

ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ

К.т.н. Самошин Д.А.

Кафедра пожарной безопасности УНК ППБС Академии ГПС МЧС России

129366, Москва, ул. Б. Галушкина, 4.

Тел. +7 495 617 2624, E-mail: info@fireevacuation.ru

Обеспечение пожарной безопасности людей требует, за редкими исключениями, организации их безопасной эвакуации. Критерии безопасной эвакуации людей – своевременность и беспрепятственность – в настоящее время проверяются на основе расчетов с помощью тех или иных моделей людского потока (или шире – моделей эвакуации), реализованных в исполнительных алгоритмах для ЭВМ.

С законодательной точки зрения, такие расчеты нужны при расчете пожарных рисков [1-3], а также для проектирования системы оповещения людей при пожаре (п. 2 ст. 82 [1]), элементов противодымной защиты (п. 6 ст. 85, п. 4 ст. 138 [1]): линий связи автоматических установок пожарной сигнализации (п. 2 ст. 103 [1]) и др. ФЗ №384 "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" в свою очередь требует сохранения устойчивости здания или сооружения, а также прочности несущих строительных конструкций в течение времени, необходимого для эвакуации людей (п.1 ст.8)

На сегодняшний день, в мире насчитывается несколько десятков моделей, которые используют различные способы представления внутренней среды здания (точная либо грубая сеть), моделирование движения людей (индивидуальное, групповое /поточное), по разному учитывают психологические аспекты поведения людей (действия при получении сигнала о пожаре, выбор маршрута, влияние опасных факторов пожара) [4,5].

В нашей стране приказ МЧС №382 [2] допускает использование для расчетов 3 модели людского потока: упрощенная аналитическая, имитационно-стохастическая и индивидуально поточная. Упрощенная

аналитическая модель «пришла» в методику из ГОСТ 12.1.004-91*, в него, в свою очередь из СНиП II-2-80. Следует отметить, что для рассматриваемой предметной области, именно этот этап ознаменовал переход к гибкому нормированию - до этого по СНиП 2 А.5-70 все расчеты сводились к требованию: 0.6м ширины выхода или прохода на 100 эвакуирующихся. Отдавая дань сложившимся стереотипам, ограниченный набор формул мы называем «моделью», хотя на самом деле, это лишь основные расчетные зависимости между параметрами и закономерностями движения людских потоков. Это обуславливает область применения: расчеты простейших ситуаций движения людских потоков, оценочные и приближенные расчеты. Такие расчеты также допустимо использовать в комбинации с более точными методами.

В начале 80-х годов прошлого века проф. В.В. Холщевниковым была разработана модель ADLPV [6], которая в рамках современной терминологии называется имитационно-стохастической. Эта модель значительно точнее за счет деления здания на элементарные участки шириной около 1м и выполнения нескольких расчетных операций в секунду для каждого участка. Например, для 2-х этажного здания с площадью этажа около 1000 м² потребуется почти 40 тыс. операций машинного счета. Тем не менее, применения модели затруднено при анализе индивидуальных особенностей эвакуации человека. Для реализации указанных моделей (упрощенной аналитической и имитационно-стохастической) разработано программное обеспечение – модель Флоутек.

В описанных выше моделях объектом моделирования является людской поток. В индивидуально-поточных моделях объектом моделирования является отдельный человек (индивид), что открывает большие возможности, ограниченные лишь профессионализмом разработчиков и пользователей. Сравнение математического аппарата моделей приведено в табл. 1.

Таблица 1. Математический аппарат моделей

	Упрощенная модель	Имитационно-стохастическая модель	Модель инд. – поточного движения
Пересечение границы смежного участка пути	+	+	+
Переформирование	-	+	+
Растекание	-	+	+
Расчленение	+	+	+
Слияние	+	+	+
Неодновременность слияния	-	+	+
Образование и рассасывание скоплений	-	+	+
Разуплотнение	-	+	+
Учет вариабельности физического и эмоционального состояния людей в потоке	-	*	+

Условные обозначения: + описывается точно, - не учитывается, *- описывается неточно по сравнению с процессом, происходящим в реальности

Во всем мире именно модели класса «индивидуально-поточное движение» получили наиболее широкое распространение. Наиболее известными и прошедшими проверку практикой (официально были использованы при проектировании зданий и сооружений с массовым пребыванием людей) являются модели SIMULEX [7], Pathfinder [8], STEPS [9], BuildingExodus [10].

SIMULEX предназначен в основном для моделирования пешеходного движения людей при эвакуации. Для каждого из людей можно задавать время реакции на сигнал тревоги и скорости движения. Эвакуирующихся

можно объединять в группы, которые будут передвигаться по скорости самого медленного члена группы. В модели Pathfinder реализован более точный алгоритм движения, учитывающий маневрирование людей в потоке (например, ускорение при наличии свободного пространства либо уклонение от столкновений с другими пешеходами). Программный комплекс STEPS имеет 2 режима моделирования: «нормальный» и «эвакуация». Режим эвакуация принципиально не отличается от возможностей описанных выше программ, за исключением возможности учитывать лифты для эвакуации. В нормальном режиме можно моделировать, например, целые транспортные узлы: пешеходные потоки с учетом прибытия общественного транспорта, покупка пассажирами билетов, проход через турникеты, движение по распределительному залу станции метрополитена и убытие с учетом движения поездов. Самой интересной, возвращаясь к моделированию эвакуации, моделью является BuildingExodus. С помощью модели можно учесть массу психологических особенностей людей – влияние системы управления эвакуацией, дополнительных обязанностей (например, член добровольной пожарной дружины), и даже учесть влияние такого параметра как «резвость», что находит свое отражение в поведении при движении в составе потока. А одна из последних работ по совершенствованию модели, была направлена на учет культурологических отличий [11]. Как правило, модель используется совместно с моделью для расчета пожара SmartFire, поэтому эвакуирующиеся дополнительно характеризуется ростом и массой тела. Более того, в случае опускания припотолочного слоя дыма, запрограммирована возможность эвакуации людей на четвереньках для снижения уровня воздействия опасных факторов пожара.

Для решения большинства инженерных задач имитационно-стохастическая модель является наиболее эффективным инструментом. Однако в случае, если необходимо учесть сложные сценарии организации эвакуации людей, а также движения людских потоков, состоящих из людей с различной мобильности, и, более того, немобильных людей, например, при эвакуации больничных комплексов, то более точно отражающими реальность являются модели индивидуально-поточного движения. В нашей стране работа над такими моделями ведется и уже можно говорить о

результатах – разработке модели Эватек [12,13], позволяющей учитывать индивидуальные особенности эвакуирующихся.

Литература

1. Федеральный закон от 21 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Утверждена приказом МЧС России № 382 от 30.06.2009 и зарегистрирована в Министерстве юстиции Российской Федерации (регистрационный № 14486 от 06 августа 2009 г).
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Утверждена приказом МЧС РФ № 404 от 10.07.2009 и зарегистрирована в Министерстве юстиции Российской Федерации (регистрационный № 14541 от 17 августа 2009 г).
4. Холщевников В. В., Самошин Д.А., Галушка Н.Н. Обзор компьютерных программ моделирования эвакуации зданий и сооружений//Пожаровзрывобезопасность – 2002, № 5
5. Kuligowski E., Peacock R. Review of Building Evacuation Models. Technical Note 1471A, NIST, 2005
6. Холщевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов: Дис....доктора техн. наук, – М.: МИСИ,1983.
7. Thompson P., Marchant E.A computer model for the evacuation of large building populations.//Fire Safety Journal. – 1994. - 24, p. 131-148.
8. Pathfinder. Technical reference. Thunderhead engineering, 2009.
9. Интернет ресурс: <http://www.mottmac.com/>. Дата обращения 29.11.2010
10. Owen M., Galea E. R., Lawrence P. J. The Exodus evacuation model applied to building evacuation scenarios.//J. of Fire Protection Engr. – 1996. – 8(2), p. 65-86.

11. Galea, E.R., Deere, S., Sharp, G., Filippidis, L., and Hulse, L. Investigating the impact of culture on evacuation behavior. Proceedings of the 12th International Fire Science & Engineering Conference, Interflam 2010, 5-7th July 2010, University of Nottingham, UK, Volume 1, pp. 879-892. ISBN 978 0 9541216-5-5, 2010.

12. Пранов, Б.М., Самошин Д.А. К математическому моделированию людских потоков. Девятая научно практическая конференция «Системы безопасности», АГПС МВД РФ, Москва – 2000.

13. Карькин И. Н. Скочиллов А. Л., Зверев В. В. Контарь Н. А. Валидация и верификация эвакуационной модели СИТИС: Эватек. № 4152-ТТ2.5, 2008.