

УДК 628.74

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПОЖАРА В ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКЕ ПЯТИЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Невдах В.В., Широкая О.С.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Эвакуация и другие действия по ликвидации опасности для людей в случае возникновения пожара в многоэтажном здании могут быть успешными только на первом, начальном этапе его развития, пока на путях эвакуации не достигнуты условия, несовместимые с жизнью человека [1]. Особенностью многоэтажных зданий является наличие в них одной или нескольких лестничных клеток, соединяющих этажи, и являющихся частью пути эвакуации с верхних этажей. При пожаре на одном из этажей здания дым может распространяться по лестничным клеткам и попадать на другие этажи. Цель настоящей работы: промоделировать поведение опасных факторов пожара в лестничной клетке, как части пути эвакуации из пятиэтажного здания на начальном этапе пожара, возникающего на разных этажах.

Моделирование пожара выполнено с помощью программы *FDS* [2]. Модель лестничной клетки создана в графическом интерфейсе *PufoSim* в прямоугольной сетке с кубическими ячейками размерами 0,1x0,1x0,1 м. Общее количество ячеек – 558000. Лестничная клетка пятиэтажного здания имеет размеры 7,5x3,0x18,3 м. Стены и потолок толщиной 0,2 м, пол толщиной 0,3 м и лестница сделаны из бетона. Этажи здания моделировались помещениями с размерами 7,5x5,0x3,4 м, в которых помещался источник пожара размерами 1x1 м на высоте 1 м над уровнем пола. На каждом этаже для выхода на лестничную площадку имеются двустворчатые деревянные двери с размерами створки 0,6x2 м. В модели использовались справочные значения параметров, определяющих тепловую инерцию конструкционных материалов комнаты – плотностей, удельных теплоемкостей и коэффициентов теплопроводности. Через открытые двери на этажах также осуществлялась естественная вентиляция лестничной клетки. Контролируемыми параметрами были величина суммарного тепловыделения пожара и пространственные распределения температуры, изменения давления, затемнения и видимости воздуха в лестничной клетке. Величины температуры, задымленности и видимости воздуха в лестничной клетке контролировались соответствующими детекторами, расположенными на лестничных площадках перед дверями и между этажами, на высоте среднего роста человека 1,7 м. Детекторы для контроля изменения давления воздуха относительно начального атмосферного в лестничной клетке размещались в лестничном проеме на высотах 0,1 м над уровнем пола пер-

вого этажа и 17,7 м под потолком пятого этажа. В работе моделировалась начальная стадия стационарного пожара длительностью 300с с источником мощностью 1055 кВт, расположенным на первом, третьем и пятом этажах здания, при закрытой лестничной клетке и в условиях естественной вентиляции. Стационарность пожара задавалась постоянством массовой скорости расхода горючего материала.

Считается, что при пожаре в закрытом помещении, горения на начальном этапе происходит аналогично горению в открытом пространстве, но, постепенно на его ход начинает оказывать влияние помещение [1]. Основными факторами этого влияния являются действие обратного теплового потока от ограждений и верхних областей помещения, заполняемых нагретыми продуктами сгорания – газами и дымом, и ограничение, обусловленное конечностью количества кислорода в помещении.

На начальном этапе пожара в закрытом помещении тепловыделение меняется по тому же закону, что и массовый расход горючего материала [3]. Это соответствует пожару, контролируемому горючим материалом. Факел пламени наблюдается в области источника пожара. Начиная с некоторого момента времени, характер пожара меняется – он становится пожаром, контролируемым кислородом, и динамика его тепловыделения становится зависимой от условий вентиляции. Рисунок 1 иллюстрирует изменение динамики тепловыделения со временем при пожаре в закрытой лестничной клетке с источником мощностью 1055 кВт, расположенным в помещении первого, третьего и пятого этажа.

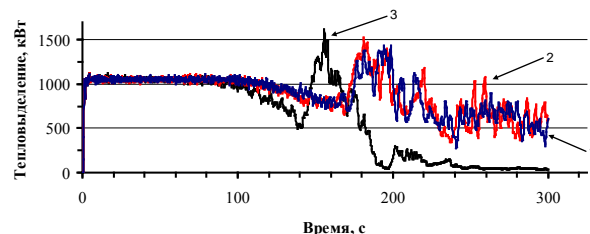


Рисунок 1 – Динамика тепловыделения при пожаре в закрытой лестничной клетке с источником, расположенным в помещении первого (1), третьего (2) и пятого (3) этажа

В случае вентиляции через дверной проем пламенное горение в области источника ослабевает, но создаются условия для самовоспламенения горючего в областях дыма, прилегающих к источнику. Так как эти условия создаются хаотически в разных местах и в этих местах происходит хаоти-

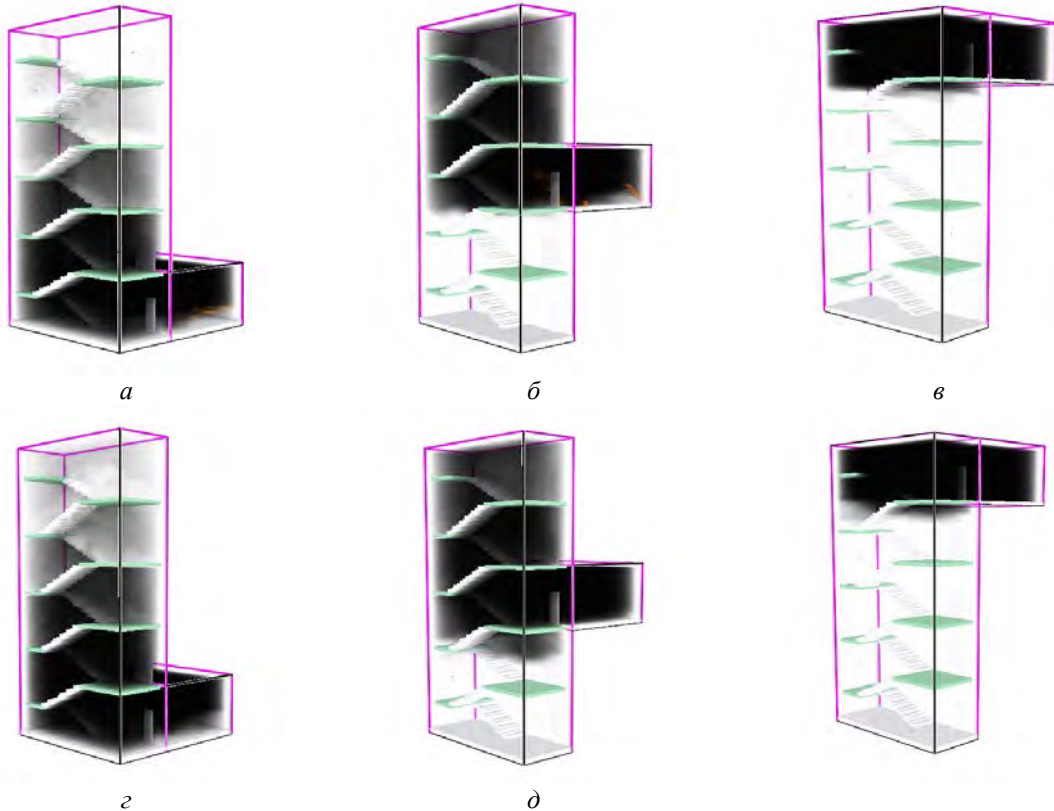


Рисунок 2 – Вид лестничной клетки на 180-й секунде пожара мощностью 1055 кВт с источником на высоте 1 м в помещении первого (а,г), третьего (б,д) и пятого (в,е) этажа при закрытой клетке (а,б,в) и при наличии естественной вентиляции (г,д,е) через дверь на первом (д,е) и пятом (г) этаже

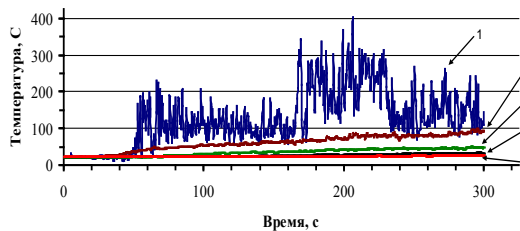


Рисунок 3 – Зависимости температуры воздуха на высоте 1,7 м на лестничных площадках первого (1), второго (2), третьего (3), четвертого (4) и пятого этажей (5) закрытой лестничной клетки при пожаре в помещении первого этажа

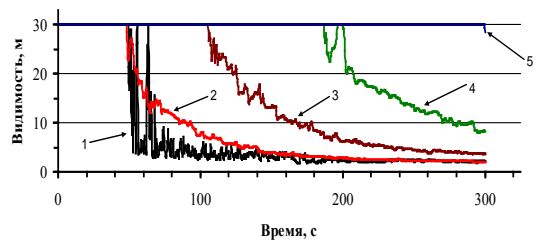


Рисунок 5 – Динамика изменения видимости на высоте 1,7 м на лестничных площадках первого (1), второго (2), третьего (3), четвертого (4) и пятого этажей (5) закрытой лестничной клетки при пожаре в помещении первого этажа

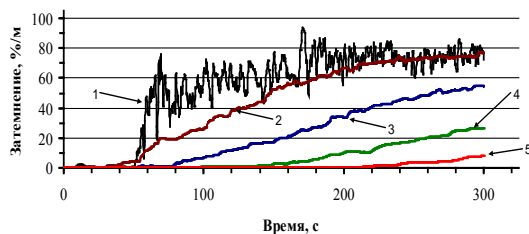


Рисунок 4 – Динамика изменения затемнения воздуха на высоте 1,7 м на лестничных площадках первого (1), второго (2), третьего (3), четвертого (4) и пятого этажей (5) закрытой лестничной клетки при пожаре в помещении первого этажа

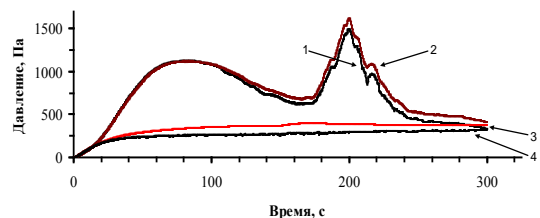


Рисунок 6 – Зависимости изменения давления воздуха в закрытой лестничной клетке от времени на высоте 0,1 м (1, 3) и 17,7 м (2, 4) при пожаре на первом (1, 2) и пятом (3, 4) этаже

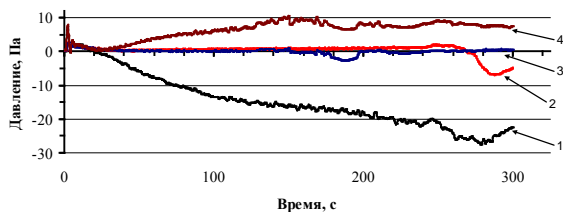


Рисунок 7 – Зависимости изменения давления воздуха в лестничной клетке от времени на высоте 0,1 м (1,3) и 17,7 м (2,4) при пожаре на первом этаже с вентиляцией через дверь на пятом этаже (1,2) и при пожаре на пятом этаже с вентиляцией через дверь на первом этаже (3,4)

ческое тепловыделение, то это усиливает газодинамические процессы в помещении, приводя к усилению пульсаций факела пламени и его смещению в стороны от источника.

Примеры заполнения дымом закрытой лестничной клетки и при наличии естественной вентиляции на 180-й секунде пожара мощностью 1055 кВт в помещении первого, третьего и пятого этажа показаны на рисунке 2. Видно, что дым практически не опускается ниже уровня этажа, на котором протекает пожар.

Характер изменения пространственного распределения температуры воздуха, затемнения и соответствующей ей видимости на высоте среднего роста человека на лестничных площадках лестничной клетки при пожаре на первом этаже показан на рисунках 3-5 соответственно.

Динамика изменения давления воздуха на разных высотах закрытой лестничной клетки при

пожаре на первом и пятом этаже представлена на рисунке 6 и в лестничной клетке с естественной вентиляцией на рисунке 7.

Из рисунка 6 видно, что величина избыточного давления, создаваемого при пожаре в закрытой лестничной клетке, минимальна при пожаре на пятом этаже. Это обусловлено спецификой распределения температуры воздуха.

Из рисунка 7 видно, что пожар протекает в условиях действия эффекта дымовой трубы – есть нейтральная поверхность, на уровне которой давление воздуха в помещении равно наружному начальному давлению. Положение нейтральной поверхности зависит от этажа, на котором протекает пожар. Величина создаваемой разности давлений зависит от моделируемого объема, мощности пожара и площади вентиляционного отверстия.

Результаты работы следует использовать при разработках систем управления эвакуацией людей из пятиэтажных зданий.

1. Drysdale D. An Introduction for Fire Dynamics. Third edition. Willey. – 2011. – P. 551.
2. McGrattan K., Baum H., Rehm R., et all. Fire Dynamics Simulator (Version 5). Technical Reference Guide // NIST Special Publication 1018-5. – 2009. – P. 94.
3. Невдах В.В., Антошин А.А., Зуйков И.Е. Моделирование начального этапа стационарного пламенного пожара в закрытом помещении // Наука и техника. – 014. – № 3. – С. 28-34.

УДК 612.16

## СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФОТОПЛЕТИЗМОСИГНАЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИСТЕМНЫХ РЕАКЦИЙ НА МЛТ

Осадчий А.В.

Национальный технический университет Украины «КПИ»  
Киев, Украина

Предметом исследования данной статьи являются информативные параметры фотоплетизмосигнала. В процессе исследования были выбраны физиологические сигналы и сформировано пространство информативных признаков, с помощью которых можно контролировать изменение адаптационных свойств организма человека под воздействием магнитолазерной терапии (МЛТ).

В результате анализа фотоплетизмографического сигнала установлено, что при извлечении из него информативных признаков целесообразно использовать структурные методы анализа как во временной, так и в частотной областях. Для анализа фотоплетизмосигнала во временной области выбрано кодирование фотоплетизмо-

граммы пятью точками. На основе такого кодирования введен информативный параметр  $S$ , определяемый площадью под кривой фотоплетизмограммы.

На основании проведенного авторами статьи аналитического обзора можно сделать вывод, что контроль изменения адаптационного статуса организма позволяет определить системные реакции на МЛТ, но отсутствие надежных аналитических критериев этих реакций снижает эффективность управления ею [1-4]. Для получения таких критериев может быть использована методика пальцевой фотоплетизмографии [5]. В то же время, современные математические методы и информационные технологии, опираясь на идео-