

## **НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭВАКУАЦИОННЫХ ПУТЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ**

**Коновалов П.А.**

**Кафедра пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях Архитектурно-строительной академии Донского Государственного технического университета, Ростов-на-Дону, Россия**

### **Аннотация**

**В работе предлагается новый подход к организации эвакуационных мероприятий, основанный на лимитированном времени движения людских потоков из горящего промышленного объекта. Методика строится на простых элементарных расчетах, которые можно осуществить , используя EXCEL**

**Ключевые слова: эвакуация лимитированное время**

### **TO the DESIGN of EVACUATION ROUTES IN CASE OF FIRE**

**Konovalev P. A.**

**The Department of fire safety and protection in emergency situations of architecture and construction Academy of don State technical University, Rostov-on-don, Russia**

### **Summary**

**The paper proposes a new approach to the organization of evacuation measures, based on the limited time of movement of human streams from a burning industrial facility. The technique is based on simple elementary calculations that can be performed using EXCEL**

**Key words: evacuation a limited time**

Проблема эвакуации населения при возникновении и развитии пожара – наиболее сложная часть аварийно-спасательных работ. И при проектировании противопожарных мероприятий эта задача практически всегда упрощается: при оформлении экспертного заключения, в котором расчётное время эвакуации вычисляется для конкретного пути эвакуации из определённого начального участка до эвакуационного выхода, используют упрощённую методику. Безусловно? в этом вопросе можно определяться по упрощённой модели распространения опасных факторов пожара (ОФП), но можно следовать и более точным моделям, к примеру, – индивидуально-поточного движения. Все зависит от желаемой точности результата и трудоёмкости расчета.

Однако возникают некоторые проблемы: расчет по упрощенной математической модели менее эффективен, из-за того, что производится по всем участкам последовательно. Математическая же модель индивидуально-поточного движения людей сопровождается большим количеством вычислений, поскольку учитывает положение в пространстве каждого человека. И при большом количестве людей в здании может создать проблемы для расчета.

По значениям плотности однородного людского потока и интенсивности в дверном проеме (выходе с участка) из таблицы методических указаний МЧС находится значение скорости для текущего эвакуационного участка [1].

$$D_{s^{(k)}} = \frac{N_{s^{(k)}} \cdot f}{a_s \cdot b_s},$$

где :

$N_{s^{(k)}}$  - число людей на  $s$ -том эвакуационном участке, чел.;

$f$  - средняя площадь горизонтальной проекции человека, м<sup>2</sup>;

$a_s$  - длина  $s$ -го эвакуационного участка, м;

$b_s$  - ширина  $s$ -го эвакуационного участка, м.

$$q_{c_s}^{(k)} = \frac{q_s^{(k)} \cdot b_s}{c_s},$$

где:

$c_s$  - ширина дверного проема

$q_s(k)$  – интенсивность на  $s$ -ом эвакуационном участке, соответствующая найденной плотности потока

В 80-х годах прошлого века проф. В.В. Холщевников была разработана модель, которая называется имитационно-стохастической. Она самая точная за счет деления здания на элементарные участки. Тем не менее, применение и этой модели не спасает при анализе индивидуальных особенностей эвакуации человека [1,2].

Мы предлагаем (учитывая положительные и отрицательные стороны указанных моделей) свой способ расчета фактического времени эвакуации. Суть его в том, что за строго лимитированные отрезки времени ( $t_0$ ) люди на следующий эвакуационный участок передвигаются с близких и дальних к выходу участков одновременно.

$$t_0^{(k)} = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n t_{0_s}^{(k)}$$

Безусловно, в данную модель заложено некоторое допущение, что люди на каждом участке эвакуации движутся постоянным и равномерным потоком по направлению к выходу из здания. Темп движения задается с учетом следующего: эвакуационные пути (проходы, коридоры, лестницы) подразделяются на эвакуационные участки длиной  $a_s$  и шириной  $b_s$ . [2,3].

Длина и ширина каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимаются по проекту, а для построенных – по факту. Длина пути по лестничным маршам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельными участками горизонтального пути, имеющими конечную длину  $a_s$ . Эвакуационные участки могут быть горизонтальные и наклонные (лестница вниз и лестница вверх). Граф плана эвакуации строим или на основе упрощенной аналитической модели движения людского потока, или математической модели индивидуально-поточного движения людей [2].

Основной идеей разработанного алгоритма является определение априори таких отрезков времени, которые обеспечивают и простоту модели, и то, чтобы она была максимально приближена к реальным условиям. Таким образом: эвакуация с

каждого участка детерминирована и небольшим числом эвакуируемых, и строго лимитированным временем эвакуации -  $T$ .

$$T - \sum t_0^{(k)} \leq 0$$

Отправной отрезок времени, относительно которого производится расчет, определяется экспериментально по тому, как быстро отдельно взятый человек (без явных отклонений в физическом развитии) преодолеет расстояние, равное длине текущего эвакуационного участка. Между прочим, это время можно рассчитать по известным формулам упрощенной аналитической модели, а можно – и по интенсивности людского потока в дверном проеме в несколько видоизменном виде.

$$Dv_{s^{(k)}}(t_0^{(k)}) = \frac{N_{s^{(k)}} \cdot f \cdot t_0^{(k)}}{a_s \cdot b_s}$$

Необходимо взять во внимание, что расчетный отрезок времени должен быть прямо пропорциональным длине участка. Конечно, такая ситуация несколько усложняет расчет, поэтому слишком длинные участки следует разбивать на несколько коротких участков. Как показала имитационная машинная модель данного метода эвакуации, внедрение предложенного варианта расчета экономически выгодно. Опасности и угрозы всегда указывают на взаимодействие двух сторон:

- той, которая выступает источником и носителем опасности (явление, процесс, субъект, объект);

- той, на которую направлена опасность или угроза - объект, субъект;

Человек выступает как объект и субъект опасностей и угроз. Диапазон проявлений человеческой сущности многообразен и противоречив. В ней необъяснимо уживаются эгоизм, иррациональность, агрессивность с отрицающими их подвижничеством, жертвенностью, благодеянием. Современный человек не торопится расставаться со своими пороками, выйти за рамки субъективного, индивидуально-алчного мира.

Известно, что эвакуация при пожаре представляется практически каждому человеку в виде объективной и субъективной реальности. Человек считает, что он преобразует природу и изменяет ее сам. Отсюда вывод, что человек одновременно является и субъектом толкования мира и его объектом.

Известное стремление человека жить лучше не получило еще необходимого приложения. Человек пока остается носителем различных по виду опасностей и угроз, регулятором "безопасности".

Таким образом, человек прямо или опосредованно включен в разнообразную,

сложноорганизованную систему эвакуационных процессов в чрезвычайной ситуации, выполняя в них активно-созидательную, пассивно-созерцательную или разрушительную роль.

В случае несоответствия проектируемого здания противопожарным нормам, можно очень оперативно, используя даже EXCEL, дать проектантам уточненные рекомендации на случай организации эвакуации.

Приоритетом же предлагаемой методики остается её небольшая вычислительная сложность, в отличие от той же модели индивидуально-поточного движения людей. К тому же, расчет возможно производить параллельно, что позволит более эффективно использовать вычислительное устройство, сократить время получения результата. И последнее: модель не подразумевает никаких новых расчетных констант, и за счет этого ее можно быстро активировать.

#### **Литература:**

1. Алгоритм поиска наихудшего сценария возникновения пожара / А.А. Даничев, А.М. Даничев, А.В. Кузнецов, Ю.Ю. Якунин// Вестник сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнёва. – Красноярск: СибГАУ, 2011. – Вып. 7(40). – С. 20-24.
2. Самошин Д.А, Программные комплексы для расчета эвакуации людей // Материалы международной конференции "Производство. Технология. Экология". Ижевск. 2010.– С 50-52.
3. Данилов М.М. Некоторые аспекты планирования управления пожарными подразделениями в резервуарных парках//Материалы конференции 21-21 марта, 2014 г., часть 2. М:Академия ГПС МЧС. Россия.–2014.–231 с.
4. Потапенко С.В. , Копылов В.В. Совершенствование методов тушения пожаров на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ на примере «Беларуснефть-Гомельоблнефтепродукт»/ Материалы конференции 21-21 марта, 2014 г., часть 1. М:Академия ГПС МЧС. Россия.–2014.–231 с.
5. Приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».