Удмуртское региональное отделение
Общероссийской общественной организации
«Российское научное общество анализа риска»

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Сборник статей

Выпуск 11

Ижевск
2017

УДК 614.84, 681.51, 004.031.4, 004.492
ББК 68.9 я 431
Б 40

Научный редактор:
доктор технических наук, профессор В. М. Колодкин

Б 40 **Безопасность в техносфере**: сборник статей / науч. ред. В. М. Колодкин. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. – 164 с.

ISBN 978-5-4344-0441-9

Данный сборник, в основном, соответствует материалам, представленным на XI международной конференции «Безопасность в техносфере». Конференция посвящена представлению новой беспроводной системы управления эвакуацией людей из зданий в условиях пожара.

В статьях раскрываются принципы организации системы, вопросы создания математического, алгоритмического и программного обеспечения. Содержание статей дает системное представление о современных проблемах безопасности в техносфере и способах их решения.

ISBN 978-5-4344-0441-9 УДК 614.84, 681.51, 004.031.4, 004.492
ББК 68.9 я 431

© УРО ООО «Российское научное общество анализа риска», 2017
© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

I Управление эвакуацией 5

В.М. Колодкин, Д.В. Варламов, Б.В. Чирков, А.В. Романенко, Г.М. Чигвинцев.
Измерительный мониторинг опасных факторов пожара и информационные параметры систем динамического управления эвакуацией. 6

Д.Е. Ушаков
Концепция интернета вещей в системах управления эвакуацией 21

Б.В. Чирков
Проблемы управления экстренной эвакуацией людей из здания при пожаре и пути их решения 26

Б.В. Чирков
Исследование системы адаптивного управления экстренной эвакуацией из здания при пожаре 37

Д.Е. Ушаков, О.И. Харина
Интеллектуальная система обеспечения пожарной безопасности 45

А.Г. Вшивцев
Алгоритм выборов главного сервера в системе управления эвакуацией 48

Д.В. Варламов
Динамический визуальный указатель путей эвакуации 51

Д.Е. Ушаков
Проектирование беспроводной системы директивного управления эвакуацией 55

А.М. Сивков
Двухлучевой счётчик посетителей 63

Р.А. Григорян
Анализ технических средств подсчета количества людей в здании 72

И.И. Манило, В.П. Воинков
Автоматизированная система пожарной (охранно-пожарной) сигнализации 78

Д.В. Шихалев
Анализ подходов к наблюдению за поведением людей внутри здания для задачи обеспечения их безопасности 83

Н.А. Перминов
Обеспечение безопасности путей эвакуации людей со сцен зрительных залов учреждений культуры в условиях задымления 88
С.Г. Шуклин, Д.С. Шуклин
Полимерные композиты пониженной горючести для элементов системы управления эвакуацией 91
II Техносферная безопасность 95
М.Э. Галиуллин, В.О. Анашин, А.В. Радикова
Проект «Облачного сервиса оценки рисков ЧС и устойчивости для территорий и хозяйствующих субъектов» 96
А.В. Радикова, В.О. Анашин
Автоматизация разработки паспорта безопасности опасного объекта 121
В.О. Анашин, А.В. Радикова
Разработка инструмента для создания ситуационных планов при анализе риска ОПО 127
И.М. Янников, Д.В. Пономарева
Современные системы мониторинга и пронозирования чрезвычайных ситуаций 134
Д.С. Карелин
Использование облачных технологий в системах прогнозирования последствий химических аварий 140
Д.М. Варламова
Оптимизация затрат по обеспечению пожарной безопасности при реконструкции общественного здания . 145
В.К. Ваштиев
Беспроводной речевой оповещатель о пожаре в здании 156
Д.М. Варламова
Программный комплекс «Оценка затрат по установке систем противопожарной защиты в общественном здании» 160

Раздел I
Управление эвакуацией

УДК 614.84, 681.51

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМ ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ.

В.М. Колодкин, Д.В. Варламов, Б.В. Чирков, А.В. Романенко, Г.М. Чигвинцев.
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия
e-mail: *Kolodkin@rintd.ru, b.v.chirkov@gmail.com*

Развивается подход к созданию систем динамического управления эвакуацией на основе постоянного измерительного мониторинга параметров среды в помещениях, раннего обнаружения возгорания и построения путей эвакуации во время пожара. Разработан экспериментальный сегмент подсистемы измерительного мониторинга параметров среды, работающей в режиме реального времени на базе микроконтроллеров ATmega128RFA1, к которым подключены многоканальные детекторы опасных факторов пожара.

Ключевые слова: измерительный мониторинг, опасные факторы, пожар, система, управление эвакуацией.

Рассмотрены вопросы измерительного мониторинга опасных факторов пожара и информационные параметры систем динамического управления эвакуацией людей. Проблема обеспечения безопасности людей в случае возникновения пожара в здании со сложными объемно-планировочными решениями обусловлена тем, что в таких зданиях люди не всегда ориентируются и не всегда обладают достаточной информацией о безопасных маршрутах движения до эвакуационных выходов или безопасных зон. Актуальность создания программно-аппаратных комплексов мониторинга и динамического управления эвакуацией людей из зданий при пожаре обусловлена большим количеством человеческих жертв во время пожаров, основными причинами которых являются воздействие опасных факторов пожара. Поэтому в настоящее время возникла необходимость перехода к таким программно-аппаратным комплексам, которые в динамическом режиме представят людям информацию о путях эвакуации, в зависимости от текущего состояния среды в горящем здании.

В настоящей статье развивается подход к созданию систем динамического управления эвакуацией **на основе постоянного измерительного мониторинга параметров среды в здании,**

раннего обнаружения возгорания и динамического построения путей эвакуации во время пожара. То есть создание такой системы управления эвакуацией, при которой обеспечивается минимизация времени эвакуации при требуемом уровне безопасности людей. При этом уровень безопасности людей зависит от времен блокирования путей эвакуации, определяемых распределением значений показателей опасных факторов пожара (ОФП) на путях эвакуации и их динамикой. Пороговый принцип мониторинга значений показателей опасных факторов пожара, который используется в большинстве обычных систем противопожарной защиты, обеспечивает минимизацию затрат на аппаратные средства, но имеет и принципиальные недостатки, связанные с неполнотой информации о динамике развития пожара и изменения чрезвычайной ситуации. Очевидно, что **при этом теряются допороговые и надпороговые данные значений опасных факторов пожара** и возможности повышения безопасности людей за счет раннего обнаружения очага возгорания на их основе.

Современные микропроцессорные системы позволяют без избыточных затрат на аппаратные средства перейти в местах, где это необходимо, к измерительному мониторингу значений показателей опасных факторов пожара, контролю динамики развития пожара и изменений чрезвычайной ситуации при управлении эвакуацией людей. Кроме того, такие системы микропроцессорной обработки сигналов с детекторов опасных факторов пожара в помещениях позволяют получить качественно новые возможности по раннему обнаружению, пожара, прогнозированию сценариев развития пожара при управлении эвакуацией [1].

Особенностью подхода является постоянный измерительный мониторинг значений показателей опасных факторов пожара в здании и на его основе определение и динамическое перестроение путей эвакуации с оповещением людей об изменении безопасных маршрутов движения. Постоянный измерительный мониторинг параметров среды в помещениях и распределений значений опасных факторов на путях эвакуации в процессе пожара необходим для более раннего обнаружения возникновения пожара и локализации места возгорания, более точного определения безопасных для прохода людей участков здания или помещений, чем при обычном пороговом мониторинге.

Пороговый мониторинг значений показателей опасных факторов пожара основывается на срабатывании автоматических пожарных извещателей при достижении значениями ОФП порога срабатывания, например порога обнаружения ($\pi_{\text{обн}}$) или минимально

обнаружимого изменения величины контролируемого параметра. Выделим виды опасных факторов пожара. К первому отнесем факторы, значения которых в основном растут во времени по мере развития пожара: пламя, тепловой поток, температура воздушной среды, концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения. Ко второму отнесем факторы, значения которых в основном убывают по мере развития пожара: концентрация кислорода, видимость в дыму. Для дальнейшего рассмотрения является важным то, что пороги обнаружения опасных факторов пожара однозначно связаны с временами задержки обнаружения опасных факторов пожара ($\tau_{\text{обн.офп}}$), что условно показано на рисунке 1 на графиках динамики изменения нормализованных значений опасных факторов пожара первого и второго видов (ОФП 1 и ОФП 2). Кроме того, пороги обнаружения $\pi_{\text{обн.офп}}$ соответствуют минимально обнаружимым изменениям величины опасных факторов пожара ОФП 1 и ОФП 2, что необходимо для раннего обнаружения опасных факторов пожара и очага возгорания, то есть минимизации времени $\tau_{\text{обн.офп}}$. Далее отметим то, что пороги проходимости ($\pi_{\text{прох}}$), которые соответствуют критическим значениям опасных факторов пожара первого и второго видов (ОФП 1 и ОФП 2), позволяют выделить помещения (или зоны в коридорах), которые при пожаре становятся непроходимыми или опасными для прохода людей участками зданий или помещений. Критические для людей значения опасных факторов пожара $\pi_{\text{прох}}$ регламентированы и по величине значительно превышают пороги обнаружения $\pi_{\text{обн.офп}}$, что показано на рисунке 1.

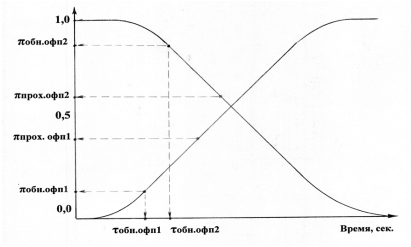

Рисунок 1 — Динамика изменения нормированных значений опасных факторов пожара первого и второго видов ОФП 1 и ОФП 2.

Пороговые детекторы обнаружения опасных факторов пожара предназначены для раннего обнаружения возгорания или опасных факторов пожара в помещениях и коридорах, они имеют свою

специфику и ряд недостатков. Детекторы порогов проходимости предназначены для определения безопасных для прохода людей участков здания или помещений и могут отличаются от детекторов обнаружения опасных факторов пожара, даже если фактор пожара один и тот же. Для систем управления эвакуацией людей необходимы как детекторы раннего обнаружения опасных факторов пожара, так и детекторы порогов проходимости. При этом возникает необходимость в избыточных затратах на аппаратные средства, детекторы опасных факторов пожара и другие недостатки, что снижает технико-экономические параметры систем и их надежность.

В системе оповещения и управления эвакуацией по функциональному назначению можно выделить три подсистемы:

- Подсистема измерительного мониторинга состояния среды в здании (ПСИМ).
- Подсистема управления эвакуацией и контроля состояния среды в здании (ПСУЭКС).
- Подсистема оповещения и информирования. людей о направлении движения при эвакуации.

Постоянный измерительный мониторинг параметров среды в отличие от простого порогового мониторинга основывается на новых детекторах опасных факторов пожара на основе более современных микропроцессоров и периодических (с управляемыми периодами) измерениях распространения опасных факторов пожара, то есть связан с обязательным усложнением подсистемы мониторинга состояния среды в здании, что является платой за ее качественно новые возможности по раннему обнаружению, контролю динамики и сценариев развития пожара. При этом многократно увеличивается и объем информации, которая получается при измерениях опасных факторов пожара, обрабатывается и передается подсистемой измерительного мониторинга. Последнее тоже является платой за новые возможности систем динамического управления эвакуацией, которые были ранее отмечены.

Подсистема измерительного мониторинга строится на базе сети проводных и/или беспроводных сенсорных измерительных узлов. Подсистема измерительного мониторинга в отличие от порогового мониторинга предназначена для периодических измерений значений контролируемых параметров среды в заранее определенных местах помещений и на путях эвакуации; вычисление средних значений параметров и скорости их изменения в заданном интервале

времени и передачи полученных данных управляющей подсистеме. Каждый узел такой сети представляет собой автономный блок, состоящий из микроконтроллера, к которому подключены несколько измерительных датчиков-детекторов параметров среды, модуль цифровой беспроводной и/или проводной связи и блок питания. Модуль связи обеспечивает передачу и прием данных. Каждый узел сети имеет собственный уникальный адрес, поэтому данные могут передаваться адресно, то есть с заданными координатами его установки в здании.

Подсистема управления эвакуацией и контроля состояния среды в здании (ПСУЭКС) состоит из программно-аппаратного комплекса (ПАК) динамического управления эвакуацией людей в виде серверов и специализированных узлов. Каждый такой автономный сервер состоит из вычислительного блока, модулей связи, модуля интеграции с подсистемами. В задачи ПСУЭКС входит: – осуществление контроля работоспособности всех узлов и подсистем; – получение данных от подсистемы мониторинга и сохранение полученных данных; – проведение обработки и анализа полученных данных на предмет превышения пороговых и критических значений; и в случае их превышения, формирования необходимых сигналов управления; проведение расчета и перерасчета путей эвакуации; передача данных о них в подсистему оповещения и информирования людей о направлении движения при эвакуации.

При получении данных от подсистемы измерительного мониторинга, их обработке и обнаружении превышения пороговых и/или критических значений опасных факторов пожара производится перевод подсистемы из дежурного энергосберегающего в активное состояние; осуществляется определение блокировки опасными факторами пожара путей эвакуации и помещений зданий. Осуществляется расчет и перерасчет путей эвакуации; передача данных о них в подсистему оповещения и информирования о направлении движения при эвакуации и аудиовизуального оповещения людей о безопасных маршрутах движения к выходам. При этом в системе динамического управления эвакуацией людей должно быть реализовано резервное копирование и хранение данных измерительного мониторинга распространения опасных факторов пожара, и всего процесса эвакуации на головном сервере.

Подсистема оповещения и информирования о направлении движения при эвакуации состоит из специализированных аудиовизуальных узлов. Их назначение – оповещение людей при возникновении пожара, информирование о текущем маршруте

эвакуации для каждого помещения. Они представляет собой автономные блоки, состоящие из микроконтроллера, модуля цифровой проводной и/или беспроводной связи, аудиовизуальных указателей направления движения и блока штатного и/или аварийного электропитания.

Функционирование программно-аппаратного комплекса основано на измерительном мониторинге состояния среды в заранее определенных местах помещений и на путях эвакуации в здании. В случае, если состояние среды начинает меняться, в автоматическом режиме срабатывают подсистемы ПСИМ и ПСУЭК и идет идентификация чрезвычайной ситуации. Все подсистемы переводятся в активный режим подготовки к работе в чрезвычайной ситуации. Если чрезвычайная ситуация идентифицирована подсистемы ПАК переходят в режим ЧС и управления эвакуацией людей. При этом осуществляется моделирование перемещения людских потоков, в режиме времени, опережающем реальное время. В режиме реального времени формируются команды для указания направлений движения людей, которые передаются на визуальные указатели направления, звуковые и речевые оповещатели.

Далее рассмотрим три основных режима функционирования ПСИМ и ПСУЭК:

1. Дежурный режим мониторинга состояния среды в здании (ДРМ).

2. Активный режим мониторинга и идентификации чрезвычайной ситуации (АРМИЧС).

3. Режим чрезвычайной ситуации и управления эвакуацией (РЧСУЭ) путем указания людям безопасных маршрутов до эвакуационных выходов. Выбор режима и переходы между режимами осуществляются автоматически.

Дежурный режим мониторинга. Основное состояние распределенных по зданию сети устройств – энергосберегающее состояние, из которого устройства на короткое время переходят в активное состояние с периодом $T_{\text{деж.}}$ (5 – 10 сек). Измерительные узлы сети, содержащие сенсоры, собирают информацию о характеристиках среды, вычисляют средние значения параметров и скорости их изменения в заданном интервале времени. Далее кратковременно активируются модули связи узлов, отправляются пакеты с информацией на маршрутизаторы, после чего модули связи деактивируются и узлы возвращаются в состояние «сна». Далее маршрутизаторы формируют пакеты сообщений на основе сообщений от сенсорных узлов, которые затем передаются на серверы. Пакеты включают информацию о характеристиках среды

и состоянии узлов, что позволяет постоянно контролировать работоспособность сети.

Активный режим мониторинга и идентификации чрезвычайной ситуации. Серверы ПСУЭК получают информацию о состоянии среды, обрабатывают ее и, если значения ОФП среды или динамика их изменений выходят за рамки установленных границ, осуществляется переход к идентификации чрезвычайной ситуации. В случае принятия решения о переходе в данный режим, сервер формирует команду о необходимости в течении интервала времени $t_0 - t_1$ осуществлять квазинепрерывный (более частый, чем через $\mathbf{T}_{\text{деж.}}$) сбор данных о состоянии среды в помещениях, где значения характеристик среды или динамика их изменений выходят за рамки установленных границ и отправлять информацию на головной сервер для обработки, анализа и хранения. Серверы непрерывно контролируют выход параметров среды за рамки установленных порогов или границ и автоматически формируют команды перевода системы в режим ЧС и отправляют команды управления.

Режим чрезвычайной ситуации и управления эвакуацией. В этом режиме активированы все компоненты ПАК, сенсорные узлы, осуществляют квазинепрерывный сбор данных о характеристиках окружающей среды и отправляют их на серверы. На головном сервере осуществляется хранение полной информации о пожаре и состоянии среды в здании, обработка и анализ ее. В результате анализа формируются команды устройствам указания направления, речевым и звуковым оповещателям и другим устройствам.

Применение математических моделей распространения пожара и дыма в здании при исследовании и разработке систем динамического управления эвакуацией позволяет без значительных затрат и рисков анализировать сценарии и виды пожаров, повысить качество моделирования с целью выявления основных характеристик и параметров таких систем. Для работы выбран открытый продукт, реализующий полевую модель распространения пожара в здании – Fire Dynamics Simulator (FDS) [2]. В FDS реализована вычислительная модель тепломассопереноса при горении. Программа численно решает систему уравнений в частных производных, включающую уравнения сохранения массы, момента количества движения и энергии, по трехмерной регулярной прямоугольной сетке. В процессе работы создаются файлы, которые позволяют визуализировать распространение дыма и теплопередачу при пожаре.

Моделирование проведено для сегмента здания высшего образовательного учреждения. План первого этажа сегмента представлен на рисунке 2. Сегмент охватывает 3 этажа, имеет 3 эвакуационных выхода – A, C, D, которые расположены на первом этаже.

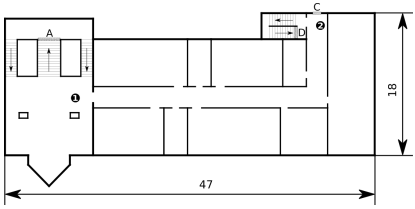

Рисунок 2 — План одного этажа сегмента здания.

Суммарная мощность пожара составляет 1.06 МВт. Время достижения максимальной мощности – 77.1с. Для моделирования в программе FDS выбран ряд помещений, которые являются критическими с точки зрения блокирования эвакуационных путей. Пожар в каждом из таких помещений приводит к блокировке эвакуационных выходов с этажа. На рисунке 2 сценарии обозначены цифрами. Сценарий 1. Пожар в точке 1 (рисунок 2). Сценарий 2. Пожар в точке 2. Для измерений значений опасных факторов пожара в модель здания помещены ряд «детекторов-измерителей» температуры и видимости в заданных местах помещений и коридоров, которые являются критическими из-за возможного блокирования эвакуационных путей. Все детекторы-измерители условно расположены на высоте 1,7 метра от пола, так как это средняя высота, на которой находятся органы зрения и дыхания людей.

Для расчета с помощью программы FDS использовался входной файл, который содержит информацию о размерах и строении здания, длительности моделируемого процесса пожара, параметрах материалов и реакций. Для построения модели здания используется открытый и свободно распространяемый графический редактор Blender и специализированное расширение графического редактора BlenderFds, которое позволяет автоматизировать работу по формированию входного файла для FDS. В качестве горючего использовался материал древесина с известными характеристиками.

Моделирование пожара осуществлялось на трехмерной разностной сетке, содержащей более трехсот тысяч узлов. При моделировании использовалось серверное оборудование с характеристиками: 12 физических ядер Intel Xeon CPU X5690 3.47 ГГц, объем опе-

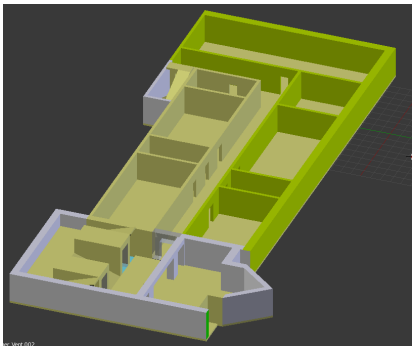

Рисунок 3 — Трехмерная модель одного этажа здания. Программа Blender.

ративной памяти 96 Гб. Время моделирования одного сценария пожара составляло несколько десятков часов.

Результатом моделирования является файл, в котором представлены показания детекторов-измерителей в моменты времени от 0 до 600 с. В качестве примера на рисунке 4 представлены два графика изменения температуры в процессе моделирования пожара в области 2 первого этажа (см. рисунок 2). Штрихпунктирная кривая соответствует «детектору-измерителю» температуры, установленному вблизи очага возгорания, а сплошная кривая соответствует «детектору-измерителю» температуры, установленному в области поворота коридора.

Из графиков динамики изменения температуры следует, в частности, что при пороге обнаружения $\pi_{\text{обн.офп}}$ – 30 градусов, времена задержки обнаружения опасных факторов пожара ($\tau_{\text{обн.офп}}$) детекторами-измерителями с начала возгорания составит 53 и 64 секунды, соответственно. А при пороге проходимости ($\pi_{\text{прох}}$) – 70 градусов времена блокирования участков здания, составят соответственно 84 и 92 секунды.

Аналогичным образом, как и «детекторы-измерители» температуры, установлены «детекторы-измерители» видимости в дыму вблизи очага возгорания и в области поворота коридора. Критическое значение $(\boldsymbol{\pi_{\text{прох}}})$ – 20 метров видимости в дыму и блокирование прохождения людьми области здания с этими детекторами, достигается через 70 секунд с начала пожара.

На рисунке 5 показаны два графика динамики изменения видимости в дыму при моделировании пожара в области 2 первого этажа (см. рисунок 2).

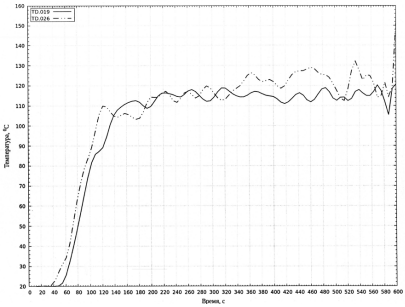

Рисунок 4 — Динамика изменения температуры при моделировании пожара.

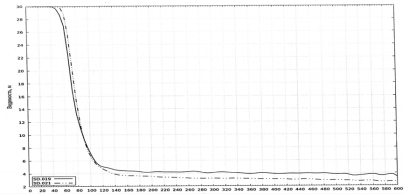

Рисунок 5 — Динамика изменения видимости в дыму при моделировании пожара.

Таким же образом возможно исследование работы всех «детекторов-измерителей» на любых заданных участках здания и подсистемы измерительного мониторинга, прогнозирование возникновения блокировки опасными факторами пожара путей эвакуации и помещений зданий при различных сценариях пожаров с дальнейшим комплексным анализом результатов.

Экспериментальный сегмент подсистемы измерительного мониторинга.

На основе микропроцессоров созданы экспериментальные сенсорные узлы, к которым подключены одноканальные и многоканальные детекторы опасных факторов пожара для проведения измерений с передачей данных через цифровой канал связи на серверы. Эти узлы построены на базе экономичных 8-битных микроконтроллеров ATmega128RFA1 на RISC-архитектуре, которые выполняют 135 инструкций за один цикл синхронизации, реализуют **производительность** до 1 MIPS/МГц (до 16 MIPS на тактовой частоте 16 МГц), что позволяет оптимизировать соотноше-

ние производительность-потребляемая мощность. ATmega128RFA1 имеет 10-разрядный АЦП на частоту дискретизации до 330 кГц с восьмиканальным входным мультиплексором, что позволяет подключать до восьми «детекторов-измерителей» ОФП к одному узлу. Высокоскоростной трансивер диапазона 2.4 ГГц обеспечивает беспроводную передачу данных на скорости до 2 Мбит/сек. Напряжение питания: 1.8-3.6 В, ток потребляемый на приеме/передаче менее 18.6 мА [3]. В беспроводной сети во время пожара возможно динамическое перестроение маршрутов передачи и приема данных в случае выхода из строя ряда узлов. Каждый узел сети имеет уникальный адрес, поэтому данные передаются адресно.

Проведены исследования опытных экземпляров сенсорных узлов экспериментальной подсистемы измерительного мониторинга, позволяющих устанавливать факт возникновения пожара и определять место возгорания, отслеживать задымленность и температуру, передавать данные на управляющий сервер. Для обнаружения очага возгорания разработаны опытные сенсорные узлы на основе инфракрасных детекторов ИК-излучения с оптическими фильтрами. Определение места возгорания происходит за счет размещения нескольких (не менее двух) таких пространственно-разнесенных датчиков на стене вблизи потолка помещений. На рисунке 6 представлены результаты регистрации сигналов опытных экземпляров 5-ти сегментных ИК-детекторов при измерении ИК-излучения источника-имитатора локального очага возгорания.

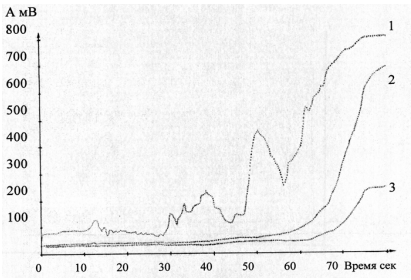

Рисунок 6 — Результаты мониторинга ИК излучения от имитатора очага возгорания.

На графиках регистрации ИК излучения от имитатора локального очага возгорания начало шкалы времени (0 сек.) соответствует моменту включения ИК-излучателя – имитатора очага возгорания. До этого момента 10-разрядным АЦП микроконтроллера ATmega128RFA1 измерялись и передавались через радиоканал для

регистрации на ПК небольшие фоновые и шумовые уровни сигналов, что соответствует дежурному режиму работы экспериментального сегмента ПСИМ. В этом режиме при сравнительно редких циклах измерения накапливается информация о средних значениях фона, шумов и их динамике, для контроля работоспособности узлов ПСИМ, она будет необходима для перехода к активному режиму мониторинга при идентификации чрезвычайной ситуации.

Активный режим мониторинга на графиках рисунка 6 начинается с 0 секунд на шкале времени, при этом измерения АЦП ИК излучения от имитатора очага возгорания и передача микроконтроллером ATmega128RFA1 данных через радиоканал производились уже трижды в секунду. Следовательно, идентификация чрезвычайной ситуации при этом режиме мониторинга может быть реализована за единицы секунд. Из графиков динамики изменения выходных сигналов опытного экземпляра ИК-детектора следует то, что при пороге обнаружения $\pi_{\text{обн.ик}}$ равных 25 мВ, времена задержки обнаружения опасных факторов пожара ($\tau_{\text{обн.ик}}$) этими детекторами-измерителями с начала «возгорания» составляет 1 и 2 секунды соответственно в направлении на имитатор очага возгорания (кривая «1») и в направлениях соседних областей с имитатором очага возгорания (кривые «2», «3»). А при пороге проходимости ($\pi_{\text{прох}}$) = 500 мВ времена блокирования для прохода людей этих участков здания, составят соответственно 62 и 74 секунды соответственно в направлениях «1» и «2».

Начальная стадия имитации пожара (до 50 – 60 секунды) соответствует локальному изотропному полусферическому очагу пламени с радиусом 50 см, с мощностью ИК излучения до 40 кВт и с дальнейшим переходом возгорания в пожар через расширение зоны горения. На этой стадии многократно увеличивается объем информации получаемой при измерениях опасных факторов пожара (от детекторов-измерителей температуры, дыма, ИК и др.) в смежных с очагом возгорания помещениях и коридорах, которые являются критическими из-за возможного блокирования эвакуационных путей. Эти данные передается подсистемой измерительного мониторинга управляющей подсистеме ПСУЭК.

Управляющая подсистема осуществляет прием и обработку информации от подсистемы мониторинга, производит контроль работы всех узлов подсистем, при получении данных от подсистемы мониторинга и при превышении критических значений опасных факторов пожара; осуществляет прогнозирование возникновения блокировки путей эвакуации и помещений зданий опасными факторами пожара, осуществляет расчет и перерасчет путей эвакуации;

передает данные о них в подсистему формирования и передачи информации о направлениях движения людей при эвакуации. Экспериментальный сегмент программно-аппаратного комплекса динамического управления эвакуацией людей был реализован в упрощенном виде (опытном экземпляре) для управления несколькими десятками микропроцессорных узлов. Разработанная модель эвакуации и сопутствующие алгоритмы были реализованы на языке C++ стандарта ISO/IEC 14882:2011. Использовался компилятор GNU/GCC версии 4.9.1. Программа была скомпилирована и протестирована на следующих платформах: x86_64 под управлением ОС Linux/OpenSUSE v13.1, ARMv7 под управлением ОС EmbeddedLinux/RaspbianWheezy. Детальное описание программно-аппаратного комплекса выходит за рамки данной работы [1, 4].

Проведены успешные исследования экспериментального сегмента подсистемы измерительного мониторинга на базе беспроводных сенсорных узлов. Показано, что в новых системах динамического управления эвакуацией на основе измерительного мониторинга могут быть реализованы качественно новые возможности по идентификации чрезвычайной ситуации, связанной с пожаром, раннему обнаружению, локализации пожара, малая вероятность ложного срабатывания; высокая информационная производительность при управлении эвакуацией и высокая надежность работы системы при заданных технико-экономических ограничениях.

Актуальные проблемы введения пожарного мониторинга в России и эффективные подходы к повышению качества и надежности систем пожарной сигнализации выделили ведущие эксперты компаний «Аргус-Спектр», «Болид» и «КОНТУР СБ». Достоверность извещения в первую очередь зависит от методов проверки на истинность. Для этого на первом уровне проверяется сообщение от пожарной сигнализации, так в системах с пороговыми извещателями применяется косвенный перезапрос за счет кратковременного сброса питания. В адресных системах контроль состояния извещателей квазинепрерывный, поэтому можно и перезапросить его состояние, и сделать это при техобслуживании. Второй уровень проверки – проверка истинности сигнала, поступившего с объекта. Она реализуется за счет его передачи сразу по двум каналам связи, например по радиоканалу и проводной сети. Так строятся все зарубежные системы в США (стандарт NFPF 72) и Европе (стандарт EN). В этих системах приоритетным является не радиоканал, а достоверность сообщения и время его доставки [4].

Таким образом, по результатам данной работы показана возможность построения экспериментального сегмента подсистемы измерительного мониторинга, работающей в режиме реального времени на базе микроконтроллеров ATmega128RFA1, к которым подключены многоканальные детекторы опасных факторов пожара. Показаны преимущества реализации измерительного мониторинга опасных факторов пожара, контроля динамики развития пожара и изменений чрезвычайной ситуации при эвакуации людей для повышения уровня пожарной безопасности зданий с массовым пребыванием людей.

Список литературы

1. В.М. Колодкин, Д.В. Варламов, Б.В. Чирков, А.В.Романенко, Г.М.Чигвинцев. Пространственно-распределенный мониторинг опасных факторов пожара на основе микропроцессорных сенсорных узлов системы управления эвакуацией.// Безопасность в техносфере , Ижевск, 2016. №10. С. 17-27.
2. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях: Методические рекомендации М.: ВНИИПО, 2003 С.35.
3. Техническая спецификация ATmega128RFA1. Описание микроконтроллера ATmega128RFA1. (электронный ресурс). – http://www.rtcs.ru/pdf/Atmel/AVR/ATmega128RFA1_S.pdf.
4. Пожарный мониторинг зданий социальных и образовательных учреждений Опубликовано: Журнал «Системы безопасности» #1, 2014 http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/pozharnyy-monitoring-zdaniy-sotsialnyh-i-obrazovatelnyh-uchrezhdeniy.

MEASURING MONITORING OF HAZARDOUS FACTORS OF FIRE AND INFORMATION PARAMETERS OF DYNAMIC EVACUATION CONTROL SYSTEMS.

V.M. Kolodkin, D.V. Varlamov, B.V. Chirkov, A.V. Romanenko, G.M. Chigvintsev.
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1.
e-mail: *Kolodkin@rintd.ru, b.v.chirkov@gmail.com*

An approach to the development of dynamic evacuation management systems is being developed based on continuous measuring monitoring of indoor environment parameters, early detection of ignition and construction of evacuation routes during a fire. The experimental segment of the subsystem for measuring monitoring of environment parameters operating in real time mode based on ATmega128RFA1 microcontrollers is designed, to which multi-channel detectors of dangerous fire factors are connected.

Keywords: measuring monitoring, dangerous factors, fire, system, evacuation control.

УДК 004.942

КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ

Д.Е. Ушаков
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия.
e-mail: *sleepinthewater@gmail.com*

Современные технологии и методы позволяют рассмотреть новые подходы к разработке систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей из здания. Так в статье рассматривается концепция интернета вещей в системах управления эвакуацией, аналоги, а также преимущества и недостатки систем, реализующих концепцию интернета вещей.

Ключевые слова: Интернет вещей, СОУЭ, эвакуация, компьютерное моделирование, микроконтроллеры.

Введение

Важным аспектом в проектировании СОУЭ является своевременное и безошибочное оповещение об опасности в здании. Такие системы должны уметь определять различные типы опасности, уметь оценивать вероятность события ещё задолго до происшествия, исходя из данных среды. А, главное, в системах нового поколения – возможность управления эвакуацией, когда, в рамках ЧС, система может исключить человеческий фактор и полностью взять на себя большую часть необходимых вычислений.

Активное развитие микроконтроллеров, стимулировало разработку нового поколения систем указания путей эвакуации, формирование директив исходя из состояния обстановки внутри здания. Разрабатываемая система базируется на принципах построения СОУЭ пятого типа с применением дополнительных свойств, описанных концепцией Интернета вещей.

Интернет вещей

Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) — методология вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой [1], рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека [2].

Идеология интернета вещей направлена на повышение эффективности за счет автоматизации процессов в различных сферах деятельности и исключения из них человека:

1 автомобильная промышленность – позволяет транслировать информацию как о состоянии автомобиля, так и информацию об окружающей его среде;

2 энергетика – эффективное энергопотребление путем общения между устройствами в режиме реального времени;

3 здравоохранение – носимые устройства контроля состояния больного в реальном времени;

4 умное производство – оптимизация предприятий и повышение безопасности для рабочих;

5 умные дома – безопасный, автономный и экономичный дом, со всеми системами анализа и распознавания хозяина;

6 умные здания – Интернет вещей позволяет решить проблемы повышения расходов на электроэнергию, социально-экологической ответственности и соответствия различным требованиям с помощью подключения, управления и защиты устройств, осуществляющих сбор данных основных систем.

Современные системы

Изучая тему Интернета вещей, необходимо понять масштаб заинтересованности этой темой, её проникновение во все сферы деятельности. Так можно отметить несколько компаний из огромного множества, активно развивающих технологию и представивших на рынок решения концепции Интернета вещей в системах обеспечения безопасности:

1 Компания Intel является одной из крупнейших в индустрии Интернета вещей. Особенностью стала их идея развития платформ для решения в любых сферах. Компания производит микропроцессоры и устройства связи, реализующие стандартные протоколы, чтобы каждый мог использовать в своих системах. Это позволяет развивать технологию, создавать СОУЭ нового поколения, а также расширять созданные на их комплектующих новые датчики [3].

2 Компания Мегафон выпустила на рынок «умный дом», особенностью которого является спектр устройств. В комбинации некоторых датчиков возможно организовать систему оповещения об опасности в доме, но не систему обеспечения и управления эвакуацией [4].

3 Так же реализация концепции интернета вещей представлена в рамках научной деятельности нашей кафедры. Система использует современные микроконтроллеры, что позволяет создавать большие сети сенсоров и оповещателей, подключать их к распределенным вычислительным узлам, а также производить анализ среды, оповещение о ЧС, и производить управление эвакуацией [5]

И это только небольшая часть рассмотренных систем. Однако стоит отметить, что сколько бы хороша ни была идея применения Интернета вещей во всем, а в частности в СОУЭ, нужно рассмотреть её положительные и негативные стороны, что представлено в таблице 1.

Вывод

Интерес к концепции Интернета вещей отмечен лишь в последние несколько лет, но уже сейчас технология позволят создавать системы способные концептуально решить проблемы текущих СОУЭ. Необходимо обеспечить развитие нашей системы для подготовки её к масштабным тестам, что позволит сказать о рентабельности идеи в рамках концепции Интернета вещей, применимых к СОУЭ в зданиях с большим скоплением людей.

Таблица 1 — Сравнительный анализ текущих систем и систем с концепцией Интернета вещей

Сравнительная характеристика	Текущие системы обеспечения управления эвакуации	Системы с применением концепции IoT
Соответствие принципам построения СОУЭ разных типов	Созданы и эксплуатируются системы вплоть до систем пятого типа.	Создаются системы всех типов, а также системы много шире.
Отказоустойчивость	Основной проблемой такой системы является деструктивное воздействие ЧС на саму систему, в частности, на провода. А также энергопотребление узлов с сенсорами.	Современные микропроцессоры позволяют создавать устройства энергоэффективные. Беспроводная связь меньше подвержена воздействию сопутствующих ЧС факторов.
Безопасность	Централизованный блок управления может стать причиной выхода из строя всей системы. Маловероятны воздействия на систему человека в процессе эвакуации.	Безопасность систем с концепцией Интернета вещей до сих пор остается объектом для обсуждения [6]. Но шифрование и закрытость протоколов уменьшают риск стороннего воздействия.
Простота разработки	Сложность заключается в проектировании отдельной системы под конкретное здание.	Разработка платформы занимает длительное время, однако однажды разработанная система проста в масштабировании на любой объект с различными характеристиками
Простота установки и обслуживания	Монтаж специалистов под каждое здание с сопроводительными документами и планами требует ежегодной проверки, что повышает риск несвоевременного обслуживания системы	Монтаж может производится исходя из указаний в приложении любым пользователем. Способна проводить анализ системы в реальном времени и своевременно предупредить о неполадке. Энергоэффективные устройства нуждаются в замене батареи 1 раз в несколько лет
Функциональные особенности	Центральный пульт, перечень сенсоров и указателей	Распределенная сеть сенсоров и указателей. Каждый узел способен производить вычисления и давать оценку текущей ситуации. Свободная масштабируемость и заменяемость

Список литературы

1. Internet Of Things. Gartner IT glossary.— «The Internet of Things is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment», Gartner. — 2012.
2. Интернет вещей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей, свободный (20.04.2017).
3. Интернет вещей компании Intel. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.intel.ru/content/www/ru/ru/internet-of-things/overview.html , свободный (20.04.2017).
4. Life Control – Умный дом компании Мегафон. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://lifecontrol.ru, свободный (20.04.2017).
5. Система управления эвакуации людей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://eesystem.ru, свободный (20.04.2017).
6. Соколов М.Н., Смолянинова К.А., Якушина Н.А. Проблемы безопасности интернет вещей: обзор // Вопросы кибербезопасности : журнал. — 2015. — № 5(13). — С. 34.

CONCEPT OF INTERNET OF THINGS IN EVACUATION CONTROL SYSTEMS

Danil Evgenyevich Ushakov
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *sleepinthewater@gmail.com*

Modern technologies and methods allow us to consider new approaches to the development alert and evacuation management systems (AEMS) of people from the building. So in the article the possibility of the IoT in evacuation management systems, similar and similar advantages and disadvantages of systems realizing the concept of the IoT is considered.

Keywords: Internet of Thing, Alert and Evacuation Management Systems, Evacuation, Microcontrollers.

УДК 614.84, 681.51

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСТРЕННОЙ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ[1]

Б.В. Чирков
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *b.v.chirkov@gmail.com*

Рассматриваются способы и системы оповещения и управления эвакуацией из здания и их недостатки. Рассмотрены факторы, влияющие на безопасность маршрутов движения в здании. Представлена концепция решения отсутствие управления эвакуацией – система адаптивного управления экстренной эвакуацией людей из здания.

Ключевые слова: эвакуация, управление эвакуацией, системы оповещения, проходимость помещения, проектирование путей.

Проблемы экстренной эвакуации из зданий с массовым пребыванием людей всегда были в центре внимания. Под эвакуацией людей при пожаре следует понимать вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара (ГОСТ 12.1.033-81).

Проблемы обострились с появлением сложных и динамических (торговые и выставочные павильоны, которые меняют внутреннюю планировку) планировочных решений в зданиях. В таких зданиях люди, зачастую, плохо ориентируются. Особенно в условиях чрезвычайных ситуаций, когда выбор маршрута до эвакуационного выхода не является очевидным. Часто выбор приходится на ближайший или хорошо знакомый выход [1]. Треть эвакуирующихся руководствуются указаниями технического персонала здания.

Но маршрут до эвакуационного выхода, на котором значения опасных факторов пожара не достигло критических значений, может проходить через другие уровни (этажи) здания. Этот маршрут необходимо выделить из множества безопасных и сообщить эвакуирующимся во время экстренной эвакуации из здания. Кроме того, необходимо учитывать состояние людей, оказавшихся в экстремальных условиях, с точки зрения возможности восприятия

[1]Работа выполнена в рамках гранта «Научный потенциал» (конкурс научно-исследовательских работ (грантов) молодых ученых, преподавателей и аспирантов УдГУ, финансируемых из собственных средств Университета («Научный потенциал»), посвященный 85-летнему юбилею УдГУ, 17.05.16-17.11.16 г)

ими информации о путях до эвакуационных выходов, поэтому информация должна быть доступной для восприятия.

Указатели эвакуационных путей с неизменяемым смысловым значением (статические), обычно присутствующие в каждом здании с массовым пребыванием людей, во многих случаях показывают не самые оптимальные, а порой даже некорректные направления движения эвакуирующимся в условиях развивающегося пожара. Это связано с тем, что указатели эвакуационных путей с неизменным смысловым значением (статические) предполагают определенный сценарий пожара. Отклонения от заданного сценария пожара, например, место очага возгорания в другом помещении, могут привести к невозможности эвакуации по заданным маршрутам. Очевидно, что некорректное указание путей эвакуации не способствует сохранению жизни и здоровья людей, оказавшихся в горящем здании. Причиной тому является блокирование путей эвакуации продуктами горения или большого скопления людей. Во время эвакуации из-за быстрого развития чрезвычайной ситуации многие пути, ведущие в безопасные зоны, зачастую оказываются непроходимыми из-за пожара и его продуктов горения. Об альтернативных, еще проходимых, путях люди в здании могут не знать. Это показывает, что существует проблема определения путей до эвакуационного выхода в обход непроходимых помещений. Ее решение могло бы повысить уровень пожарной безопасности людей в здании.

Системы управления эвакуацией при пожаре

На текущий момент одним и средств обеспечения безопасности людей в здании является система оповещения и управления эвакуацией. Согласно статье 5 Федерального закона № 123 от 22.07.2008 (ред. от 03.07.2016) каждый объект защиты (здание) должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, которая в свою очередь включает в себя систему оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ). В соответствие с Российскими нормами пожарной безопасности, СОУЭ – это «комплекс организационных мероприятий и технических средств для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара и (или) необходимости и путях эвакуации».

Нормами пожарной безопасности № 104-03 от 30.06.2003 определено 5 типов систем оповещения и управления эвакуацией людей из здания при пожаре и требования по их применению. Все они отличаются характеристиками. Наименее оснащенной является

система первого типа. В системах возможны вариации, которые зависят от зданий.

В работе [2] автор показывает недостатки существующих СОУЭ с точки зрения управления и отмечает главный: «после команды на начало эвакуации управление процессами эвакуации прекращается». Несмотря на то, что с момента публикации данной работы прошло около десяти лет, некоторые проблемы не были решены.

Необходимо отметить, что существующие системы в большей степени выполняют функцию оповещения, чем управления. Например, обычно в системах оповещения и управления эвакуацией (с первого по четвертый типы) применяются статические световые указатели направления движения, которые неспособны подстраиваться к меняющимся условиям пожара в здании. Лишь СОУЭ пятого типа предусматривают световые указатели с изменяющимся смысловым значением. Возможно, это связано со значительным удорожанием СОУЭ при расширении их функциональных возможностей. Эти недостатки обусловили направления по совершенствованию и созданию новых систем оповещения и управления эвакуацией.

Так в работе [3] автор предлагает установить на локальные сервера организации дополнительное программное обеспечение (ПО), которое имеет разрешение на управление компьютерами сотрудников. Данное программное обеспечение сопряжено с установленной в здании СОУЭ. В случае возникновения пожара в здании сотрудникам направляются управляющие команды на компьютеры. Направленные команды ориентируют сотрудников на завершение текущих работ. По мнению автора, данный подход позволит уменьшить временной интервал до начала эвакуации. В работе предлагается решение задачи управления временем начала эвакуации и не рассматривается управление эвакуацией в процессе развития.

Многие системы сегодня развиваются в направлении повышения возможностей звукового оповещения. Совершенствование СОУЭ за счет улучшения звукового оповещения предложено в работе [4]. Автор описывает систему, в которой источник звука работает как средство указания направления, за счет изменения громкости.

Вместе с тем необходимо улучшение системы и в части управления эвакуацией.

В работах [5, 6] авторы предлагают решение, которое призвано помочь ответственному за эвакуацию должностному лицу принять

решение о направлении эвакуации людей. В данном случае могут применяться световые указатели с изменяющимся смысловым значением как Молния-12 SMART, КРИСТАЛЛ-12 ДИН1/ДИН2 Д, МИНИ-12 ДИН1. Кроме того, проектируются более универсальные устройства [7, 8] которые предназначены для интеллектуальных систем. Авторы данных систем предполагают, что здание оборудовано системами видеонаблюдения, адресными пожарными извещателями и прочими устройствами, которые позволяют следить за ситуацией в здании, а система поддержки принятия решения, оперируя этими данными, помогает определить путь эвакуации, который позволит повысить вероятность успешной эвакуации.

Подход расширения СОУЭ системой поддержки принятия решения не требует разработки и создания дополнительных устройств, а только разработку математического аппарата и программного обеспечения на его основе.

Далее следует выделить подход, который существенно отличается от описанных выше – создание автоматизированных систем. Это направление наименее развито, потому что требует много материальных, людских и временных затрат. Несмотря на это следует отметить упоминание описания такой системы автором в работе [9]. В работе изложена идея, без указания деталей реализации и работы системы.

Авторы Tatiana Tabirca, Kenneth N. Brown и Cormac J. Sreenan в своей работе [10] представляют динамическую модель для эвакуации при пожаре, основанную на сети распределенных сенсоров. Рассмотренная модель представляет собой два графа, где узлами являются сенсоры, расположенные в ключевых местах топографического плана здания, связанные ребрами, имеющими вес. Первый граф представляет топологические или навигационные веса, зависящие от времени прохождения человека из одной точки в другую. Второй граф представляет веса пожарной опасности, динамически меняющейся величины, зависящей от параметров, полученных с сенсоров. Вся модель начинает расчеты со статических графов, которые впоследствии меняют свои веса от 0 до ∞, тем самым определяя кратчайшие пути по графу.

Работа авторов Pradeep Ramuhalli и Subir Biswas [11] описывает сеть распределенных датчиков, основными задачами которых является обработка событий, входящих в список чрезвычайных ситуаций для данного здания, и дальнейшее управление эвакуацией людей в случае наступления таких событий (пожар, землетрясение, химическое и биологическое заражение). Сеть распределенных датчиков проводит анализ параметров окружающей среды в здании:

дым, температуру, влажность, вибрации, и на основе результатов распределенных вычислений и данных о распределении людей производит управление эвакуацией людей при помощи аудиовизуальных индикаторов, включенных в систему автоматической эвакуации людей.

Практическое применение получила система светового оповещения Нить Ариадны [12]. Она показывает заранее сформированные эвакуационные пути при помощи светодиодных указателей. В работах [13,14] представлены системы указания путей световыми лентами, которые располагаются на стенах у пола. Так же практическое применение получила система – MILS [15]. Она включает набор сенсорных датчиков, распределенных по объекту (сооружению), и набор светодиодных направляющих лент. Особенностью системы является возможность работы в двух режимах: статическом – все маршруты заранее спроектированы, и динамическом – информация о маршрутах поступает из управляющего центра. Сложностью применения системы является необходимость конкретизации условий выбора маршрута эвакуации для данного объекта.

Следует, так же отметить внутриобъектовую радиосистему «Стрелец» [16] компании «Аргус-Спектр». Система использует радиоканал для обмена информацией между элементами системы. Система представляет собой распределенную радиосеть, узлами которой являются приемно-контрольные устройства. Каждый узел вместе с дочерними устройствами формирует микросоту. Топология микросоты – «звезда». В состав микросоты входят различные элементы: извещатели пожарные, охранные, технологические, исполнительные и др. В рамках микросоты элементы общаются только с приемно-контрольным прибором. Система не обладает функцией изменения путей эвакуации в зависимости от развивающейся пожарной ситуации и пути.

В работах Шихалева Д. В. и Хабибулина Р. Ш. [17–21], при управлении эвакуацией учитываются результаты математического моделирования. При этом, направление движения определяется из условия минимума функционала, зависящего от показателей плотности людей на участке эвакуации и отношения значений опасных факторов пожара к их критическим значениям. В своих работах авторы используют результаты моделирования процесса движения людей в программе JuPedSim [22].

В работе [23] авторы предлагают адаптивную систему поддержки принятия решений для эвакуации из здания. Рассмотренная система состоит из ряда узлов решений, расположенных внутри здания. Их задача заключается в определении безопасного

маршрута эвакуации. В системе имеются узлы, которые собирают информацию о наличии дыма, либо открытого горения на путях эвакуации и передают ее на узлы решений. Исследование процесса эвакуации с учетом применения предлагаемой системы путем моделирования показали, что общий результат эвакуации повышается (уменьшение времени эвакуации).

Главный недостаток систем поддержки принятия решений – отсутствие режима автоматического выбора пути.

Отметим, что в настоящее время в России не представлены СОУЭ, возможности которых допускают адаптивное управление эвакуацией посредством использования динамических оповещателей в горящем здании в режиме реального времени.

Постановка задачи по проектированию и указанию путей эвакуации из горящего здания в режиме реального времени

Проектирование и указание путей эвакуации людей из горящего здания в режиме реального времени предполагает постоянный мониторинг состояния среды в помещениях здания. В первую очередь контролируются значения продуктов горения при пожаре в здании. В таблице 1 представлены продукты горения и их значения при отсутствии пожара и критические значения для человека при пожаре в здании.

На основе анализа информации в автоматическом режиме прогнозируется возможность пребывания людей в помещениях (зонах) здания в данный момент времени. Для здания формируется так называемая функция распределения проходимости. Функция проходимости для человека в каждом элементе здания может изменяться от 1 (полная проходимость) до 0 (полная непроходимость). Анализ функции проходимости по помещениям здания (или по частям помещений – зонам) позволяет выделить помещения (или зоны внутри помещений), которые в условиях пожара становятся непроходимыми для людей.

Выделены две группы продуктов горения при пожаре в здании (таблица 1). В первую группу входят показатели, значение которых в основном возрастает при возникновении пожара: температура, тепловой поток, содержание углекислого и угарного газов, хлористого водорода. Во вторую группу попали показатели, значения которых в основном убывают при возникновении пожара: предельная дальность видимости, содержание кислорода в воздухе.

Таблица 1 — Продукты горения и их фоновые и предельные значения для человека.

	Фактор пожара	Фоновое значение	Критические значения	Размерность
1	Диоксид углерода (углекислый газ, CO2)	$1.46 \cdot 10^{-3}$	0.11	кг/м^3
2	Оксид,углерода (угарный газ, CO)	$0.02 \cdot 10^{-3}$	$1.16 \cdot 10^{-3}$	кг/м^3
3	Хлористый водород (хлороводород, HCl)	0	$23 \cdot 10^{-6}$	кг/м^3
4	Предельная видимость в дыму	100	20	м
5	Интенсивность теплового излучения	0.1	1.4	кВт/м^2
6	Температура	20	70	^{o}C
7	Снижение концентрации кислорода	21	15 и менее	% об.

Примечания:

п. п. 1-4 – ГОСТ 12.1.004-91. «Пожарная безопасность. Общие требования».

п. 5 – ГОСТ Р 12.3.047-98. «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».

6, 7 – [24].

Положим, ξ_i – значение i го фактора пожара, ξ_i^j – критическое значение i-го фактора пожара из j-ой группы, C_i – фоновое значение i-го фактора пожара. Тогда функцию проходимости p_i^j, в зависимости от значений факторов пожара в помещении, можно аппроксимировать:

для значений первой группы

$p_i^1 = 1 - \frac{\xi_i - C_i}{\xi_i^1 - C_i}$,

для значений второй группы

$p_i^2 = \frac{\xi_i - C_i}{\xi_i^2 - C_i} - 1$.

В случае возникновения чрезвычайной ситуации для проектирования путей эвакуации необходима информация о распределении людей по помещениям (зонам) здания. Эта информация должна формироваться по результатам анализа видеопотоков в зонах здания (данный способ позволяет определить количество людей в зоне видимости устройства с высокой точностью). Однако, существенное возрастание стоимости соответствующего программного обеспечения и аппаратных средств для обработки видеопотоков, обусловили, на данном этапе, использование результатов математического моделирования движения людских потоков. При моделировании используются экспериментально установленные за-

кономерности движения людских потоков [25]. Предполагается, что в дальнейшем плотность людей в помещениях (зонах) здания будет корректироваться с учетом автоматического анализа потоков людей, проходящих через выделенные сечения здания.

На основе информации о функции распределения проходимости и распределении людей в каждом из помещений здания, формируются команды управления, которые доводятся до людей посредством специализированных световых и голосовых оповещателей. Математическая модель движения людских потоков построена так, чтобы обеспечить минимальное время достижения людьми выходов из любого помещения здания по безопасным путям [26], то есть из всего множества возможных путей эвакуации всегда выбираются такие пути, которые приводят к минимуму функционала времени эвакуации.

Заключение

Из анализа требований по пожарной безопасности зданий с массовым пребыванием людей следует важная роль систем оповещения и управления эвакуацией, так как часто только использование систем четвертого или пятого типа обеспечивает выполнение требований по пожарной безопасности.

Отмечено, что существующие системы в большей степени выполняют функцию оповещения, чем управления.

Системы поддержки принятия решения, использующие мониторинг распространения продуктов горения при пожаре в здании и имеющие возможность проектировать пути эвакуации, отвечающие требованию безопасности, имеют недостаток – отсутствие режима автоматического выбора пути.

Условия успешной эвакуации фактически означают, что при любом сценарии пожара из помещений в здании люди должны эвакуироваться ранее, чем пути эвакуации будут заблокированы опасными факторами пожара. Необходимо, чтобы общее время эвакуации для каждого помещения с начала пожара до момента обнаружения факта возгорания было меньше, чем время блокирования данного помещения вследствие превышения допустимых значений продуктов горения. В этом случае все люди успевают покинуть здание. Необходимость повышения вероятности эвакуации и поиска эксплуатационных ограничений для общественных зданий, с точки зрения обеспечения пожарной безопасности людей, требует создания системы адаптивного управления экстренной эвакуацией. Система должна проектировать безопасные и минимальные по

временным затратам пути до эвакуационных выходов, учитывая распределение людей в здании.

Список литературы

1. Шильдс Дж. Т., Бойс К. Е., Самошин Д. А. Исследование эвакуации из торговых комплексов // Пожаровзрывобезопасность, № 2, 2002, С. 57-66.
2. Пинаев А., Кулешов Д., Альшевский М. СОУЭ. А они управляют? // Алгоритм безопасности № 1. 2007. С. 16-18.
3. Шархун С.В. Средства оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на основе сетевых технологий // Пожаровзрывобезопасность № 2 (22), 2013, С. 60-62.
4. Бон С. Новейшие технологии в системах эвакуации. Возможности определения пути эвакуации по аудиосигналу // Системы безопасности № 6 (72), 2006. С. 134-140.
5. Валеев С.С., Кондратьева Н.В., Янгирова А.Ф. Иерархическая система поддержки принятия решении при эвакуации людей из здания в критических ситуациях // Вестник УГАТУ № 1. Т. 18. 2014. С. 161-166.
6. Шихалев Д.В. Информационно-аналитическая поддержка управления эвакуацией при пожаре в торговых центрах // Диссертация, 2015.
7. Хабибулин Р.Ш., Шихалев Д.В. Электронный динамический указатель путей эвакуации при пожаре в зданиях с массовым пребыванием людей // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. № 1 (41). 2012. 5 с.
8. Ваштиев В.К. Беспроводной указатель путей эвакуации в здании при пожаре // Безопасность в техносфере. – Ижевск. – № 10. – 2016. – С. 44-47.
9. Несиоловский А.И. Прототип динамической интеллектуальной системы планирования эвакуации из здания при чрезвычайных происшествиях // Научная сессия НИЯУ МИФИ – 2012. Аннотации докладов. Проблемы фундаментальной науки. Стратегические информационные технологии. М. : НИЯУ МИФИ. – 2012. – Т. 2. – 388 с.
10. Tabirca T., Brown K.N., Sreenan C.J. A Dynamic Model for Fire Emergency Evacuation Based on Wireless Sensor Networks //ISPDC. – 2009. – С. 29-36.

11. Ramuhalli P., Biswas S. Managed traffic evacuation using distributed sensor processing //Nondestructive Evaulation for Health Monitoring and Diagnostics. – International Society for Optics and Photonics, 2005. – С. 48-58.

12. Толкачев М. И., Чалдаева Е. И., Романцов И. И. Актуальность эффективного оповещения о возникновении чрезвычайной ситуации в образовательных учреждениях с применением программно–аппаратного комплекса «Стрелец — мониторинг» // Неразрушающий контроль. — 2014 — Т. 2. — С. 240–242.

13. Peterson J. W. Emergency lighting system and method : пат. 7255454 США. — 2007.

14. Hutchison J. R., Yamazaki M. Emergency lighting system : пат. 7800511 США. — 2010.

15. MILS® Intelligent Guidingand Emergency Lighting Systems. URL: http://www.marimils.com/ (дата обращения: 02.03.2017).

16. Радиосистема внутриобъектовой охранно-пожарной сигнализации «Стрелец». ППКОП 01040510119–16/256–1. Руководство по эксплуатации. Версия 1.2. 2010 г.

17. Шихалев Д. В. О структуре и функциях системы управления эвакуацией людей при пожарах // Технологии техносферной безопасности : Интернет–журнал. — 2014. — Вып. 4 (56). URL: http://ipb.mos.ru/ttb (дата обращения 03.02.2017).

18. Шихалев Д. В., Хабибулин Р. Ш. Определение направления безопасной эвакуации при пожаре с применением оптимизационных алгоритмов теории графов // Проблемы техносферной безопасности. М. : Академия ГПС МЧС России — 2013. — С. 113.

19. Шихалев Д. В., Хабибулин Р. Ш. Системы управления эвакуацией в зданиях торгово–развлекательных центров // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22. — № 6. – С. 61–65.

20. Шихалев Д. В., Хабибулин Р. Ш. Математическая модель определения направления безопасной эвакуации людей при пожаре // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — № 4. — С. 51–60.

21. Shikhalev D. V., Khabibulin R. Sh., Armel Ulrich Kemloh Wagoum. Development of a safest routing algorithm for evacuation simulation in case of fire // Proceedings of the 6th International Conference on Agents and Artifical Intelligence. — LoireValley, France, 2014. — С. 685—690. DOI: 10.5220/0004919706850690.

22. Jülich pedestrian simulator. About. URL: http://www.jupedsim.org/2016-11-01-introduction.html (дата обращения 04.03.2017). DOI: 10.5281/zenodo.160168
23. Filippoupolitis, A. A Distributed Decision Support System for BuildingEvacuation / A. Filippoupolitis, E. Gelenbe // Proceedings of the 2nd conference on Human System Interactions. IEEE Press Piscataway. 2009. – pp.
24. Грушевский Б. В., Котов Н. Л., Сидорук В. И. и др. Пожарная профилактика в строительстве: Учебник для пожарно-технических училищ. – М. : Стройиздат. 1989. – 368 с.
25. Холщевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов: дис. д-ра техн. наук. – М., 1983.
26. Колодкин В. М., Чирков Б. В., Ваштиев В. К. Модель движения людских потоков для управления эвакуацией при пожаре в здании // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. — 2015. — Т. 25. — Вып. 3. — С. 430–438.

PROBLEMS OF MANAGING EMERGENCY EVACUATION OF PEOPLE FROM BUILDING IN THE CASE OF FIRE AND THE WAYS OF THEIR SOLUTIONS

Chirkov Boris Vladimirovich
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *b.v.chirkov@gmail.com*

Discusses the methods and systems of notification and management of evacuation of the building and their shortcomings. Examines the factors influencing the safety of traffic routes in the building. The concept of decision no evacuation control – adaptive control system of emergency evacuation of people from buildings.

Keywords: evacuation, evacuation management, warning systems, patency of premises, design of roads.

УДК 614.84, 681.51

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСТРЕННОЙ ЭВАКУАЦИЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ[1]

Б.В. Чирков
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *b.v.chirkov@gmail.com*

Представлено исследование системы адаптивного управления экстренной эвакуацией, и количественная оценка ее эффективности. Оценка эффективности системы адаптивного управления экстренной эвакуации проводилась на модели сегмента здания путем моделирования движения людских потоков с применением результатов моделирования развития опасных факторов пожара.

Ключевые слова: эвакуация, управление эвакуацией, оценка эффективности, пожарный риск.

Введение

Для анализа показателей эффективности системы и исследования динамики ее функционирования используется метод моделирования на электронной вычислительной машине. Определены инструменты, которые использованы для имитирования реальных процессов – распространение продуктов горения при пожаре и движение людских потоков в здании.

Исходя из моделируемых процессов, определим изменение каких параметров здания влияет на эффективность системы управления:

1. изменение количества людей в здании;
2. изменение интенсивности тепловыделения при пожаре.

[1]Работа выполнена в рамках гранта «Научный потенциал» (конкурс научно-исследовательских работ (грантов) молодых ученых, преподавателей и аспирантов УдГУ, финансируемых из собственных средств Университета («Научный потенциал»), посвященный 85-летнему юбилею УдГУ, 17.05.16-17.11.16 г)

Количественная оценка эффективности системы адаптивного управления экстренной эвакуацией из здания при пожаре

Оценка эффективности системы адаптивного управления экстренной эвакуации проводилась на модели сегмента здания, схема первого этажа которого представлена на рисунке 1. Здание, общей площадью 2154 м^2, состоит из трех этажей, связанных двумя лестничными пролетами, и имеет три эвакуационных выхода. Проемы, отвечающие эвакуационным выходам помечены буквами a, c, d. Коридоры на этажах разбиты на несколько зон, обеспечивая топологическую связность при построении путей эвакуации. Первоначально в здании находится 204 человека.

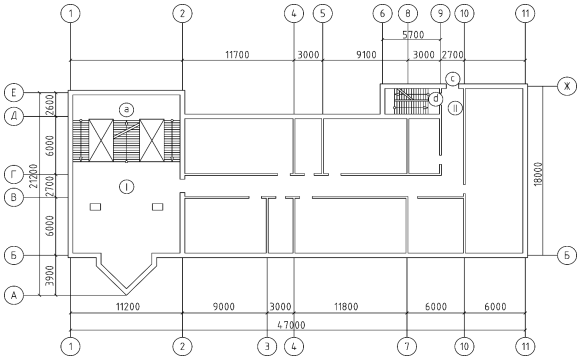

Рисунок 1 — План первого этажа сегмента здания.
Цифрами обозначены места очагов пожаров.

Предварительно определенные сценарии исследовались с использованием программы FDS [1]. Анализу подлежали временные интервалы блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара. При анализе удалось выделить сценарии, при которых начинаются проблемы эвакуации при распространении продуктов горения. Проблемы эвакуации возникают только в случае расположения очагов возгорания в помещениях 1 и 2. Математическое ожидание времени блокирования помещений составляет 63.0 и 73.8 с. соответственно. Отметим, что сценарии с возгоранием в других помещениях здания практически не сказываются на динамике эвакуации.

Моделирование процесса эвакуации людей проводилось в двух режимах: отсутствие пожара в здании и пожар в соответствии со сценарием. В первом случае люди покидали здание по

путям эвакуации, которые обеспечивали минимальное время освобождения здания в предположении, что указатели движения людских потоков не меняются во времени. Это режим, когда система оповещения и управления эвакуацией не поддерживает режим адаптивного управления. Во втором случае пути эвакуации изменяются в зависимости от сценария распространения продуктов горения при пожаре в здании.

Предполагалось, что если помещение блокируется опасными факторами пожара, то люди имеют возможность покинуть данное помещение, но не имеют возможности войти в него. Пути эвакуации, спроектированные системой адаптивного управления, отвечают условию безопасности и минимальности времени освобождения здания.

В каждом случае контролировалось количество людей, прошедших через каждый дверной проем. Но основу для дальнейших исследований составили проемы, ведущие в безопасную зону, т. е. эвакуационные выходы. Именно они пропускают весь поток людей.

По причине того, что время начала эвакуации зависит от многих факторов и может сильно варьироваться, для оценки эффективности системы эта величина равняется времени начала пожара.

Рисунок 2 демонстрирует динамику освобождения здания людьми в отсутствии пожара и при возгорании в помещении 1. До момента блокирования помещения 1 продуктами горения графики на рисунке 2 совпадают. С момента блокирования происходит перераспределение людских потоков через безопасные помещения. Из графиков следует, что при использовании системы адаптивного управления время освобождения здания несколько увеличивается, но все люди покидают здание. Подобная динамика наблюдается и при блокировании помещения 2.

Эффективность системы адаптивного управления иллюстрируется графиками, представленными на рисунке 3. В соответствии с графиками 1 рисунка 3 для верхней оценки предотвращенного ущерба (математическое ожидание максимального количества спасенных людей при пожаре в помещении), обусловленного применением системы адаптивного управления эвакуацией, имеем значение 43.4 чел. При блокировании помещения 1 система адаптивного управления эвакуацией перераспределила людей по другим путям эвакуации, тем самым предотвратила их гибель. Уменьшение количества людей через соответствующий эвакуационный выход в условиях пожара отражает эффективность системы адаптивного

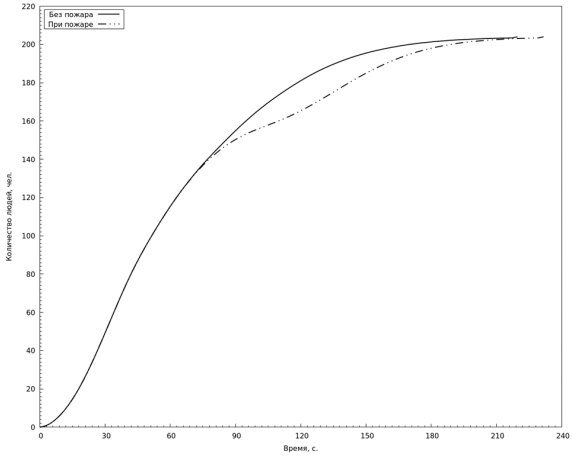

Рисунок 2 — Динамика выхода людей из здания при возгорании по сценарию 1.

управления экстренной эвакуации. При пожаре в помещении 2 эффект не столь значителен.

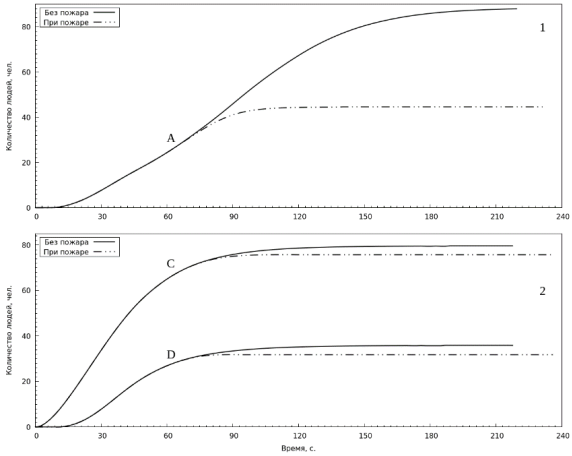

Рисунок 3 — Зависимость количества людей от времени: 1 – вышедших через эвакуационный выход A при возгорании по сценарию 1; 2 – вышедших через эвакуационные выходы C и D при пожаре по сценарию 2.

На рисунке 4 представлены графики, которые демонстрируют предотвращенный ущерб при количестве человек в здании – 500 чел. Предотвращенный ущерб в этом случае достигает значения 120 чел. Это показывает, что эффективность системы адаптивного управления растет с увеличением количества людей в здании.

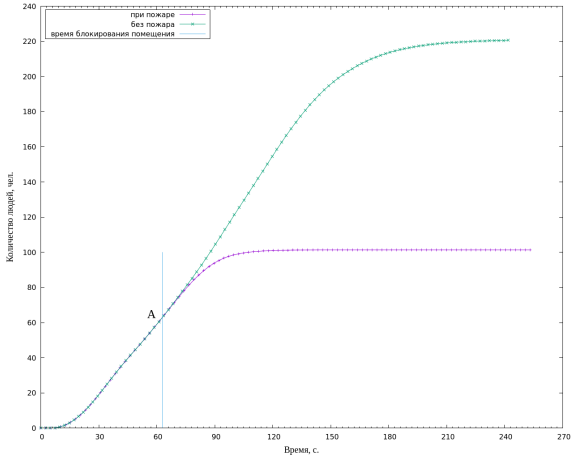

Рисунок 4 — Зависимость количества людей от времени, вышедших через эвакуационный выход А при возгорании по сценарию 1 при количестве человек в здании 500.

Результаты моделирования показывают, что время эвакуации увеличивается при блокировании помещений здания продуктами горения. Увеличение времени эвакуации обусловлено тем, что маршруты эвакуации, построенные с использованием модели движения людских потоков в условиях пожара, проектируются в обход помещений, где значения опасных факторов пожара превышают допустимые значения. Однако, несмотря на увеличение времени эвакуации, использование системы адаптивного управления экстренной эвакуацией людей из здания при пожаре позволяет обеспечить эвакуацию всех людей из горящего здания. Эффективность системы управления эвакуацией с учетом частоты возгорания в помещениях 1 и 2, можно оценить через величину группового риска R для людей, находящихся в здании:

$R = Q \cdot \sum_k Q_k \cdot \Delta N_k,$

где Q – частота пожара в здании; Q_k– относительная частота k-го сценария; ΔN_k –математическое ожидание количества погибших при k-ом сценарии.

Положим, что частота возникновения пожара в здании $Q = 1.16 \cdot 10^{-2}$ год$^{-1}$ (частота пожара в общественном здании). Частота реализации пожароопасных ситуаций определяется частотой возникновения пожара в здании в течение года. Порядок определения частоты возникновения пожара в здании приведен в [2]. Учитывая площадь зоны, заблокированной продуктами горения при пожаре, для относительной частоты сценария пожара в помещении 1, имеем оценку $6.44 \cdot 10^{-4}$ год$^{-1}$. Для относительной частоты сценария пожара в помещении 2 оценка – $1 \cdot 10^{-4}$ год$^{-1}$. Величина группового риска без применения системы адаптивного управления: $R = 1.16 \cdot 10^{-2} \cdot (6.44 \cdot 10^{-4} \cdot 43.4 + 1 \cdot 10^{-4} \cdot (3.8 + 4)) = 3.33 \cdot 10^{-4}$чел./год$^{-1}$.

При использовании системы адаптивного управления величина группового риска обращается в ноль, так как жертв удается избежать.

Таким образом, для данного случая система адаптивного управления эвакуацией обуславливает уменьшение величины группового риска для людей, находящихся в здании от $3.33 \cdot 10^{-4}$ чел./год$^{-1}$ до нуля.

Количественная оценка эффективности системы адаптивного управления экстренной эвакуацией из здания при изменения интенсивности тепловыделения при пожаре

Интенсивность тепловыделения при пожаре зависит от пожарной нагрузки помещения. Поэтому для исследования влияния данной величины на эффективность системы проведены эксперименты по моделированию пожара с различной пожарной нагрузкой.

Места очагов возгорания по сценариям 1 и 2 остались неизменны. В рамках данного исследования изменялась интенсивность тепловыделения через пожарную нагрузку, т. е. изменение количества кресел. Из совокупности экспериментов выделены результаты, которые получены при уменьшении интенсивности тепловыделения и увеличении на 25 %. При этом значения блокирования помещений продуктами горения по сценариям 1 и 2 получились следующие: при уменьшении – 81 с. и 71 с., при увеличении – 54 с. и 47 с.

В таблице 1 представлены результаты расчетов предотвращенного ущерба и группового риска. Из таблицы следует, что эффективность системы увеличивается при увеличении интенсивности тепловыделения очага пожара, а соответственно на эффективность влияет пожарная нагрузка помещений.

Таблица 1 — Показания эффективности системы адаптивного управления экстренной эвакуацией при изменении интенсивности тепловыделения очага при пожаре.

Изменение интенсивности тепловыделения очага, %	Предотвращенный ущерб при сценарии 1, чел.	Предотвращенный ущерб при сценарии 2, чел.	Групповой риск, чел./год$^{-1}$
-25	35.2	5.6	$2.69 \cdot 10^{-4}$
0	43.3	7.8	$3.33 \cdot 10^{-4}$
+25	61.9	21.9	$4.88 \cdot 10^{-4}$

Заключение

Определены факторы, влияющие на эффективность системы адаптивного управления экстренной эвакуацией людей из здания при пожаре:

- количество людей в здании;
- интенсивность тепловыделения при пожаре.

Для анализа показателей эффективности системы и исследования динамики ее функционирования использован метод моделирования на электронной вычислительной машине. В качестве процессов, которые промоделированы, взяты распространение продуктов горения при пожаре и движение людских потоков в здании.

Анализу подлежали временные интервалы блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара. При анализе удалось выделить сценарии, при которых начинаются проблемы эвакуации при распространении продуктов горения. Проблемы эвакуации возникают только в случае расположения очагов возгорания в помещениях возле эвакуационных выходов.

Система адаптивного управления эвакуацией проектирует пути, которые являются безопасными и минимальными по времени.

Эффективность системы управления эвакуацией с учетом частоты возгорания в помещениях возле эвакуационных выходов, можно оценить через величину группового риска для людей.

Для рассмотренного сегмента здания система адаптивного управления эвакуацией обуславливает уменьшение величины группового риска для людей, находящихся в здании от $3.33 \cdot 10^{-4}$ чел./год$^{-1}$ до нуля, а максимальный предотвращенный ущерб составляет 43.3 чел.

Отмечено, что эффективность системы увеличивается при увеличении интенсивности тепловыделения очага пожара, а соответственно на эффективность влияет величина пожарной нагрузки помещения. Рост эффективности так же наблюдется при увеличении количества людей в здании.

Список литературы

1. Fire Dynamic Simulator — FDS. URL: http://fire.nist.gov/fds/ (дата обращения: 01.03.2017).
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: утв. приказом МЧС России от 30.06.2009 г. № 382: зарегистрировано в Минюсте России 6.08.2009 г. № 14486 (в ред. приказа МЧС России от 12.12.2011 № 749). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Study of the adaptive emergency evacuation management system from the building in case of fire

Chirkov Boris Vladimirovich
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *b.v.chirkov@gmail.com*

A study of the system of adaptive management of emergency evacuation is presented, and a quantitative assessment of its effectiveness. The effectiveness of the adaptive emergency evacuation control system was evaluated on the model of the building segment by modeling the flow of human flows using the results of modeling the development of dangerous fire factors.

Keywords: evacuation, evacuation management, performance evaluation, fire risk.

УДК 004.942

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Д.Е. Ушаков, О.И. Харина
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия.
e-mail: *sleepinthewater@gmail.com,10092@mail.ru*

В статье рассмотрена интеллектуальная система обеспечения пожарной безопасности, представленная программно-аппаратным комплексом проектирования и указания людям путей эвакуации из здания при пожаре. Автором проводится анализ системы, указаны общие принципы работы и применимости.

Ключевые слова: эвакуация, интеллектуальная система обеспечения пожарной безопасности, беспроводная система.

Развивая идею «Безопасность в техносфере», мы сталкиваемся с большим количеством решений, предложений, которые отвечают на вопросы как обеспечить безопасность пожарную и экологическую, на производстве, в промышленности. В публикациях [1, 2], посвященных этой проблеме, доказано, что конкретного решения не существует, авторы ссылаются на нормативные документы и разработки, в том числе, СП «Нормы и правила проектирования систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре». При создании технических устройств для управления эвакуацией людей, алгоритмов их работы, и других разработок (систем, совмещающих в себе большой функционал) редко учитывают эффективность и забывают об обслуживании таких приборов.

Разработка «Интеллектуальной системы обеспечения пожарной безопасности» в здании решает задачу своевременного определения возгорания, формировании актуальных путей эвакуации и оповещении о них в реальном времени. Программно-аппаратный комплекс является основой для разработки универсальной системы интернета вещей и представляет собой распределенную сеть устройств: датчиков, актуаторов, оповещателей, реализовывает алгоритмы расчета и указания путей эвакуации.

Для исследования и тестирования системы был изготовлен испытательный стенд (рисунок 1), где реализована беспроводная система, характеризующаяся:

- возможностью организовывать интеллектуальную систему управления эвакуацией больших размеров. Так, количество устройств на одном уровне сети может достигать более 50000;

• современными энергоэффективными микроконтроллерами, позволяющими снизить потребление энергии в режиме глубокого сна всей системы 250nA * N (N – количество узлов);

• открытым легковесным протоколом LwMesh со встроенным шифрованием AES, который позволяет передавать данные со скоростью более 2 Мб/сек;

• простотой установки системы устройств, что снижает её конечную стоимость и стоимость обслуживания в десятки раз.

Рисунок 1 — Испытательный стенд.

Каждое устройство включает микроконтроллер ATmega128RFA1, автономное электропитание устройств. Расширение, путем размещения в узлах вычислительной сети соответствующих устройств является функциональной возможностью комплекса. Главная особенность комплекса – все команды указания путей эвакуации формируются в режиме реального времени, с учетом данных мониторинга опасных факторов пожара в горящем здании.

Результатами разработки интеллектуальной системы стали:

• принципиальная схема узлового устройства;

• модель системы в концепции интернета вещей, способная изменять свою топологию и количество узлов, и их обслуживание во время эксплуатации;

• получены свидетельства регистрации программ ЭВМ «проектирования путей эвакуации людей из здания» и «расстановки сенсоров в здании».

Тестирование системы в корпусах Удмуртского государственного университета показало эффективность данной системы. В связи

с этим, система может быть применена: в зданиях с большим скоплением людей и сложными объемно-планировочными решениями, как система указания путей эвакуации; на производствах, как система управления предприятием и система безопасности; в частных домах, как система умного дома.

Список литературы

1. Пятышин А. О световых пожарных оповещателях и световых эвакуационных указателях. Алгоритм безопасности, № 5, 2009. С. 10-12.
2. Интернет ресурс http://www.inotec-licht.de/DER.56.0.html.

INTELLECTUAL SYSTEM OF SUPPORT OF FIRE SAFETY

Danil Evgenyevich Ushakov, Oksana Iosifovna Kharina
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *sleepinthewater@gmail.com, 10092@mail.ru*

In article the intellectual system of support of fire safety provided by a hardware and software system of design and specifying to people of ways of evacuation from the building in case of the fire is considered. The author carries out the analysis of system, the general principles of operation and applicability are specified.

Keywords: evacuation, intellectual system of support of fire safety, wireless system.

УДК 004.492

АЛГОРИТМ ВЫБОРОВ ГЛАВНОГО СЕРВЕРА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ

А.Г. Вшивцев
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *waspagv@gmail.com*

При использовании многокомпонентной системы управления эвакуации возникает проблема автоматического учета входящих в неё устройств. Возложение этой функции на единственное специализированное устройство (сервер) опасно, так как при пожаре сервер легко может выйти из строя. В системе с многими серверами возникает проблема выбора главный—подчиненный. Предложен возможный алгоритм такого выбора.

Ключевые слова: управление эвакуацией, сервер, главный сервер, выборы, критерии выбора.

Введение

В системах эвакуации целесообразно использовать помимо микроконтроллеров с низкой энергоемкостью и автономным питанием также сервера, постоянно подключенные к сети питания. На сервера возлагается функция учета всех имеющихся контроллеров, управление ими, собирание статистики. При этом серверов должно быть больше одного, чтобы обеспечить отказоустойчивость системы в случае выхода из строя отдельных её элементов. Один из серверов назначается главным; именно он хранит эталонный вариант перечня контроллеров и других серверов. Если же главный сервер выходит из строя, остальные должны «договориться» между собой и выбрать нового главу. Возможный вариант процедуры «выборов» описан ниже.

Объявление выборов

Каждый сервер имеет статус либо «главный», либо «резервный». В системе может быть только один главный сервер. Каждый резервный сервер среди прочих своих обязанностей выполняет периодическую проверку присутствия главного сервера. Алгоритм проверки представлен в формальном виде ниже.

Согласно этому алгоритму, каждый резервный сервер раз в $T_{\text{оп}}$ сек проверяет наличие в сети главного сервера. Если

на $N_{\text{оп}}$ последовательных запросов не получен ответ, особым широковещательным пакетом в сети объявляются выборы.

счетчик $\leftarrow 0$
повторять
подождать $T_{\text{оп}}$ сек
послать широковещательный запрос «кто главный»
если ответ не получен **то**
| счетчик $\leftarrow$ счетчик $+ 1$
иначе
| счетчик $\leftarrow 0$
до счетчик $= N_{\text{оп}}$
объявить выборы главного сервера
подать собственную заявку на выборы

Процедура выборов

Каждый сервер, получив сообщение об объявлении выборов, широковещательным пакетом отправляет для сведения других серверов заявку на «должность» главного сервера. Заявка содержит следующую информацию: номер версии ПО сервера, его рейтинг, время работы с момента последней перезагрузки, имя сервера. Данные критерии просматриваются другими серверами в указанном порядке. Тот из серверов, кто обладает лучшими критериями, переходит в состояние «главный», прочие – в состояние «резервный». По истечение T_{del} сек главный сервер сообщает о своем статусе особым широковещательным пакетом.

В формальной записи алгоритм работы сервера во время выборов можно описать так:

если получено объявление о выборах **то**
подать собственную заявку на выборы
ждать другие заявки в течение T_{del} сек
Nзаявок $\leftarrow$ количество принятых заявок
Я.главный $\leftarrow$ истина
i $\leftarrow 0$
пока Я.главный и (i $<$ Nзаявок) **повторять**
если Я.версияПО $<$ Заявка[i].версияПО **то**
| Я.главный $\leftarrow$ **ложь**
иначе если Я.рейтинг $<$ Заявка[i].рейтинг **то**
| Я.главный $\leftarrow$ **ложь**
иначе если Я.времяРаботы $<$ Заявка[i].времяРаботы **то**
| Я.главный $\leftarrow$ **ложь**
иначе если Я.имя $<$ Заявка[i].имя **то**
| Я.главный $\leftarrow$ **ложь**

если Я.главный **то**
ждать T_{del} сек
известить о своем статусе

Рейтинг серверам назначается персоналом, исходя из экспертной оценки работоспособности серверных устройств. Последний критерий – имя – введен для определенности при прочих равных условиях.

Дальнейшие действия

Первичное тестирование алгоритма можно проводить чисто программными средствами, моделируя серверы с помощью объектов в многопоточной среде. В случае положительного результата необходимо провести проверку на реальных устройствах в условиях, близких к «боевым».

Результаты проверки, а также алгоритм взаимодействия серверов и контроллеров будет представлен в отдельном исследовании.

EVACUATION CONTROL SYSTEM MAIN SERVER SELECTION ALGORITHM

Vshivtsev Alexander Georgievich
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *waspagv@gmail.com*

In a multicomponent evacuation management system the problem of accounting devices is arised. The assignment of this function to a single specialized device (server) is dangerous because of the high probability of its damage. In a multi-server systems there is a master-slave selection problem. A possible algorithm for solving this problem is proposed.

Keywords: evacuation management, server, master server, master-slave selection criteria.

УДК 614.84, 681.51

ДИНАМИЧЕСКИЙ ВИЗУАЛЬНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ

Д.В. Варламов
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия
e-mail: *big.black.fox@gmail.com*

В данной работе описаны основные принципы работы динамического визуального указателя путей эвакуации. Данный указатель применяется в рамках системы динамического управления эвакуацией. Принцип работы указателей следующий: в здании в заранее определенных местах устанавливаются визуальные динамические указатели, в случае опасности система определяет место возникновения ЧС и динамически вычисляет маршруты эвакуации, информацию о маршрутах передает в том числе на каждый визуальный указатель, указатель отображает направление движения по маршруту эвакуации. При изменении обстановки во время ЧС (изменилась локализация опасных факторов или образовались скопления людей) система перестраивает маршруты эвакуации исходя из текущей информации о ЧС и данные снова передаются на на каждый визуальный указатель. Таким образом люди в здании оперативно получают информацию о безопасных маршрутах движения к эвакуационным выходам.

Ключевые слова: директивное управление, эвакуация, компьютерное моделирование, микроконтроллеры.

Указатель представляет собой табло со светодиодами формирующими указатели в виде стрелок направленных влево и вправо. Указатель является автономным, не требующим подключения внешнего источника питания. Для передачи информации используется двунаправленный цифровой радиоканал. Т.е. указатель может не только принимать информацию, но и отправлять.

Алгоритм работы указателя можно описать в виде конечного автомата. В каждый момент времени указатель может быть в одном из следующих состояний:

Указатель выключен.

Указатель в режиме сна.

Указатель в режиме самодиагностики.

Указатель в режиме оповещения.

Указатель в режиме синхронизации времени.

Переход между состояниями происходит по следующим событиям:

Включение указателя.

Выключение указателя.

Выход из режима сна по таймеру.

Вход в режим сна.

Переход в режим самодиагностики по таймеру.

Указатель в режиме оповещения по сообщению от центрального узла системы.

Переход в режим синхронизации времени.

Рассмотрим подробнее каждое из состояний указателя.

В состоянии «Указатель выключен» отсутствует питание во всех узлах указателя. Выйти из данного состояния можно только по событию «Включение указателя». Войти в данное состояние можно только по событию «Выключение указателя».

В состоянии «Указатель в режиме сна» питание на основных узлах указателя отсутствует, работают только часы реального времени микроконтроллера. В данном состоянии указатель находится большую часть времени. Энергопотребление при этом минимальное. Указатель должен автономно работать в таком режиме несколько лет без замены элемента питания. Выйти из данного состояния можно только по событию «Выход из режима сна по таймеру», которое генерируется часами реального времени микроконтроллера.

В состоянии «Указатель в режиме самодиагностики» происходит несколько шагов:

– Проверяется уровень заряда элемента питания. Независимо от результата происходит переход к следующему шагу.

– По радиоканалу отправляется сообщение на центральный узел системы о текущем состоянии указателя (идентификатор указателя, флаг низкого заряда элемента питания). Независимо от результата происходит переход к следующему шагу.

– В течение некоторого времени ожидается ответ от центрального узла системы. Ответ может содержать флаг о необходимости перейти в режиме оповещения. Если ответ не приходит, то указатель переходит в режим синхронизации времени. Если ответ приходит и флаг о необходимости перейти в режим оповещения не установлен, то узел переходит в режим сна. Если ответ приходит и флаг о необходимости перейти в режим оповещения установлен, то узел переходит в режим оповещения.

В состоянии «Указатель в режиме оповещения» все узлы указателя работают, включены светодиоды соответствующие направлению эвакуации. Постоянно идет проверка получения сообщений от центрального узла системы. Данное состояние сохраняется до получения сообщения от центрального узла системы. Сообщение

может содержать либо данные о направлении эвакуации, либо об отмене режима оповещения. Если в сообщении пришли данные о направлении эвакуации, то происходит переключение светодиодов на указанное направление. Если в сообщении пришли данные о завершении режима оповещения, то указатель переходит в режим сна.

В состоянии «Указатель в режиме синхронизации времени» происходит синхронизация часов реального времени указателя и центрального узла системы. При завершении синхронизации, указатель переходит в режим самодиагностика.

На момент написания статьи было сделано несколько прототипов указателя. В качестве микроконтроллера использовался чип AVR atmega8p. Такой выбор был сделан из за возможности работы данного контроллера в режиме глубокого сна и выход из сна по сигналу i2c шины. По i2c шине был подключен радиомодуль на базе микроконтроллера atmega128rfa1. В качестве светодиодов использовались WS2813. Было сделано 2 линии питания: силовая для светодиодов (на базе стабилизатора напряжения ams1117) и энергоэффективная для микроконтроллеров (на базе стабилизатора напряжения lm2936). Источником питания служили 2 батарейки типа «крона», включенные параллельно.

Были проведены испытания: в режиме сна потребление тока было 0.08 mA, в режиме самодиагностики потребление тока было 22-40 mA, в режиме оповещения потребление тока было 120-130 mA.

В следующих версиях планируется переход на микроконтроллеры STM32 серии L1 для того чтобы можно было перейти на общую кодовую базу с основным модулем (на базе микроконтроллера STM32F407) и внедрить программное шифрование RSA. А так же перейти на неуправляемые светодиоды для снижения стоимости конечного изделия.

DYNAMIC VISUAL EVACUATION WAYS

Varlamov Dmitriy Viktorovich
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1.
e-mail: *sbig.black.fox@gmail.com*

In this paper, the basic principles of the work of the dynamic visual indicator of evacuation routes are described. This index is used within the dynamic evacuation management system. The principle of the indicators is the following: in the building in a predefined location, visual dynamic pointers are installed; in case of danger, the system determines the place of occurrence of the emergency and dynamically calculates evacuation routes; information about the routes passes, including for each visual indicator; the pointer shows the direction of the evacuation route. If the situation changes during the emergency (localization of dangerous factors has changed or crowds have formed), the system reconstructs evacuation routes based on current information about the emergency situation and the data is again transmitted to each visual index. Thus, people in the building quickly receive information about safe traffic routes to evacuation exits.

Keywords: directive management, evacuation, computer Modelling, microcontroller.

УДК 004.942

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ ДИРЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ

Д.Е. Ушаков
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия
e-mail: *sleepinthewater@gmail.com*

При разработке систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей из здания инженеры и исследователи предполагают, что важным аспектом при создании такой системы является возможность директивного управления эвакуацией, что позволит сократить не только время эвакуации, но и ущерб принесенный имуществу, а главное – здоровью людей. В этой статье рассматривается разработка системы управления эвакуацией с применением системного подхода, современные информационные и микропроцессорные технологии, а так же компьютерное моделирование эвакуации для прогнозирования результатов работы системы. В рамках исследования была реализована СОУЭ пятого типа. Обнаружено, что обратная связь системы совместно с директивным управлением позволяет эффективно воздействовать на элементы СОУЭ, что при подключении распределенных систем обработки больших данных дает модуль помощи принятия решений, а так же автоматизированное управление всей системой. Таким образом директивное управление беспроводной СОУЭ увеличивает расширяет её функционал, дает информацию, необходимую при принятии решения. А также дает спасателям актуальную информацию во время чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: директивное управление, эвакуация, компьютерное моделирование, микроконтроллеры.

Введение

Активное развитие микроконтроллеров, стимулировали разработку нового поколения систем указания путей эвакуации, формирование директив исходя из состояния обстановки внутри здания.

Так экстренная эвакуация людей из общественных зданий и сооружений приобрела новый смысл. Людские потери в России, например, при пожарах, на порядок превышают потери в странах Западной Европы и Америки при соизмеримых частотах возникновения пожаров. Актуальность исследования и разработки беспроводной системы директивного указания путей эвакуации в СОУЭ обусловлена тем ущербом, который несет общество при

возникновении чрезвычайных ситуаций, а так же тенденцией развития технологий и новой концепцией Интернета вещей в рамках различных систем.

Разрабатываемая система базируется на принципах построения СОУЭ пятого типа с применением дополнительных свойств:

1 Беспроводной связи между компонентами системы.

2 Комбинировании датчиков, входящих в состав универсальных сенсорных узлов для конкретного типа здания и условий эксплуатации.

3 Применение вычислительных и архитектурных возможностях современных микроконтроллеров.

4 Программное и аппаратное обеспечение процесса управления эвакуацией и помощи принятия решений во время директивного управления.

Так в частности разработанная система в рамках исследования является частным случаем глобальной концепции управления «умным» домом. Развитие такого концепта обусловило наличие ряда факторов:

1 Развитие микропроцессорных технологий, позволяющих реализовывать системы с применением высокопроизводительных и энергоэффективных микроконтроллеров.

2 Развитие беспроводных технологий: создание сети, построенной на базе протокола IEEE 802.15.4 частотой 2.4ГГц (LwMesh).

3 Развитие тонкоплёночных технологий применительно к разработке комбинированных пожарных извещателей.

4 Новые подходы создания пространственно-информационных моделей (ПИМ) [1] здания.

Особенностью реализации системы является возможность её полного автономного управления. Введение директив и вычислительные мощности микроконтроллеров позволяют формировать сценарии. Настраивая сценарии на пульте управления, можно значительно ускорить процесс взаимодействия системы на ЧС. Это говорит о введении нового поколения систем, как систем «умного» управления или «разумного здания».

Принципы проектирования беспроводной системы директивного управления эвакуацией

Проблемой проектирования и разработки системы соответствующего качества, позволяющей производить своевременные манипуляции, является наличие большого потока данных, его неоднородность. Выбранная в основе сетевая архитектура привносит дополнительные особенности при разработке алгоритмов взаимодействия всех частей системы. Задача управления эвакуацией является одной из сложных задач. Система должна своевременно информировать о состоянии всего объекта на протяжении всего времени эвакуации. Такой подход должен обеспечиваться надежностью всех узлов, на всех этапах жизненного цикла системы от разработки и во время её эксплуатации.

Таким образом основными функциями беспроводной системы директивного управления являются:

– сбор информации с узлов-сенсоров;

– предоставление информации расчетным модулям подключаемым к системе;

– предоставление информации для принятия решения компетентным органам;

– директивное управление узлами-оповещателими (световые и звуковые указатели, ящики с персональной защитой, системой тущения и т.д.);

– работа в режиме сценариев: каждый узел может управлять указателями, исходя из установленных правил.

На рис. 1 упрощенно представлен процесс работы системы от начала работы и до окончания процесса эвакуации. Он включает в себя состояние ожидания, мониторинг состояния среды каждым узлом, возникновение чрезвычайной ситуации и директивное управление.

Архитектура беспроводной СУЭ с возможностью директивного управления

Архитектура СУЭ с возможностью директивного управления подразумевает реализацию управления с внешнего устройства, в частности мобильного устройства. Директивное управление реализуется несколькими сценариями воздействия на СУЭ:

1 Управляющее устройство может изменить состояние оповещателя, переключив направление стрелки, или воспроизведя необходимый набор голосовых команд на аудиоузле.

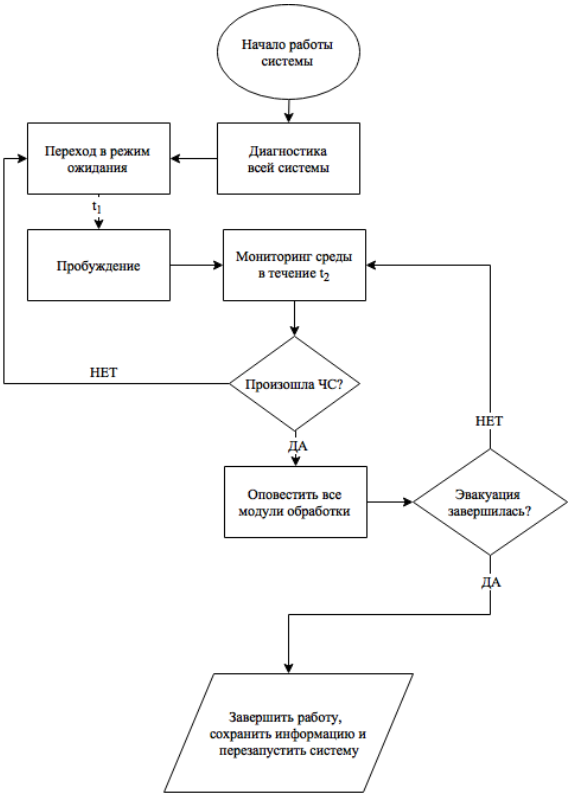

Рисунок 1 — Принципиальная схема работы беспроводной системы.

2 Управляющее устройство при выборе сенсорного узла может влиять на его состояние, заменяя данные на необходимые на определенный промежуток времени.

Во первом случае происходит лишь оповещение участников в конкретной области здания, такой вариант необходим при террористической угрозе, когда информация должна быть донесена только до необходимых людей, и общее поведение системы не должно показывать внешних воздействий.

В втором случае происходит влияние на алгоритмы расчета в подключаемых модулях расчета путей эвакуации, что моментально приводит к изменению путей. Это позволяет изменять в расчетном алгоритме коэффициент проницаемости для конкретной зоны.

Архитектура беспроводной системы управления эвакуацией с возможностью директивного управления представлена на рисунке 2.

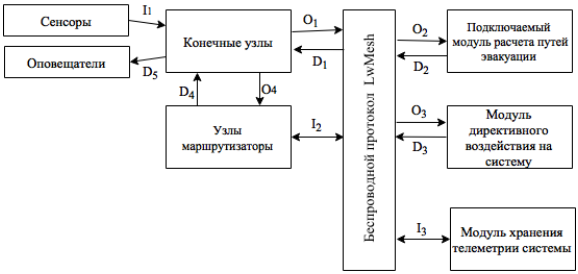

Рисунок 2 — Архитектура СУЭ с возможностью директивного управления.

Исходящая информация O_1, O_2, O_3, O_4 от устройств напрямую или через маршрутизаторы попадает в подключаемые модули расчета путей эвакуации [5].

Информационные потоки I_1, I_2, I_3 несут в себе коммуникативную функцию, предоставляю доступ к информации определенных устройств и подключаемых моделей, таких как модуль хранения телеметрии.

В свою очередь директивные команды D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 позволяют производить внешнее воздействие на элементы СУЭ непосредственно с модулей директивного воздействия или подключаемых моделей расчета путей эвакуации.

Архитектура позволяет изменять состав уже работающей системы. В систему можно вносить изменения:

— изменять количество узлов как конечных так и маршрутизаторов;

— менять вычислительные мощности серверов, включенных в модули расчета путей эвакуации, в зависимости от сложности и объема информации, предоставленной в конкретной системе;

— производить дополнительные подключения конечных устройств для контроля за ситуацией на объектах;

— предоставлять актуальную и своевременную информацию для служб спасения, участников эвакуации и ведомственных служб.

Практическая реализация системы

Реализуемая концепция Интернета вещей в беспроводной системе директивного управления эвакуацией позволяет производить воздействия на систему опвоещения двумя путями:

— автоматический режим при расчете динамических путей модулями расчета в автономном режиме, подключенных к СУЭ, или при директивном воздействии на ПИМ.

— воспроизведение директив с внешнего устройства управления сразу на оповещателях: световые табло, звуковые оповещения по зданию или в комнате, управление запирающими механизмами при их наличии.

Позволяет организовать сеть устройств, способных производить общение между собой, для передачи, обработки данных и анализа ситуации.

Исходя из этого был определен основной состав аппаратной системы:

1 Совокупность конечных сенсорных узлов.

2 Совокупность маршрутизаторов.

3 Вычислительные модули. Расчетные модули, позволяющие давать оценку состоянию среды в здании в каждый момент времени.

4 Совокупность оповещателей.

5 Пульт управления системой или мобильное устройство.

Аппаратная часть всех узлов основана на микроконтроллере ATmega128RFA1 со встроенным радио модулем. Это позволяет использовать беспроводной протокол LwMesh [6], построенный на базе протокола IEEE 802.15.4 с частотой 2.4 ГГц.

Особенностью программной части, написанной языке C/C++, является общая прошивка. Такой подход позволяет на стадии настройки сети произвести ряд директивных указаний для настройки каждого узла, указав перечень подключенных к нему сенсорных устройств и/или оповещателей. Так же это позволяет на ходу изменять конфигурацию сети для оптимальной доставки пакетов, скорости работы, а так же модификации топологии всей системы.

Такой подход позволяет подключать любые типы сенсоров и оповещателей, поддерживающих работу с ADC, i2c, PWM, например программируемые стрелки, звуковые оповещатели и т.п.

Это позволяет учитывать потребности каждого объекта на который установлена система.

Выводы

Важной задачей при разработке СУОЭ является реализация директивного управления на систему. Построение сети с возможностью перестроения топологии, состава системы и возможностью её настройки делает СУЭ гибкой, отказоустойчивой, а главное функциональной. Позволяет внедрять в систему команды, которые уменьшат ущерб имуществу, а главное здоровью и жизни людей. Однако встают проблемы при масштабировании системы в «бесконечность», когда размер здания увеличивается до огромных проектов. Требуется введение распределенных вычислительных мощностей, синхронизирующих алгоритмов с соответствующей топологией. Однако такой подход разработки системы управления эвакуации дает возможность своевременно получить информацию и произвести все необходимые воздействия, как на саму систему, так и при ликвидации ЧС. В качестве разработанной системы предлагается распределенная сеть устройств, основанных на микроконтроллерах, что позволяет повысить функциональность сети, её стабильность посредством взаимозаменяемости, снизить стоимость монтирования и обслуживания такой системы.

Список литературы

1. М.Э. Галиуллин. Создание и использование пространственно-информационной Модели здания (ПИМ) для расчета величины риска при составлении декларации пожарной безопасности // Безопасность в техносфере. – 2015. – Вып. 9. – С. 59-80.
2. T. Tabirca, K. N. Brown, and C. J. Sreenan, «A dynamic model for fire emergency evacuation based on wireless sensor networks,» 2009 Eighth International Symposium on Parallel and Distributed Computing. Ieee, pp. 29-36, 2009.
3. P. Ramuhalli, and S. Biswas, "Managed traffic evacuation using distributed sensor processing," Nondestructive Evaulation for Health Monitoring and Diagnostics. International Society for Optics and Photonics, pp. 48-58, 2005.
4. MILS® Intelligent Guiding and Emergency Lighting Systems. http://www.marimils.com/ Accessed: 19-Aug-2015.
5. Колодкин В.М., Чирков Б.В., Ваштиев В.К. Модель движения людских потоков для управления эвакуацией при пожаре в

здании // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. - 2015. – Т. 25. – Вып. 3. – С. 430-438.

6. Atmel LightweightMesh. http://www.atmel.com/tools/lightweight_mesh.aspx Интернет ресурс, доступ январь 2017г.

DESIGNING A WIRELESS SYSTEM FOR DIRECTIVE EVACUATION CONTROL

Ushakov Danil Evgenyevich
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1.
e-mail: *sleepinthewater@gmail.com*

When developing alert and evacuation management systems (AEMS) for evacuating people out of buildings, engineers and researchers assume that directive evacuation management constitutes a key aspect of such a system, and allows to reduce evacuation time, as well as to minimise the damage to the property, and what is more important — to the people's health. This article treats the development of an evacuation management system involving the system approach, modern information and microprocessor technologies, as well as computer modelling of evacuation aimed at forecasting the system performance results. For the purpose of this research, the AEMS of the fifth type has been developed. It has been found that the system feedback in combination with directive management allow to efficiently impact the AEMS components, which — if distributed systems for big data processing are connected— offers a module to assist decision-making, as well as automated management for the whole system. As such, directive management for the wireless AEMS expands its functionality and provides the information critical for decision-making, as well as supplies the rescue teams with the relevant data in emergency situation.

Keywords: directive management, evacuation, computer Modelling, microcontroller.

УДК 004.93'1

ДВУХЛУЧЕВОЙ СЧЁТЧИК ПОСЕТИТЕЛЕЙ[1]

А.М. Сивков
Удмурстский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия
e-mail: *amsiv@mail.ru*

В статье рассматривается экспериментальный прибор для изучения возможностей двухлучевого метода счёта входящих и выходящих посетителей. Описывается алгоритм счёта, основанный на распознавании абстрактных образов, порождаемых измерительными каналами.

Ключевые слова: двухлучевой счётчик посетителей, распознавание абстрактных образов.

Введение

Для динамического построения путей эвакуации при возникновении чрезвычайной ситуации требуется оценка распределения людей по зданию. Такая оценка возможна, если вести непрерывный автоматический подсчёт количества людей, входящих и выходящих из каждого помещения или группы помещений, и результаты подсчёта передавать на центральный узел обработки.

Для подсчёта посетителей в продаже имеются приборы различного типа, ориентированные, в основном, на установку в магазинах с целью статистической оценки эффективности работы персонала. Стоимость этих приборов лежит в диапазоне от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч рублей. Производители и продавцы счётчиков, заявляют высокую точность своих приборов. Однако, при всём уважении, желательна независимая оценка реальных возможностей заложенных в приборах методов как таковых.

Из разнообразных бесконтактных методов счёта посетителей для исследования был выбран метод счёта, использующий два горизонтальных параллельных инфракрасных луча, как наиболее подходящий для массового применения в общественных зданиях вследствие сравнительной дешевизны требуемого оборудования. В этом методе появление человека в контрольной зоне счётчика обнаруживается по перекрытию инфракрасных световых лучей. Последовательность закрытия и открытия лучей позволяет отличить одно направление движения человека от другого. Для

[1]В работе принимали участие А.Н. Семакина и Д.А. Пухова

исследования метода как такового, изучения его достоинств и недостатков был создан экспериментальный вариант прибора, в котором легко было бы заменять различные электронные блоки, с целью подбора наиболее простой, дешевой, но эффективной конфигурации, а также испытывать различные варианты программного обеспечения измерений.

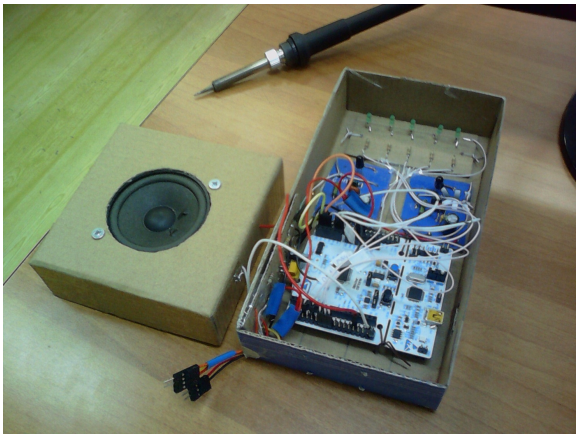

Рисунок 1 — Внешний вид экспериментального прибора.

Измерительная система

Измерительная система состоит из двух одинаковых измерительных каналов (контуров), имеющих оптическую и электронную часть.

Важнейшей частью прибора, обеспечивающей бесконтактное зондирование, является оптический канал, создаваемый парой: излучатель - приёмник. Два параллельных оптических канала в приборе разнесены друг от друга на расстояние 5 см (измерительная база).

В оптических каналах в качестве излучателей использованы инфракрасные светодиоды TSAL6100.

Для проектирования системы важно было правильно выбрать силу тока через светодиоды, так как именно от неё зависит излучаемый световой поток. Сила света должна быть максимально возможной, но не настолько большой, чтобы светодиод быстро вышел из строя. Необходимые для принятия решения результаты исследования энергетических характеристик светодиодов приведены на рисунке 3. Из приведённых на рисунке графиков видно, что

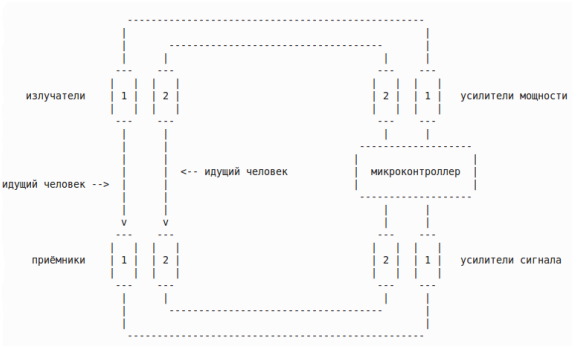

Рисунок 2 — Оптическая схема и состав измерительной системы.

использование тока силой более 100 мА является энергетически неэффективным, так как темп роста светового потока с увеличением силы тока становится меньше (эффект «насыщения»).

Измерения также показали, что угловая ширина светового пучка (по половинной интенсивности излучения) этих светодиодов составляет около 20 градусов. Большая ширина светового пучка имеет и плюсы (не требуется точная юстировка каналов), и минусы (с расстоянием световой поток быстро ослабевает).

В качестве приёмников излучения в приборе использованы фотодиоды BVP10NF.

Слабый электрический сигнал с фотодиодов подаётся на усилители напряжения, а затем поступает на вход аналого-цифрового преобразователя. Благодаря усилению электрического сигнала, расстояние от излучателей до приёмников можно менять в диапазоне от 1 до 4 метров.

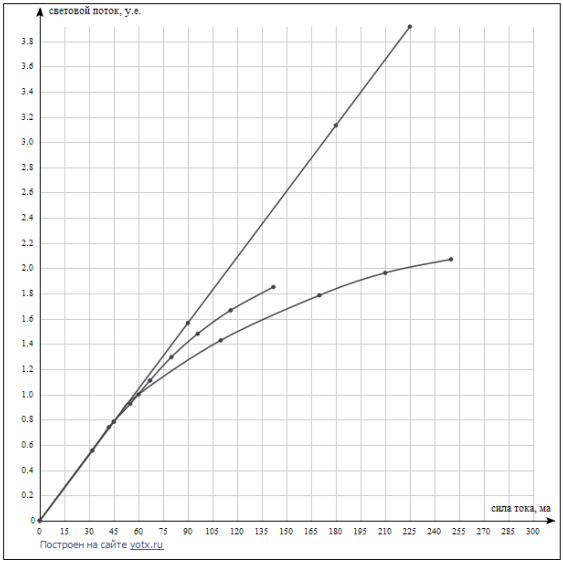

Рисунок 3 — Зависимость светового потока от силы тока через светодиод TSAL6100. 1 - идеализированная характеристика без эффекта насыщения; 2 - реальная характеристика для постоянного тока; 3 - реальная характеристика для импульсного тока (скважность прямоугольных импульсов равна 10).

Импульсный режим

Измерительные каналы прибора работают в импульсном режиме. Это необходимо по двум причинам.

Первая и наиболее важная состоит в том, что оптические каналы должны быть обособлены друг от друга. Обособлению каналов препятствует большая ширина светового пучка излучателей. Каждый излучатель освещает и собственный фотоприёмник, и фотоприёмник соседнего канала. Преодолеть эту трудность можно, например, попеременным включением излучателей. Когда работает первый измерительный канал, излучатель второго канала выключен. И наоборот: когда работает второй канал, выключен излучатель первого.

Такая схема работы обеспечивается подачей на излучатели импульсного напряжения, со сдвигом импульсов по времени. Длительность одиночного измерительного импульса – 0.0002 сек. Этого времени достаточно, чтобы завершились переходные процессы в электронной части системы и успел выполнить свою работу аналогово-цифровой преобразователь. Полный измерительный цикл системы состоит из четырёх измерений: по два в каждом канале. Первое измерение в канале даёт величину сигнала при включенном излучателе. Второе измерение в канале производится при выключенном излучателе, для получения фонового уровня сигнала, обусловленного паразитной засветкой приёмника (солнечный или искусственный свет). Величина полезного сигнала находится программной обработкой, путём вычитания фонового уровня. Измерительные циклы следуют друг за другом с частотой 500 Гц. Выбор такой частоты опроса каналов диктуется требуемой разрешающей способностью экспериментальной измерительной системы. Прежде всего, конечно, требуется, чтобы «незаметно» пересечь инфракрасные лучи за время бездействия системы было невозможно. Дискретность измерений должна быть такой, чтобы за промежуток времени между измерениями человек, даже быстро бегущий, успел сместиться не более, чем на 1 сантиметр. При условии, что скорость бега не превышает 5 м/с, интервал дискретизации не должен быть больше 1/500 с. Кроме того, экспериментальный счётчик, в исследовательских целях, должен успевать реагировать не только на туловище человека, но и на движения рук или пальцев рук, а также небольшие переносимые предметы.

Вторая причина использования импульсного режима работы состоит в необходимости обеспечить приемлемое охлаждение светодиодов при большой силе тока через них и необходимости

экономить заряд питающей батареи, когда нет возможности питать прибор от электросети.

Микроконтроллер

Управляющим узлом прибора является микроконтроллер STM-32.

Выполняемые им в измерительной системе функции:

1 Формирование электрических импульсов заданной длительности и частоты, обеспечивающих слаженную работу измерительных каналов.

2 Измерение величины электрического напряжения на выходе приёмников в каждом канале в точно заданные моменты времени с помощью аналого-цифрового преобразователя.

3 Цифровое отделение полезного сигнала от шумовой составляющей.

4 Опознание перекрытия оптического канала телом человека и его последующее открытие (элементарные события в каналах).

5 Формирование и запоминание фреймов, содержащих последовательность элементарных событий.

6 Анализ фреймов для распознавания абстрактного образа движения.

7 Подача звукового сигнала при прохождении человека.

8 Подсчёт количества вошедших в помещение и вышедших из него, а также подсчёт количества людей, находящихся в помещении в данный момент.

9 Отображение результатов подсчёта на дисплее.

Внешние устройства

Внешние по отношению к микроконтроллеру устройства включают в себя два усилителя мощности, два усилителя сигнала, звуковой оповещатель и двоичный индикатор счётчика.

Усилитель мощности выполнен на биполярном транзисторе КТ315. Для включения излучателя транзистор с помощью

прямоугольного импульса переводится в режим насыщения. При этом сила тока через светодиод ограничивается специально подобранным резистором и составляет 100 мА.

Усилитель сигнала – двухкаскадный с передачей постоянной составляющей сигнала – выполнен на комплементарной паре биполярных транзисторов КТ315 и КТ361 с непосредственной связью между каскадами Коэффициент усиления по напряжению – 103.

На выходе усилителя уровень шума, обусловленный флуктуациями освещённости приёмника излучения и электрическими наводками, имеет величину порядка нескольких десятков милливольт. Опыты показали, что надёжное отделение полезного сигнала от шума возможно, если полезный сигнал превышает фоновое значение не менее, чем на величину уровня шума. Отделение полезного сигнала от фона возложено на арифметический блок микроконтроллера. Для цифровой обработки выходное напряжение усилителя сигнала оцифровывается имеющимся в микроконтроллере аналого-цифровым преобразователем.

Звуковой оповещатель прибора представляет из себя миниатюрный громкоговоритель, подключенный через ограничивающий резистор непосредственно к цифровому порту микроконтроллера. Для подачи звукового сигнала микроконтроллер генерирует на этом порте короткую серию прямоугольных импульсов с требуемой частотой, в зависимости от того, о каком событии нужно оповестить экспериментатора.

Двоичный индикатор счётчика выполнен в виде линейки из нескольких светодиодов, подключенных к цифровому порту микроконтроллера. Индикатор в реальном времени отображает (в двоичном коде) разность между числом вошедших и числом вышедших из помещения посетителей.

Управляющая программа

Управляющая всей измерительной системой программа написана на языке C++. Программа заведует подключенными к микроконтроллеру внешними устройствами и анализирует события, происходящие в измерительной системе.

Ключевая функция программы – распознавание абстрактных образов движения человека для корректного счёта входящих и выходящих посетителей. Процедура распознавания черпает данные из специального стека, накапливающего и хранящего фрейм с очередным образом.

Абстрактные образы движения

Абстрактный образ движения человека – это последовательность элементарных событий в оптических каналах прибора. В системе различаются два вида элементарных событий, которые удобно обозначить следующими символами:

– закрытие оптического канала (телом человека)

– открытие оптического канала

Серию элементарных событий, формирующую абстрактный образ, удобно изобразить матрицей, где номер строки, на рисунках возрастающий сверху вниз – это номер канала, а последовательность столбцов матрицы слева направо изображает упорядоченность элементарных событий по времени, как показано в таблице 1.

Таблица 1 — Абстрактные образы, которые умеет распознавать система

	«мелкое» вторжение человека в контрольную зону в направлении 1-2 с возвратом назад (вторжение лишь в оптический канал)
	«мелкое» вторжение человека в контрольную зону в направлении 2-1 с возвратом назад (вторжение лишь в оптический канал)
	«глубокое» вторжение человека в контрольную зону в направлении 1-2 с возвратом назад (вторжение в оба оптических канала)
	«глубокое» вторжение человека в контрольную зону в направлении 2-1 с возвратом назад
	сквозное прохождение человека через контрольную зону в направлении 1-2
	сквозное прохождение человека через контрольную зону в направлении 2-1

Заключение

Легко заметить, что основной проблемой двухлучевого метода счёта посетителей является его ориентация на слишком упрощённую модель человека: вертикальный столб без рук и без ног. Ошибки счёта возникают, когда оптические каналы расположены на уровне пояса человека, и человек начинает при ходьбе широко размахивать руками. Наверное, правильный счёт возможен и в этой ситуации, но для более точного распознавания того, что действительно происходит в контрольном пространстве, требуется увеличение числа оптических каналов и, соответственно, усложнение набора абстрактных образов движения. Каким именно должно быть минимальное количество оптических каналов и абстрактных образов, можно выяснить только в экспериментах.

TWO-BEAM VISITOR COUNTER

Anatoly Michailovich Sivkov
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *amsiv@mail.ru*

The article deals with an experimental device for studying the possibilities of a two-beam method of counting incoming and outgoing visitors. An algorithm is described, based on the recognition of abstract images, generated by measuring channels.

Keywords: two-beam visitor counter, recognition of abstract images.

УДК 614.842

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОДСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ЛЮДЕЙ В ЗДАНИИ

Р.А. Григорян
Академия государственной протипожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия.
e-mail: *evacsystem@gmail.com*

Проведен анализ существующих технических средств подсчета количества людей в здании. Определены их преимущества и недостатки. Сделан вывод о применимости существующих технических средств для подсчета количества людей в здании.

Ключевые слова: мониторинг, подсчет людей, системы мониторинга количества людей.

В настоящее время крайне актуальна проблема обеспечения безопасности людей в местах с их массовым пребыванием, таких как крупные торговые центры, торгово-развлекательные и офисные комплексы. Сложность планировочных решений, большое количество эвакуационных выходов создают трудности при эвакуации во время чрезвычайных ситуаций, так как зачастую они не осведомлены о наличии и доступности существующих эвакуационных выходов. Для решения данной задачи предлагаются различные системы управления эвакуацией людей при пожаре [1–3], которые, в том числе позволяют определять безопасный маршрут движения на основании ряда параметров: количество людей в здании, наличие опасных факторов пожара, длина маршрута движения и др. Однако в составе данных систем вопрос получения достоверных данных о количестве людей внутри здания, решение которого является необходимым для определения безопасного маршрута эвакуации, по-прежнему является актуальным.

Для анализа способов сбора информации о распределении людей по помещениям здания и сравнения характеристик уже существующих систем подсчета количества посетителей был проведен их обзор, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Системы подсчета количества посетителей

№ п/п	Название компании	Способ подсчета (видеосчетчик, стереовидеосчетчик, специальный модуль и др.)	Применение в системах безопасности
1	2	3	4
1	OTOT Electronics LtD	Инфракрасный видеосчетчик, считыватель билетов	нет
2	SenSource	Стереовидеосчетчик, инфракрасный стереовидеосчетчик	нет
3	Irisys	Инфракрасный стереовидеосчетчик	нет
4	Axper	Видеосчетчик, стереовидеосчетчик	нет
5	V-count	Стереовидеосчетчик, инфракрасный, стереовидеосчетчик	нет
6	Cognimatics	Стереовидеосчетчик + ПО, инфракрасный, стереовидеосчетчик	нет
7	Trafsys	Сенсорный горизонтальный счетчик, видеосчетчик+ПО, инфракрасный стереовидеосчетчик	нет
8	Xovis	Стереовидеосчетчик	нет
9	LASE	Лазерный сканер, стереовидеосчетчик	нет
10	Geovision	Датчик движения + программно-аппаратный,комплекс	нет
11	Iee	MLI стереовидеочетчик	нет
12	Density	Инфракрасный стереовидеосчетчик	нет
13	Chambers-electronics	Различные вариации горизонтальных счетчиков, шагомер.	нет
14	Axis	ПО + стационарный видеосервер	нет
15	Aimetis	ПО	нет

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
16	Footfallcam	Стереовидеосчетчик + бесплатное ПО	нет
17	People-counting	Горизонтальный счетчик, видеосчетчик, инфракрасный видеосчетчик	нет
18	Eurotech	Стереовидеосчетчик + мультисервисный,шлюз	нет
19	Kiwisecurity	Программно-аппаратный комплекс	нет
20	Evolveplus	Различные вариации горизонтальных счетчиков, инфракрасный видеосчетчик + сетевой шлюз	нет
21	HighLite	Видеосчетчик, инфракрасный горизонтальный счетчик	нет
22	Inkryptis	Видеосчетчик	нет
23	Blipsystems	Горизонтальный счетчик, стереовидеосчетчик, инфракрасный стереовидеосчетчик	нет
24	Nortech	Горизонтальный счетчик на нейронной сети, видеосчетчик	нет
25	TDSI	Инфракрасный видеосчетчик	нет
26	Vitracom	Стереовидеосчетчик	нет
27	Megacount	Стереовидеосчетчик, горизонтальный счетчик	нет
28	Macroscop	ПО + IP - видеокамера	нет
29	CountBOX	Видеосчетчик, стереовидеосчетчик	нет
30	CountMax	Различные вариации горизонтальных счетчиков, стереовидеосчетчик, рампа с ИК датчиками, термодатчик	нет
31	Institute for Advanced Simulation	ПО + видеокамера (стереовидеокамера)	нет

Анализ таблицы 1 показал, что самые распространенные способы подсчета количества посетителей в разных системах делятся на следующие типы, представленные на рисунке 1.

Рисунок 1 — Типы технических устройств, используемых для подсчета количества людей в здании.

Рассмотрим каждый из этих способов. Горизонтальные счетчики устанавливаются в дверных проходах или коридорах на небольшом расстоянии симметрично друг от друга. Подсчет посетителей осуществляется путем подсчета количества пересечений человеком инфракрасного (ИК) луча. Некоторые из рассмотренных горизонтальных счетчиков не являются двунаправленными (т. е. не определяют направление движения посетителя и таким образом не могут корректно подсчитать количество вошедших и вышедших). Невозможность одновременного подсчета нескольких людей проходящих через линию подсчета горизонтального счетчика и ограниченность в наличии приемлемых мест для их размещения делает затруднительным использование горизонтальных счетчиков для задачи подсчета количества посетителей.

Видеосчетчик – это видеокамера с интегрированной процессорной платой, внутри которой ведутся расчеты и формируется готовая таблица данных, которая передается на сервер, персональный компьютер (ПК) или другое подключенное к системе подсчета посетителей устройство. В большинстве систем видеосчетчик поставляется вместе со специальным программным обеспечением (ПО), к которому также предоставляется облачный сервер для

хранения данных. Подсчет количества посетителей ведется путем подсчета количества движущихся объектов, пересекших условную «линию» подсчета, определяемую при помощи специального ПО (при наличии). Видеосчетчик является светочувствительным устройством и реагирует на вспышки света или его отсутствие на участке подсчета, может принять не представляющие интерес объекты (корзины, сумки, крупная движущаяся техника) за людей и включить их в подсчет.

Стереовидеосчетчики отличаются от видеосчетчиков наличием дополнительной камеры, также встроенной на плату, что позволяет вести подсчеты в трех измерениях с учётом габаритов движущихся объектов. Стереовидеосчетчик является более точным, чем видеосчетчик, поскольку может отсеивать объекты, например, чья высота не удовлетворяет минимально заданной, и не вести подсчет не представляющих интерес объектов. Для работы стереовидеосчетчика также требуется стабильное освещение.

Модификации видеосчетчика и стереовидеосчетчика со встроенными инфракрасными датчиками могут стабильно работать в полной темноте, что обеспечивает самую высокую точность подсчета.

Более подробно была изучена работа специального ПО для подсчета посетителей, которая собирает данные с IP-камеры и производит подсчет уже не в оболочке видеоустройства, а непосредственно на компьютере. Для оценки работы специального ПО в пределах одного этажа учебного корпуса Академии ГПС МЧС России был развернут экспериментальный программно-аппаратный комплекс (ЭПАК), позволяющий разработать научно-обоснованные подходы к усовершенствованию существующих способов фиксации перемещения людей внутри здания. В ходе работы в ЭПАК были получены следующие результаты:

1 Невозможна корректная работа модуля подсчета людей в помещении с низким уровнем освещенности.

2 Модуль подсчета посетителей не реализует задачу подсчета людей, идущих вместе, как при выборе функции подсчета движущихся групп людей, так и при выборе функции подсчета людей, движущихся раздельно. В обоих случаях объекты, идущие вместе, воспринимаются системой недостоверно.

3 Работа модуля подсчета посетителей затрудняется при наличии перспективы на изображении: увеличение или уменьшение размера объектов на видеоизображении мешает системе проводить корректный расчет их количества.

4 Промежуток времени между выводами информации о количестве людей на участке в настоящее время составляет более 1 минуты, что неудовлетворительно для работы системы управления эвакуацией. Информация о количестве людей на участке перестает быть актуальна уже через 3-5 секунд.

В ходе дальнейших исследований планируется разработка программного обеспечения для анализа видеопотока с применением нейросетевых моделей и технологий глубинного обучения. Это позволит достичь точности порядка 95 % в условиях близких к эвакуационным (слабое освещение, высокая плотность людского потока).

Список литературы

1. Шихалев, Д.В. Информационно-аналитическая поддержка управления эвакуацией при пожаре в торговых центрах: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.10 / Шихалев Денис Владимирович. – М., 2015. – 176 с.
2. Колодкин, В.М. Математическая модель, обеспечивающая минимальное время эвакуации / В.М. Колодкин [и др.] // безопасность в техносфере: сборник статей / науч. ред. В. М. Колодкин. Ижевск: «Институт компьютерных исследований», 2015. – с 55-58.
3. Валеев, С.С. Иерархическая система поддержки принятие решений при эвакуации людей из здания в критических ситуациях / С. С. Валеев, Н.В. Кондратьева, А.Ф. Янгирова // Вестник УТАГУ. 2014. № 1. – с 161-166.

ANALYSIS OF TECHNICAL MEANS OF COUNTING OF NUMBER OF PEOPLE IN THE BUILDING

Grigoryan Roman Arturovich
The State Fire Academy of EMERCOM of Russia, 129366 Russia, Moscow, B. Galushkina str. 4
e-mail: *evacsystem@gmail.com*

The analysis of the available means of people counting systems in the building was carried out. Their advantages and disadvantages were determined. The conclusion was made about the applicability of technical means for calculating the number of people in the building.

Keywords: monitoring, counting people, people counting systems.

УДК 621.178

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ (ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ) СИГНАЛИЗАЦИИ

И.И. Манило, В.П. Воинков, В.И.Зыков
ФГОУ ВО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С.Мальцева», г. Курган, Россия, ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», г. Москва, Россия
e-mail: *kaf_ppb@mail.ru, zykov01@mail.ru*

Рассмотрены преимущества и недостатки автоматизированных систем охранной и пожарной сигнализации (АСОПС), при создании которых применяются радиально-лучевая и кольцевая топологии подключения ручных пожарных извещателей (РПИ) к центральному пульту управления (ЦПУ). Показана целесообразность применения кольцевой топологии подключения РПИ к центральному пульту управления. Решена задача сокращения протяженности кабельных линий (первичных шлейфов) в несколько (десятков и более) раз.

Ключевые слова: автоматизированные системы охранной и пожарной сигнализации (АСОПС), радиально-лучевая структура построения АСОПС, кольцевая топология построения АСОПС, ручные пожарные извещатели, линии связи (шлейфы), коммутаторы, формирователи сигналов, переключатели.

Значительная часть находящихся в настоящее время в эксплуатации систем охранной и пожарной сигнализации, как отечественных, так и зарубежных, имеют радиально-лучевую структуру построения [1, 2]. Такое научно-техническое решение, по мнению автора [2], оправдано «простой схемно-технической реализацией, обеспечивающей однозначность расшифровки вида и адреса тревожного сообщения, а также надежностью, достигаемой независимой обработкой сигналов, поступающих из каждого шлейфа».

Согласно данному техническому подходу ряд серийно выпускаемых отечественных приемно-контрольных приборов, как правило, имеет жесткую структуру, работает лишь с радиальными шлейфами и с неадресуемыми пожарными извещателями.

Априори радиально-лучевая структура построения системы охранно-пожарной сигнализации более надежна, однако требует большого количества проводов (длины шлейфов), что повышает стоимость информационной сети в целом.

Сократить протяженность кабельных линий (первичных шлейфов) в несколько (десятков и более) раз можно за счет применения кольцевой топологии, т.е. кольцевой конфигурации подключения (последовательного подключения) периферийных датчиков (извещателей) с индивидуальной адресацией их в пределах группы (оптимальный вариант 6 извещателей в одной группе).

Подача сигналов тревоги вручную в случае визуального обнаружения на территории защищаемого объекта задымленности, возгорания, пожара, взрыва, несанкционированного проникновения человека, сигнала тревоги (установленного соответствующим режимом на объекте, например, о необходимости эвакуации людей из защищаемого помещения при аварийной утечке газа, способной создать взрывоопасную ситуацию) осуществляется посредством пультов РПИ [3].

РПИ монтируются, преимущественно, в зонах с повышенной взрывопожароопасностью (АХОВ, ХО, агрегаты ХТО), а также вдоль путей эвакуации людей из помещений (зданий) в соответствии с требованиями нормативных документов.

Проверка работоспособности РПИ осуществляется подачей сигналов без разбития стекла (если лицевая панель РПИ закрыта стеклом, покрытым полимерной пленкой, предохраняющей от травм при разбитии стекла).

В штатном режиме (нормальных эксплуатационных условиях на объекте) система АСОПС находится в состоянии постоянного контроля функциональных блоков и шлейфов.

В случае обнаружения отклонения от нормы персонал (визуально обнаруживший это отклонение) разбивает стекло на лицевой панели РПИ и нажимает кнопку, которая механически фиксируется в нажатом состоянии, или включает переключатель (тумблер), соответствующий виду возникшей нештатной (или чрезвычайной) ситуации (ВНС). При поступлении сигнала (информации о замыкании контактов на РПИ) на табло (экране монитора) ЦПУ появляется информация о виде, месте и времени возникновения нештатной ситуации.

В случае необходимости информация от ЦПУ по модему может передаваться в пожарную часть, службу охраны и т.д., а также использоваться для включения звуковых сирен, информационных табло, указывающих пути эвакуации.

Существенным недостатком существующих АСОПС, как уже отмечалось выше, является появление технических трудностей и материальных затрат при наращивании количества ручных

пожарных извещателей (РПИ), предназначенных для передачи сигналов.

Наряду с этим, монтаж РПИ на охраняемых объектах вызывает ряд трудностей и требует больших капитальных затрат, так как каждый из РПИ соединяется с центральным пультом управления (ЦПУ) автономным кабелем, т.е. опрос РПИ производится по радиальным линиям [1–3]. Разработана АСОПС, структурная схема одного из вариантов которой с кольцевой конфигурацией подключения РПИ, свободная от указанных недостатков, приведена на рисунке 1

Ручной пожарный извещатель включает в себя коммутатор К, формирователь ФК, переключатель (типа тумблера) Т и блок ВБ. Такое исполнение РПИ позволяет использовать в качестве линии (связи) передачи информации выделенную телефонную пару проводов абонентского телефона и передавать информацию на значительное расстояние при высокой достоверности. Все РПИ соединены с ЦПУ двухпроводной телефонной линией связи (ТЛС).

Формирователь ФК выполнен с количеством входов, равным l + m, причем первый вход соединен непосредственно с коммутатором К, а остальные m входов – через переключатель Т.

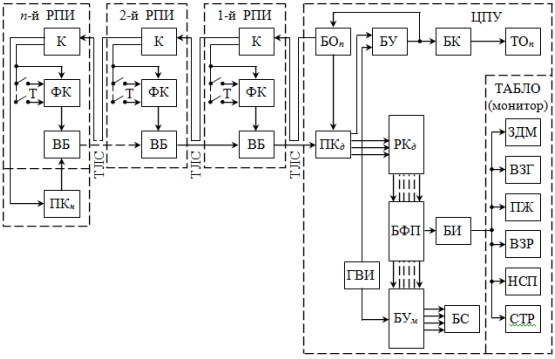

Рисунок 1 — Структурная схема АСОПС.

К – коммутатор; ФК – формирователь кода; Т – переключатель; ВБ – выходной блок; ПКн – пульт контроля; ПКд – преобразователь кодов; ТЛС – телефонная линия связи; БОп – блок опроса; БУ – блок управления; БК – блок контроля; ТОп – табло опроса; РКд – распредели-тель кодов;. БФП – блок фиксации простоев; БИ – блок индикации; БУм – блок умножения; БС – блок счетчиков; ГВИ – генератор временных импульсов; РПИ – ручной

пожарный извещатель; ЗДМ – «ЗАДЫМЛЕННОСТЬ»; ВЗГ – «ВОЗГОРАНИЕ»; ПЖ – «ПОЖАР»; ВЗР – «ВЗРЫВ»; НСП – «НЕСАНКЦИОНИРОВАННОЕ ПРОНИКНОВЕНИЕ»; СТР – «СИГНАЛ ТРЕВОГИ».

Распределитель РКд состоит из n групп коммутирующих ячеек, каждая группа – из l + m ячеек. Одноименные ячейки всех групп, соединенные последовательно, составляют регистры.

При возникновении любого из вышеуказанных шести видов нештатной ситуации на объекте оператор (или другое лицо) включает на РПИ соответствующий переключатель Т для подачи сигнала на табло ЦПУ.

Ручные пожарные извещатели, применяемые в предлагаемой АСОПС, несколько сложнее РПИ, используемых при радиально-лучевой структуре построения системы охранно-пожарной сигнализации. Однако выполнение РПИ, как и всех остальных блоков системы на элементах феррит-ферритовой логики, не представляет особых затруднений и отличается сравнительно низкой стоимостью, что позволяет получить значительное сокращение затрат за счет сокращения общей протяженности шлейфов, по сравнению с радиально-лучевой структурой построения АСОПС.

При разработке рассмотренной АСОПС использованы научно-технические решения (а также ряд других приоритетных публикаций авторов) по кольцевой топологии соединения периферийных датчиков первичной информации, защищенные авторскими свидетельствами на изобретения (а.с. № 760142 и №842883).

Список литературы

1. ГОСТ 12.4.009-83*. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.
2. Собурь С.В. Установки пожарной сигнализации: Справочник.-М.: Спецтехника, 2001.-312 с. (Серия «Пожарная безопасность предприятия»).
3. НПБ 70-98. Извещатели пожарные ручные. Общие технические требования. Методы испытаний.

AUTOMATED FIRE-FIGHTING SYSTEM (BURGLAR AND FIRE) ALARM

Manilo Ivan Ivanovich, Voinkov Victor Pavlovich, Zykov Vladimir Ivanovich
«Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev», 641300, Russia, Kurgan region, Ketovsky district, village Lesnikovo, KSAA., Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education«Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia», 129075, Russia, Moscov, Galushkina street, house 4.
e-mail: *kaf_ppb@mail.ru, zykov01@mail.ru*

Abstract. The advantages and disadvantages of automated systems security and fire alarm systems, the creation of which used the radial-radial and ring topology connection manual fire detectors (MFD) to the Central control unit. The expediency of application of the ring topology connect the MFD to the Central control panel. Solved the problem of reducing the length of the cable lines (primary loops) in a few (tens or more) times. Such scientific and technical solution provides a relatively low cost of installation and maintenance of alarm systems by reducing the total length of strips on the subject of the economy.

Keywords: automated systems security and fire alarm systems (ASSFAS), radial-beam structure of ASSFAS, ring topology build ASSFAS, manual fire alarms, communication lines (cables), switches, signal conditioning, switches.

УДК 614.842

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К НАБЛЮДЕНИЮ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ ЛЮДЕЙ ВНУТРИ ЗДАНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ

Д.В. Шихалев
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия
e-mail: *evacsystem@gmail.com*

Проведен анализ подходов к наблюдению за поведением людей внутри здании для задачи обеспечения их безопасности. Определены их преимущества и недостатки. Сделан вывод о применимости существующих способов наблюдения для задачи мониторинга количества людей в здании во время эвакуации при пожаре.

Ключевые слова: мониторинг, управление эвакуацией, подсчет людей.

Одной из важнейших задач государства является обеспечение безопасности людей, в том числе в зданиях с их массовым пребыванием. Количество крупных зданий (торгово-развлекательные центры, офисные и деловые центры и др.) в городах непрерывно растет. Вместе с тем повышаются и требования по обеспечению безопасности в таких зданиях. Несмотря на относительно небольшое снижение количества пожаров и погибших в рассматриваемой категории объектов, числовые значения все еще высоки. Так, в 2015 году, в зданиях предприятий торговли Российской Федерации произошло свыше 3 000 пожаров, на которых погибло более 30 человек [1]. В последнее время, к традиционным угрозам для таких зданий (пожар, землетрясение и др.) добавилась и террористическая угроза (захват заложников, минирование здания).

Как правило, первоочередным ответом на эти угрозы является быстрая и безопасная эвакуация людей из здания наружу или в зону безопасности, где такие угрозы отсутствуют. Для этой задачи предусматривается система оповещения управления эвакуацией людей [2]. Задача данной системы сводится к информированию людей о необходимости покинуть здание с помощью речевых сообщений и указание направлений движения к выходам. Однако предлагаемые маршруты не всегда являются безопасными, так как данная система не учитывает ни наличие опасностей на маршруте движения, ни распределение людей внутри здания [3]. Кроме того, отсутствуют решения, направленные на обеспечение безопасной эвакуации при угрозе теракта. Поэтому можно утверждать, что

именно отсутствие системы мониторинга количества людей в здании не позволяет получить сведения о распределении людей внутри здания, определить безопасные маршруты движения людей во время эвакуации из здания, и соответственно осуществлять управление и координацию процесса эвакуации.

В настоящее время все больше исследователей уделяют внимание развитию систем управления эвакуацией людей при пожаре: разрабатывают модели определения безопасных маршрутов движения [4], предлагают различные концепции построения систем управления эвакуацией [5]. Однако до настоящего времени все еще технически не реализована ни одна из систем управления эвакуацией. Этому способствует следующее обстоятельство. В большинство из предлагаемых авторами моделей и алгоритмов включен параметр – количество людей на различных участках (в помещении, в коридоре, на лестничной клетке и т.п.). Некоторые исследователи предлагают ограничиться принятием детерминированных значений (например, из расчета 3 человека на 1 квадратный метр для торговых зданий), другие авторы вообще не принимают данный показатель во внимание. Детерминированность данных значений обуславливается отсутствием в настоящее время методов и технологий получения данных о количестве людей в здании, их распределении по различным участкам здания в режиме реального времени.

Целью исследования является анализ существующих способов наблюдения за поведением людей в здании.

Одними из способов исследования поведения людского потока являются визуальный метод и методы кинофотосъемки и видеонаблюдения, изложенные в работе [6]. Сущность визуального метода наблюдения заключается в следующем. Перед проведением наблюдения, исследователь выбирает интересуемый его участок, имеющим близкие по своим значениям геометрические размеры. Затем выбирается место, из которого исследователь будет осуществлять наблюдение. Задается определенный участок размером l ($l_{\text{н}}$ – начало участка l, $l_{\text{к}}$ – конец участка l), на котором будут осуществляться замеры. При начале движения людей, исследователь выбирает одного человека из потока на заданном удалении, и в момент пересечения им начала наблюдаемого участка $l_{\text{н}}$, исследователь включает секундомер и производит подсчет людей на конце участка $l_{\text{к}}$, до тех пор, пока выбранный ранее человек не пересечет линию $l_{\text{к}}$. После чего такая процедура повторяется требуемое количество раз. Более подробно данный метод изложен

в работе [6]. Недостаткам данного метода являются субъективность результата, напрямую влияющая на точность замеров.

Более перспективным в этом отношении можно считать метод кинофотосъемки и видеонаблюдения [6], заключающийся в следующем. Для проведения наблюдений выбирается необходимый участок в здании (горизонтальный путь, лестничная клетка, выход из здания и т.п.). Создается план выбранного участка наблюдения, на котором отмечаются характерные «маркеры», использующиеся в дальнейшем как привязка и ориентиры. Устанавливается детектирующее устройство (фото или видеокамера), при этом объектив должен быть установлен вертикально к плоскости наблюдаемого участка. Далее создается опорная сетка, которую необходимо разместить таким образом, чтобы ее не перекрывали наблюдаемые объекты. Затем производится калибровка сетки и камер. После чего производятся наблюдения и анализируются полученные результаты. Более подробно данный метод изложен в работе [6]. По большому счету данный метод отличатся от ранее рассмотренного (визуального) заменой наблюдателя (человек заменяется на камеры) и вводом сеток (опорной и расчетной), которые при анализе результатов позволят определить индивидуальные траектории движения, скорость перемещения, плотность потока. Необходимо отметить, что анализ результатов измерения осуществляет человек, что вносит определенную субъективность получаемых результатов.

Оба рассмотренных метода применяются для проведения контролируемых натурных экспериментов по определению скорости, плотности людских потоков, оценке пропускной способности и других параметров являющихся фундаментальными в теории людских потоков. Учитывая современный уровень развития науки и техники, недостатком рассмотренных методов является необходимость ручной обработки результатов исследования, что может внести определенную степень погрешности.

Более совершенным, в этом отношении является система PeTrack [7], разработанная в Юлихском суперкомпьютерном центре. Автоматизированный программно-аппаратный комплекс PeTrack позволяет в автоматическом режиме, на основании видеоматериалов, получать данные о траекториях движения людей в области наблюдения. На основании полученных траекторий движения вычисляются скорость и плотность потока, исследуются как индивидуальные особенности движения и поведения человека, так и групповые. Сущность данной системы заключается в следующем. На исследуемом участке производится расстанов-

ка видеокамер, таким образом чтобы весь исследуемый объект попадал в область видеонаблюдения. Производится калибровка камеры, путем задания расстояния до наблюдаемых объектов и угла наклона камер. В ходе проведения экспериментов осуществляется видеозапись происходящего, а затем, в автоматическом режиме происходит распознавание параметров и их преобразование в численные значения. Полученные результаты анализируются в соответствии с задачами исследования. Необходимо отметить одну важную особенность рассматриваемого комплекса PeTrack. В составе комплекса допускается применение двух типов видеокамер: стереокамера и обычная видеокамера. В случае применения последней, обязательным условием является ношение исследуемом субъектом (человеком) специального головного убора, на котором нанесена метка, повышающая точность вычисления. Безусловно данное обстоятельство является обременительным, однако точность получаемых данных (98 %) нивелирует данную особенность.

Рассмотрев существующие способы наблюдения людского потока в здании делаем следующие выводы. Прежде всего, рассмотренные методы наблюдения применялись только лишь для проведения лабораторных экспериментов. Во-вторых, участие человека в процедуре наблюдения людского потока вносит определенную степень погрешности. Наиболее достоверным методом оценки движения людей является программно-аппаратный комплекс PeTrack. Безусловно, особенность его применения (необходимость наличия маркеров на наблюдаемых) ставит под сомнение адаптацию данной системы под задачу получения данных о количестве людей в здании, их распределении по различным участкам здания в режиме реального времени. Однако сама технология (обработка видеоизображения различными методами и алгоритмами) заслуживает внимания.

В ходе дальнейшего исследования планируется разработка автоматизированной информационной системы мониторинга количества людей в здании, позволяющая осуществлять подсчет людей внутри здания на основе методов интеллектуального видеонаблюдения.

Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. - М.: ВНИИПО, 2016, - 124 с.: ил. 40.
2. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: свод правил (утв. Приказом МЧС России от 25.03.2009 № 173) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон. Дан. – М., 2017. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России.

3. Шихалев, Д.В. Информационно-аналитическая поддержка управления эвакуацией при пожаре в торговых центрах: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.10 / Шихалев Денис Владимирович. – М., 2015. – 176 с.
4. Колодкин, В.М. Математическая модель, обеспечивающая минимальное время эвакуации / В.М. Колодкин [и др.] // Безопасность в техносфере: сборник статей / науч. ред. В. М. Колодкин. Ижевск: «Институт компьютерных исследований», 2015. — с 55-58.
5. Валеев, С. С. Иерархическая система поддержки принятия решений при эвакуации людей из здания в критических ситуациях / С.С. Валеев, Н.В. Кондратьева, А.Ф. Янгирова // Вестник УГАТУ. 2014. № 1. – С. 161-166.
6. Холщевников, В.В. Натурные наблюдения людских потоков / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин, И.И. Исаевич // Учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 191 с.
7. Boltes, M. Collecting pedestrian trajectories / M. Boltes, A. Seyfried // Neurocomputing. Vol. 100, January 2013, pp. 127–133.

ANALYSIS OF APPROACHES FOR PEOPLE MONITORING INSIDE THE BUILDINGS FOR THEIR SAFETY

Denis Vladimirovich Shikhalev
The State Fire Academy of EMERCOM of Russia, 129366 Russia, Moscow, B. Galushkina str. 4.
e-mail: *evacsystem@gmail.com*

An analysis of approaches to monitoring the behaviour of people inside the building has been conducted. Advantages and disadvantages have been identified. The conclusion has been made about the applicability of monitoring techniques for the task of people monitoring in a building during an emergency evacuation.

Keywords: monitoring, evacuation management, people counting.

УДК 351.862:792.02(045)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ СО СЦЕН ЗРИТЕЛЬНЫХ ЗАЛОВ УЧРЕЖДЕНИЙ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ЗАДЫМЛЕНИЯ

Н.А. Перминов
Удмурстский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия
e-mail: *na_perminov@mail.ru*

Информация в статье относится к безопасности путей эвакуации при ЧС в учреждениях культуры, имеющих зрительный зал со сценой и оркестровой ямой. В частности приводится актуальность проблемы и описывается конструкция стационарного горизонтального предохранительного барьера, предназначенного для спасения людей, находящихся на сцене в момент задымления, от падения в оркестровую яму, не имеющую перил или имеющую их частично.

Ключевые слова: безопасность, эвакуация, сетка, трос, падение.

Во время проведения культурно-массовых мероприятий в учреждениях культуры с участием большого количества людей на сцене при возникновении ЧС, особенно задымления помещения, всегда существует опасность падения в оркестровую яму, которая не ограждена никакими перилами, или ограждена частично.

История существования многих театров, особенно в регионах РФ, содержит различные виды несчастных случаев, произошедших на сцене при невыполнении требований охраны труда и несоблюдении правил техники безопасности производственных процессов: падение декораций на людей, обрывы подъёмных тросов и тому подобное. Среди этих случаев своё значительное место имеют и падения в оркестровую яму при различных ситуациях: и случайно оступившись, и закружившись в танце, и в задымлении, когда поднимается паника. Зафиксированы и случаи смертельных исходов таких падений, так как глубина оркестровой ямы достигает трёх метров.

Для предотвращения несчастных случаев при падении в оркестровую яму нами разработана конструкция стационарного горизонтального предохранительного барьера.

Основу барьера составляет спасательно-страховочная сетка из полиамидного волокна, кручёного в нити диаметром четыре миллиметра с размерами ячейки сто на сто миллиметров не менее. Длина барьера уточняется по длине оркестровой ямы, а требуемая

ширина – не менее двух с половиной метров. Вдоль каждой длинной стороны барьер содержит стальной трос, сплетённый с продольно расположенными крайними ячейками спасательно-страховочной сетки. Диаметр троса зависит от длины ямы и находится в пределах от семи до десяти мм. На концах каждого троса выполнены петли, которые зацеплены за крюки натяжных болтов, содержащих широкую шайбу и гайку. Длина стержня болта должна быть достаточна для пропускания сквозь боковую стенку оркестровой ямы и для шайбы и гайки.

Предохранительный барьер готовят к эксплуатации следующим образом: закрепляют спасательно-страховочную сетку на двух продольных тросах за крюки натяжных болтов, которыми регулируют натяжение тросов. Натяжные болты вставляются в сквозные отверстия, просверленные в боковых стенах оркестровой ямы на глубине не более полуметра от уровня сцены. Материал боковых стен ямы должен быть достаточно прочным, чтобы иметь возможность с запасом удерживать усилие натяжения тросов значением до пяти тысяч Ньютонов, то есть быть либо кладкой керамического полнотелого кирпича, либо бетоном, и то и другое соответствующей толщины.

Установленный по изложенной выше технологии стационарный горизонтальный предохранительный барьер должен выдерживать с коэффициентом запаса прочности равным двум динамическое падение с уровня сцены человека весом сто килограммов.

Дополнительным видом использования является возможность снять барьер с крюков и натянуть его на специальные опоры над сценой для страховки выступлений артистов в воздухе. Недостатком изложенной выше конструкции можно назвать тот факт, что упавшему на сетку человеку придётся самому перемещаться по сетке обратно на сцену, либо его подъём потребует наличие страховочного троса со спасательным поясом.

MAINTAINING SAFE WAYS TO EVACUATE PEOPLE FROM THE SCENES OF THE AUDITORIUMS OF CULTURAL INSTITUTIONS IN THE MIDST OF SMOKE

N. A. Perminov
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *na_perminov@mail.ru*

The information in the article applies to security emergency escape routes in cultural institutions, with an auditorium with a stage and orchestra pit. In particular provides the urgency of the problem and describes the design of the stationary safety barrier designed to rescue persons on the scene at the time of smoke, from falling into the orchestra pit, railing or having them partially.

Keywords: security, evacuation, netting, rope, fall.

УДК 536(468+248):678.026

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТИ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ

С.Г. Шуклин, Д.С. Шуклин
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия,
ООО «Новый дом», г. Ижевск
e-mail: *shedas@mail.ru*

В данной работе исследовано влияние небольших добавок (до 5 масс.%) углеродных металлсодержащих наноструктур, содержащих медь (II), никель (II) и кобальт (II), на процесс вспучивания модифицированных эпоксидных композиций (ЭК), а также на физико-механические и теплофизические свойства образующихся углеродных пен (пенококсов). Исходная эпоксидиановая смола для придания ей огнезащитных свойств модифицировалась полифосфатом аммония. В полученные смеси добавлялись углеродные металлсодержащие наноструктуры, содержащие медь (II), никель (II) и кобальт (II) Исследовались пенококсы, полученные из модифицированной смолы без добавки и с добавкой углеродных наноструктур, активированного угля, графита. Смола отверждалась ПЭПА.

Ключевые слова: пенококсы, углеродные нанотрубки, температуропроводность.

Первоначально предполагалось, что наноструктуры могут служить эффективными центрами кристаллизации углерода, образующегося в процессе карбонизации эпоксидных композиций, а также эффективными структурообразователями, повышающими механические свойства пенококсов.

Из зависимостей теплоемкости от температуры (C_p) видно, что добавки наноструктур значительно (на ~80–100 ^oC) повышают температуру максимальной величины C_p. Учитывая, что за рост теплоемкости ответственна газовая фаза, следует предположить, что при добавлении наноструктур происходит более равномерное распределение образующихся газов в структуре пенококсов, в результате чего теплоемкость пенококсов снижается относительно пенококсов без наноструктур, приближаясь к таковой для твердого тела. В то же время потери массы для разных композиций близки, поэтому снижение максимальной величины C_p для пенококса без наноструктур по сравнению с пенококсами с наноструктурами связано не с различными количествами образующихся газов, а с различным их распределением в структуре пенококсов.

Следует предположить, что для пенококса с наноструктурами распределение газа в структуре несколько более равномерное, а средний размер газового пузыря меньше, чем для пенококсов с наноструктурами. Таким образом, можно утверждать, что наноструктуры обеспечивают более равномерное распределение газовых пузырьков в пенококсах.

Плотность природного графита редко превышает 2 г/см^3 и обычно составляет 1.6 г/см^3 и ниже; плотности переходных форм углерода также не превышают ∼1.5–2 г/с^3 [1]. Плотности пенококсов ниже плотностей различных углеродов в 1.2–1.5 раз. Это может быть связано с закрытой системой пор, полости которых недоступны для жидкости в пикнометре, или несовершенной упаковкой углеродных слоев и кристаллитов в структуре пенококсов.

Для пенококсов изучался такой показатель, как кратность вспучивания, показывающий относительное увеличение объема углеродной пены по сравнению с исходной композицией.

Кратность вспучивания (К) для эпоксидной смолы, содержащей наноструктуры приблизительно в 2–3 раза больше, чем для исходной эпоксидиановой смолы с добавкой полифосфата аммония. Максимальная величина К наблюдается для добавок, содержащих никель и кобальт, приблизительно в 3 раза больше, чем у композиции без добавок. Добавка активированного угля также повышает кратность вспучивания почти в 2 раза, добавка порошка графита, напротив, несколько понижает – приблизительно в 1.3 раза.

Для оценки теплозащитных свойств рассчитывался коэффициент температуропроводности вспученных при 800 ^oC пенококсов [2].

Величины температуропроводности пенококсов (а) для эпоксидных композиций наноструктур в 1.5–2 раза выше, чем для пенококсов, полученных из эпоксидных композиций.

Прочность пенококсов после введения добавок значительно повышается (в ∼2.5–3 раза), тогда как введение порошка графита практические не приводит к повышению прочности пенококсов, а активированного угля – к незначительному (в ∼1.25 раз) повышению.

Таким образом, введение наноструктур значительно повышает механическую прочность пенококсов эпоксидных композиций. Ранее на примере фуллеренов C_{60} было показано [3], что углеродные наноструктуры лучше связываются полимерами, содержащими ароматические кольца (полистирол), чем не содержащими их (полиметилметакрилат). Аналогично, ОНТ в составе эпоксидиановой

смолы приводят к некоторому снижению ее прочности на изгиб [4]. В соответствии с этим повышение прочности пенококсов с наноструктурами можно связать с данным фактом, поскольку в структуре пенококсов, по-видимому, присутствуют фрагменты ароматических макромолекул. Прочность пенококсов является важным показателем, поскольку огнезащитный эффект, в отличие от теплозащитного, зависит также от стойкости к разрушению пенококсов под действием фронта пламени и возникающих во вспучивающемся покрытии механических напряжений.

Поэтому можно утверждать, что полимерные композиции, содержащие наноструктуры, полученные из эпоксидных смол, обладают в целом лучшими огнезащитными свойствами.

Список литературы

1. Уббелоде, А. Р. Графит и его кристаллические соединения / А. Р. Уббелоде, Ф. А. Льюис. – М. : Мир, 1965. – 256 с.
2. Лыков, А. В. Теория теплопроводности. – М. : Высш. шк., 1967.
3. Ануфриева, Е. В. Взаимодействие полимеров с фуллереном С60 / Е. В. Ануфриева, М. Г. Краковяк, Т. Д. Ананьева, Т. Н. Некрасова, Р. Ю. Смыслов // ФТТ. – 2002. – Т. 44. – № 3. – С. 443–444.
4. Lau, K.-T. Effectiveness of using carbon nanotubes as nano-reinforcements for advanced composite structures / K.-T. Lau, D. Hui // Carbon. – 2002. – V. 40, № 9. – P. 1605–1606.

POLYMER COMPOSITES OF REDUCED COMBUSTION FOR ELEMENTS OF THE CONTROL SYSTEM OF EVACUATION

Shuklin Sergey Grigorievich, Shuklin Dmitriy Sergeevich
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *shuklin@udsu.ru*

The influence of small additives (up to 5 mass%) of carbon metal-containing nanostructures containing copper (II), nickel (II) and cobalt (II) on the process of swelling of modified epoxy compositions (EC), as well as on physical-mechanical And thermophysical properties of formed carbon foams (foam boxes). The starting epoxydiene resin was modified with ammonium polyphosphate to give it flame retardant properties. Carbon metal-containing nanostructures containing copper (II), nickel (II) and cobalt (II) were added to the resulting mixtures. Foam cells obtained from modified resin without additive and with the addition of carbon nanostructures, activated carbon, graphite were investigated. The resin was cured by PEPA.

Keywords: foam cokes, carbon nanotubes, thermal diffusivity.

Раздел II
Техносферная безопасность

УДК 004.031.4

ПРОЕКТ «ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА ОЦЕНКИ РИСКОВ ЧС И УСТОЙЧИВОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ»

М.Э. Галиуллин, В.О. Анашин, А.В. Радикова
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *m.a.galiullin@gmail.com, anashin2111@gmail.com, anna.radikova.ar@gmail.com*

Представлен проект единого Web-сервиса оценки рисков в масштабе Российской Федерации. Описана архитектура пректа, функциональность системы, план работы и программная реализация продукта.

Ключевые слова: техногенный риск, Облачный сервис, чрезвычайная ситуация, Web-сервис.

Введение

Целью реализации проекта «Облачного сервиса оценки рисков ЧС и устойчивости для территорий и хозяйствующих субъектов» является предоставление большому числу специалистов РФ (специалисты, работающие в области оценки рисков и создания нормативных документов/паспортов безопасности техногенных объектов) единый веб-инструмент для оценки рисков ЧС и устойчивости для территорий и хозяйствующих субъектов.

1. Общее описание

1.1 Видение продукта

В России разработана методология риск-анализа, позволяющая проводить количественную оценку риска.

В целом, определение уровня опасности техногенного объекта сводится к оценке риска возникновения аварийной ситуации, определению числа погибших и пострадавших среди персонала и населения и материального ущерба от аварии.

Существующий ресурс http://rintd.ru/ [1] уже позволяет провести оценку опасности техногенного объекта, выявляя масштаб возможной аварии. Но наиболее оптимальным и наглядным решением в вопросе оценки объектов по уровню техногенной опасности является построение на карте местности изолиний

потенциального риска, а в вопросе ранжирования территорий и хозяйствующих субъектов – построение сравнительной карты коллективного риска, что в итоге могло бы представлять собой своеобразную интерактивную «карту безопасности».

Таким образом, одной из наиболее важных задач разрабатываемого продукта является создание картографического интерфейса.

Другой немаловажной частью разработки является проектирование для пользователей возможности самостоятельно добавлять модули расчетных задач в режиме онлайн.

Разработке подлежат:

1 Системные и архитектурные решения по размещению разрабатываемого сервиса оценки рисков в облачной среде с целью получения возможности автоматического масштабирования ресурсов под запросы пользователей.

2 Web-интерфейс доступа пользователей к ресурсу.

3 Организация вычислений и интерфейс подключения дополнительных расчетных модулей.

4 Технология представления рисков на карте России.

5 Хранение рассчитанных данных и организация пространственных запросов на имеющихся данных.

Одной из целей проектируемого сервиса является создание единого унифицированного инструмента расчета задач, связанных с оценками риска, результаты работы которого можно сравнивать и сопоставлять друг с другом при ранжировании объектов и территорий по уровням опасности. Такая постановка цели предполагает, что данным инструментом будут пользоваться практически все специалисты России, работающие в области оценки рисков и создания нормативных документов (например, Паспортов безопасности, Деклараций безопасности) техногенных объектов. Достаточно грубая оценка количества потенциальных одновременно работающих пользователей в Web-сервисе - около тысячи специалистов. Такая оценка накладывает определенные требования на создаваемую архитектуру сервиса по нагрузке, расширяемости и высокой доступности системы.

1.2 Архитектура продукта

В силу накладываемых требований на систему по количеству одновременно работающих с ним пользователей, а также с целью иметь возможность внесения быстрых изменений и правок в процессе будущей эксплуатации системы, Сервис предполагается построить по принципам микросервисной архитектуры [2, 3]. Проект Сервиса состоит из следующих частей (рисунок 1):

– Веб-интерфейс пользователя – уровень представления системы. Является входной точкой для пользователей. Собирает воедино информацию, полученную от других микросервисов приложения. Данный микросервис реализован с использованием Vaadin Framework [4], позволяющем создать весь уровень представления (включая клиентскую часть, отображаемую в браузере) с помощью единого языка (Java) и единой среды разработки.

– Микросервис расчетных задач – TaskWorker. Принимает к выполнению задачи (вместе с входными данными), инициированные пользователями, загружает и запускает программный код задачи, выдает текущий статус задачи, и в конце работы отправляет рассчитанные выходные данные в микросервис хранения результатов расчетов. Код различных конкретных задач может быть написан на любом из подходящих языков программирования (Java, Scala, JavaScript, Python, PHP, и т.д. – конкретный список может быть впоследствии утвержден) или быть бинарным кодом (скомпилированным для платформы Linux/x64). Таким образом, количество расчетных задач может быть расширено любым пользователем системы путем подгрузки программного кода в режиме онлайн. Базовый набор задач доступен сразу при развертывании системы.

– Микросервис хранения информации об опасных объектах, к которым будут применяться расчетные задачи – ObjectStorage. Пользователи сами наполняют тот или иной опасный объект информацией, необходимой для расчетов и, возможно, для генерации паспортной документации. Должен сохранять пространственную информацию в GISStorage (границы объекта, строения/территории с людьми, см. далее). Сам может хранить только данные, необходимые для расчетной задачи – местоположение объекта (Long, Lat), точки/полилинии опасных площадок. Этот сервис может быть объединен с GISStorage с целью оптимизации расчетных задач.

– Микросервис хранения программных модулей (кода) задач – CodeStroage. Хранит различные версии модулей вместе с метрикой времен выполнения, выполняет формальную проверку архива модуля правилам упаковки и выдает архив программного кода задачи по запросу микросервису расчетных задач TaskWorker.

– Микросервис хранения результатов расчетов – ResultStorage. Хранит результаты всех расчетов, когда-либо запущенных в системе. Выполняет перепроецирование расчетной сетки в систему географических координат WGS-84 [5]. Сразу после сохранения очередных результатов расчетов вычисляет вклад этих результатов в индивидуальный риск данного объекта (а также, возможно, в общий индивидуальный риск территорий). Может быть объединен

с GISStorage с целью оптимизации расчетов коллективного/индивидуального риска.

– Микросервис профиля пользователей – Account. Хранит информацию о пользователях системы, их профильные данные. Отвечает, возможно, за проверку/пополнение средств на счету пользователя.

– Микросервис авторизации/аутентификации пользователей - Auth. Позволяет войти/зарегистрироваться в системе по логину/паролю или через регистрацию на сторонних сервисах, таких как социальные сети.

– Микросервис хранения и запросов к пространственным данным (ГИС – Гео-Информационным Системам [6]), таким как – границы административных территорий, города и населенные пункты, жилые строения, информация о численности проживающего населения, территории распределения розы ветров и силы ветра – GISStorage. Кроме запросов на простую выборку, может производить сложные пространственные вычисления (средствами подключенной к микросервису пространственной базы данных PostGIS [7]). Связность с другими данными всей системы организована только по пространственному пересечению или по совпадающему названию объекта. Это позволяет производить обновление часто меняющихся ГИС-данных. Здесь же хранится пространственная часть данных об опасных объектах.

– Микросервис журналирования работы всей системы – Logging. Записывает все системные события для целей отладки.

– Брокер сообщений, работающий по протоколу AMQP, использующий популярный open source продукт RabbitMQ [8]. Является важной составной частью современных микросервисных архитектур. Маршрутизирует сообщения, посылаемые друг другу различными частями системы, позволяя им быть более независимыми, а системе оставаться более отзывчивой для пользователя.

Для взаимодействия микросервисов используется архитектура REST [9] и брокер сообщений. Все взаимодействия происходят во внутренней виртуальной сети облачного провайдера.

Все микросервисы развернуты в облаке Kubernetes [10], упакованы и запускаются в виде docker-контейнеров [11]. Облако Kubernetes берет на себя многие функции, необходимые для работы и развертывания современного микросервисного приложения, такие как:

– хранение упакованных docker-образов микросервисов в едином репозитории;

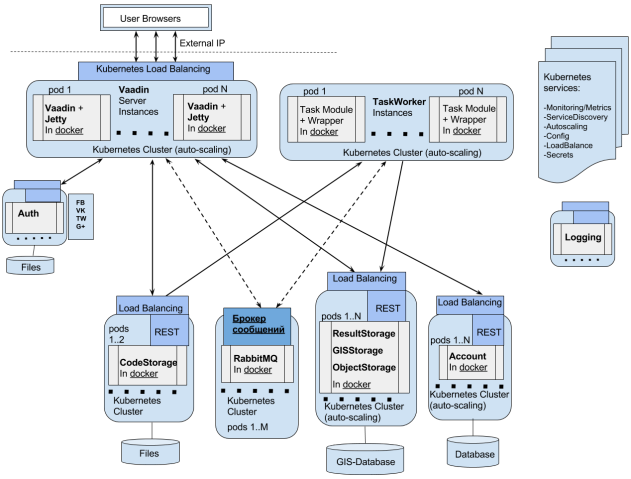

Рисунок 1 — Микросервисы системы и их взаимодействие.

– автоматическое масштабирование системы, т.е. увеличение/уменьшение числа одновременно работающих экземпляров любого из микросервисов по различным критериям (как правило, это величина нагрузки на экземпляр), а также гарантированный запуск множественных экземпляров микросервиса на разных нодах/серверах облака;

– регистрация и обнаружение запущенных экземпляров микросервисов;

– мониторинг «здоровья» запущенных микросервисов, перезапуск зависших;

– организация единого центра конфигурирования/настроек микросервисов;

– организация распределенной нагрузки на экземпляры микросервисов (Load Balancing);

– подключение общей файловой системы для всех экземпляров микросервиса;

– хранение паролей, секретных ключей;

– и многое другое.

1.3 Информационные потоки внутри ситемы

Попадая в систему пользователь взаимодействует только с Vaadin сервером, который берет на себя дальнейшую диспетчериза-

цию рабочих потоков, собирает воедино информацию, полученную от других частей системы, и отдает ее в итоге пользователю.

Первое, что необходимо сделать для вновь зашедшего в систему пользователя, – это аутентифицировать его. Эту работу берет на себя микросервис Auth. После успешно пройденной процедуры проверки подлинности Vaadin сервер хранит эту информацию до окончания сессии работы с пользователем.

За хранение профиля пользователя и истории его работ в системе отвечает микросервис Account. Vaadin сервер делает необходимые запросы к нему по мере надобности. В режиме коммерческого использования системы микросервис Account отвечает также за учет денежных средств на счету пользователя.

Список расчетных задач, которые доступны в системе, можно получить из микросервиса CodeStorage. Также там присутствует информация о параметрах и входных данных для каждой из задач, которые необходимо ввести для проведения тех или иных расчетов.

Если пользователь авторизовался в системе, то дальнейший рабочий поток выглядит следующим образом:

1 Пользователь создает новый опасный объект (или выбирает уже существующий), вводит некоторую информацию об объекте, которая частично необходима для будущих расчетов. Это все сохраняется в микросервисе ObjectStorage. Далее пользователь выбирает опасный участок на объекте (например, газовый котел на одной из площадок), выбирает расчетную задачу из списка доступных (микросервис CodeStorage предоставляет список), вводит дополнительные необходимые для конкретного расчета данные и запускает задачу на выполнение. Также пользователей может добавить новый расчетный модуль (см. ниже).

2 Vaadin сервер отправляет в один из каналов брокера сообщений информацию с указанием типа запущенной задачи, списка входных данных, идентификатора запустившего ее пользователя и идентификатора опасного объекта.

3 Сообщение предназначено для микросервиса TaskWorker, который подписан на данный канал и постоянно ожидает поступления нового задания. Если все запущенные экземпляры TaskWorker-а будут к этому моменту заняты уже запущенными задачами, то сообщение с новым заданием не потеряется, а дождется, пока его не примет один из освободившихся экземпляров TaskWorker-а.

4 Экземпляр TaskWorker-а, получивший сообщение с новым заданием, запрашивает архив программного кода задачи (тип задачи указан в сообщении) из микросервиса CodeStorage. Архив

распаковывается в безопасном окружении, т.е. в файловой системе, не имеющей доступа к файловому пространству самого микросервиса TaskWorker, и не имеющего выхода в сеть.

5 Программный код из архива запускается в соответствии с приложенным к нему файлом Манифеста. На стандартный поток ввода (stdin) подаются входные параметры задачи; со стандартного потока ошибок (stderr) забирается текущий статус задачи и возникающие в процессе работы ошибки; со стандартного потока вывода (stdout) забираются результаты в конце работы программы; возвращаемый оболочкой запуска код результата (result code) работы также запоминается (рисунок 2).

6 Во время работы программного кода задачи данные, собранные из stderr, периодически направляются в брокер сообщений по адресу инициатора задачи – Vaadin сервера.

7 После успешного (или неуспешного) выполнения программного кода задачи результаты работы (stdout, stderr, result code) направляются в микросервис ResultStorage вместе с указанием типа задачи, входных данных, идентификатора пользователя, идентификатора объекта, а также метрики - затраченного на выполнение времени. Метрика также направляется в CodeStorage для будущего информирования пользователей о требуемом для расчета времени. В брокер сообщений отправляется информация об успешном завершении задачи (с указанием идентификатора записи результатов в ResultStorage) в адрес Vaadin сервера с целью оповещения пользователя, возможно находящегося в данный момент в системе.

8 Пользователь, вновь вошедший в систему после некоторого перерыва, получит накопившиеся уведомления о статусе завершенных задач и сможет посмотреть все имеющиеся результаты расчетов, в том числе и завершившиеся с ошибками (Vaadin сервер сделает запрос к микросервису ResultStorage и выберет все результаты, относящиеся к данному пользователю и к интересующей его задаче).

9 Результаты работы задач показываются для пользователя в виде изолиний риска (или тепловой карты потенциального риска) или опасных факторов поверх карты-подложки, взятой, например, из Google Maps API [12]. Для задач, не имеющих пространственной составляющей результата расчета, вместо карт будут отображены графики, диаграммы или таблицы.

10 В зависимости от запросов пользователя и его полномочий по доступу к результатам других задач, на карте могут быть отражены интегрированные результаты от многих опасных объектов также в виде изолиний или тепловой карты.

Также могут быть показаны диаграммы и графики ранжирования территорий и хозяйствующих субъектов по уровню риска. На мелких масштабах карт (целиком область, несколько областей или вся страна) визуализация будет представлять собой карты сравнительной интенсивности региона – режим ранжирования (риски/факторы, просуммированные по региону). На крупных масштабах вместо изолиний также возможен вариант показа карт сравнительной интенсивности объектов/регионов в виде кружков интенсивности.

11 Пользователь может добавить новый расчетный модуль задачи, если его не устраивает список имеющихся в системе. Для этого он должен упаковать свой программный код в архив, сопроводив его файлом Манифеста, в котором описано как запускать расчет, какие существуют входные параметры, как запускать тесты, и что будет представлять из себя результат. Упакованный, согласно принятым в системе правилам, архив модуля загружается сервером Vaadin в микросервис CodeStorage, который берет на себя ответственность за хранение программного кода модулей расчета, выдачу по запросу архива конкретного модуля, выдачу полной информации о любом модуле и требуемых для его работы входных данных, формальную проверку соответствия требованиям упаковки, а также хранение метрик запуска (времена, затраченные на расчет при определенных входных параметрах). Если формальная проверка по каким-либо причинам не проходит, то пользователь будет незамедлительно извещен об этом. Вслед за формальной проверкой Vaadin сервер запустит набор тестов, указанных в Манифесте, по технологическим потокам, описанным в пп. 2-8.

1.4 Среда функционирования продукта (операционная среда)

Реализацию системы планируется провести с использованием языков программирования Java/C++. Операционная среда выполнения – docker-контейнеры на базе Linux/x64.

Созданную систему планируется развернуть в крупных российских дата-центрах в облачной инфраструктуре Kubernetes на арендуемых аппаратных мощностях, или приобретенных отдельно под требования системы и расположенных на площадях дата-центров.

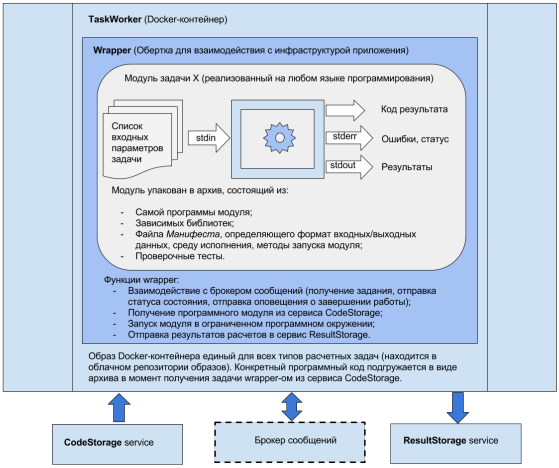

Рисунок 2 — Встраивание программного кода расчетных задач в инфраструктуру системы.

2. Функциональность системы

2.1 Функциональное наполнение проблемной области

Возможный перечень расчетных модулей и инструментов, который будет присутствовать на облачном сервисе оценки рисков (список может динамически меняться в процессе эксплуатации системы) представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 — Список возможных модулей/задач, доступных пользователю.

2.2 Отображение результатов расчетов

Расчеты суммарного потенциального риска от одного или нескольких опасных объектов (или нескольких площадок внутри одного объекта) отображаются как в виде таблиц и графиков, так и на карте местности в виде изолиний или тепловых карт (рисунки 4, 5).

Для ранжирования территорий, субъектов и опасных объектов используется рассчитанный индивидуальный риск (удельный коллективный риск). Результаты ранжирования также отображаются на карте местности, но уже в более мелком масштабе (на уровне охвата нескольких территорий или хозяйствующих субъектов) - в виде интенсивности цветовой заливки соответствующих территорий или кругов интенсивности вокруг «точечных» объектов (рисунки 6, 7).

2.2.1 Отображение ранжирования

Ранжирование и отображение (с уменьшением масштаба на карте):

1 Опасные объекты (считаем индивидуальный риск); здания по пожарной опасности. Отображение - красные круги вокруг

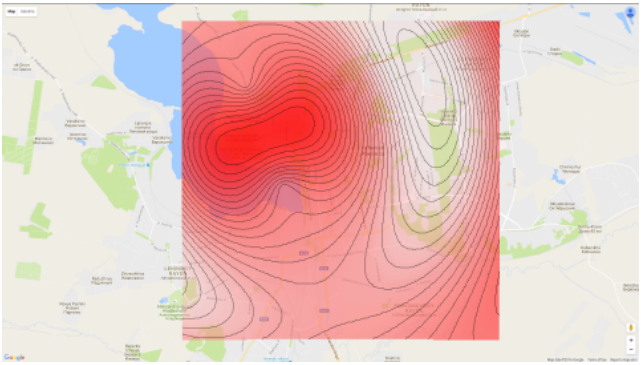

Рисунок 4 — Иллюстрация того, как могут выглядеть карты с изолиниями расчетных рисков/факторов от нескольких объектов, находящихся недалеко друг от друга.

Зависимость поражающих факторов взрыва (избыточного давления и удельного импульса ударной волны взрыва) от расстояния.

Расстояние (м) R	Избыточное давление, кПа dP	Удельный импульс, кПа*сек Imp
15	129,07	1,02
30	34,81	0,51
45	18,41	0,34
60	12,26	0,25
75	9,13	0,20
90	7,26	0,17
105	6,01	0,15
120	5,13	0,13
135	4,47	0,11
150	3,96	0,10
165	3,56	0,09
180	3,23	0,08
195	2,95	0,08
210	2,72	0,07
225	2,52	0,07
240	2,35	0,06

Рисунок 5 — Пример табличных данных результатов расчетов.

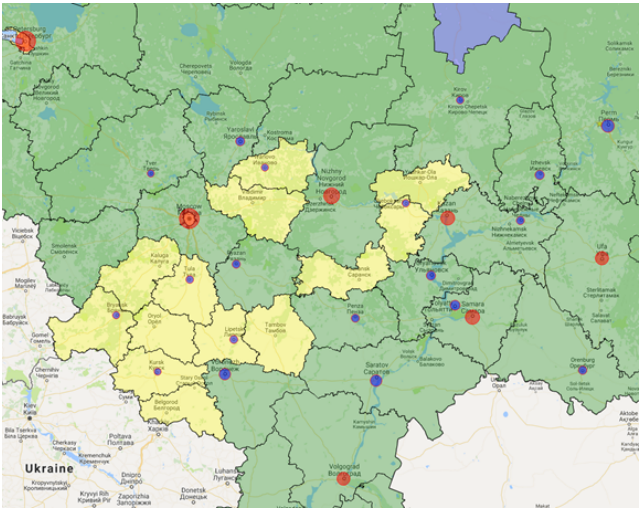

Рисунок 6 — Иллюстрация ранжирования областей и населенных пунктов России по уровню риска.

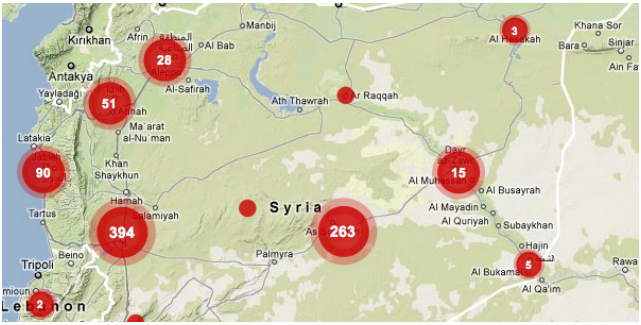

Рисунок 7 — Иллюстрация возможного метода отображения ранжирования по населенным пунктам/объектам на карте.

объектов (диаметр зависит от величины риска. В центре кружка может стоять цифра - величина риска).

2 Районы города. Отображение - интенсивность полупрозрачной заливки полигона района города.

3 Города/нас.пункты республики/области. Отображение - красные кружки (как на рисунке 7).

4 Районы республики/области. Отображение - заливка полигона (как на рисунке 8).

5 Субъекты РФ. Отображение - заливка полигона (как на рисунке 6).

2.2.2 Необходимые дополнительные данные для расчетов

Необходимые данные для расчета потенциальных и индивидуальных рисков.

Для **потенциального** риска:

– все возможные виды аварий на объекте вместе с частотами.

– в случае сложной конфигурации объекта - геометрическое расположение площадок объекта в пространстве, возможно указание линий прокладки трубопроводов, траектории транспортировки опасных грузов (эту информацию пользователь сам вводит для конкретного объекта, хранится в ObjectStorage).

– для химических аварий – роза ветров и распределение по диапазонам скоростей ветров (информацию должен предоставить GISStorage).

Для **индивидуального** риска: – плотности проживания людей в населенных пунктах/районах города (возможно от времени суток) - (ГИС-микросервис GISStorage должен хранить эти данные с возможностью периодического обновления карт).

– плотности распределения работников по объекту (возможно от времени суток) - (пользователь сам вводит эту информацию и хранит ее вместе с опасным объектом в микросервисе ObjectStorage).

– границы административных территорий (GISStorage).

– принадлежность опасных объектов к той или иной административной территории (ObjectStorage + GISStorage).

Рисунок 8 — Пример возможной визуализации ранжирования по районам области.

3. Список и план работ

3.1 Список задач, инструменты разработки

Одним из преимуществ микросервисной архитектуры является возможность независимого создания частей системы отдельными небольшими группами разработчиков. Как следствие, задача, стоящая перед каждой из групп, упрощается, ускоряются сроки выявления ошибок и внесения очередных изменений в систему. Разработка всей системы распадается на следующий примерный список задач, согласно рисунку 1:

1 Vaadin сервер

1.1 Разработка архитектурного дизайна интерфейса пользователя.

1.2 Визуализация результатов на карте.

1.3 Визуализация результатов в виде графиков, таблиц и диаграмм.

1.4 Взаимодействие с другими микросервисами через архитектуру REST и брокер сообщений.

1.5 Задачи, связанные с поддержкой/восстановлением сессий работы с пользователями.

1.6 Внутренняя бизнес-логика.

2 TaskWorker 2.1 Запуск задач в безопасном окружении.

2.2 Взаимодействие с другими микросервисами через архитектуру REST и брокер сообщений.

2.3 Разбор файла Манифеста и запуск тестов.

2.4 Внутренняя бизнес-логика.

3 CodeStorage

3.1 Реализация интерфейса REST.

3.2 Подключение Базы Данных или файловой системы/хранилища для постоянного надежного хранения архивов программного кода расчетных модулей и метрик запуска.

3.3 Формальная проверка правильности упаковки архивов.

3.4 Внутренняя бизнес-логика.

4 ResultStorage

4.1 Реализация интерфейса REST.

4.2 Подключение Базы Данных для постоянного надежного хранения результатов работы расчетных модулей.

4.3 Внутренняя бизнес-логика.

5 Account

5.1 Реализация интерфейса REST.

5.2 Подключение Базы Данных для постоянного надежного хранения профилей пользователей, истории их действий и денежных счетов.

5.3 Разработка платежной системы.

5.4 Внутренняя бизнес-логика.

6 Auth

6.1 Реализация интерфейса REST.

6.2 Работа с файлами паролей и ключей, предоставляемыми сервисами Kubernetes.

6.3 Взаимодействие с внешними ресурсами, позволяющими проводить авторизацию.

6.4 Внутренняя бизнес-логика.

7 Logging

– Здесь есть несколько решений, которые затрагивают все части системы.

8 Базовый набор расчетных модулей

8.1 Подготовка математических моделей и реализация численных методов их решений. 8.2 Создание проверочных тестов.

8.3 Упаковка в соответствии с правилами Манифеста.

9 Задачи, связанные со всей архитектурой системы

9.1 Разработка структуры файла Манифеста.

9.2 Создание набора тестов в каждом из микросервисов для проведения автоматического тестирования перед развертыванием очередной версии.

10 ObjectStorage

10.1 Проектирование структуры хранения информации по опасному объекту.

10.2 Подключение и проектирование таблиц Базы Данных для постоянного надежного хранения данных по опасным объектам.

10.3 Реализация интерфейса REST.

10.4 Внутренняя бизнес-логика.

11 GISStorage

11.1 Подключение PostgreSQL/PostGIS.

11.2 Проектирование, реализация и документирование REST интерфейса.

11.3 Реализация закачки/обновления ГИС-данных.

Создание и сопровождение современных Web приложений (тем более микросервисных) тесно связано с репозиториями исходных кодов, автоматической сборкой, тестированием и развертыванием очередных версий частей системы на тестовых и боевых облачных ресурсах. Для реализации этих задач будут задействованы такие решения, как Git/GitLab, Java EE, Maven, Jenkins CI, WildFly

Swarm, JBoss Forge, Fabric8, Docker, Kubernetes, OpenShift 3, OpenStack.

4. Программная реализация

4.1 Визуализация результатов на карте

При отображении результатов на карте встают следующие задачи:

1 представление сеточных/растровых результатов в виде векторных изолиний с учетом сглаживания.

2 перепроецирование сеточных пространственных результатов из локальных координат в географическую систему координат (широта, долгота – WGS-84) для последующего отображения на картах Google/Yandex/OpenStreetMap (OSM) [12–14], которые работают в проекции Mercator [15].

3 отображение на картах Google/Yandex/OSM (с помощью соответствующего API) расчетных показателей потенциального риска от объекта в виде тепловой карты и изолиний (шаг изолиний зависит от масштаба карты) – рисунок 4.

4 отображение на картах Google/Yandex/OSM ранжирования областей/территорий в виде окрашенных областей – рисунки 6, 8.

5 отображение на картах Google/Yandex/OSM ранжирования объектов/нас.пунктов в виде точек с разной интенсивностью (разной шириной кружков – рисунок 7).

6 отображения на карте итоговых изолиний и теплового растра потенциального риска, являющихся суммой результатов, полученных от различных объектов. Необходимо учитывать границы отображаемой области, а также различную дискретность имеющихся результатов по разным объектам – рисунок 4.

7 суммирование результатов, полученных от всех объектов по территории/региону для задач отображения ранжирования.

Для эффективного решения задач по вычислению рисков, а также задач по перепроецированию, три микросервиса – ResultStorage, GISStorage, ObjectStorage – должны быть объединены единой Геоинформационной Базой Данных – PostgreSQL/PostGIS. В этом случае многие подзадачи решаются встроенными в PostGIS средствами. Например, для расчета индивидуального риска необходимо находить области пересечения потенциального риска (тепловая карта/растр) с полигонами плотностей проживания населения/работников (векторные данные жилых/производственных зданий).

4.1.1 Работа с проекциями

Под локальной системой координат скорее всего будет подразумеваться проекция Равновеликая Азимутальная Проекция Ламберта [16], как наиболее реалистичная в плане сохранения длин, площадей и направлений для не очень удаленных от центра территорий. Ось Y в этой проекции совпадает с направлением на север, а начало координат устанавливается в любую точку на земной поверхности.

Результаты работ расчетных модулей (потенциальные риски от определенного вида аварии) будут представлять собой сеточные данные (на регулярной или нерегулярной сетке).

Для целей отображения этих данных в виде изолиний/тепловых карт на карте-подложке следует их преобразовать в регулярный растр (с единым шагом сетки для всей системы) в системе координат WGS'84. Преобразование должно происходить сразу после завершения очередного расчета и сохранения результата в базе данных. Сохраняя в базе такие единые преобразованные растры значений потенциального риска для i-тых аварий опасных объектов, мы можем в дальнейшем на лету строить суммарные изолинии по быстрому алгоритму http://makematics.com/code/isolines/ [17]. (Примечание. Удобный масштаб карты, на котором следует отображать изолинии, будет таков, что на нем уместится небольшое количество опасных объектов, а значит и время расчета изолиний на лету можно ожидать небольшим).

Индивидуальный риск высчитывается также сразу после завершения очередного расчета и сохранения результата в базе данных. В дальнейшем при ранжировании объектов/территорий потребуется лишь сложить результаты по запрошенным объектам/территориям на лету, поскольку индивидуальные риски суммируются по определению.

Таким образом, для каждого результата расчетной задачи в базе хранятся: 1) преобразованный растр; 2) несколько видов индивидуального риска; 3) результат как есть, без преобразований; 4) внешний экстент результата (граничные широты, долготы); 5) опционально - полигон внешних границ результата.

Google/Yandex API работают с данными, сохраненными в системе координат WGS-84 (долгота, широта), и автоматически пересчитывают их в проекцию Меркатора при отображении. Здесь ничего специально делать не требуется, если наши данные сохранены в WGS-84.

4.1.2 Отображение на картах Google/Yandex/OSM изолиний

Считать изолинии/тепловые карты придется «на лету», потому что:

– пользователь может захотеть отобразить влияние только некоторых объектов;

– данные могут меняться в динамике;

– пользователь может иметь доступ не ко всем данным.

Векторное представление полученных изолиний в плоскости можно сохранить в формат GeoJSON для его нативного отображения средствами Google Maps API.

4.1.3 Отображение на картах Google/Yandex/OSM ранжирования территорий и областей

Необходимо найти из общедоступных источников тематические слои векторных данных по областям и районам России и сохранить в GISStorage. При отображении надо генерировать соответствующий GeoJSON [18] с соответствующими цветами заливки полигонов областей/районов. Для ранжирования используется индивидуальный риск, который по определению суммируется от различных входящих друг в друга административных субъектов и опасных объектов. Суммирование на лету будет происходить быстро.

Карты ранжирования будут зависеть от масштаба. На мелких масштабах – области/республики или крупные населенные пункты. На более крупных масштабах – районы области/республики.

При отображении ранжирования территорий пользователь может включить фильтрацию по опас.объектам/территориям/типам опасных объектов. Пользователь в любой момент может изменить параметры фильтра отображения ранжирования.

В зависимости от масштаба карты (показатель Zoom) надо отображать либо ранжирование по областям/республикам (на мелких масштабах), либо по районам области/республики, которая занимает большую часть просматриваемой в данный момент карты (остальные области сделать серыми).

4.1.4 Отображение на картах Google/Yandex/OSM ранжирования объектов/населенных пунктов

При масштабе карты на уровне района или населенного пункта (или при отображении ранжирования по объектам, или по явному запросу пользователя на переключение в такой режим) можно

Рисунок 9 — Пример ранжирования объектов в виде гистограммы.

переключится в режим ранжирования по населенным пунктам или объектам (рисунок 7). Также можно переключится в такой режим на мелком масштабе всей страны, но показывать только крупные населенные пункты.

Необходимо найти из общедоступных источников тематические слои векторных данных по всем населенным пунктам России, желательно иметь и точечные слои и полигональные (полигональные нужны для определения принадлежности объектов какому-либо населенному пункту).

При отображении надо генерировать соответствующий GeoJSON с точечными объектами с соответствующими ширинами отображаемых кружков.

Пользователь в любой момент может изменить параметры фильтра отображения ранжирования.

В отличие от отображения ранжирования районов внутри областей, здесь не следует ограничиваться экстентом области - сравнивать также можно объекты/нас.пункты, находящиеся в соседних областях.

4.2 Визуализация результатов в виде графиков, таблиц и диаграмм

Для задач, не имеющих пространственной составляющей результата расчета, вместо карт будут отображены графики, диаграммы/гистограммы или таблицы (Рисунки 5, 9). Таблицы отображаются встроенными средствами, а для графиков и диаграмм необходимо подыскать подходящий плагин для Vaadin Framework. Их достаточно много в каталоге Vaadin http://vaadin.com/directory.

4.3 Задачи, связвнные со всей архитектурой системы

4.3.1 Разработка структуры файла Манифеста расчетных модулей

Для возможности взаимодействия системы с новыми расчетными модулями тематических задач, загруженными пользователями, требуется описать интерфейс такого взаимодействия для каждого модуля. Для этой цели спроектирован файл Манифеста модуля.

Манифест представляет собой простой текстовый файл - Manifest.cf, содержащий следующие конфигурационные разделы:

– строка запуска модуля, например:

command = php5 mymodule.php

command java -jar mymodule.jar

– среда запуска модуля, например:

environment = java

environment = php5

environment = executable

– схема входного файла, описывающего его структуру, описание каждого элемента/поля во входном файле, тип данных, диапазон принимаемых значений, опциональность и т.п. Такая схема легче всего описывается стандартной XML-Schema (XSD-файл) [19]. Также возможен вариант JSON-Schema (не стандартизован пока - http://json-schema.org/). Например:

input = MyInputSchema.xsd

input = MyInputSchema.json

В случае использования XML-Schema, при работе модуля ему на вход будет передан файл XML, сформированный в момент запроса на запуск задачи, содержащий все необходимые входные данные. Соответственно, при использовании JSON-Schema будет передан входной JSON-файл.

– схема выходного файла, описывающего его структуру, описание каждого элемента/поля/массива данных в выходном файле, тип данных, диапазон возвращаемых значений, опциональность и т.п. Также, как и для входного файла, это - XML-Schema (XSD-файл) или JSON-Schema. Например:

output = MyOutputSchema.xsd

output = MyOutputSchema.json

На выходе работы модуля из стандартного потока вывода ожидается получить структуру XML, соответствующую заявленной схеме (В случае использования JSON-Schema - соответственно JSON-структуру).

Файлы Манифеста и входные/выходные схемы должны находиться в корне архива модуля.

Для разработчиков существуют инструменты, позволяющие создать основной костяк схемы, исходя из предоставленных примеров файлов xml/json или из имеющегося набора классов, описывающих данную структуру для сериализации входных/выходных файлов в формате xml/json (в случае с Java, например, – schemagen).

Если сравнивать XML vs. JSON, то плюсом первого является стандартизованность и наличие широкого списка инструментов для разработчика, а его же минусом – большой размер XML-файлов.

Описание и работа в рамках схемы позволяет не ограничивать разработчика модуля в структурах входных/выходных данных. Но, тем не менее, требует соблюдения некой общей семантики системы (или, другими словами, работы в рамках контекста выполняемых в системе задач). Система, получая очередной новый расчетный модуль, должна суметь проинформировать пользователя о типе решаемой задачи, позволить ему ввести необходимые параметры и суметь правильно интерпретировать результаты расчетов в общем контексте системы. Поэтому одной из задач является проработка этой семантики и представление ее в виде требований/ограничений к схемам модулей.

4.3.2 Входные и выходные данные расчетных модулей

Какие данные должен выдать расчетный модуль и какие входные параметры потребовать от системы?

Выходные данные:

– Потенциальный риск в пространстве (ограниченный внешним экстентом):

– на регулярной сетке;

– на нерегулярной сетке;

– на квадро-дереве;

– Величина поражающего Опасного Фактора (как альтернатива риску, см.ниже);

– Индивидуальный риск для пожара в общественном здании.

В случае расчета потенциального риска разработчик модуля берет на себя выяснение и учет зависимости вероятности гибели от уровня данного опасного фактора аварии. В числе же запрашиваемых модулем от системы требуемых входных параметров – роза ветров, распределение по силе ветра в данной местности, частота для данной аварии.

Как вариант, можно облегчить задачу разработчика расчетного модуля и потребовать рассчитать и предоставить величины **не риска**, а **поражающего Опасного Фактора**:

– Одномерную табличную функцию (массив) поражающего Опасного Фактора (не риска) в зависимости от расстояния от центра аварии (для центрально-симметричных задач).

– Двумерную табличную функцию (двумерный массив) поражающего ОФ (не риска) в зависимости от расстояния от центра аварии и от удаления от оси распространения опасного фактора (для осесимметричных задач – химия, горение факела). Придется в таком случае выдать несколько таких таблиц – для каждого диапазона силы ветра.

В таком случае система (а не разработчик модуля) должна взять на себя расчет уже **потенциального риска** по пространству вокруг объекта с учетом частот аварии, розы ветров в данной местности, распределения по силе ветра в данной местности, а также с учетом зависимости вероятности гибели от уровня данного опасного фактора аварии.

Список литературы

1. Интернет ресурс «Безопасность в техносфере» URL: http://rintd.ru.
2. Микросервисы // Википедия. [2017—2017]. Дата обновления: 28.02.2017. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=83975222 (дата обращения: 28.02.2017).
3. Сэм Ньюмен - Создание микросервисов - Год: 2016 Издатель: Издательский дом «Питер» ISBN: 978-5-496-02011-4.
4. Vaadin Framework - https://vaadin.com/framework.
5. WGS 84 // Википедия. [2016—2016]. Дата обновления: 19.03.2016. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=77198710 (дата обращения: 19.03.2016).
6. Геоинформационная система // Википедия. [2017—2017]. Дата обновления: 09.04.2017. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=84754399 (дата обращения: 09.04.2017).
7. PostGIS - пространственное расширение реляционной базы данных PostgreSQL. http://postgis.net.
8. RabbitMQ - http://rabbitmq.com.
9. REST // Википедия. [2017—2017]. Дата обновления: 29.03.2017. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=84547553 (дата обращения: 29.03.2017).

10. Kubernetes is an open-source system for automating deployment, scaling, and management of containerized applications - https://kubernetes.io/.
11. Docker // Википедия. [2017—2017]. Дата обновления: 13.03.2017. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=84244023 (дата обращения: 13.03.2017).
12. Карты Google // Википедия. [2017—2017]. Дата обновления: 14.03.2017. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=84260402 (дата обращения: 14.03.2017).
13. Яндекс.Карты // Википедия. [2017—2017]. Дата обновления: 12.04.2017. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=84808033 (дата обращения: 12.04.2017).
14. OpenStreetMap // Википедия. [2017—2017]. Дата обновления: 16.03.2017. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=84290994 (дата обращения: 16.03.2017).
15. Проекция Меркатора // Википедия. [2016—2016]. Дата обновления: 06.06.2016. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=78813267 (дата обращения: 06.06.2016).
16. Равновеликая азимутальная проекция Ламберта // Википедия. [2015—2015]. Дата обновления: 27.05.2015. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=71065090 (дата обращения: 27.05.2015).
17. Построение изолиний - http://makematics.com/code/isolines/.
18. GeoJSON // Википедия. [2016—2016]. Дата обновления: 15.12.2016. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=82492952 (дата обращения: 15.12.2016).
19. XML Schema // Википедия. [2014—2014]. Дата обновления: 30.10.2014. URL: http://ru.wikipedia.org/?oldid=66502134 (дата обращения: 30.10.2014).

PROJECT «CLOUDY SERVICE ESTIMATION OF RISK ESTIMATES AND SUSTAINABILITY OF TERRITORIES AND ECONOMIC SUBJECTS»

Galiullin Marat Enzimovich, Anashin Vjacheslav Olegovich, Radikova Anna Vladimirovna
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *m.a.galiullin@gmail.com, m.a.galiullin@gmail.com, anashin2111@gmail.com, anna.radikova.ar@gmail.com*

A draft of a single Web-service for risk assessment in the Russian Federation is presented. The architecture of the project, the functionality of the system, the work plan and the software implementation of the product are described.

Keywords: technogenic risk, Cloud service, emergency, Web-service.

УДК 004.031.4

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА

А.В. Радикова, В.О. Анашин
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *anna.radikova.ar@gmail.com, anashin2111@gmail.com*

В статье описан процесс автоматизации разработки паспорта безопасности опасного объекта. Представлен прототип Web-сервиса по прогнозированию последствий аварий на потенциально опасных объектах.

Ключевые слова: анализ риска, автоматизация, паспорт безопасности, Web-сервис.

Введение

Паспорт безопасности опасного объекта включает в себя [1]:

1 Титульный лист;

2 Разделы:

– «Общая характеристика опасного объекта»;

– «Показатели степени риска чрезвычайных ситуаций»;

– «Характеристика аварийности и травматизма»;

– «Характеристика организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность объекта и готовность к ликвидации чрезвычайных ситуаций»;

3 Последний лист, содержащий подписи разработчиков;

4 Приложения:

– Ситуационный план с нанесенными на него зонами последствий от возможных чрезвычайных ситуаций на объекте;

– Диаграммы социального риска (F/N-диаграмма и F/G-диаграмма);

– Расчетно-пояснительная записка.

Сам документ, Паспорт безопасности опасного объекта, носит информативный характер, в котором представлены показатели степени риска только для наиболее опасного и наиболее вероятного сценария развития ЧС. В связи с тем, что разработка Паспорта безопасности сводится к заполнению установленных форм, возможно и целесообразно автоматизировать процесс формирования такого документа, а также частично автоматизировать процесс разработки приложений к Паспорту безопасности опасного объекта.

Так, для построения ситуационного плана и диаграмм социального риска необходимо провести всестороннюю оценку анализа риска на объекте и спрогнозировать последствия всех возможных аварий. Все расчеты по показателям степени риска объекта представляются в расчетно-пояснительной записке (РПЗ), где приводятся расчеты по всем возможным сценариям развития ЧС.

РПЗ имеет следующую структуру:

1 Титульный лист;

2 Список исполнителей с указанием должностей, научных званий, названием организации;

3 Аннотация;

4 Содержание (оглавление);

5 Задачи и цели оценки риска;

6 Описание опасного объекта и краткая характеристика его деятельности;

7 Методология оценки риска, исходные данные и ограничения для определения показателей степени риска ЧС;

8 Описание применяемых методов оценки риска и обоснование их применения;

9 Результаты оценки риска ЧС, включая ЧС, источниками которых могут явиться аварии или ЧС на рядом расположенных объектах. транспортных коммуникациях. Опасные природные явления;

10 Анализ результатов оценки риска;

11 Выводы с показателями степени риска для наиболее опасного и наиболее вероятного сценария развития ЧС;

12 Рекомендации для разработки мероприятий по снижению риска на опасном объекте.

В целом, РПЗ включает доказательства приведенных расчетов, представленных в Паспорте безопасности.

Разработка ПБ и РПЗ опасного объекта довольно трудоемкий процесс, требующий от разработчика обширных знаний и умений в области анализа риска и других естественных наук. Каждый разработчик ПБ и РПЗ оформляет документы индивидуально в соответствии с [1], однако, разработанные документы для нескольких идентичных объектов, имея одинаковую структуру, могут иметь совершенно разное содержание (например, недостаток информации или ее избыток и т.п.), что затрудняет их дальнейшую проверку, утверждение и согласование.

Для упрощения и частичной автоматизации разработки ПБ и РПЗ опасного объекта необходимо разбить документы на части, содержащие информацию по конкретному разделу. При этом документ представляет собой шаблон с описанием каждого раздела, примером его заполнения и возможностью изменения и дополнения информации по исследуемому объекту.

Одними из обязательных приложений к Паспорту безопасности, как было сказано выше, являются ситуационные планы объекта с нанесенными на них зонами последствий от возможных на объекте ЧС и изолиниями потенциального риска и построение диаграмм социального риска. Выполнение расчетов и нанесение зон потенциального риска на ситуационный план объекта вручную - довольно трудоемкий процесс. Поэтому целесообразно создать расчетные модули, автоматизирующие процесс прогнозирования последствий аварий (расчет зон, определение количества пострадавших/погибших, материальный ущерб).

Из изложенного можно выделить задачи:

– Автозаполнение отдельных разделов ПБ и РПЗ;

– Автоматизированный и единообразный расчет последствий аварий, по имеющимся методикам;

– Визуализация результатов расчетов в виде ситуационных планов и диаграмм социального риска.

Решение поставленных задач возможно с созданием Web-сервиса.

Прототип Web-сервиса по прогнозированию последствий аварий

Прототип Web-сервиса доступен по адресу http://b91245hc.bget.ru/. Сервис предназначен для автоматизированного решения вычислительных задач, связанных с анализом риска. Для полноценной работы с сервисом необходимо пройти процедуру регистрации. Если пользователь не авторизован, сервис переключается в демонстрационный режим. Работа в личном кабинете позволяет обеспечить возможность хранения данных, введенных пользователем, и полученных результатов расчетов. В качетве системы управления данными используется СУБД MySQL.

Прототип сервиса состоит из трёх подсистем:

– подсистема общего управления работой пользователя и контроля доступа к данным;

– подсистема решения прикладных задач анализа риска;

– подсистема геокодирования входной и выходной информации.

Каждая подсистема представляет собой совокупность серверных скриптов (компонентов), хранящихся раздельно в небольших файлах, из которых препроцессором по мере надобности «на лету» динамически формируется каждый запрашиваемый рабочий модуль.

На сегодняшний день, используя существующий прототип Web-сервиса [2], пользователю доступен ряд функций:

1 Указание географического положения источника опасности на масштабируемой карте (или выбор источника опасности из списка ранее заданных пользователем);

2 Оценка риска - расчет последствий аварий по типовым задачам (расчетный модуль);

3 Помощь - описание соответствующего этапа использования Web-сервиса.

Расчетный модуль представляет собой алгоритм вычислений по выбранной методике расчета [3, 4]. Пользователю необходимо выбрать задачу для расчета и ввести исходные данные. Пример поля для заполнения исходных данных приведен на рисунке 1.

Исходные данные попадают в общую базу данных. По этим данным происходит расчет. Пример результата представлен на рисунке 2.

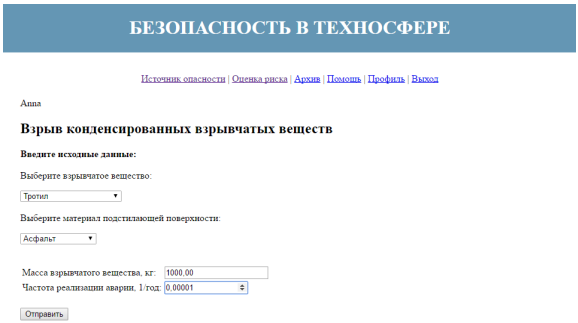

Рисунок 1 — Форма ввода исходных данных.

Рисунок 2 — Результаты расчета.

Рассчитанные данные в дальнейшем используются для построения ситуационных планов. Создание ситуационных планов с нанесенными зонами последствий от возможных чрезвычайных ситуаций на объекте – следующий этап автоматизации разработки паспорта безопасности.

Список литературы

1. Приказ МЧС РФ от 04.11.2004 № 506 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 22.12.2004 № 6218).
2. Web-сервис. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://b91245hc.bget.ru, свободный (30.04.2017).
3. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
4. Приказ МЧС РФ от 10.07.20019 № 404 (ред. от 14.12.2010) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.08.2009 № 14541).

AUTOMATION OF DEVELOPMENT OF THE DANGEROUS OBJECT SAFETY DATA SHEET

Radikova Anna Vladimirovna, Anashin Vjacheslav Olegovich
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *anna.radikova.ar@gmail.com, anashin2111@gmail.com*

The article describes the process of automating the development of the safety data sheet for a hazardous object. A prototype of a Web service for forecasting the consequences of accidents at potentially hazardous facilities is presented.

Keywords: risk analysis, automation, safety data sheet, Web Service.

УДК 004.031.4

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИТУАЦИОННЫХ ПЛАНОВ ПРИ АНАЛИЗЕ РИСКА ОПО

В.О. Анашин, А.В. Радикова
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *anashin2111@gmail.com, anna.radikova.ar@gmail.com*

В статье уделяется внимание разработке онлайн инструмента для формирования ситуационных планов для опасных производственных объектов. Описывается функционал инструмента. Рассматривается вопрос дальнейшего развития инструмента и его значимости. Представлен адаптированный метод использования Google Maps API для построения ситуационных планов и оценки риска.

Ключевые слова: анализ риска, автоматизация, ситуационный план, Google Maps.

Введение

В статье [1] рассматривается пример разработки оналайн сервиса по оценке техногенных рисков на опасных производственных объектах, описывается процедура расчета рисков. Оценка техногенного риска включает в себя не только проведение расчетов, но и формирование ситуационных планов объекта на основе полученных расчетных данных (нанесение их на топооснову). С целью автоматизации этого процесса, целесообразно разработать онлайн инструмент для построения ситуационных планов, необходимых при оценке риска (например, разработка паспортов безопасности и деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов). На сегодняшний день пользователь имеет возможность указать только координаты объекта на карте [2]. Для создания ситуационных планов должен быть создан инструмент ввода объекта или отображение информативной части на плане, загруженном в виде картинки исполнителем, но источники аварии и его координаты должны быть введены в соответствующие поля.

Ввод объекта

Результаты расчетов и отображение ситуационных планов происходит на картографическом сервисе Google Maps [3]. Для кор-

ректного отображения результатов необходимо привести топографические данные об объекте в формате, позволяющем отобразить результаты на выбранной топооснове. Формат данных представляется в виде: координаты объекта (долгота и широта), и информация об опасном веществе, находящемся или использующемся на объекте.

Ввод зданий и сооружений (составляющих) объекта

Для точечных объектов, размер которых не важен для отображения их расположения, предлагается использовать стандартный инструмент Google Maps – Маркеры.

В основном маркер характеризуется одним параметром – это его географические координаты: долгота и широта. Такой маркер отображается в виде красной точки и не несет в себе никакой информации, кроме относительного расположения составляющих объекта.

Для добавления информативности маркеру можно задать различные параметры:

– Имя маркера или его порядковый номер (необходимо для отображения в легенде карты);

– Цвет маркера (разбиение объектов на группы);

– Размер маркера (для более рационального использования места на топооснове);

– Объединение маркеров в группы (при достижении определенного масштаба маркеры начинают накладываться друг на друга и отображают информацию не корректно, чтобы избежать наложения можно объединить маркеры в группу и при достижении заданного масштаба карты они будут отображаться в виде одного большого маркера с информацией которую мы зададим);

Функция ввода маркера на топооснову в Google Maps выглядит следующим образом [4]:

```
var marker = new google.maps.Marker({
position:{lat:Долгота, lng: Широта},
label: «Наименование маркера»,
map: map});
```

Результат ввода объектов как маркеры представлен на рисунке 1.

Ввод объектов ОПО

Для ввода объекта используется инструмент «Создание полигона», который характеризуется:

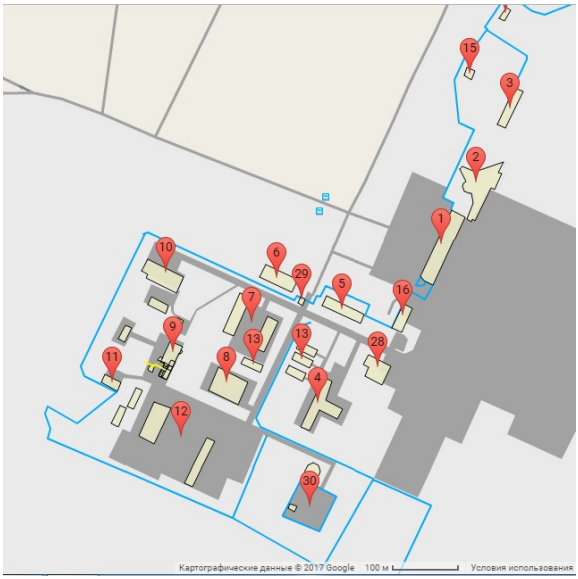

Рисунок 1 — Пример плана.

– Координатами вершин объекта;

– Стилем полигона - цвет, прозрачность полигона и внешнего контура; толщина внешнего контура.

Функция ввода полигона на топооснову в Google Maps выглядит следующим образом:

var Object = new google.maps.Polygon({

path: Задаются координаты углов объекта,

strokeColor: "#00AAFF (цвет границ полигона, в шестнадцатеричной кодировке или в виде red, blue, black...),

strokeOpacity: 1.0, (Прозрачность границ полигона),

strokeWeight: 2, (Толщина линии границ полигона),

fillColor: '#EBEBC8', (Цвет заливки полигона),

fillOpacity: 0.9, (Прозрачность заливки полигона),

map: map

});

Переменная «path« задается в виде:

var path = [

new google.maps.LatLng(56.829130258135805, 53.44388231635094),

new google.maps.LatLng(56.82936506343826, 53.444088846445084),

new google.maps.LatLng(56.82933864791523, 53.444188088178635),

new google.maps.LatLng(56.829103842447125, 53.44398155808449),

new google.maps.LatLng(56.82915373873228, 53.443788439035416),
new google.maps.LatLng(56.82931810249554, 53.44393327832222),
new google.maps.LatLng(56.82934011544478, 53.4438394010067),
new google.maps.LatLng(56.82939441399756, 53.44388499855995)];

Результат представлен на рисунке 1 в виде бежевых прямоугольников с черными границами.

Ввод контуров объекта (ограждение)

Под контуром объекта понимается площадь территории объекта, ограниченная забором или ограждением.

Данный контур можно воссоздать с помощью инструмента «полилиния». Полилиния в Google Maps в стандартном виде задается в виде массива координат (долгота, широта), где каждый элемент массива соответствует точке изменения направления полилинии. Пример функции создания полилинии:

var Object = new google.maps.Polyline({
path: Задаются координаты углов объекта,
strokeColor: "#00AAFF (цвет линии),
strokeOpacity: 1.0, (Прозрачность линии),
strokeWeight: 2, (Толщина линии),
map: map
});

Для объектов, где контур содержит малое количество изменений направления (к примеру квадрат) полилинию можно задать в стандартном виде (массив будет содержать четыре элемента), но для сложных фигур такой массив может превратится в огромную таблицу элементов, что потребует использование больших объемов памяти для хранения. Для такого случая в Google Maps есть инструмент кодирования полилиний (кодирование массива Долгот – широт в одномерный массив, состоящий из символов).

Пример закодированной линии:

var (Наименование объекта) = google.maps.geometry.encoding.decodePath ('_qzyIsheeI_@YF_@X̂');

Результат ввода линейных объектов представлен на рисунке 1. в виде синей линии - ограждение.

Ввод линейных объектов, представляющих угрозу (газопровод)

Для линейных объектов, таких как газопровод вводится с помощью инструмента «полилиния» в стандартном виде т.е. массив долгот и широт. Представление полилинии в стандартном виде дает

достаточно хорошую точность отображения и избежание ошибок в процедуре декодирования, если бы использовалась закодированная полилиния.

Отображение полей рисков и зон разрушения

Зона разрушения представляет собой площадь поверхности на топооснове ограниченная условным символом. В качестве символа может быть использована замкнутая линия, т.е полигон или полилиния. такой подход подойдет для задач, где результаты расчета представлены в виде симметричной фигуры, такой как круг, эллипс. Круг можно создать стандартными функциями Google Maps:

var Circle = new google.maps.Circle({
map: map,
center: (Долгота, Широта),
radius: Радиус

Также здесь можно задать параметры цвет, толщина контура круга и цвет и прозрачность заливки.

});

Для объектов не имеющих симметрии необходимо строить массив координат (Долгота, Широта) в упорядоченном порядке, т.е обход вершин в определенном направлении.

Еще один метод для отображения полей поражения и полей потенциального риска заключается в нанесении на карту дополнительного слоя в виде изображения. Стандартные функции Google Maps позволяют с легкостью это реализовать, единственное, что потребуется это создать изображение, программными методами это делается довольно просто, пример сформированного изображения приведен на рисунке 2.

Функция позволяющая нанести данный рисунок на Google Maps выглядит:

var imageBounds = { (Массив координат углов рисунка)
north: 56.830064,
south: 56.828784,
east: 53.44486,
west: 53.4432
};
var historicalOverlay = new google.maps.GroundOverlay(
'risk.png', (Наименование рисунка. Формат)
imageBounds (Массив координат углов рисунка));
historicalOverlay.setMap(map);
Результат представлен на рисунке 3.

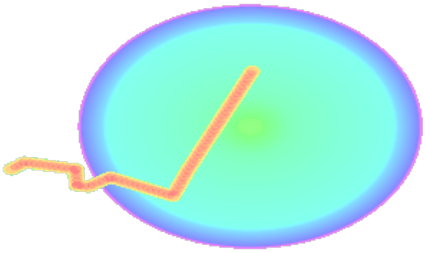

Рисунок 2 — Поля потенциального риска

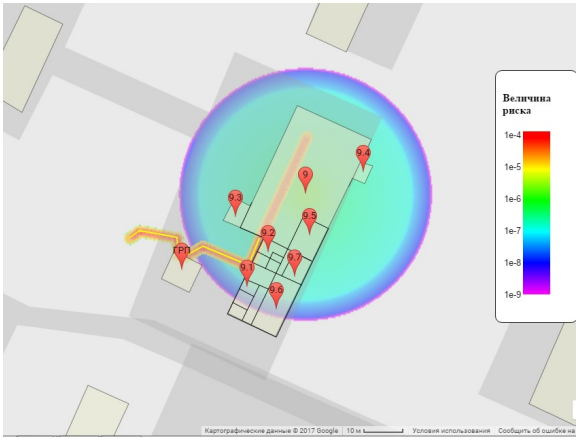

Рисунок 3 — Пример нанесения слоя потенциального риска на топооснову

Заключение

Существующий прототип Сервиса предоставляет возможность частично автоматизировать процедуру формирования паспорта безопасности опасного объекта. Все расчетные модули выполнены по актуальным методикам расчета. Разработка и использование нового Web-сервиса с набором инструментов, представленных выше, позволит добиться единообразия и создания стандарта для разработки паспорта безопасности опасного объекта.

Список литературы

1. Радикова А.В., Анашин В.О. Онлайн сервис оценки безопасности территорий // II Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур», (26-27 мая 2016 года, Екатеринбург, Россия) – Екатеринбург. – УрФУ, 2016. – С. 207-209.
2. Web-сервис. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://b91245hc.bget.ru, свободный (30.04.2017).
3. Google Maps. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.google.ru/maps/, свободный (30.04.2017).
4. Google Maps APIs. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/?hl=ru, свободный (30.04.2017).

DEVELOPMENT OF A TOOL FOR CREATING SITUATIONAL PLANS IN THE ANALYSIS OF THE RISK OF A HAZARDOUS PRODUCTION FACILITY

Anashin Vjacheslav Olegovich, Radikova Anna Vladimirovna
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *anashin2111@gmail.com, anna.radikova.ar@gmail.com*

The article focuses on developing an online tool for creating situational plans for hazardous production facilities. The functional of the tool is described. The issue of further development of the instrument and its significance is considered. An adapted method of using the Google Maps API for constructing situational plans and risk assessment is presented.

Keywords: risk analysis, automation, situational plan, Google Maps.

УДК 614.8

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

И.М. Янников, Д.В. Пономарева
Ижевский государственный технический университет имени М.Т.Калашникова, г.Ижевск, Россия
e-mail: *daria_p93@mail.ru*

В статье рассмотрены основные риски природного и техногенного характера в начале 21-го века, связанные с возникновением чрезвычайных ситуаций, а также особенностей их мониторинга и прогнозирования в мирное и военное время.

Ключевые слова: мониторинг, прогнозирование, чрезвычайная ситуация.

В настоящее время в мире происходит множество опасных природных явлений и процессов различного происхождения. Ежегодно только в России насчитывается около 240 случаев таких чрезвычайных ситуаций.

Источниками техногенных чрезвычайных ситуаций являются аварии и катастрофы, вызванные нарушением техники безопасности, человеческим фактором, иными причинами.

В России наибольший риск их возникновения характерен для регионов с высокой концентрацией техносферы: Москвы, Санкт-Петербурга, Московской, Ленинградской, Нижегородской, Свердловской областей и Приморского края [1].

Целью мониторинга ЧС является определение состояния и тенденций изменений в природных и техногенных элементах окружающей среды, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям [2].

Для мониторинга чрезвычайных ситуаций используются различные методы и средства: визуальное наблюдение, эколого-аналитический, химический, физический, биологический и иные виды мониторинга, использование лабораторной базы, наземных, воздушных, космических, морских инструментальных средств и приборов.

Мониторинг не подразумевает управление качеством окружающей среды. Однако очевидно, что необходимым условием такого управления качеством окружающей среды является правильная организация системы мониторинга и прогнозирования (рис. 1) [3].

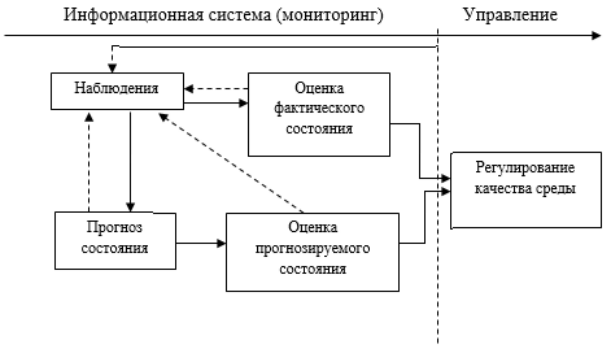

Рисунок 1 — Универсальная схема систем мониторинга и прогнозирования.

Методическое руководство и координацию деятельности системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС) и сети наблюдения и лабораторного контроля (СНЛК) на федеральном уровне осуществляет Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ВЦМП) МЧС России (Центр «Антистихия»).

По данным Всероссийского центра мониторинга и прогнозирования (ВЦМП) и ФКУ «Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России» (ЦСИ МЧС России) [1] основу системы наблюдений за состоянием окружающей среды в Российской Федерации осуществляет государственная наблюдательная сеть (далее – ГНС), состоящая из гидрометеорологической сети и сети наблюдений об уровне загрязнения.

Благодаря ГНС ведутся регулярные метеоро-, аэро-, гидро-, гидрометеоро-, агрометеорологические, геофизические и гелиогеофизические наблюдения. Наблюдения проводятся за уровнем изменения загрязнения воздуха, почвы, атмосферных осадков, поверхностных вод и морской среды, снега, радиоактивного загрязнения. Базой ГНС являются стационарные и мобильные точки наблюдения. ГНС можно разделить на две категории: основную и дополнительную. Главная ГНС представляет собой сеть, необходимую для изучения режима и состояния окружающей природной среды, ее загрязнения, гидрометеорологического обеспечения в целом по стране или ее основным регионам.

В структуре Росгидромета созданы и действуют функциональные подсистемы РСЧС: наблюдения, оценки и прогноза опасных

гидрометеорологических явлений и загрязнения окружающей природной среды – ФП РСЧС – ШТОРМ и предупреждения о цунами – ФП РСЧС – ЦУНАМИ.

Единая государственная информационная система по ситуации в Мировом океане (ЕСИМО) была создана в рамках реализации федеральной целевой программы «Мировой океан».

Существуют различные методы прогноза наводнений, в том числе и с использованием компьютерного моделирования по комплексу гидрометеорологических характеристик, применяемых в компьютерных программах.

Разработка действующей информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Минприроды России стала возможной благодаря современным технологиям сбора и обработки данных о лесных пожарах, о состоянии грозовых разрядов и метеорологической информации. Данные мониторинга передаются службе авиационной охраны лесов ФГУ «Авиалесоохрана» Федерального агентства лесного хозяйства [4].

Мониторинг радиационной обстановки осуществляется структурой ЕГАСКРО. Она включает в себя подсистемы и аппаратное обеспечение радиационного контроля в т.ч. контроля возможной адаптации к окружающей среде продуктов переработки ядерных материалов.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей (Роспотребнадзор) осуществляет контроль за санитарно-эпидемиологической ситуацией в Российской Федерации. Целью данного контроля является определение причинно-следственных связей между здоровьем населения и воздействующих на людей негативных факторов внешней среды.

За последнее десятилетие прослеживается тенденция к повышению числа техногенных и транспортных происшествий, реализация террористических угроз, что в нынешней обстановке представляется весьма актуальным.

Быстрое развитие современных технологий в области управления безопасностью позволяет рассматривать эту область не только как комплекс отдельных процессов, процедур и оборудования, направленных на охрану объектов или баз данных против несанкционированного доступа или использования, но и как всеохватывающую и более программно-ориентированную систему [5, 6]. Разработанная в ЗАО «Волга» (г. Самара) распределенная интеллектуальная интегрированная система безопасности (далее ИИСБ) содержит несколько ИИСБ низкого уровня и не менее одной ИИСБ высокого уровня, соединенную с ИИСБ низкого

Рисунок 2 — Схема распределенной разноуровневой интеллектуальной интегрированной системы безопасности.

уровня (рисунок 2) [5]. Результаты контроля физической защищенности объекта отображаются на видеомониторе и одновременно поступают на хранение в базу данных. В случае отклонения параметров защиты в соответствии с правилами включаются в действие автоматическая система. Принятие оперативных решений, в том числе с использованием видеоданных, проводится в соответствии с инструкциями.

Таким образом ИИСБ, разработанная для потенциально опасных объектов, может применяться для сбора, хранения, обработки, отображения комплексной аналитической информации, для принятия решений по предупреждению, локализации и ликвидации ЧС не только на ПОО, но органах повседневного управления РСЧС территорий. Можно выделить основные задачи ИИСБ [4–7]:

1 обеспечение мониторинга территориально распределённых объектов, в т.ч транспортных объектов с использованием геоинформационных систем;

2 автоматическое получение, сбор, передача информации (отображения) для контроля за текущей обстановкой, на объектах её изменения, прогнозирования для органов управления и реагированию на них;

3 автоматизированная выработка рекомендаций по организации и реализации комплекса мер в случае возникновения ЧС;

4 автоматизированная информационно-аналитическая поддержка деятельности органов и должностных лиц при

управлении всех уровней мероприятий защиты населения и территории;

5 создание единого информационного пространства ИИСБ на территории опасных объектов, в муниципальных образованиях и субъектах и Российской Федерации.

Система мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС (далее – СМП ЧС) природного и техногенного характера является функциональной подсистемой РСЧС [6, 7].

Функционирование СМП ЧС обеспечивается МЧС России совместно с федеральными органами и их местными органами власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации на основании договора соглашении между ними.

Техническая база СМП ЧС состоит из наземных и аэрокосмических активов соответствующих министерств, ведомств местных органов власти и организаций (компаний) в соответствии с их областях компетенции. Для того, чтобы проанализировать сложившуюся ситуацию и подготовить решения по управлению используют современные географические информационные системы, которые позволяют повысить эффективность решения за счёт своевременного математического моделирования местности и аварийных ситуаций, возникающей в том районе.

Исходя из изложенного необходимо отметить, что наиболее перспективным направлением для организации мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций является применение интеллектуальных систем безопасности потенциально опасных объектов интегрированных в единые системы безопасности территорий.

Список литературы

1. Современные системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций / под общ. ред. В.А. Пучкова / МЧС России. М.: ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России. 2013. 352 с.

2. Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (утверждено постановлением Правительства РФ от 30.12.2003 г. № 794).

3. Постановление Правительства Российской Федерации №. 600 от 20.08.1992 «О единой государственной системе контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации».

4. Телегина М.В., Янников И.М., Габричидзе Т.Г. Методы и алгоритмы оценки воздействия потенциально опасных объектов на окружающую среду //Монография: Телегина М.В. и др. - Самара: Изд-во Самар. НЦ РАН, 2011. – 200 с.
5. Габричидзе Т.Г., Янников И.М. Основы организации системы многоступенчатого экологического мониторинга и ее сопряжение с АИУС РСЧС// Промышленная и экологическая безопасность. – 2007. – № 5 (7). – С. 13–18.
6. Янников, И.М., Куделькин В.А. Структурная схема интеллектуальной интегрированной системы безопасности потенциально опасных объектов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Том 17, № 6 (2), – 2015.– С. 726 – 728.
7. Янников, И.М. Комплексный подход к организации мониторинга защищённости потенциально опасных объектов с использованием ГИС-технологий / И.М. Янников, В.А. Куделькин, М.В. Телегина, Т.Г. Габричидзе // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ. – 2015. – № 3 (27). – С. 83–87. ISSN 1813 – 7911.

MODERN MONITORING AND FORECASTING SYSTEMS OF EMERGENCY SITUATIONS

Igor Mikhaylovich Yannikov, Daria Valer'evna Ponomareva
Kalashnikov Izhevsk State Technical University, 426069 Russia,
Izhevsk, Studencheskaya Str., 7
e-mail: *daria_p93@mail.ru*

The article considers the main risks of natural and man-made nature in the beginning of the 21st century, related to the emergence of emergency situations, as well as the features of their monitoring and forecasting in peacetime and wartime.

Keywords: monitoring, forecasting, exceeding situation.

УДК 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ АВАРИЙ

Д.С. Карелин
Ижевский государственный университет имени М.Т.Калашникова
г. Ижевск, Россия
e-mail: *bykarelin@gmail.com*

В статье обосновывается важность создания системы прогнозирования последствий химических аварий. Рассматриваются минусы существующих систем. Предлагается подход построения таких систем по средствам облачных технологий. Описано, из каких частей может складываться такая система.

Ключевые слова: прогнозирование последствий химических аварий, облачные технологии, расчет медико-санитарных потерь.

Аварии на химическом производстве представляют большую угрозу жизни и здоровью работников предприятия, а также мирному населению, находящемуся по близости. К тому же, такие аварии могут наносить большой материальный ущерб, а также существенно влиять на экологическую обстановку региона.

В настоящее время в России и СНГ в эксплуатации находятся более 1000 крупных химических объектов, а всего в России функционирует около 3300 химически опасных объектов [1]. При этом суммарный объем химических веществ на этих предприятиях достигает 700 000 тонн.

Несмотря на то, что на химических объектах очень высокие требования к безопасности, невозможно полностью исключить вероятность возникновения аварии на таком объекте.

Поэтому возникает потребность оценить возможные последствия аварий на химическом производстве, на основании которых можно предпринять заблаговременные меры по уменьшению ущерба, а также подготовить службы экстренного реагирования.

Для прогнозирования последствий химический аварий существуют различные методики:

- методика, предложенная Воронежский государственным университетом [2];
- методика, предложенная Пензенским государственным университетом [3];
- методика «Токси» [4];

• методические указания «№ 2000/218» [5].

Для некоторых из представленных методик существуют программные комплексы, позволяющие проводить расчеты, согласно методикам [6–8]. Данные программные комплексы выполнены в виде классических настольных приложений и имеют ряд недостатков:

• для поддержания системы в актуальном состоянии, пользователю самостоятельно следить за новыми версиями продукта;

• пользователю, в некоторых случаях, потребуется устанавливать дополнительное программное обеспечение (базы данные, офисные пакеты и т.п.);

• если с системой необходимо работать сразу нескольким пользователям, усложняется работа с системой.

Данные недостатки можно устранить, если создать систему прогнозирования химических аварий с использованием облачных технологий.

Рассмотрим, что из себя представляют облачные технологии.

Облачные технологии – технологии обработки данных, в которых вычислительные ресурсы предоставляются пользователю в сети интернет, как сервис, для своих нужд.

Часто облачные технологии делят на три класса: IaaS (инфраструктура, как сервис), PaaS (платформа, как сервис) и SaaS (программное обеспечение, как сервис) [9].

В случае с системой прогнозирования больший интерес представляет тип SaaS. Доступ к системе в таком случае предоставляется по средствам web-сайта, доступного в сети Интернет.

Рассмотрим возможный состав такой системы. На рисунке 1 изображена модульная схема системы. Расчеты и хранимая информация соответствует методике «Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации» [5].

Как видно из схемы, системе необходимо три базы данных: база данных пользователей, база данных предприятий, база данных веществ. Такое разделение баз данных будет полезным, если система прогнозирования в дальнейшем будет поддерживать несколько методик или предоставлять услуги не только прогнозирования. В таком случае данные о веществах и пользователях системы могут быть переиспользованы сразу несколькими модулями. Специфичной базой для методики является база данных организаций. В ней хранятся данные о предприятиях, по которым планирует выполнять расчеты. Система расчетов используется для вычисле-

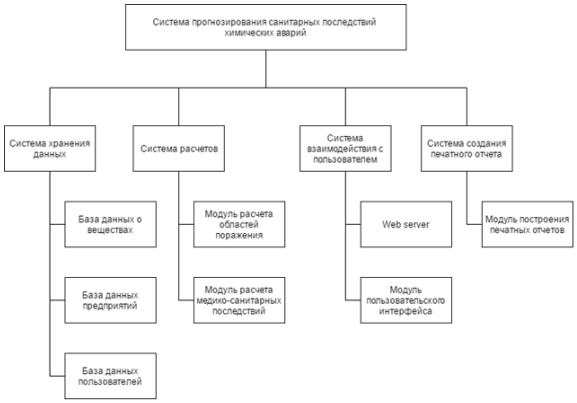

Рисунок 1 — Схема системы прогнозирования.

ний, которые предполагает методика, модуль построения печатных отчетов нужен для предоставления результатов пользователю.

Для развертывания сайта необходим web-server. Тут на помощь также могут прийти облачные технологии. PaaS позволяет использовать готовые настроенные платформы для выполнения приложений, в том числе серверов, а также баз данных. Сайт можно развернуть на различных онлайн платформах, таких как: Microsoft Azure, Amazon Web Service и другие.

Применение облачных технологий может облегчить пользователю использование программных средств, необходимых для прогнозирования последствий аварий на химических объектах. В этом случае пользователю не нужно обновлять программное обеспечение, так как на сервере всегда будет находится свежая версия. Также не требуется установка какого-либо программного обеспечения, кроме интернет-браузера.

Список литературы

1. И.А. Филимонов, А.С. Чернышев, Статистика аварий на химически опасных объектах и анализ причин их возникновения. – Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 372 с.
2. Е.М. Локтев, М.А. Елагина, Прогнозирование последствий химический аварий с выбросом аварийно химически опасных веществ. Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. – 30 с.

3. О.Е. Безбородова, Прогнозирование последствий аварии на опасном производственном объекте и ее воздействия на окружающую среду. Пенза 2014. – 39 с.
4. Методика оценки масштабов и последствий химических аварий. Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». Выпуск № 2 (48), 2013 г.
5. Методические указания «ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕДИКО-САНИТАРНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ АВАРИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В СИЛАХ И СРЕДСТВАХ ДЛЯ ИХ ЛИКВИДАЦИИ» № 2000/218.
6. Программа «АХОВ». Титан-олимп [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.titan-optima.ru/programm/ahov/index.htm, свободный (24.04.2017).
7. Прогнозирование последствий химических аварий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cisserver.muctr.edu.ru/cis/solu4.htm, сводобный (24.04.2017).
8. НПО Омега. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npo-omega.ru/instruments/riski/, свободный (24.04.2017).
9. А.С. Бурый, Облачные технологии, как механизм распределенной переработки информации. Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Научный интернет-журнал. 2014. – № 1 (17).

USING OF CLOUD TECHNOLOGIES IN THE FORECASTING SYSTEMS OF CONSEQUENCES CHEMISTRY ACCIDENT

Dmitrij Sergeevich Karelin
Kalashnikov Izhevsk State Technical University, 426033 Izhevsk, Russia, 30 let Pobedy Str., 2
e-mail: *bykarelin@gmail.com*

In this article presents importance of to create forecasting system of consequences chemistry accident. It consider negative sides of existing systems. Describes architecture of forecasting systems. Modules of system is presenting in last part of the article.

Keywords: forecasting consequences of chemistry accident; cloud technologies; calculating of the health-care losses.

УДК 614.8

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ[1]

Д.М. Варламова
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *dina@rintd.ru*

В статье обсуждается оптимизация затрат по обеспечению пожарной безопасности здания. Обоснована необходимость установки систем противопожарной защиты, которые позволят снизить пожарный риск. Описан пример оценки затрат по пожарной безопасности реконструируемого здания.

Ключевые слова: Системы противопожарной защиты, пожарный риск, оптимизация затрат.

Введение

Важнейшей задачей при проектировании или реконструкции любого здания, в том числе общественного, является соблюдение требований пожарной безопасности и обеспечение условий эвакуации. Задача решаема, если в здании проведены противопожарные мероприятия. К противопожарным мероприятиям относятся:

– соблюдение правил пожарной безопасности, выполнение предписаний, постановлений и иных законных требований должностных лиц пожарной охраны;

– установка и содержание в исправном состоянии системы и средства противопожарной защиты, включая первичные средства тушения пожаров, не допуская их использования не по назначению;

– обеспечение доступа должностных лиц пожарной охраны при исполнении ими служебных обязанностей на территории, в здания, сооружения и на иные объекты учреждения;

– предоставление по требованию должностных лиц государственного пожарного надзора сведений и документов о состоянии пожарной безопасности в учреждении, в том числе о пожарной

[1]Работа выполнена в рамках гранта «Научный потенциал» (конкурс научно-исследовательских работ (грантов) молодых ученых, преподавателей и аспирантов УдГУ, финансируемых из собственных средств Университета («Научный потенциал»), посвященный 85-летнему юбилею УдГУ, 17.05.16-17.11.16 г)

опасности, производимой им продукции, а также о происшедших на его территории пожарах и их последствиях и т.д.

Рассмотрим более подробно проектирование и установку систем противопожарной защиты. К системам противопожарной защиты относятся: автоматическая система пожаротушения, пожарная сигнализация, система оповещения и управления эвакуацией людей из здания, система противодымной защиты. Проектирование и установка данных систем является трудоемким и затратным процессом.

В целях оптимизации затрат по установке систем противопожарной защиты в здании следует провести анализ систем противопожарной защиты, их влияние на пожарный риск, определить оптимальные значения по стоимости установок систем противопожарной защиты с учетом нормативного пожарного риска в здании, определить типы установок, предназначенные для зданий различного назначения.

Проведем оценку затрат по установке систем противопожарной защиты на примере реконструируемого здания-музея. Музей имеет г-образную в плане форму, одноэтажный с ризалитом и мезонином, размещенными симметрично относительно первоначального объема (первоначальный объем прямоугольный, поздние пристройки выполнены с северной и восточной сторон). Здание кирпичное, габаритные размеры: 27.1 м по западному фасаду и 23.1 м по южному фасаду. Высота первого этажа составляет 3.7 м, высота мезонина – 3.6 м.

Степень огнестойкости здания: II.

Класс ответственности здания: II (нормальный).

Класс функциональной пожарной опасности: Ф 2.2 - музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях. На рисунках 1, 2 представлены планы первого и второго этажей здания.

В таблице 1 представлено описание помещений здания (длина, ширина).

По каждому помещению были проведены расчеты времени эвакуации по упрощенной аналитической модели движения людского потока [1] и времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара в соответствии с Методикой [1], применив интегральную математическую модель газообмена в здании при пожаре.

К наиболее опасному сценарию относится пожар, возникший в фойе (помещение № 3) первого этажа. Сценарий выбран из учета возможности достижения ОФП предельных значений и

Таблица 1 — Описание помещений 1, 2 этажей реконструируемого здания

№ помещения	Название помещения	Ширина, м	Длина, м
1	Тамбур	1.45	3.3
2	Тамбур	1.44	3.96
3	Фойе	4.25	4.25
4	Вестибюль с гардеробом	5.4	7.4
5	Администрация	3.3	4.4
6	Санузел с кладовой уборочного инвентаря	1.93	3.89
7	Отдел декоративного текстиля	4.6	4.1
8	Универсальный зал (выставки, конференции)	5.9	10.1
9	Выставочный зал	8.28	3.6
10	Отдел декоративного творчества	4.7	9.1
11	Отдел декоративного творчества	4.5	4.65
12	Отдел декоративного творчества	3.9	4.4
13	Выставочный зал	5.9	9.6
14	Балкон	2.1	4.34

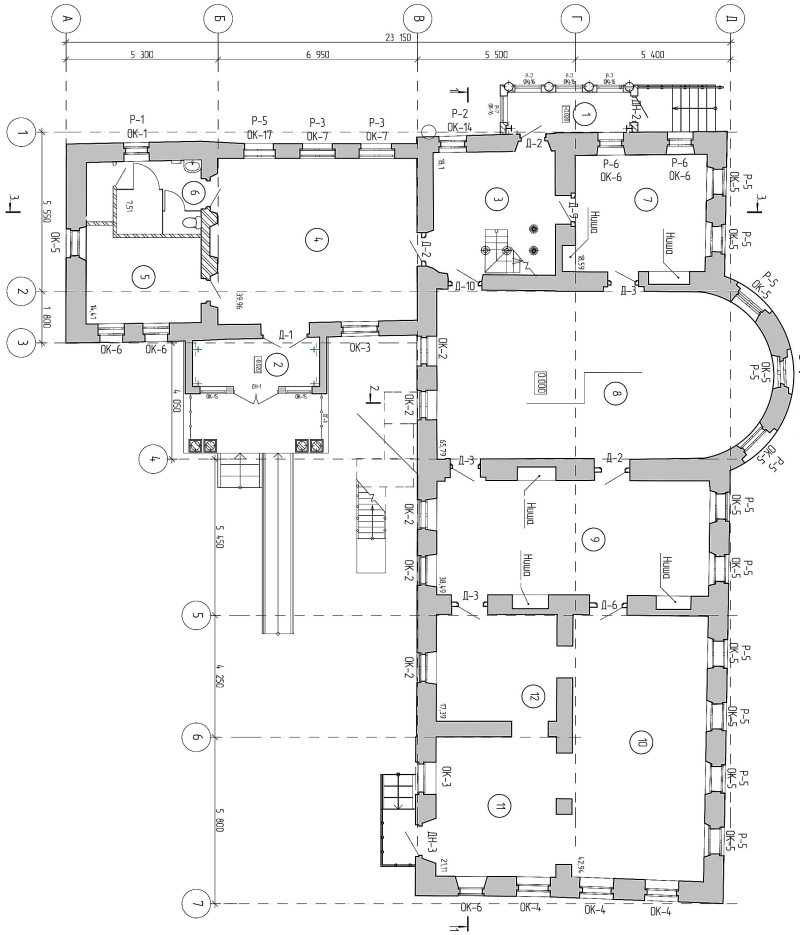

Рисунок 1 — План первого этажа.

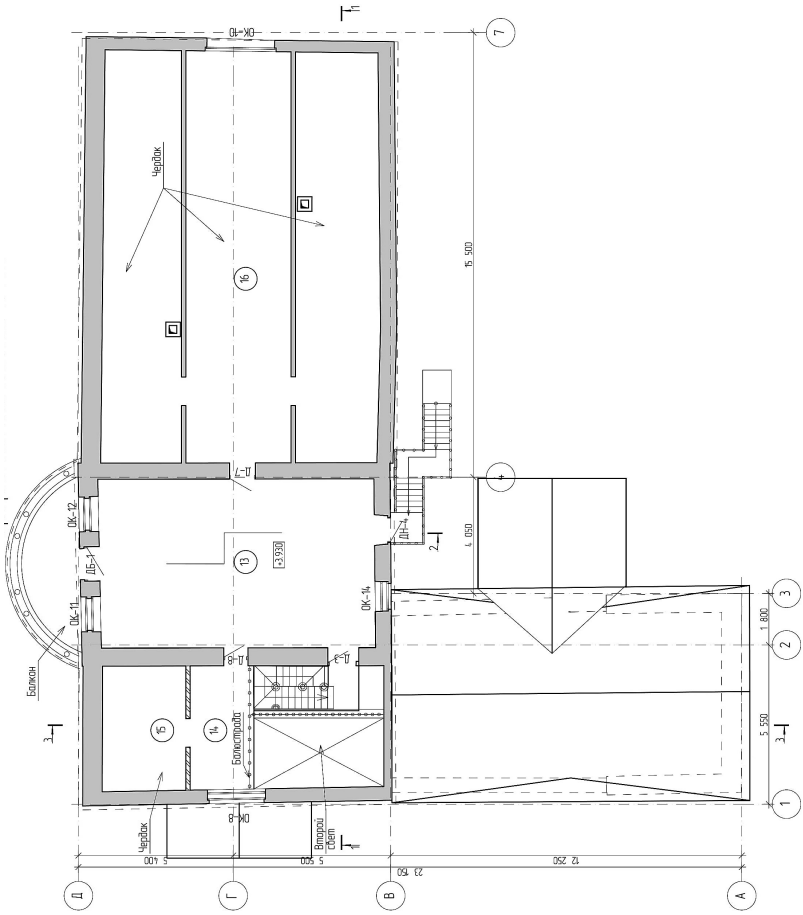

Рисунок 2 — План второго этажа.

возможного блокирования главного пути эвакуации на 1-ом этаже. Рассматриваемый поток людей из помещений здания: помещения № 9 → № 8 → № 7 → № 3 → № 1).

Определили расчетное время эвакуации до безопасной зоны при возникновении пожара tp, оно равно 1.284 мин. Время блокирования путей эвакуации 3.124 мин.

Согласно [2] на объектах, хранящих культурные ценности, в качестве пожаротушащего агента в установках автоматического пожаротушения можно использовать мелкораспыленную воду, азот, углекислый газ, хладоны отдельных марок. В установках модульного пожаротушения и системах с трубопроводами (спринклерные и дренчерные установки) на мелкораспыленной воде должны быть смонтированы специальные оросители для уменьшения воздействия воды на предметы хранения. При установке системы автоматического газового пожаротушения должна быть предусмотрена подача звукового и светового сигнала о необходимости покинуть помещение.

Таким образом, в рассматриваемом здании можно установить следующие системы противопожарной защиты:

1 пожарной сигнализации;

2 автоматического пожаротушения (газового или водяного: спринклерные и дренчер-ные установки, порошкового);

3 противодымной защиты;

4 оповещения и управления эвакуацией людей из здания (различают 5 типов систем). В документе [3] представлена таблица 2, где определяется тип системы оповещения и управления эвакуаций для зданий. Для рассматриваемого здания подходит второй тип системы оповещения и управления эвакуацией.

Рассмотрев системы противопожарной защиты, удовлетворяющие требованиям по установке систем противопожарной защиты для музеев, проведем оценку пожарного риска в здании [1] и стоимость работ при отсутствии или установке той или иной системы противопожарной защиты. При оценке стоимости были учтены цены, представленные в [4], точную калькуляцию стоимости услуг произведет организация, которая будет выполнять все рабочие действия по установке систем противопожарной защиты.

В таблице 2 представлены значения пожарного риска и стоимость работ, когда не установлена ни одна система, и когда установлены все системы противопожарной защиты, система оповещения и управления эвакуацией в здании рассматривалась 2 типа. Пожарный риск во всех случаях больше нормативного $-10^{-6}\textbf{год}^{-1}$,

даже при установке в здании всех систем противопожарной защиты.

В связи с этим проведем новые расчеты пожарного риска и стоимости работ по установке систем противопожарной защиты, рассмотрев в здании установку системы оповещения 3 типа. В таблице 3 представлены варианты, когда пожарный риск не превышает нормативное значение, минимальная стоимость работ – вариант № 10: здание оснащено водяной сплинклерной системой автоматического пожаротушения; максимальная стоимость работ – вариант № 9: здание оснащено газовой системой автоматического пожаротушения, пожарной сигнализацией, системой оповещения и управления эвакуацией 3 типа, системой противодымной защиты.

Таким образом, самым оптимальным вариантом является вариант № 10 (таблица 3), стоимость работ равна 181550 рублей (примерная стоимость).

Таблица 2 — Пожарный риск и стоимость работ по пожарной безопасности в зависимости от установленных в здании систем противопожарной защиты (в том числе система оповещения 2 типа)

Варианты	Название помещения	Автоматическая система пожаротушения				Пожарная сигнализация	Система оповещения и управления эвакуацией 3 типа	Система противодымной защиты	Пожарный риск, год$^{-1}$	Вывод, $<10^{-6}$	Стоимость, руб.
		Нет	Газовая	Водная спринкерная	Водная дренчерная						
1	Фойе	0				0	0	0	2.74E-03	нет	0
2			1			1	1	1	3.55E-05	нет	1052990
3				1		1	1	1	3.55E-05	нет	871440
4					1	1	1	1	3.55E-05	нет	907750

0 – не установлена система противопожарной защиты.
1 – установлена система противопожарной защиты.

Таблица 3 — Пожарный риск и стоимость работ по пожарной безопасности в зависимости от установленных в здании систем противопожарной защиты (в том числе система оповещения 3 типа)

Варианты	Название помещения	Автоматическая система пожаротушения				Пожарная сигнализация	Система оповещения и управления эвакуацией 3 типа	Система противодымной защиты	Пожарный риск, год$^{-1}$	Вывод, $<10^{-6}$	Стоимость, руб.
		Нет	Газовая	Водная сплинкерная	Водная дренчерная						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Фойе	0				1	1	1	5.96E-07	да	689890
2			1			0	0	0	4.60E-07	да	363100
3			1			0	0	1	4.60E-07	да	726200
4			1			0	1	0	4.60E-07	да	544650
5			1			0	1	1	4.60E-07	да	907750
6			1			1	0	0	4.60E-07	да	508340
7			1			1	0	1	1.66E-07	да	871440
8			1			1	1	0	1.66E-07	да	689890
9			1			1	1	1	5.96E-08	да	1052990
10				1		0	0	0	4.60E-07	да	181550
11				1		0	0	1	4.60E-07	да	544650
12				1		0	1	0	4.60E-07	да	363100
13				1		0	1	1	4.60E-07	да	726200

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14				1		1	0	0	4.60E-07	да	326790
15				1		1	0	1	1.66E-07	да	689890
16				1		1	1	0	1.66E-07	да	508340
17				1		1	1	1	5.96E-08	да	871440
18					1	0	0	0	4.60E-07	да	217860
19					1	0	0	1	4.60E-07	да	580960
20					1	0	1	0	4.60E-07	да	399410
21					1	0	1	1	4.60E-07	да	762510
22					1	1	0	0	4.60E-07	да	363100
23					1	1	0	1	1.66E-07	да	726200
24					1	1	1	0	1.66E-07	да	544650
25					1	1	1	1	5.96E-08	да	907750

Список литературы

1. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». Приложение к Приказу МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 6.08.2009 № 14486). Изменения в Методике в соответствии с приказом № 749 от 12.12.2011 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 30.12.2011 № 22871).
2. ВППБ 13-01-94 Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации. Нижний Новгород, 1995.
3. НПБ 104-03 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях».
4. Структура стоимости проектирования и реализации проекта. – Режим доступа: http://www.intera-e.ru/struktura-stoimosti-proektirovaniya, свободный (16.03.2017 г.).
5. Варламова Д. М. Оптимизация затрат на пожарную безопасность общественных зданий // Проблемы техносферной безопасности – 2017 : материалы VI междунар. науч.-практ. конф. мол. ученых и специалистов, 11-12 апр. 2017, Москва / Академия гос. противопожарной службы МЧС России. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 343-346.

COST OPTIMIZATION OF FIRE SAFETY IN THE RECONSTRUCTION OF PUBLIC BUILDINGS

Varlamova Dina Michailovna
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *dina@rintd.ru*

The article discusses the optimization of expenses on maintenance of fire security of the building. The necessity of installation of fire protection systems that will reduce fire risk. Describes an example of assessing the cost of fire safety of the reconstructed building.

Keywords: Fire protection system, fire risk, cost optimization.

УДК 62-5

БЕСПРОВОДНОЙ РЕЧЕВОЙ ОПОВЕЩАТЕЛЬ О ПОЖАРЕ В ЗДАНИИ

В.К. Ваштиев
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *vashtiev@ya.ru*

В статье обсуждается разработанный прототип беспроводного речевого оповещателя о пожаре в здании. Вкратце изложены основные конструктивные особенности речевого оповещателя.

Ключевые слова: Управление эвакуацией, оповещение о пожаре, безопасность людей в здании.

Когда заходит речь о системе оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), невозможно обойти стороной звуковой оповещатель, который является одним из основных элементов передачи информации о пожаре людям, находящимся в здании.

В рамках проекта беспроводной системы оповещения и динамического управления эвакуацией (БСОДУЭ) был разработан беспроводной речевой оповещатель (РО). Описанию основных показателей и конструкторских особенностей будет посвящена данная статья.

В состав стандартного звукового оповещателя входит:

– карта памяти;

– цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП);

– усилитель;

– динамик.

В блок разработанного РО были дополнительно добавлены следующие компоненты:

– блок радио приёма-передачи;

– логико-исполнительный механизм (микроконтроллер);

– источник питания.

Рассмотрим более подробно аппаратную часть.

Динамик. Было проведено исследование и решено, что для выполнения всех требований нормативных документов в области пожарной безопасности достаточным будет использовать динамик звуковой мощностью 30 Вт и сопротивлением 8 Ом. Более точный выбор динамика (марки, модели) зависит только от конструктивных и эстетических особенностей.

Усилитель. Для оповещения людей о ЧС в здании является актуально усиливать звук с минимальными энергетическими

потерями. Для данных целей самым подходящим является усилитель класса Д. В рамках разработки БСОДУЭ в речевом оповещателе был использован усилитель на базе TPA3123D2 [1]. Упрощенная принципиальная схема усилителя TPA3123D2 представлена на рисунке 1.

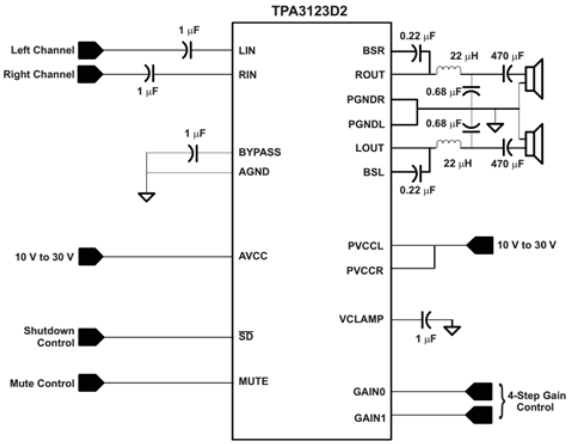

Рисунок 1 — Упрощенная принципиальная схема усилителя TPA3123D2.

Карта памяти. В качестве карты памяти можно использовать 64 Мегабитную флэш-память. Очень надежно в этом сегменте показали себя WINBOND 25Q64FW [2], на них и пал выбор при создании прототипа.

Цифро-аналоговый преобразователь. ЦАП является одним из основных компонентов РО. Было принято решение использовать ЦАП на основе микроконтроллера семейства ARM. Для прототипа был использован STM32F4. Звук хранится во флэш-памяти в виде MP3-файлов, далее ЦАП преобразует его в аналоговый звуковой сигнал, который проходит через усилитель и передается на динамики.

Блок радио приёма-передачи. Модуль приёма-передачи по радиоканалу был выполнен на базе микроконтроллера с поддержкой Mesh-сети ATmega128RFA1 [3]. Приемо-передатчик работает как в режиме приема (для принятия сигнала о тревоге), так и в режиме передачи (для передачи информации о состоянии РО, в том числе об уровне заряда батареи и других рабочих параметров).

Логико-исполнительный механизм. Все логические операции в РО происходят в ранее упомянутом микроконтроллере ATmega128RFA1. Программа, вшитая в данный микроконтроллер, отвечает за прием сигналов тревоги, и в зависимости от поступившей информации включает ту или иную звуковую дорожку, содержащую информацию о ЧС и точке эвакуации.

Источник питания. В качестве источника питания необходимо использовать 12-ти вольтовые батареи со схемой стабилизации напряжения до 3.3 В.

Таким образом, разработанный прототип речевого оповещателя отвечает основным характеристикам беспроводной системы оповещения и динамического управления эвакуацией:

1 Автономность – передача информации осуществляется по радиоканалу, питание осуществляется от локальной батареи.

2 Энергоэффективность – все компоненты в РО подобраны из расчета наименьшего потребления энергии.

3 Информативность – в зависимости от ситуации, оповещение о точке эвакуации может меняться. По этой причине в память речевого оповещателя записывается информация о всех возможных выходах из здания и выбор происходит от сложившейся обстановки.

Список литературы

1. Datasheet TPA3123D2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tpa3123d2.pdf, свободный (10.05.2017).
2. Datasheet WINBOND 25Q64FW [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.winbond.com/resource-files/w25q64fw_revd_032513.pdf.
3. Datasheet ATmega128RFA1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.atmel.com/Images/Atmel-8266-MCU_Wireless-ATmega128RFA1_Datasheet.pdf, свободный (10.05.2017).

WIRELESS VOICE ALARM FOR FIRE IN THE BUILDING

Vashtiev Vasiliy Konstantinovich
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *vashtiev@ya.ru*

The article discusses the developed prototype of a wireless voice annunciator on the fire in the building. Briefly outlines the main design features of the voice annunciator.

Keywords: Evacuation management, fire warning, security of people in the building.

УДК 614.8

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ОЦЕНКА ЗАТРАТ ПО УСТАНОВКЕ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ В ОБЩЕСТВЕННОМ ЗДАНИИ»[1]

Д.М. Варламова
Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия
e-mail: *dina@rintd.ru*

В статье представлен программный комплекс, предназначенный для оценки затрат по установке систем противопожарной защиты. Обоснована необходимость разработки программного комплекса по оценке стоимости работ по установке систем противопожарной защиты, который позволит определить зависимость пожарного риска от установленных систем.

Ключевые слова: Системы противопожарной защиты, пожарный риск, оптимизация затрат, оценка затрат на пожарную безопасность.

Введение

Любое общественное здание должно быть оборудовано всем комплексом систем противопожарной защиты. К системам противопожарной защиты относятся пожарная сигнализация, система автоматического пожаротушения, система оповещения и управления эвакуацией в здании, система противодымной защиты. Установка всех систем в здании стоит очень дорого, и не во всех общественных зданиях имеется возможность установки данных систем. В связи с этим, следует разработать программу, позволяющую определить пожарный риск при любом варианте установки систем в здании и рассчитать стоимость работ по установке той или иной системы. На основе полученных данных определяется оптимальный вариант по соотношению пожарного риска и общей стоимости по оснащению здания системами противопожарной защиты.

Таким образом, задача автоматизации процесса оценки затрат требует создания программного комплекса, учитывающего все условия по оснащению здания системами противопожарной защиты.

[1]Работа выполнена в рамках гранта «Научный потенциал» (конкурс научно-исследовательских работ (грантов) молодых ученых, преподавателей и аспирантов УдГУ, финансируемых из собственных средств Университета («Научный потенциал»), посвященный 85-летнему юбилею УдГУ, 17.05.16-17.11.16 г)

Задача программного комплекса - оценка пожарного риска, оценка стоимости работ по установке систем противодымной защиты в общественном здании (проектируемом, реконструируемом, строящемся и т.д.), сравнение результатов, вывод по оптимальному варианту: соотношение пожарного риска и затрат по оснащению здания системами противопожарной защиты.

Программный комплекс разработан на основе языков программирования: HTML, JavaScript. Главная страница предназначена для ввода характеристики здания.

Алгоритм работы:

1 Пользователь начинает работу с ввода информации по исследуемому объекту:

а. функциональное назначение общественного здания;

б. характеристика здания;

в. площадь здания, м^2;

г. вероятность присутствия людей в здании;

д. наличие систем противопожарной защиты и их характеристики:

– пожарная сигнализация;

– автоматическая система пожаротушения;

– система оповещения и управления эвакуацией в здании;

– система противодымной защиты.

2 Формируются результаты расчета. Результаты расчетов представляются в виде: 1) оценки пожарного риска в общественном здании (на основе методики [1]); 2) оценки стоимости затрат на установку систем противопожарной защиты [2].

На рисунке 1 представлено рабочее окно Главной страницы программного комплекса.

Сравнив пожарный риск и стоимость работ по тому или иному варианту установки систем противопожарной защиты, пользователь выделит для себя оптимальный вариант. При оценке стоимости были учтены цены, представленные в [3], точную калькуляцию стоимости услуг произведет организация, которая будет выполнять все рабочие действия по установке систем противопожарной защиты.

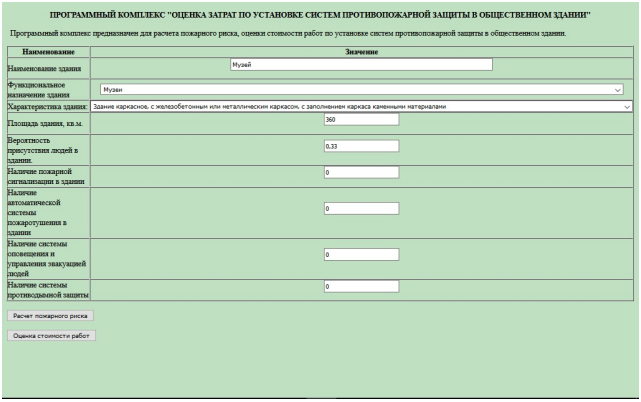

Рисунок 1 — Рабочее окно «Главная страница».

Список литературы

1. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». Приложение к Приказу МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 6.08.2009 № 14486). Изменения в Методике в соответствии с приказом № 749 от 12.12.2011 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 30.12.2011 № 22871).
2. Варламова Д. М. Оптимизация затрат на пожарную безопасность общественных зданий // Проблемы техносферной безопасности – 2017 : материалы VI междунар. науч.-практ. конф. мол. ученых и специалистов, 11-12 апр. 2017, Москва / Академия гос. противопожарной службы МЧС России. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 343-346.
3. Структура стоимости проектирования и реализации проекта. – Режим доступа: http://www.intera-e.ru/struktura-stoimosti-proektirovaniya, свободный (16.03.2017 г.).

PROGRAM COMPLEX «ESTIMATION OF COSTS FOR INSTALLATION OF FIRE PROTECTION SYSTEMS IN PUBLIC BUILDINGS»

Varlamova Dina Michailovna
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *dina@rintd.ru*

The article presents a software package designed to estimate costs for installation of fire protection systems. The necessity of the development of software for estimation of cost of works on installation of fire protection systems, which will allow to determine the dependence of the fire risk from the installed systems.

Keywords: Fire protection system, fire risk, cost optimization, cost estimation for fire safety.

Научное издание

Научный редактор
Колодкин Владимир Михайлович

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Сборник статей
Выпуск 11

Компьютерный набор и верстка
Радикова Анна Владимировна

Авторская редакция

Подписано в печать 1.06.2017. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$
Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,53.
Тираж 100 экз. Заказ № 17-31.

Издатель: АНО «Ижевский институт компьютерных исследований»
426034, г. Ижевск, ул. Кооперативная, д. 5.
тел./факс: +7 (3412) 50-02-95