

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ

Гильмутдинова Анжелика Ильфатовна

студент, Уфимский государственный авиационный технический университет, РФ, г. Уфа

Зайцева Анастасия Андреевна

студент, Уфимский государственный авиационный технический университет, РФ, г. Уфа

Аксенов Сергей Геннадьевич

научный руководитель, профессор, канд. юрид. наук, д-р экон. наук, Уфимский государственный авиационный технический университет, РФ, г. Уфа

Аннотация. рассмотрены методы расчета эвакуации при определении величин пожарного риска.

Ключевые слова: эвакуация, пожарная безопасность, пожарный риск, моделирование эвакуации.

Пожар – это одно из самых страшных бедствий, неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства. [1] Причинами возгораний могут являться: неисправности производственных процессов, нарушения правил эксплуатации электрооборудования, неосторожное обращение с огнем, а также другие причины пожаров.

Для защиты людей и имущества от пагубных последствий вводится понятие *пожарная безопасность* – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров. [2]

Пожарная безопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

Согласно ст. 6 Технического регламента о пожарной безопасности, выделяют две концепции по оценке обеспечения пожарной безопасности:

1. *Детерминированный подход*, при котором пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и нормативными документами по пожарной безопасности.
2. *Риск-ориентированный подход*, при котором пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом.

Сущность детерминированного подхода сводится к проработке наихудшего сценария развития очага возгорания и подготовке адекватных мер противодействия, однако такой подход требует особой подготовки специалистов, а также является более трудоемким. Таким образом все более популярным становится второй метод оценки обеспечения пожарной безопасности.

Рассмотрим риск-ориентированный подход. В нем также прорабатывается версия наихудшего сценария развития пожара, однако вводятся расчетные величины пожарного риска, по которым можно условно оценивать обеспечение пожарной безопасности на объекте. Согласно методу, пожарный риск - количественная мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей. Расчет пожарного риска производится в соответствии с определенными методиками [3], что позволяет сократить время подготовки специалистов к работе.

Согласно методике для оценки пожарного риска, необходимо рассчитать вероятность эвакуации людей из здания. Расчетное время эвакуации людей из помещения и здания определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу одним из следующих способов:

- по упрощенной аналитической модели движения людского потока, приведенной в приложении № 2 к настоящей Методике.
- по математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания, приведенной в приложении № 3 к настоящей Методике.
- по имитационно-стохастической модели движения людских потоков, приведенной в приложении № 4 к настоящей Методике.

Согласно упрощенной аналитической модели расчетное время эвакуации людей определяется как сумма времени движения людей в потоке по отдельным участкам пути. При этом все здание разделяется на участки движения. При расчете не учитывается одновременное движение людских масс, т.е. когда люди, находящиеся на пути эвакуации начинают эвакуацию, не дожидаясь наиболее удаленного от эвакуационного выхода человека. Такая модель подходит для расчета простейших ситуаций движения людских потоков, оценочных и приближенных расчетов, которые также допустимо комбинировать с более точными методами. Данный метод реализован в программном обеспечении Greenlight [4].

Имитационно-стохастическая модель разработана в начале 80-х годов, при этом модель стала значительно точнее за счет разделения всего здания на элементарные участки одинаковой ширины и выполнения нескольких расчетных операций для каждого участка. Однако точность модели требует значительных трудозатрат. Также данный метод не учитывает индивидуальные особенности эвакуации человека.

В описанных методах объектом моделирования является людской поток, тогда как в индивидуально-поточной модели объектом является отдельный человек с индивидуально заданными параметрами. Такой подход получил наибольшее распространение и реализован в следующих программных обеспечениях: SIMULEX [5], Pathfinder [6], Fenix + [7].

Рассмотрим наиболее популярные модели на примере административного здания (размеры в плане 15х70 м, площадь застройки 1200 м²). Упрощенную аналитическую модель построим и посчитаем в ПО Greenline, а индивидуально-поточную модель в учебной версии ПО Fenix +.

Расчет времени эвакуации методом поточной модели. Расчетное время эвакуации людей определяется как сумма времени движения людей в потоке по отдельным участкам пути. Время движения по участку определяют как отношение длины участка к скорости человека. На рисунке 1 представлены участки пути, по которым будет происходить движение людского потока. Произведя расчеты согласно Методики получаем общее время эвакуации 244,2 с.

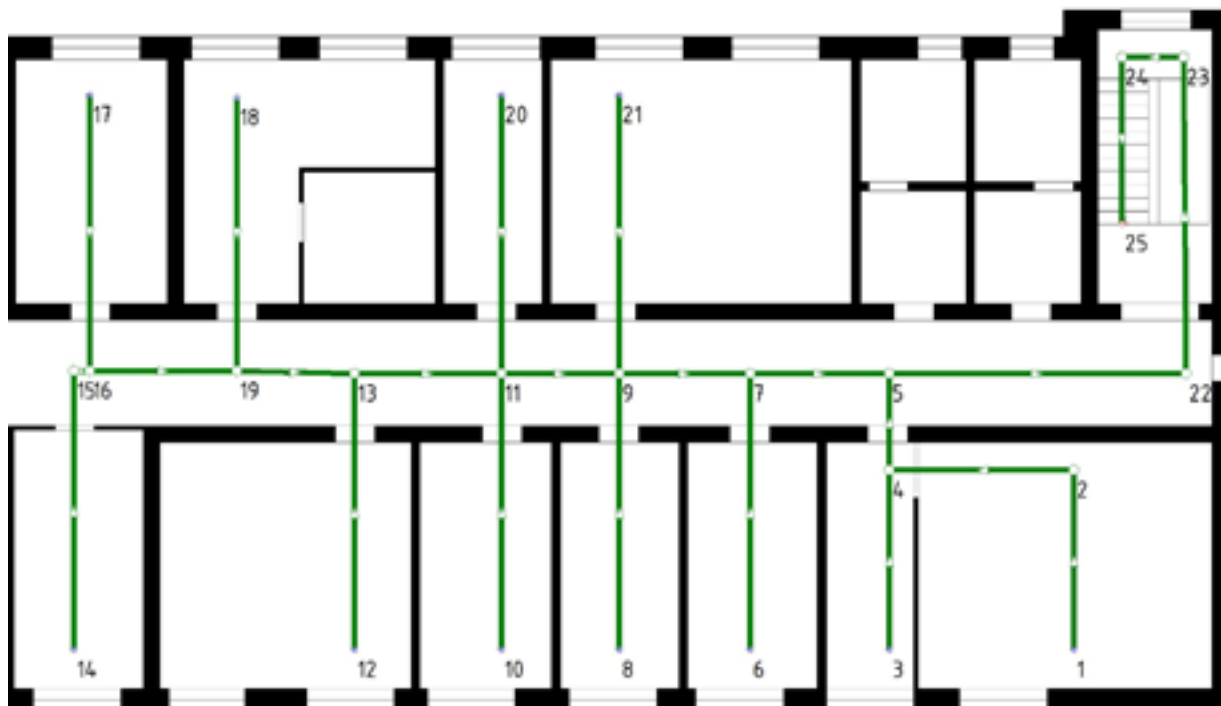


Рисунок 1. Схема разбиения на участки

Математическая модель индивидуально-поточного движения людей при эвакуации представлена в приложении 3 к Методике. Данная модель имеет следующие отличия от аналитической модели:

- учитываются габариты людей – эллипс с размерами осей 0,5 м (ширина человека в плечах) и 0,25 м (толщина человека).
- задаются конкретные координаты расположения человека в здании.
- скорость движения людей определяется локальной плотностью, вместо табличных значений при аналитической модели.

Движение людей в данной модели основано на принципах:

- Движение к выходу по кратчайшему пути.
- Обход препятствий людьми.
- Предотвращение столкновения с другими людьми.

Рассчитаем время эвакуации для того же здания. Перед началом моделирования процесса эвакуации необходимо построить трехмерную модель здания, в которой зададим координаты нахождения людей. На рисунке 2 изображена схема эвакуации людей из здания. В таблице 1 представлена статистика использования эвакуационных выходов из здания.

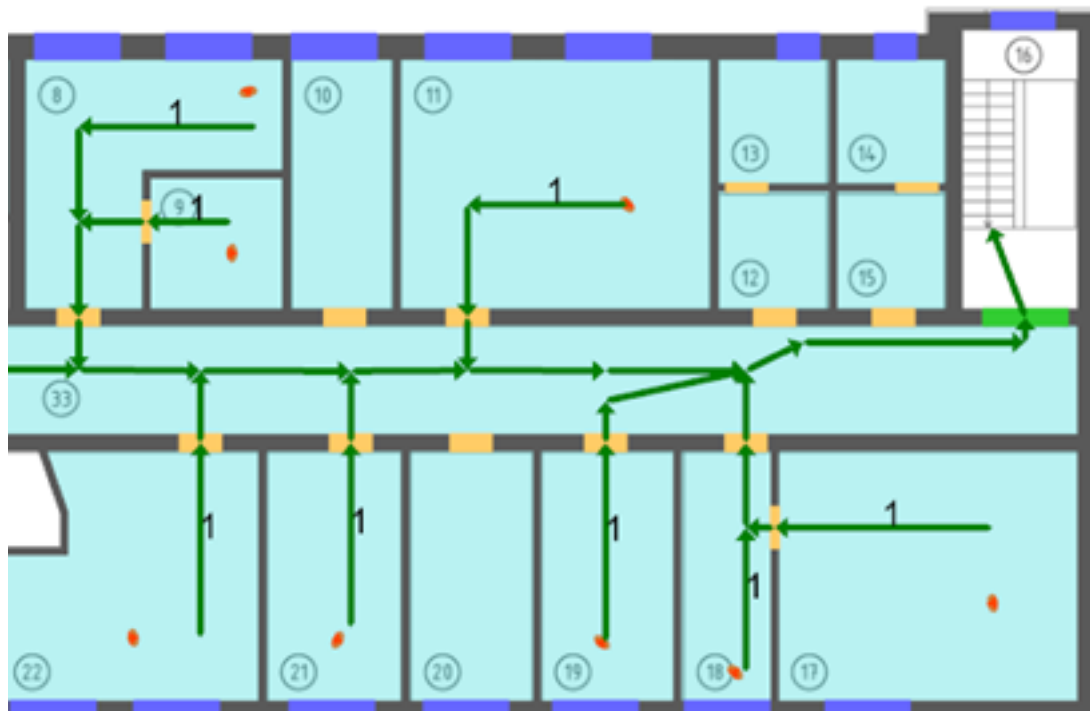


Рисунок 2. Схема движения людей при индивидуально-поточной модели

Таблица 1.

Использование эвакуационных выходов из здания

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
1 этаж	Выход 1	58,8	165,6	80
	Выход 2	98,4	138,2	26
	Выход 3	96,4	147,2	85

Таким образом, расчетное время эвакуации по индивидуально-поточной модели составит 165,8 с. Сравнивая полученные результаты с аналитической моделью (время эвакуации 244,2 с) можно утверждать, что при использовании первой модели возможны расхождения с реальным временем эвакуации примерно в 1,5 раза.

Также можно сделать вывод, что использование аналитической поточной модели применимо в геометрически простых зданиях. Тогда как индивидуально-поточную модель удобно использовать для зданий, где известны места нахождения людей в начальный момент эвакуации: зрительские залы, административные здания и т.д.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ (ред. От 28.05.2017 г.) «О пожарной безопасности».

3. Приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

4. Программное обеспечения для пожарной безопасности [Электронный ресурс]: URL: <https://firesoftware.ru/greenline/> (Дата обращения 12.10.2020)

5. Программное обеспечения Simulex [Электронный ресурс]: URL: <https://www.iesve.com/software/virtual-environment/applications/egress/simulex> (Дата обращения 12.10.2020)

6. Pathfinder - расчет времени эвакуации людей [Электронный ресурс]: URL: <https://pyrosim.ru/raschet-vremeni-ehvakuacii-lyudej> (Дата обращения 12.10.2020)

7. Современная система для расчета пожарных рисков [Электронный ресурс]: URL: <https://mst.su/fenix3/> (Дата обращения 12.10.2020)