



Безопасность
в техносфере
rintd.ru

Система управления
эвакуацией людей
eesystem.ru



ISBN 978-5-4344-0523-2



9 785434 405232

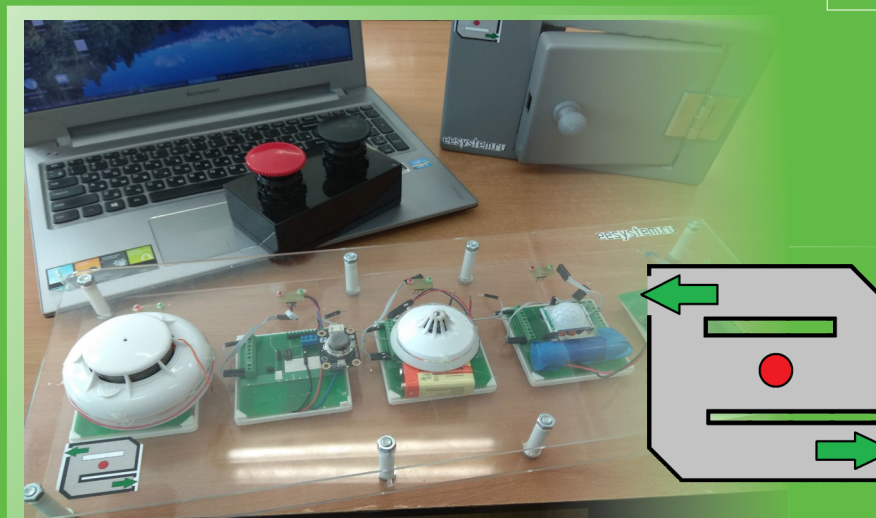
Безопасность в техносфере 12

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

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Безопасность в техносфере

12



Ижевск 2018

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

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Сборник статей

Выпуск 12



Ижевск
2018

УДК 614.84, 681.51, 004.031.4, 004.492

ББК 68.9я431

Б40

Научный редактор:

доктор технических наук, профессор В. М. Колодкин

Председатель организационного комитета:

руководитель Российского научного общества анализа риска,
кандидат психологических наук М. И. Фалеев

Б40 Безопасность в техносфере : сборник статей / науч. ред. В. М. Колодкин. — Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2018. — 164 с.

ISBN 978-5-4344-0523-2

Данный сборник, в основном, соответствует материалам, представленным на XII Международной конференции «Безопасность в техносфере». Главная тема Конференции — Цифровые системы обеспечения безопасности.

Рассмотрены вопросы интеграции цифровых подсистем, таких как подсистема автоматического контроля количества людей в помещениях здания, подсистема автоматического мониторинга среды в горящем здании и т.д., в интегрированную систему автоматического формирования указаний людям путей эвакуации из горящего здания в режиме реального времени.

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.

УДК 614.84, 681.51, 004.031.4, 004.492

ББК 68.9я431

ISBN 978-5-4344-0523-2

© УРО ООО «Российское научное общество анализа риска», 2018

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| I Цифровые системы обеспечения безопасности | 5 |
| <i>В.М. Колоджин, Б.В. Чирков, Д.Е. Ушаков</i> | |
| Повышение эффективности системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в здании . . . | 6 |
| <i>Б.В. Чирков</i> | |
| Методы совершенствования и алгоритмы управления эвакуацией из здания | 19 |
| <i>А.М. Сивков</i> | |
| Протокол последовательной передачи данных | 45 |
| <i>Д.Е. Ушаков, Б.В. Чирков</i> | |
| Исследование ограничений расстановки беспроводных узлов на базе микроконтроллера ATmega128RFA1 | 48 |
| <i>А.М. Сивков, А.Н. Семакина</i> | |
| Об электрической схеме подключения сенсора инфракрасных лучей | 53 |
| <i>А.М. Сивков, Д.А. Пухова</i> | |
| О влиянии солнечного света на инфракрасный сенсор . | 56 |
| <i>С.В. Шархун, Н.Ф. Сирина</i> | |
| Результаты разработки, реализации и внедрения программного комплекса «СОУЭ-ПК» на инфраструктурных объектах ОАО «РЖД» | 58 |
| II Техносферная безопасность | 67 |
| <i>М.Э. Галиуллин</i> | |
| Картографическая подсистема веб-сервиса оценки риска на техногенных объектах | 68 |
| <i>А.В. Радикова, В.О. Анашин</i> | |
| Анализ и оценка аварийного риска с точки зрения системного анализа | 83 |
| <i>В.О. Анашин, А.В. Радикова</i> | |
| Ранжирование территорий по уровню коллективного риска при авариях на техногенных объектах на примере автозаправочных станций | 88 |
| <i>А.В. Романенко, Г.М. Чигвинцев, С.В. Ширококов, Д.В. Варламов, С.Ю. Загуменов</i> | |
| Проект противопожарного комплекса для повышения безопасности людей и эффективности применения средств индивидуальной защиты и средств пожаротушения | 96 |

| | |
|--|-----|
| <i>Д.М. Варламова</i> | |
| Обзор существующих методов по оценке экономической эффективности систем пожарной безопасности | 108 |
| <i>И.М. Янников, В.С. Кужлин, В.И. Молчанов, А.Е. Любаков</i> | |
| О некоторых аспектах применения спринклерных установок пожаротушения на производстве | 115 |
| <i>А.С. Соловьева, М.В. Телегина</i> | |
| Поддержка принятия решений по обеспечению безопасности химически опасных объектов | 121 |
| <i>Ф.В. Недопекин, Н.С. Шестакин, А.В. Несова</i> | |
| Анализ потенциала поглощения диоксида углерода на перспективных участках его хранения в Донбассе | 126 |
| <i>И.М. Янников, М.В. Шабардин, М.В. Телегина</i> | |
| Экологическое картографирование реабилитируемых территорий | 133 |
| <i>А.Ю. Лучина</i> | |
| Двухскоростная модель движения газожидкостной смеси в аэротенках с пневматической системой аэрации | 138 |
| <i>И.М. Янников, И.Н. Вологжанин, Р.Г. Бадамшина</i> | |
| Проблематика автоматизации прогнозирования паводков и наводнений | 143 |
| <i>Д.М. Костин</i> | |
| Автоматизированная система персонифицированного учета нарушений требований охраны труда | 148 |
| <i>В.В. Бодряга, Ф.В. Недопекин, В.В. Белоусов</i> | |
| Экологическая проблема утилизации графитной спели при переливах чугуна | 154 |

Раздел I
Цифровые системы
обеспечения безопасности

УДК 614.842.4

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ В ЗДАНИИ

В.М. Колодкин, Б.В. Чирков, Д.Е. Ушаков

Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия

e-mail: kolodkin@rintd.ru, b.v.chirkov@gmail.com,

sleepinthewater@gmail.com

В работе рассматриваются вопросы повышения эффективности системы оповещения и управления эвакуацией. Показано, что требования, предъявляемые к системе оповещения и управления эвакуацией, приводят к необходимости построения программно-аппаратного комплекса, представляющего вычислительную сеть, в каждом узле которой находится тот или иной элемент системы (датчики состояния среды в здании, приборы оповещения, маршрутизаторы, вычислительные элементы и их комбинации). Каждый узел включает микроконтроллер. В частном случае, узлы связаны по радиоканалу. Электропитание узлов, как правило, автономное. Объединение объектов реального мира (датчики, маршрутизаторы, и т.д.) и объектов виртуального мира (модели, алгоритмы, программы и т.д.) в рамках единого цифрового пространства позволяет создать эффективные системы пожарной безопасности.

Ключевые слова: Управление эвакуацией, эффективность управления, программно-аппаратный комплекс, микроконтроллеры, Интернет Вещей.

Введение

По данным МЧС России [1], трендом последних пятнадцати лет в России стало уменьшение количества техногенных пожаров. Количество несчастных случаев со смертельным исходом на пожарах за этот же период сократилось более чем в два раза. Вместе с тем, мировая статистика в соответствии с [2] отводит России 45 место из 172 государств в мире по количеству погибших на пожарах на 100 тысяч человек населения. На рисунке 1 представлены результаты сопоставления количества погибших при пожарах на 100 тысяч человек населения в России, США и Германии [3]. Из рисунка следует, что меры, которые принимаются в России по повышению пожарной безопасности приносят реальные результаты,

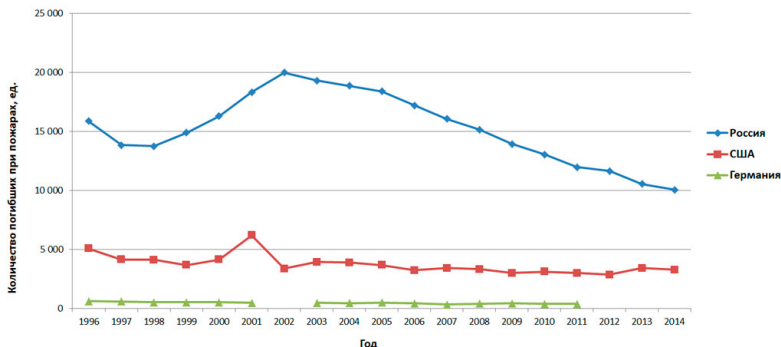


Рисунок 1 — Количество погибших при пожарах на 100 тысяч человек населения в России, США и Германии

что выражается в существенном уменьшении количества жертв при пожарах. Но, тем не менее, потери при пожарах, которые несет население России, - весьма существенны. Особенно в сравнении с потерями при пожарах населения США и Германии.

В этой связи, весьма значимо определить с дальнейшими путями снижения потерь при пожарах. Количество погибших при пожарах – это интегральный показатель, на который оказывает влияние очень много факторов. В рамках данной работы, остановимся на технических аспектах одной из систем, предназначенных для снижения ущерба при пожарах – это система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) при пожаре. По определению [4], СОУЭ – комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации. СОУЭ разделяются на пять типов. Наиболее высокие требования к СОУЭ предъявляются для систем пятого типа. Но необходимо подчеркнуть, что эти требования, в основном, относятся к способу оповещения.

Требования к Системе оповещения и управления эвакуацией

Какими свойствами должна обладать СОУЭ чтобы система в максимальной степени способствовала спасению людей, ока-

завшихся в горящем здании? Необходимо обозначить следующие требования:

- 1 СОУЭ призвана обеспечить возможность представления людям в горящем здании пути эвакуации, которые отвечают минимальному временному интервалу достижения людьми безопасных зон в здании (или вне здания). Пути эвакуации должны отвечать требованиям минимального уровня опасности для человека при движении по указанным путям (в идеальном случае, пути эвакуации должны отвечать приемлемому для человека уровню опасности). В первом приближении, можно положить, что участок эвакуационных путей отвечает требованиям приемлемого для человека уровня опасности, если численные значения опасных факторов пожара на данном участке не достигают критических значений.
- 2 СОУЭ должна отвечать требованию адаптивности к изменяющимся условиям в здании. Фактически, данное требование означает, что пути эвакуации должны проектироваться с учетом изменяющихся условий в горящем здании, с учетом произвольного местоположения источника возгорания и т.д. По сути, речь идет о переходе от статических планов эвакуации к динамическим планам, когда пути эвакуации изменяются и, соответственно, доводятся до людей сообразно изменяющейся обстановки в горящем здании.
- 3 СОУЭ должна поддерживать режим реального времени. Данное требование усиливает требование адаптивности к изменяющимся условиям в здании. Для поддержания режима реального времени, формирование команд указания людям направлений движения, а, следовательно, и прогнозирование путей движения людей, должны успевать за изменением обстановки в здании.
- 4 СОУЭ должна функционировать в автоматическом режиме, если управление людьми в условиях чрезвычайной ситуации не берет на себя персона, уполномоченная действовать в условиях чрезвычайной ситуации (при условии, что персона входит в круг лиц, обладающих правами доступа к системе).
- 5 Ядро СОУЭ должно поддерживать возможность расширения функциональных возможностей системы. В первую очередь,

расширение функциональных возможностей распространяется на подсистему поддержки принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС). В частности, поддержка принятия решений в ЧС предполагает поддержку режима «директивного управления» в условиях чрезвычайных ситуаций. Режим «директивного управления» предполагает приоритет команд, поданных уполномоченной персоной перед командами, сформированными системой в автоматическом режиме. Поддержка режима особенно важна в случае, когда должны быть учтены факторы, не предусмотренные автоматическим режимом функционирования системы. Например, при возникновении чрезвычайных ситуаций, связанных с проявлением террористической активности, может возникнуть необходимость в направлении людей в определенную зону или помещение. В этом случае необходимо идентифицировать зону сбора людей и зоны, через которые проход закрыт и довести эту информацию до людей в здании.

- 6 СОУЭ должна быть эффективной и иметь приемлемую стоимость. Современное развитие техники и технологий позволяют создать СОУЭ, отвечающую практически любым разумным требованиям, за исключением стоимости. Поэтому компромисс между стоимостью и эффективностью одно из важнейших требований к системе.

Указанные требования к СОУЭ предопределяют ее создание в рамках концепции Интернет вещей.

Концепция Интернет вещей и ее приложение к Системе оповещения и управления эвакуацией

Термин Интернет вещей (Internet of Things, IoT) был введен Кевином Эштоном в 1999 году [5]. За прошедшие годы этому очень широкому понятию было дано множество толкований и определений. Например, Интернет вещей - это все возрастающая инфраструктура, которая обеспечивает возможность предоставления услуг, путем соединения вещей (предметов физического и виртуального мира), в рамках информационно-коммуникационной среды. Объединение вещей (в нашем случае, объединение устройств) в рамках единого цифрового пространства делает возможным, например, автоматизацию управления процессом эвакуации в условиях

чрезвычайных ситуаций [6]. По перспективам развития Интернет вещей превосходит все, что было достигнуто в сфере коммуникаций между всевозможными «умными» устройствами. Отметим, что первоначально развитие получила концепция Умного дома, которая появилась несколько ранее концепции Интернет вещей. Фактически, «умный дом» - объединение ряда «умных» систем (управления инженерными коммуникациями, управления бытовыми приборами, мониторинга охранно-пожарной сигнализации и т.д.) в доме. Умный дом предоставляет пользователю удобный интерфейс для управления устройствами в доме, связанных вычислительной сетью. В рамках концепции Умного дома еще в 1985 году в США была создана система Unity, которая управляла безопасностью дома. Сейчас ее аналогами оснащено большинство домов в США и странах Западной Европы [7]. Возможно, различия в количестве жертв при пожарах, представленные на рисунке 1, в определенной степени объясняются именно наличием систем управления безопасностью.

В системе оповещения и управления эвакуацией концепция Интернет вещей преломляется в программно-аппаратный комплекс (ПАК), который включает множество разнообразных устройств, программных подсистем, связанных единым цифровым пространством и объединенных функциональным назначением – спасение людей в условиях чрезвычайных ситуаций. Цифровое пространство поддерживается распределенной, ячеистой сетью (LwMesh). Беспроводная сеть строится на базе протокола IEEE 802.15.4 [8] (Zigbee). Частота 2.4 ГГц.

В цифровом пространстве функционирует несколько подсистем взаимодействие между которыми позволяет в автоматическом режиме (требование 4) формировать и доводить до людей в горящем здании пути эвакуации, отвечающие требованию 1.

Основные функциональные подсистемы:

- подсистема проектирования безопасных для человека путей эвакуации, отвечающих
- требованию минимального времени достижения людьми зон безопасности;
- подсистема мониторинга состояния среды в помещениях здания;
- подсистема мониторинга размещения людей по зданию;

- подсистема представления людям в здании направлений перемещений;
- подсистема директивного управления людскими потоками;
- подсистема непрерывного мониторинга работоспособности устройств.

В цифровом пространстве обрабатывается виртуальная модель здания [9]. Виртуальная модель здания включает характеристики помещений и имманентные свойства помещений (например, величины пожарной нагрузки в помещениях). Модель здания дополняется характеристиками среды в помещениях (значения опасных факторов пожара), характеристиками распределения людей по зданию. В режиме реального времени обрабатываются результаты мониторинга состояния среды [10] и результаты контроля количества людей, проходящих через выделенные сечения здания. Для контроля количества людей используются устройства на основе двухлучевого счетчика [11]. Команды управления движением людей формируются по результатам математического моделирования. Используется модель управляемого движения людей в здании [12]. Модель базируется на экспериментально подтвержденной зависимости скорости движения людей от плотности, физического и эмоционального состояния людей [13]. Причем функция распределения людей по помещениям здания на каждом элементарном временном интервале корректируется с учетом количества людей, проходящих через выделенные сечения здания.

Основной аппаратной части основных устройств ПАК является микроконтроллер ATmega128RFA1 [14], обеспечивающий сетевые возможности, отвечающий требованиям универсальности, надежности работы и доступной цены. Встроенный в микроконтроллер радио-модуль и программный сетевой протокол LwMesh обеспечивают: построение общей сети передачи данных и перестроение маршрутов передачи данных «на лету» в случае выхода из строя устройства передачи информации (маршрутизатора).

Прогнозируемая эффективность Системы оповещения и управления эвакуацией при пожаре в здании

Для оценки эффективности ПАК воспользуемся результатами математического моделирования движения людских потоков в здании. Положим, что движение людей осуществляется в соответствии

с математической моделью управляемого движения. Динамика плотности людей в помещениях здания, соответствует результатам математического моделирования. Отметим, что сопоставление количества людей в помещениях здания с данными мониторинга людей по зданию – это отдельная тема, выходящая за рамки данной работы.

Для определенности, рассмотрим здание, схема которого представлена на рисунке 2. Здание имеет два эвакуационных выхода, один выход помечен символом «А», второй – «В». Положим, что в здании в начальный момент времени размещено N человек со средней плотностью d_0 . В процессе моделирования контролировалась динамика количества людей, достигших безопасной зоны (в данном случае, вышедших из здания через каждый из выходов). Положим, что неравномерность начального распределения людей по зданию описывается коэффициентом K по формуле 1.

$$K = \frac{d_1}{d_2}, \quad (1)$$

где d_1 – плотность людей в помещениях, в сумме занимающих половину площади здания, а d_2 – плотность людей в помещениях второй половины площади здания.

Помещения с плотностями людей d_1 и d_2 размещались в здании в соответствии с монте-карловской процедурой.

При управляемом движении людей пути эвакуации выбираются так, чтобы функция времени достижения людьми безопасной зоны имела бы минимальное значение. При этом все пути эвакуации должны отвечать требованиям безопасности (значения опасных факторов пожара не достигают критических значений).

Динамика выхода людей из здания (достижения людьми зоны безопасности) представлена на рисунке 3. В данном случае: $d_1 = 0.1$ чел./м², $K = 2$. Кривые, помеченные символом «а» соответствуют случаю, когда людям доступны все пути эвакуации. Кривые «2а» и «3а» иллюстрируют зависимость количества людей, выходящих через выход «А» и выход «В», соответственно. Зависимость, помеченная символами «1а», иллюстрирует динамику освобождения людьми здания через оба выхода (фактически, кривая «1а» соответствует количеству людей в безопасной зоне). Учитывая случайный характер начального размещения людей по помещениям здания, для каждого набора входных данных анализировались результаты $M = 1000$ экспериментов. В

результате приходим к интервальным значениям количества людей, отраженным на рисунке 3.

Результаты вычислительных экспериментов с динамикой развития пожара в помещении здания, выполненных с использованием программного комплекса FDS [15], показали, что время блокирования опасными факторами пожара помещения, помеченного на рисунке 2 цифрой 1, составляет около 72 секунд с момента возгорания. Отметим, что это самый неблагоприятный сценарий с точки зрения нанесения ущерба при пожаре. Для определенности положим, что в результате пожара помещение оказалось заблокированным на десятой секунде с начала процесса эвакуации. В результате количество людей, выходящих через выход «В» сократилось, что показано на рисунке 3 кривой «3б». Система управления, с учетом информации о блокировании выхода «В», в автоматическом режиме направляет людей к выходу из здания через выход «А» (кривая «2б»). Кривая «1б» иллюстрирует динамику достижения людьми безопасной зоны при блокировании опасными факторами пожара помещения № 1. Время эвакуации при этом увеличивается на 12 секунд за счет удлинения путей эвакуации, но все люди выводятся из здания по безопасным путям.

Если прогнозируемую эффективность СОУЭ оценить величиной максимального предотвращенного ущерба, то прогнозируемая эффективность может быть оценена как максимальная разность между количеством людей, вышедшим из здания в отсутствие пожара и в случае пожара. Для данного здания эта разность составляет около 9 человек (разность в значениях количества людей между кривыми «1а» и «1б» в момент времени $t = 28.2$ с). То есть, в отсутствие предложенной системы, в случае блокирования помещения № 1, система управления не адаптировалась бы к изменяющимся условиям в горящем здании и людской поток по-прежнему был бы направлен к выходу «В», что могло привести к гибели 9 человек.

Очевидно, что предотвращенный ущерб (прогнозируемая эффективность СОУЭ) зависит от имманентных свойств здания, от характеристик распределения людей по зданию, от сценария пожара и т.д. В частности, на рисунке 4 представлена диаграмма зависимости предотвращенного ущерба от начальной плотности распределения людей d_0 по помещениям здания ($K = 2$). Из диаграммы следует, что если начальная плотность распределения людей по помещениям здания возрастает до 1 чел./м^2 , то величина предотвращенного

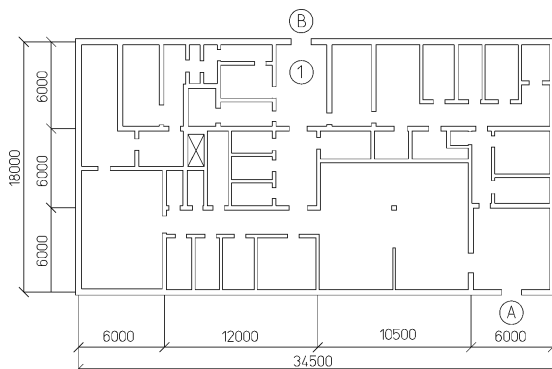


Рисунок 2 — Схема здания: А, В – эвакуационные выходы из здания; 1 – помещение, блокируемое опасными факторами пожара

ущерба для данного здания достигает величины 107 человек. То есть эффективность возрастает для зданий с массовым пребыванием людей.

Заключение

Таким образом, эффективность программно-аппаратного комплекса оповещения и управления эвакуацией зависит от многих факторов. Но, принципиально, эффективность имеет место, если ПАК отвечает концепции Интернет вещей. При этом ПАК поддерживает автоматический режим проектирования и представления людям путей эвакуации из горящего здания в режиме реального времени. Пути эвакуации отвечают требованиям минимальности времени достижения зон безопасности. Траектории эвакуации автоматически прокладываются по безопасным для человека участкам.

Возможно, в ближайшее время мы будем свидетелями взрывного роста функциональных возможностей систем обеспечения безопасности. Предпосылки к этому заложены в стремительном развитии микропроцессорных систем и технотронике.

В заключении отметим, что наибольший эффект от приложения концепции Интернет вещей к системам обеспечения безопасности следует ожидать применительно к зданиям с массовым пребыванием людей.

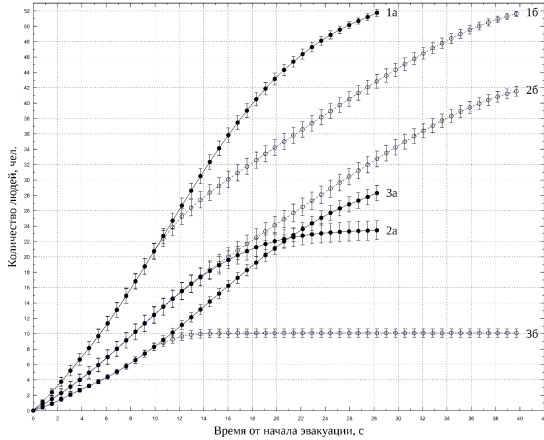


Рисунок 3 — Зависимости количества вышедших из здания людей от интервала времени с начала эвакуации: «а» – условия управляемого движения людей без блокирования помещений; «б» – при блокировании помещения № 1 опасными факторами пожара через 10 с. после начала эвакуации

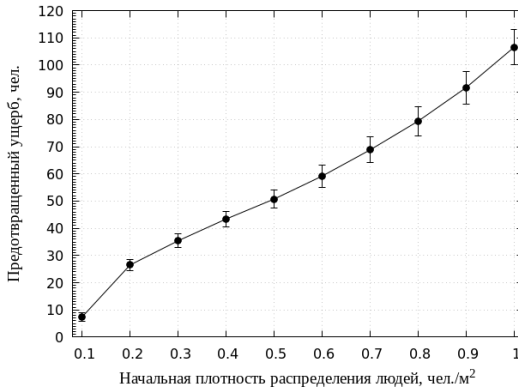


Рисунок 4 — Зависимость предотвращенного ущерба (прогнозируемая эффективность СОУЭ) от плотности начального распределения людей по помещениям здания

Список литературы

1. Статистика пожаров. Сайт министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, доступен: <http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari> (Доступен на 21.03.2018).
2. World Life Expectancy, доступен: <http://www.worldlifeexpectancy.com> (Доступен на 21.03.2018).
3. Статистика гибели на пожарах. Сайт клуба пожарных и спасателей, доступен: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/gibeln-pozharaх/> (Доступен на 21.03.2018).
4. СП 3.13130.2009 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».
5. Kevin Ashton. That «Internet of Things» Thing. In the real world, things matter more than ideas // RFID Journal, 22 June 2009.
6. В.К. Сарьян, Н.А. Сущенко, И.А. Дубнов, А.С. Лутохин Прошлое, настоящее и будущее стандартизации Интернета вещей / доступен: <http://niir.ru/news/zhurnal-trudnyi-niir/articles/proshloe-nastoyashhee-i-budushhee-standartizacii-interneta-veshhej/> (Доступен на 21.03.2018).
7. Интернет вещей и умный дом – что это такое, доступен: https://www.iguides.ru/main/gadgets/other_vendors/internet_veshchey_i_umnyu_dom_что_это_и_как_появилось/ (Доступен на 21.03.2018).
8. Vargauzin V. Radio network to collect data from sensors, monitoring and control based on the 802.15 standard IEEE. 802.15.4. Elektronnyye komponenty (Electronic components), 2005, vol. 2. pp. 17–21 (in Russian).
9. Галиуллин М.Э. Создание и использование Пространственно-Информационной модели здания (ПИМ) для расчета величины риска при составлении декларации пожарной безопасности // Безопасность в техносфере. Ижевск 2015, № 9. С. 60 – 81.
10. Колодкин В.М., Варламов Д.В., Чирков Б.В., Романенко А.В., Чигвинцев Г.М. Пространственно-распределенный мониторинг опасных факторов пожара на основе микропроцессорных сенсорных узлов системы управления эвакуацией // Безопасность в техносфере. Ижевск 2016, № 10. С. 17 – 27.

11. Сивков А.М. Двухлучевой счетчик посетителей // Безопасность в техносфере. Ижевск 2016, № 10. С. 63 – 71.
12. 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.
13. Холщевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов : дис. ... д-ра техн. наук. — М., 1983.
14. Microcontroller ATmega128RFA доступен: <http://www.atmel.com/devices/atmega128rfa1.aspx>(Доступен на 21.03.2018).
15. Fire Dynamic Simulator – FDS. доступен: <http://fire.nist.gov/fds/> (Доступен на 03.2018).

IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE ALERT SYSTEM OF ALERT AND EMERGENCY MANAGEMENT AT THE FIRE IN THE BUILDING

V.M. Kolodkin, B.V. Chirkov, D.E. Ushakov

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1

e-mail: *kolodkin@rintd.ru, b.v.chirkov@gmail.com,*

sleepinthewater@gmail.com

The paper considers issues of increasing the effectiveness of the warning system and evacuation management. It is shown that the requirements for the notification and evacuation management system lead to the need to build a hardware and software complex that represents the computer network, in each node of which there is one or another element of the system (environmental sensors in the building, warning devices, routers, computational elements and their combinations). Each node includes a microcontroller. In a particular case, the nodes are connected via radio. Power supply nodes, as a rule, stand-alone. Combining real-world objects (sensors, routers, etc.) and virtual world objects (models, algorithms, programs, etc.) within a single digital space allows creating effective fire safety systems.

Keywords: Evacuation control, management efficiency, software and hardware, microcontrollers, Internet of Things.

Научное издание

Научный редактор
Колодкин Владимир Михайлович

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Сборник статей

Выпуск 12

Компьютерный набор и верстка
Радикова Анна Владимировна

Авторская редакция

Подписано в печать 18.06.2018. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 10,12.
Гарнитура Computer Modern Roman. Бумага офсетная № 1.
Тираж 100 экз. Заказ № 18-34.

АНО «Ижевский институт компьютерных исследований»
426057, г. Ижевск, ул. К. Маркса, д. 250, кв. 55
E-mail: mail@rcd.ru Тел./факс: +7 (3412) 50-02-95