

К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ

А.А. Мельниченко, Ю.В. Уваров, И.Г. Деревянко
(Академия гражданской защиты Украины, Харьков)

Предложено решение задачи выбора рациональных параметров процесса эвакуации. Изложена суть решаемой оптимизационной задачи, ее возможности и область применения.

процесс эвакуации, выбор рациональных параметров

Введение. Один из наиболее надежных способов обеспечения безопасности людей – их своевременная эвакуация из зоны воздействия опасных факторов пожара (ОФП). В соответствии с принятым в нашей стране подходом, в качестве критерия для определения момента возникновения опасности пожара для людей принимается время достижения одним из ОФП предельно допустимого для человека значения [1].

Исходя из этого, в зданиях и сооружениях различного назначения, должны предусматриваться объемно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара возможность эвакуации людей из зданий до наступления предельных значений ОФП, влияющих на их здоровье и жизнь.

Опыт технически развитых стран мира показывает, что дифференцированный подход позволяет достичь наибольшую адекватность системы обеспечения пожарной безопасности (СОПБ) специфике объекта в условиях ограниченности затрат на цели пожарной безопасности [2, 3]. Такой подход требует разработки и практической реализации рекомендаций, учитывающих пожарную безопасность объектов защиты и основывающихся на оценке системы противопожарной защиты (СППЗ).

Поэтому уже на стадиях проектирования и строительства зданий специалистам соответствующих направлений необходимо предполагать и выполнять совокупность мероприятий, направленных на предупреждение воздействия на людей ОФП.

Особенно это важно для объектов здравоохранения (больницы, клиники, дома для инвалидов, престарелых и т.п.), где условия эвакуации существенно отличаются от условий эвакуации, происходящей в зданиях

и сооружениях, где находятся физически здоровые люди.

Было решено рассмотреть возможные варианты решения оптимизационной задачи по выбору рациональных параметров эвакуации при пожаре. Рассмотрев их: длины эвакуационных путей, их ширины, количества людей, которые эвакуируются, следует отметить, что они выбираются исходя из условия неперевышения расчетного времени эвакуации людей над необходимым временем эвакуации:

$$\tau_p \leq \tau_n.$$

По существующим методикам, расчетное (фактическое) время эвакуации определяется в зависимости от параметров объемно-планировочных решений эвакуационных путей из зданий, вида пути, количества людей. Исходя из поставленной цели следует, что для повышения безопасности людей необходимо стремиться выполнить условие:

$$\tau_p \rightarrow \min \text{ или } \tau_p \rightarrow \tau_n.$$

При этом исходные параметры должны принимать значения:

$$L \rightarrow \min; \quad \delta \rightarrow \max, N \rightarrow \min.$$

В этих условиях представляет интерес задача оптимизации. Суть ее постановки состоит в следующем. Пусть существует зависимость

$$\tau_p = f(L, \delta, N) = f(x), \quad (1)$$

где L – протяженность путей эвакуации, m ; δ – ширина путей эвакуации, m ; N – количество людей.

Необходимо найти параметры эвакуации: длину эвакуационных путей, их ширину, количество эвакуирующихся людей, обеспечивающих оптимальное время эвакуации, не превышающее минимально необходимого

$$x^* = \arg \underset{X}{\text{extr}} f(L, \delta, N) \quad (2)$$

при ограничениях X :

$$\begin{aligned} \tau_p &\leq \tau_n; \\ L_{\min} &< L < L_{\max}; \\ \delta_{\min} &< \delta < \delta_{\max}; \\ N_{\min} &< N < N_{\max}. \end{aligned}$$

Величины ограничений устанавливаются в зависимости от функциональной необходимости и требований норм пожарной безопасности для здания определенного типа.

Например, если необходимо определить оптимальное количество

людей (N) в здании (на этаже) при фиксированных L и δ исходя из условий безопасной эвакуации, постановка оптимизационной задачи может быть представлена в следующем виде.

Необходимо найти наибольшее допустимое число людей, эвакуирующихся из здания с фиксированной длиной и шириной эвакуационных путей за нормированное время эвакуации:

$$N^* = \max_{X1} N(\tau_H, L, \delta) \quad (3)$$

при ограничениях X1:

$$\tau_p = \tau_n;$$

$$N_{\min} < N < N_{\max};$$

$$L = \text{const};$$

$$\delta = \text{const}.$$

Основываясь на выражениях (1) и (2) аналогично могут быть решены однокритериальные оптимизационные задачи по другим параметрам (L , δ) исходя из условий обеспечения необходимой эвакуации людей при пожаре.

Например, допустим, что нам необходимо найти максимально допустимую протяженность эвакуационных путей при фиксированной их ширине, чтобы вывести из здания за нормированное время заданное количество людей

$$L^* = \max_{X2} L(\tau_H, N, \delta)$$

при ограничениях X2:

$$X2: \tau_p = \tau_n;$$

$$L_{\min} < L < L_{\max};$$

$$N = \text{const};$$

$$\delta = \text{const}.$$

Необходимо найти оптимальную ширину эвакуационных путей в здании (на этаже) при заданной их протяженности, чтобы эвакуировать из здания за нормированное время определенное количество людей

$$\delta^* = \max_{X3} \delta(\tau_H, L, N)$$

при ограничениях X3:

$$X3: \tau_p = \tau_n;$$

$$\delta_{\min} < \delta < \delta_{\max};$$

$$L = \text{const};$$

$$N = \text{const}.$$

Кроме этого, многокритериальная оптимизационная задача может быть представлена в виде упорядоченной последовательности однокритериальных задач.

Для этого частные критерии ранжируются в порядке убывания важности, например,

$$N \succ L \succ \delta.$$

При этом наилучшее решение определяется по следующей схеме. Вначале из множества решений выделяется подмножество решений, соответствующих наиболее важному критерию N . Для этого решается однокритериальная оптимизационная задача (3).

Если решений (3) более одного ($N^0 > 1$) – переходим к следующему этапу, т.е. решаем задачу выбора эквивалентных решений по второму по важности критерию L , но уже из множества N^0 . Оптимизация продолжается до тех пор, пока не исчерпаются все критерии.

Выводы. Таким образом, предлагаемая оптимизационная модель позволяет получить совокупность решений в виде различных сочетаний параметров: протяженности путей эвакуации, ширины путей эвакуации, количества людей в помещениях или на этаже, удовлетворяющих условию $\tau_p \leq \tau_n$.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования».
2. Палюх В.Г., Севидов С.М., Сырых В.Н., Уваров Ю.В. Системные исследования проблем обеспечения пожарной безопасности объектов защиты // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: Мин. обр. Украины, МВД Украины, 1993. – С. 66 – 68.
3. Аболенцев Ю.Н. Экономика противопожарной защиты. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985. – 216 с.

Поступила 17.02.2005

Рецензент: доктор технических наук, профессор И.Г. Черванев,
Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина.
