

УДК 628.74

**О МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ МНОГОЭТАЖНОГО  
ЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ****Антошин А.А., Мисюкевич Н.С., Невдах В.В.***Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

В многоэтажных зданиях образовательных учреждений обычно одновременно присутствует большое количество людей, которые могут пострадать или погибнуть в случае возникновения в здании пожара в результате воздействия на них опасных факторов пожара (ОФП). В соответствии с требованиями [1, 2] здания должны иметь такое объемно-планировочное и техническое исполнение, чтобы эвакуация людей из них была завершена до момента достижения ОФП предельно допустимых значений [3]. Данные по необходимому времени эвакуации являются исходной информацией для расчета уровня обеспечения безопасности людей при пожарах в зданиях. Неверное определение необходимого времени эвакуации может привести к принятию неправильных проектных решений и увеличению стоимости зданий или к недостаточному обеспечению безопасности людей в случае возникновения пожара.

Характерной чертой многоэтажных зданий образовательных учреждений является наличие на каждом этаже длинного коридора, с обеих сторон которого обычно расположены учебные и другие помещения. Так как основной пожарной нагрузкой в образовательных учреждениях является мебель, учебная литература и возможно электроприборы, и эта нагрузка обычно сосредоточена именно в этих помещениях, то вероятность возникновения пожара в них намного выше, чем в коридоре, в лестничной клетке или на площадке перед лифтами. Для расчетов необходимого времени эвакуации людей из помещений различного назначения при возникновении в них пожара обычно используется условие достижения предельно допустимого для человека значения одного из ОФП – повышенной температуры среды, дыма, приводящего к потере видимости; токсичных газов, пониженной концентрации кислорода [2]. В международном нормативном документе [4] в качестве опасных для человека факторов пожара называют воздействие на человека потока электромагнитного излучения от очага пожара и других, нагретых в результате пожара тел; воздействие на человека конвективной теплоты, выделенной при пожаре; вдыхание человеком удушающих (отравляющих) газов, образовавшихся во время пожара; воздействие раздражающих веществ, образовавшихся во время пожара, на чувствительные места и/или верхние дыхательные пути человека и отсутствие в результате задымления, вызван-

ного пожаром, видимости в помещении. Для характеристики воздействия на человека вдыхаемых им удушающих (отравляющих) газов, образовавшихся во время пожара, и воздействия раздражающих веществ, образовавшихся во время пожара, на чувствительные места и/или верхние дыхательные пути человека используется относительная эффективная концентрация (уровень концентрации) раздражающего вещества (*FEC*) и относительная эффективная доза (уровень дозы) для удушающего отравляющего вещества (*FED*). Для количественной оценки теплового воздействия применяют методику аддитивных относительных эффективных «доз» теплового воздействия, определяемых как отношение времени воздействия конвективного тепла при некоторой температуре или некоторого потока инфракрасного излучения к времени таких воздействий, после которого человек испытывает боль.

Целью настоящей работы являлась разработка методики расчета времени эвакуации людей из многоэтажного здания образовательного учреждения исходя из условия достижения предельно допустимого для человека значения одного из ОФП и учета свойства аддитивности относительных эффективных «доз» теплового воздействия. Методика использует компьютерное моделирование поведения ОФП на путях эвакуации на начальном этапе пожара, включая помещения этажа, коридор и лестничную клетку. Моделирование пожара осуществлялось с помощью программы *FDS*, в которой реализована полевая модель пожара. В этой программе численно решаются модифицированные уравнения Навье–Стокса для тепломассопереноса при горении в выбранные моменты времени для каждой кубической ячейки в прямоугольной системе координат [5].

С помощью специального графического интерфейса *PyroSim* была создана модель коридора с внутренними размерами 2,5×40×3 м и прилегающего к нему помещения с внутренними размерами 5×6×3 м, в котором располагался источник пожара и лестничной клетки 9-и этажного здания с размерами 7,5×3 м и высотой 32,7 м. Выход из помещения в коридор осуществляется через дверь размерами 2×1 м, ось которой находится на расстоянии 2 м от закрытого торца коридора. В противоположном конце коридора находятся двустворчатые деревянные двери с размерами каждой створки 0,6×2 м, выходящие

на площадку лестничной клетки.

Моделировались начальные стадии (первые 300 с) пожаров с быстрой скоростью нарастания тепловыделения – мощность пожара 1055 кВт достигалась за 100 с по квадратичному закону, а далее пожары протекали как стационарные по массовой скорости расхода топлива

Динамика изменения таких ОФП как температура воздуха и видимость в коридоре на высоте среднего роста человека 1,7 м показана на рисунках 1 и 2, соответственно.

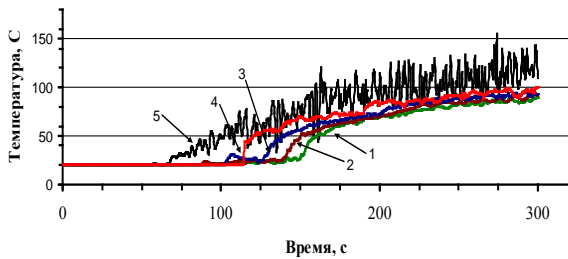


Рисунок 1 – Зависимости температуры воздуха от времени на высоте 1,7 м в коридоре на расстоянии 10 (1), 20 (2), 30 (3) 39 (4) и 1 м (5) от начала коридора при пожаре с источником на полу

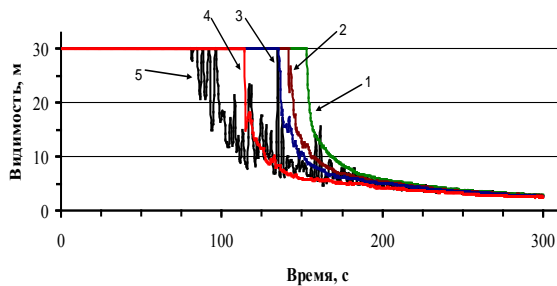


Рисунок 2 – Зависимости видимости от времени на высоте 1,7 м в коридоре на расстоянии 10 (1), 20 (2), 30 (3) 39 (4) и 1 м (5) от начала коридора при пожаре с источником на полу

Динамика изменения температуры воздуха и видимости на высоте среднего роста человека 1,7 м на площадках лестничной клетки при пожаре на девятом этаже показана на рисунках 3 и 4, соответственно.

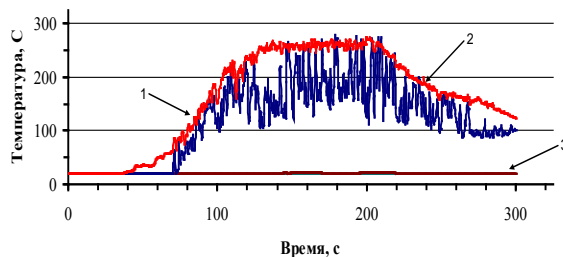


Рисунок 3 – Зависимости температуры воздуха от времени на высоте 1,7 м перед дверью из помещения девятого этажа, в котором протекает пожар, в закрытую лестничную клетку (1), на лестничной площадке девятого (2), восьмого (3) этажа

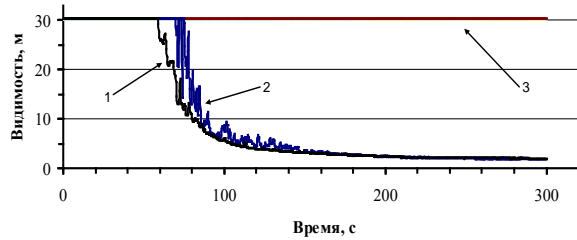


Рисунок 4 – Динамика видимости на высоте 1,7 м перед дверью из коридора девятого этажа, в котором протекает пожар, в закрытую лестничную клетку (1), на лестничной площадке девятого (2), восьмого (3) этажа

Выполненное компьютерное моделирование показало, что на начальном этапе пожара в коридоре и лестничной клетке здания формируются пространственно неоднородные распределения температуры воздуха, величин затемнения и видимости, различные для закрытой модели и модели с вентиляцией и эти распределения имеют различную динамику. Для ряда учитываемых ОФП (повышенная температура, концентрация токсичных веществ) существенным является и предельно допустимое значение, и время воздействия на человека. Сочетание величины опасного фактора и времени его воздействия позволяют более точно определить критическую продолжительность воздействия на человека и необходимое время эвакуации.

Сравнение результатов моделирования и расчетов по ГОСТ 12.1.004 [2] показывает, что критическая продолжительность пожара, по [2] примерно в два раза превышает данный показатель, полученный в ходе моделирования. Более детальный подход к рассмотрению динамики развития ОФП при пожаре позволит принимать экономически целесообразные оптимальные решения для архитектурно-строительной части зданий и инженерных систем по обеспечению эвакуации людей из зданий образовательных учреждений в случае возникновения пожара.

1. Здания и сооружения. Эвакуационные пути и выходы. Правила проектирования. ТКП 45-2.02-22-2006 (02250). Введен 2006-07-01.
2. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.004-91. Введен 01.07.1992.
3. Drysdale D. An Introduction for Fire Dynamics. Third edition. – Willey, 2011. – 551 p.
4. International standard Life-threatening components of fire – Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires ISO 13571:2012.
5. McGrattan K., Baum H., Rehm R., et all. Fire Dynamics Simulator (Version 5). Technical Reference Guide // NIST Special Publication 1018-5. – 2009. – 94 p.