

УДК 614.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ Мисюкевич Н.С.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Приведены необходимые параметры для формирования непрерывных людских потоков и расчета времени задержки эвакуации в помещении, из которого она начинается.

Ключевые слова: безопасность, задержка, поток, плотность, расчет.

MODELING THE PROCESS OF PEOPLE EVACUATION Misiukevich M.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The necessary parameters are given for the formation of continuous human flows and the calculation of the evacuation delay time in the room from which it begins.

Key words: security, delay, density, flow, calculation.

*Адрес для переписки: Мисюкевич Н.С., пр. Независимости, 65, г. Минск, 220113, Республика Беларусь
e-mail: Misjukevitsch@mail.ru*

Обеспечение пожарной безопасности людей является одной из задач системы пожарной безопасности [1]. Объекты с массовым пребыванием людей в обязательном порядке оборудуются системами оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [2]. Критические значения опасных факторов пожара при этом определяются по приложению 2 [1].

При эвакуации людей в условиях пожара необходимо избежать возможного превышения значений максимально допустимой плотности на общих путях эвакуации. Это достигается путем зонирования объекта и одновременного оповещения зон для предотвращения недопустимого (по плотности) слияния людских потоков. Так как изначально место возникновения пожара неизвестно, необходимо учитывать все возможные сценарии. То есть пожар может начаться в любой из зон. При этом рассматривается наилучший вариант развития пожара. За место возникновения пожара принимается центр помещения, а форма распространения пожара – круговая. Безопасность людей может быть обеспечена только в том случае, если расчетное время эвакуации не превысит необходимое.

Необходима разработка гибкого алгоритма управления людскими потоками путем одновременного подачи сигнала для различных зон. Расчет движения людей по общим путям эвакуации проводится с учетом возможности формирования непрерывного людского потока с ограничением слияний на общих путях эвакуации. При этом необходимо учитывать как мобильность и возрастные особенности людей, так и их психологические особенности. В частности, целесообразно использовать обычно используемые людьми пути эвакуации. Если пожар происходит в зимнее время, предусмотреть движение людских потоков через гардероб. На время эвакуации увеличить количество обслуживающего персонала.

В технических нормативных правовых актах приведена методика расчета отдельных параметров. Однако, отсутствует алгоритм последовательных действий по ее использованию. В приложении 2 ГОСТ 12.1.004-91 [1] расчет изложен непоследовательно, что затрудняет ее применение для начинающих. Стандартная методика требует дополнения по последовательности проведения расчета и, исходя из практики проведения подобных расчетов, по расчету времени задержки эвакуации из помещений.

В помещениях с массовым пребыванием людей, как правило, возникает задержка эвакуации, так как эвакуационные пути внутри помещения не могут пропустить формирующиеся людские потоки с докритической плотностью. Задержка движения возникает в проходах или дверных проемах.

Эта задержка не может быть определена по формулам приложения 2 [1] в виду их отсутствия.

$$t_3 = \frac{N_3 f}{0,9 q_i \delta_i}, \quad (1)$$

где N_3 – количество людей, не успевающих пройти без задержки, чел; f – площадь горизонтальной проекции человека, m^2 ; q_i – интенсивность движения на участке, м/мин; δ_i – ширина участка пути эвакуации, м.

Значение интенсивности движения следует принимать по нижней строке таблицы 2 [1] соответствующего пути эвакуации.

Безопасность эвакуации из помещения обеспечивается в случае, если суммарное время движения и задержки эвакуации из данного помещения не превысит необходимого.

Есть определенные особенности для описания движения в помещениях с массовым пребыванием людей при наличии однотипных рядов.

Плотность людского потока определяется только для первых участков движения. Если ряды однотипны с одинаковыми проходами, то на

каждом ряду формируются первые участки, а последующие участки формируются в проходах.

Значения интенсивности движения изменяются по нелинейному закону, но в пределах между двумя значениями в таблице 2 приложения 2 [1] изменение может определяться путем линейной интерполяции. На первом участке интенсивность движения определяется исходя из плотности потока, а в дальнейшем по формулам приложения 2 [1]. На первом участке значения скорости движения определяются путем линейной интерполяции в зависимости от значения плотности потока, а на последующих участках в зависимости от значений интенсивности движения для каждого участка, определяется время движения. Время движения в пределах помещения определяется как суммарное время движения по всем участкам от наиболее удаленной точки до выхода из помещения.

Движение возможно пока расчетная интенсивность движения не превысит максимальное значение. Последний участок, на котором интенсивность движения не превышала расчетную величину, принимается как базовый для расчета. Несмотря на то, что движение рассматривалось от наиболее удаленной точки помещения, следующим рассматривается участок от первого ряда до двери. При этом считается, что движется только количество людей, сформировавших поток на базовом участке. Остальные люди будут рассматриваться, как задержавшиеся, по формуле (1).

При наличии однотипных рядов интенсивность движения на участках от ряда к ряду будет возрастать на одну и ту же величину. Эту особенность можно использовать для упрощения расчетов.

Избежать задержек движения на общих путях эвакуации можно применяя задержки опо-

вещения об эвакуации отельных зон и, тем самым, управляя плотностью людского потока за пределами начальных участков движения.

При наличии двух и более эвакуационных выходов с этажа возникает необходимость определения ситуаций блокирования одного из эвакуационных выходов опасными факторами пожара. Очевидно, что это возможно лишь в случае выделения помещений этажа в отдельные зоны. Если эти помещения выходят в разные коридоры (общий коридор разделен перегородками с дверями), зоны управления эвакуацией могут учитывать такое архитектурное решение и ограничиваться помещениями, выходящими в конкретный коридор. Если коридор один, его в любом случае целесообразно выделять в отдельную зону и такое зонирование использовать для сокращения случаев задерживания систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре по ложным сигналам о пожаре от систем пожарной сигнализации.

Наиболее сложная расчетная ситуация эвакуации при первоначальном появлении опасных факторов пожара в коридоре. Исходя из критерия безопасности за время, соответствующее расчетному времени эвакуации по коридору, следует обеспечить эвакуацию всех людей из всех помещений, выходящих в данный коридор.

Литература

1. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 01.07.1992. – Минск : Госстандарт, 2008. – 65 с.
2. Строительные нормы Республики Беларусь. Пожарная автоматика зданий и сооружений : СН 2.02.03-2019. – Введ. 16.08.2020. [Электронный ресурс] / Нац. фонд ТНПА. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://tnpa.by/#!/FileText/623013/490579>.