

**канд. физ.-мат. наук Антошин А.А., канд. техн. наук Бокуть Л.В.,
Деев Н.А.***

**Функционирование пожарной автоматики
при пожаре в высотных зданиях**

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

**Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, г. Минск*

Выполнен анализ статистических данных о пожарах в высотных зданиях с массовым пребыванием людей. Проведен анализ зависимости вероятности пожара от функционального назначения здания и помещения.

Предложены пути решения проблемы огнестойкости линий связи за счет применения каналов передачи информации по низковольтным сетям переменного тока или передачи данных по силовым сетям.

Ключевые слова: высотные здания, пожар, огнестойкость.

**Ph.D. (Physics and Mathematics) A.A. Antohin, Ph.D. (Tehn.) L.V. Bokut,
N.A. Deev***

Functioning of fire automatic equipment at a fire in high-rise buildings

Belarusian national technical university, Minsk

**United Institute of Informatics problems of the national academy
of sciences of Belarus, Minsk*

In this article the analysis of the statistical fires data in high-rise buildings with mass stay of people has been made. The analysis of dependence of fire probability from the building and premise functional purpose has been carried out.

The ways of the decision of a fire-proofing problem of communication lines by means of application of an information transfer channels on low-voltage networks of an alternating current or data transmission on power networks have been offered.

Keywords: high-rise building, fire, fire-proof.

**Пожары в высотных зданиях
с массовым пребыванием людей**

Обеспечение безопасности людей в зданиях, особенно в зданиях с массовым пребыванием людей, остается одной из основных задач не только архитекторов и строителей, но и служб по обеспечению противопожарной безопасности. С 2001 по 2011 год в высотных зданиях с массовым пребыванием людей произошло

822 пожара, на которых погибли 67 человек.

Наибольшее количество пожаров произошло в:

- общежитиях – 481 (58,5 %), погибли 26 человек;

- на объектах культуры – 96 (11,6 %), погибших нет;

- школах – 83 (10,1 %), погибших нет;

- на объектах здравоохранения – 67 (8,15 %), погиб 1 человек.

Детальный анализ пожаров в высотных зданиях аналогичного функционального назначения выполнен в работе [1]. Автор этой работы обращает внимание на то, что примерно половина пожаров в высотных зданиях произошли в зданиях четырех типов: офисного назначения, гостиницах, жилых домах и больницах. Анализировались статистические данные по ситуации в Соединенных Штатах Америки. К высотным зданиям в США относят здания с количеством этажей больше семи. Согласно приведенным в работе данным, в 2005-2009 годах ежегодно происходило 15 700 пожаров, на которых погибло 53 человека. Обращает на себя внимание тот факт, что при почти вдвое большем количестве пожаров количество жертв имеет близкие значения.

Другим интересным фактом является закономерность, связанная с частотой пожаров в зависимости от функционального назначения здания. Показано, что наибольшее количество пожаров происходит в жилых домах (32 %) и офисных зданиях (39 %), несколько меньшее количество пожаров происходит в зданиях гостиничного типа (22 %) и лечебных медицинских учреждениях (21 %), причем разница между высотными и малоэтажными зданиями схожего функционального назначения незначительна.

Анализ статистических данных о пожарах в Минске показал, что в среднем происходит примерно 50 пожаров в год. 28 % процентов

пожаров происходит в общежитиях, пожары в жилых домах составляют 10 %, больше всего пожаров происходит в административных зданиях 40 %.

Вероятность возникновения пожара сильно зависит от этажа, на котором расположено помещение. В жилых высотных зданиях 94 % пожаров происходит с первого по шестой этаж, при этом пожары на втором и третьем этажах случаются в 68 % случаев. Количество погибших на этих этажах составляет 93 %. В гостиницах на первых трех этажах происходит 69 % пожаров, в результате которых погибает 89 % погибших на всех этажах. В лечебных учреждениях наибольшее количество пожаров приходится тоже на первые четыре этажа (75 %), погибших нет. В офисных зданиях на первых трех этажах происходит 81 % пожаров, гибель составляет 71 % на втором и третьем этажах.

Анализ белорусской статистики показывает, что существующая тенденция высокой вероятности пожаров на первых этажах сохраняется и в Беларуси (рисунок). Как видно из рисунка, пожары с первого по седьмой этаж составляют 82 %. На первом этаже происходит самое большое количество пожаров (49 % всех случаев).

В большинстве типов зданий примерно в 10 % случаев пожар распространялся за пределы помещения, в котором он возник, а в офисных зданиях доля таких случаев достигает 16-19 %. По данным статистики, существует возможность распростране-

ния пожара за пределы того этажа, на котором он возник. Чаще всего это происходит в результате блокирования дверей для выхода на лестничную площадку в открытом состоянии. Как

и в предыдущем случае, наиболее часто это происходит в офисных зданиях, достигая 11-15 % от всех произошедших в таких зданиях пожаров.

Количество пожаров в высотных зданиях



Рисунок – Количество пожаров в высотных зданиях в зависимости от этажа его возникновения

В работе [1] приводится также информация о количестве пожаров в высотных зданиях в зависимости от назначения помещения, в котором он возник. Рассматриваются следующие виды помещений: кухня (помещение для приготовления пищи), спальня, жилая комната, пути эвакуации, помещение для сбора мусора. В качестве путей эвакуации рассматривались холл или коридор, выход на лестничную площадку, лестница, лифт. Анализ статистических данных показал, что самое большое количество пожаров происходит на кухне, в жилых зданиях (71 %), офисных зданиях (62 %), больницах (40 %), гостиницах (27 %) от числа произошедших пожаров. В спальнях помещений и жилых комнатах – 3-5 %, в жилых зданиях, гостиницах - 10 %. В офисных

зданиях в помещениях офисов пожары случаются в 12 %, достаточно часто (20 %) происходят пожары в помещениях, где расположена офисная техника и отопительное оборудование, в складских помещениях. Не очень часто, но случаются пожары в холлах и коридорах административных зданий (1 % от всего количества пожаров). Часто именно эти места являются путями прокладки каналов связи для пожарной автоматики.

Анализ причин пожаров показал, что независимо от функционального назначения здания основной причиной пожара является оборудование для приготовления пищи, в жилых зданиях 63 %, в больницах – 40 %, в офисных зданиях – 32 % и в гостиницах 25 % пожаров произошло из-за оборудования для приготовления пи-

щи. Нагревательные приборы стали причиной пожара в 10 % случаев в жилых зданиях и 5 % случаев в офисах. Курение явилось причиной пожара в 8 % случаев в жилых зданиях и гостиницах. Осветительные приборы и другие электрораспределительные приборы стали причиной 11 % пожаров в гостиницах и больницах,

в офисных зданиях с этой причиной связано 17 % пожаров.

Анализ факторов пожара в зданиях с массовым пребыванием людей

Общепринято считать [2, 3], что реальный пожар в процессе своего развития проходит 3–4 стадии. Первый этап – этап первоначального зажигания, затем идет этап нарастания пожара до полного охвата помещения пламенем. На этом этапе температура достигает значений около 600 °С. После полного охвата помещения пламенем наступает этап развитого пожара, затем затухание. Характеристики реального пожара, тип, тепловыделение и продолжительность зависят от реальной пожарной нагрузки в помещении и имеющей место вентиляции. Пожары при хорошей вентиляции горят быстрее и при этом достигаются более высокие температуры воздуха и конструкций по сравнению с пожарами при плохой вентиляции. В работах [3, 4] приводятся зависимости температуры от времени горения пожара для разных значений параметра вентиляции. Можно предположить, что температура в этом случае относится к окружающей среде. При хорошей вентиляции $F = 0,12$ значе-

ние температуры достигает более 1000 °С менее чем за полчаса. Для $F = 0,02$, то есть при плохой вентиляции, температура более низкая, не выше 700 °С и достигается она примерно за два часа горения пожара. В этих же работах анализируется информация о влиянии величины пожарной нагрузки на зависимость температуры в помещении от времени горения пожара. Из представленных результатов можно сделать вывод, что в реальных пожарах при достаточном количестве пожарной нагрузки температура в помещении может достигать значения более 1000 °С за время от 5 до 20 минут, максимум температуры достигается за 10–20 минут, а пожар может продолжаться от десятков минут до нескольких часов.

Анализ приведенной информации показывает, что в высотных зданиях, зданиях с массовым пребыванием людей возникающие пожары создают условия, представляющие опасность для людей, что нередко приводит к их гибели. Наиболее общие требования к зданиям и сооружениям в целях защиты жизни, здоровья и наследственности граждан, имущества и охраны окружающей среды изложены в техническом регламенте Республики Беларусь [5]. Во второй статье этого документа содержится требование «Обеспечить возможность безопасной эвакуации людей до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара». Реализовать это требование можно, применяя технические средства противопожарной защиты. Важным

элементом технических средств противопожарной защиты являются системы пожарной автоматики, оповещения и управления эвакуацией. В соответствии с [6] в зданиях с количеством этажей три и более в зависимости от его типа требуется устройство систем оповещения о пожаре и управление эвакуацией типа СО-4 или СО-5 с автоматическим включением. Для систем оповещения, функционирующих в автоматическом режиме, в соответствии с [7] требуется обеспечение контроля за наличием опасных факторов пожара на путях эвакуации (с использованием контролирующей аппаратуры), анализа состояния объекта и оперативной выдачи информации о пожаре или наличии опасных факторов пожара; контроль за прохождением и окончанием эвакуации и возникновением внештатных ситуаций (с использованием устройств, определяющих присутствие людей в помещении). Реализация названных функций в полной мере возможна в адресных системах пожарной сигнализации, использующих аналоговые пожарные извещатели. Аналоговые пожарные извещатели информируют оператора о значениях контролируемых факторов пожара не только до момента формирования сигнала «пожар», но и после этого. Для успешного выполнения этой функции необходимо обеспечить работоспособность системы, включая линии связи, на протяжении всего времени эвакуации.

Устойчивость линий связи между компонентами технических средств пожарной автоматики к воздействию на них факторов пожара. Требования нормативных документов

Требования к соединительным и питающим линиям пожарной автоматики изложены в техническом кодексе установившейся практики [8]. В п. 16.3 технического кодекса сказано, что соединительные и питающие линии пожарной автоматики должны быть устойчивы к воздействию огня и выдерживать пожар в течение 30 минут или защищены таким образом, чтобы была возможность противостоять воздействию пожара на это же время. К таким линиям отнесены: соединения между ПППК, ППУ, аппаратурой пункта наблюдения, СПИ, функциональными блоками и компонентами; соединения с устройствами электроснабжения; кольцевые шлейфы адресных систем пожарной сигнализации; соединения с исполнительными устройствами объектов управления; соединительные линии с оповещателями. Изменение №1 этого документа, введенное 01.06.2012, отменило указанный пункт. Таким образом, защищать от воздействия пожара системы пожарной автоматики, оповещения и управления эвакуацией в настоящее время не требуется.

В статье 82 «Требования пожарной безопасности к электроустановкам зданий, сооружений и строений» закона Российской Федерации [8] требуется, чтобы кабели и провода систем противопожарной защиты, включая системы обнаружения пожа-

ра, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации, аварийной вентиляции и противодымной защиты, автоматического пожаротушения, в зданиях, сооружениях и строениях должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону. В статье 103 «Требования к автоматическим установкам пожарной сигнализации» говорится, что линии связи между техническими средствами автоматических установок пожарной сигнализации должны быть выполнены с учетом обеспечения их функционирования при пожаре в течение времени, необходимого для обнаружения пожара, выдачи сигналов об эвакуации, в течение времени, необходимого для эвакуации людей, а также времени, необходимого для управления другими техническими средствами. Аналогичные требования сформулированы в отношении систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в зданиях, сооружениях и строениях.

Не требуется обеспечивать устойчивость линий связи от воздействия пожара в случаях, когда система пожарной сигнализации не предназначена для управления автоматическими установками пожаротушения, системами оповещения, дымоудаления и иными инженерными системами пожарной безопасности объекта. В этом случае для подключения шлейфов пожарной сигнализации радиального типа напряжением до 60 В к приемно-контрольным приборам

могут использоваться соединительные линии, выполняемые телефонными кабелями с медными жилами комплексной сети связи объекта, при условии выделения каналов связи [10].

Проблема пожаростойкости каналов связи решается в каждом конкретном случае по-разному. В работах (А.А. Антошина, Л.В. Бокутя, Н.А. Деева) выполнен анализ известных решений этой проблемы с использованием проводных и беспроводных каналов связи. Авторы обращают внимание, что все каналы связи (как проводные, так и беспроводные) имеют свои преимущества и недостатки. Так, беспроводные системы чувствительны к характеристикам строительных конструкций, что приводит к образованию зон радиомолчания, проводные системы такого недостатка не имеют, но требуют применения линий, устойчивых к воздействию огня.

Особое место среди каналов связи занимают каналы передачи информации по низковольтным сетям переменного тока или передача данных по силовым сетям (PLC). Компания Texas Instruments, например, предлагает разнообразные решения для передачи данных измерений от счетчиков электроэнергии. При обмене данными по силовым сетям используются специальные устройства – PLC-модемы. Для систем противопожарной защиты компания Control Fire Systems LTD предлагает систему Fire-Link® II, которая представляет собой оборудование для модернизации системы оповещения о пожаре в зданиях

с большим количеством комнат на самом современном уровне при минимальных затратах и устойчивыми к воздействию огня каналами связи. Предлагаемая адресная система строится на основе использования в качестве каналов связи передачи информации по низковольтным сетям переменного тока и цифровых технологий обработки сигналов. Использование цифровой обработки сигналов для низкоскоростных информационных потоков позволяет осуществлять их оптимальный прием в условиях мощных промышленных помех и наводок как на промышленных объектах, так и в жилых помещениях. В работе [11] показана возможность построения эффективных систем передачи информации между удаленными компонентами системы пожарной сигнализации по низковольтной сети переменного тока. Использование цифровой обработки сигналов для низкоскоростных информационных потоков позволяет осуществлять их оптимальный прием в условиях мощных промышленных помех и наводок на промышленных объектах и в жилых помещениях. Проведенное моделирование и макетирование разработанных устройств показали высокую защищенность передаваемой информации от интенсивных мультипликативных помех.

Заключение

В статье выполнен анализ статистических данных о пожарах в высотных зданиях с массовым пребыванием людей. Показано, что наиболее вероятным местом возникновения по-

жара являются первые этажи зданий, пожары с первого по седьмой этаж составляют 82 %, причем на первом этаже происходит почти половина всех пожаров. Проведен анализ зависимости вероятности пожара от функционального назначения здания и помещения.

Распространение пожара за пределы помещения, в котором он возник, происходит в одной пятой части случаев пожара, что указывает на высокую вероятность повреждения пожаром технических средств противопожарной защиты, включая линии связи.

Анализ требований действующих ТНПА показал, что обеспечить выполнение требования в отношении контроля опасных факторов пожара на путях эвакуации, оперативной выдачи информации о пожаре или наличии опасных факторов пожара на протяжении всего времени эвакуации возможно только в результате решения проблемы пожаростойкости технических средств противопожарной защиты и линий связи.

Предложены пути решения проблемы пожаростойкости линий связи за счет применения каналов передачи информации по низковольтным сетям переменного тока или передачи данных по силовым сетям.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Hall, J.R.* High-rise building fires // National Fire Protection Association. - Quincy, MA 02169-7471, No. USS30, 2011.
2. *Драйздейл, Д.* Введение

в динамику пожаров / Пер. с англ. К.Г. Бомштейна; Под ред. Ю.А. Кошмарова, В.Е. Макарова. – М.: Стройиздат, 1990. – 424 с.

3. *Gewain, R.G. Facts for Steel Buildings / R.G. Gewain, N.R. Iwankiw, F. Alfawakhiri. - Fire. American Institute of Steel Construction, Inc., 2003.*

4. *ТР 2009/013/ВУ Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность».*

5. *СНБ 2.02.02-01 Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре.*

6. *ТКП 45-2.02-22-2006 Здания и сооружения, эвакуационные пути и выходы. Правила проектирования.*

7. *ТКП 45-2.02-190-2010 Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования.*

8. *Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».*

9. *СП 5.13130.2009 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.*

10. *Kuo-An Hwang, Yi-Huei Chen, Design and Implementation of uninterruptible power line communication fore fire detection system. Theses fore the degree of master. Department of computer science and information engineering Chaoyang University of Technology. 2007, 78 p.*

