пожарных извещателей: а) ребра, балки и прочее; б) стеллажи, штабеля материалов

При этом

$$i \in \begin{cases} i \in 1, \dots, n, \text{ где } n = 2k, \text{ при } D > 0,25(H - h_p), \\ i \in 1, \dots, m, \text{ где } m = 2k + 1, \text{ при } D < 0,25(H - h_p), \\ i = 1, \dots, l, \text{ где } l = k + 2 \text{ при } D < 0,13(H - h_p). \end{cases} \quad (5)$$

Аналогично опишем области S_{ni}

$$S_{ci} = \begin{cases} S_{ci}, i = 1, \dots, n, \text{ если } h_c \leq 300 \text{ мм}, \\ T_0, \text{ если } h > 300 \text{ мм}. \end{cases} \quad (6)$$

Таким образом, предложенный подход к формализации области допустимых значений D из (2) позволит учесть в математической модели задачи размещения пожарных извещателей наличие дополнительных ограничений – конструктивных особенностей перекрытия (балки, ребра плит) и крупногабаритного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системи протипожежного захисту: ДБН В.2.5-56-2014 – [Чинний від 2015-07-01]. – К.: ДП «Укراهбудінформ». – 2014. – 127 с. – (Національний стандарт України).

2. Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови щодо побудови, проектування, монтування, введення в експлуатацію, експлуатування і технічного обслуговування (CEN/TS 54-14:2004, IDT) : ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009. – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 68 с. – (Національний стандарт України).

3. Антошкин А.А. Особенности построения математической модели задачи покрытия в системах автоматической противопожарной защиты / А.А. Антошкин, В.М. Комяк, Т.Е. Романова, С.Б. Шеховцов // Радиоэлектроника и информатика. – 2001. – №. 3. – С. 35-39.

О.А. Антошкін

Формалізація обмежень нормативного характеру при рішенні задачі розміщення пожежних сповіщувачів

В роботі розглядається підхід до формалізації додаткових обмежень при формуванні математичної моделі задачі розміщення пожежних сповіщувачів.

Ключові слова: пожежний сповіщувач, область допустимих рішень, обмеження.

A.A. Antoshkin

Formalization of normative constraints in solving the problem of placing fire detectors

This paper considers an approach to the formalization of additional constraints when forming a mathematical model of the problem of the placement of the detectors.

Keywords: fire detector, the region of allowed price decisions, limitations.