

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Международная ассоциация специалистов пожарной, промышленной
и экологической безопасности

***БЕЗОПАСНОСТЬ
В ТЕХНОСФЕРЕ***
Сборник статей

Выпуск 15



Ижевск
2022

УДК 614.84:004(082)

ББК 68.9я43

Б 40

Научный редактор:

д-р техн. наук, профессор В. М. Колодкин

Б 40 **Безопасность в техносфере:** сборник статей /
науч. ред. В. М. Колодкин. – Ижевск: Удмуртский
университет, 2022. – 150 с.

ISBN 978-5-4312-1023-5

Данный сборник, в основном, соответствует материалам, представленным на XV международной конференции «Безопасность в техносфере».

Конференция, в основном, посвящена проблемам цифровой трансформации систем обеспечения безопасности в общественных зданиях при возникновении ЧС.

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 614.84:004(082)

ББК 68.9я43

ISBN 978-5-4312-1023-5

© Авторы статей, 2022

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

I Математическое обеспечение систем безопасности	5
<i>В. М. Колодкин, С. М. Копелев, Д. В. Варламов</i>	
Интеллектуальные средства защиты людей в зданиях в условиях чрезвычайных ситуаций	6
<i>Б. В. Чирков, А. В. Михайлова</i>	
Программный комплекс автоматизированного поиска эксплуатационных ограничений здания	15
<i>А. М. Сивков</i>	
Система для автоматического получения распределения людей в здании	21
<i>И. А. Пушин</i>	
Разработка и реализация алгоритма поиска оптимального пути спасения людей из горящего здания	30
<i>М. Э. Галиуллин, В. М. Колодкин, А. М. Сивков, А. В. Ваштеева</i>	
Веб-приложение «Сервис Оценки Риска на производственных объектах»	36
<i>Д. В. Шихалев</i>	
Информационное обеспечение управления в системе обеспечения пожарной безопасности объекта защиты	46
<i>М. В. Гравит, А. С. Цепова</i>	
Система обеспечения пожарной безопасности водонапорной башни, адаптированной под музей	53
<i>Д. М. Варламова</i>	
Оценка уровня опасности людей в зданиях образовательных учреждений	58
<i>А. А. Ефимов, Д. В. Шихалев</i>	
Концепция организации эвакуации людей при пожаре из торгово-развлекательных центров	68
<i>В. М. Колодкин, И. И. Болтачев</i>	
Информационная модель здания образовательного учреждения для системы поддержки принятия решений	75
<i>К. А. Романов</i>	
Ввод расписания для образовательного учреждения. Распределение людей по зданию на основании расписания	80
<i>Д. Ю. Попова, Б. В. Чирков</i>	
Алгоритм разработки планов эвакуации в Inkscape	85

II Техносферная безопасность	89
<i>М. М. Шахатов, А. Б. Сивенков, В. М. Ройтман</i>	
Кинетическая концепция (долговечность) твердых материалов как аналог огнестойкости строительных конструкций	90
<i>Е. В. Мельдер, А. Б. Сивенков</i>	
Проблемы и перспективы применения комбинированных способов огнезащиты стальных конструкций	95
<i>А. Д. Шакиров</i>	
Разработка программно-аппаратного комплекса мобильного электроэнцефалографа для мониторинга утомляемости	105
<i>А. В. Кривова</i>	
Разработка автоматизированной системы управления раздатчиком корма на базе микроконтроллера ATmega128rfa1	109
<i>И. Р. Владыкин, М. А. Иванов</i>	
Безопасность внедрения электрооборудования подкормки растений углекислым газом в сооружениях защищенного грунта	114
<i>И. А. Дерюшев</i>	
Модели движения террористов	122
<i>А. П. Корепанова</i>	
Разработка натурной модели здания ОУ для проектирования технических систем обеспечения безопасности людей	126
<i>Л. Р. Фархушин, В. П. Алексеев</i>	
Оценка применяемых органом дознания моделей неотложных следственных действий по расследованию пожаров	131
<i>З. В. Давлетов, В. П. Алексеев</i>	
Модели административно-правовой деятельности пожарного надзора и профилактической работы в управлении ФПС МЧС России по Республике Удмуртия	138
<i>В. Н. Анисимов, В. П. Алексеев</i>	
Сравнительная характеристика алгоритмов управления деятельности материально-технического обеспечения подразделений ФПС МЧС России по Республике Удмуртия	146

Раздел I

Математическое обеспечение систем безопасности

УДК 007.3, 614.843

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИЯХ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В. М. Колодкин, С. М. Копелев, Д. В. Варламов

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: kolodkin@rintd.ru, john@zo4.ru, big.black.fox@gmail.com

Проанализированы особенности динамики развития чрезвычайных ситуаций в общественных зданиях. Рассмотрение ограничено сценариями пожара и сценариями террористических действий. Для защиты людей предлагается развитие интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР). ИСППР строятся на уровне объекта защиты и на уровне ситуационного центра. На базе ИСППР предлагается построение тренажеров для подготовки персонала объекта защиты.

Ключевые слова: интеллектуальная система поддержки принятия решений, тренажер подготовки персонала объекта защиты, защита от пожарной и террористической опасности, моделирование эвакуации, пожарная и террористическая защищенность.

Введение

Безопасность людей в общественных зданиях при возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС) всегда были и остаются в центре внимания общества и государства. Среди множества угроз, которым подвержены люди в общественных зданиях (ОЗ), наиболее значимыми являются угрозы, связанные с пожаром и проявлением несанкционированных действий [1, 3]. Причем, если ущерб, связанный с пожарами, имеет тенденцию к снижению [4], то ущерб, связанный с противоправными действиями, к сожалению, такой тенденции не проявляет. В целом необходимо отметить, что ущерб, связанный с возникновением ЧС, в пересчете на одно общественное здание возрастает, что в целом отвечает тенденции на строительство и эксплуатацию все более крупных ОЗ. С другой стороны, в крупных ОЗ обычно более детально проработаны вопросы обеспечения безопасности.

В России исторически сложилось, что каждому виду ЧС в общественных зданиях соответствует своя система реагирования, которая направлена на предотвращение и снижение ущерба. Так пожару противопоставлена система противопожарной защиты. Существует отра-

ботанная система противодействия несанкционированным действиям. За прошедшие годы эти системы получили большое развитие в организационном и техническом отношениях. Безусловно, эти системы будут продолжать развиваться и функционировать в каждом ОЗ. На это направлены нормативные требования к каждой из систем обеспечения безопасности. Обычно в условиях ЧС одним из эффективных методов снижения ущерба является эвакуация людей из опасных зон здания. Учитывая, что ЧС в здании обычно развивается на временном горизонте порядка нескольких минут, возникает проблема с организацией эвакуации.

В последние годы, по мере развития технических средств, получили развитие системы поддержки принятия решений (СППР) в условиях развития чрезвычайных ситуаций [5–7]. Это обусловлено многообразием сценариев развития аварийной ситуации и многообразием вариантов реагирования на ЧС. СППР призвана, в частности, определиться с возможными путями эвакуации с учетом динамически развивающихся условий в здании.

Снижению ущерба при возникновении ЧС способствуют целенаправленные действия персонала, что предполагает определенный уровень подготовки. Особенно это относится к лицам, уполномоченным принимать решения. Лицо принимающее решение (ЛПР) должно оперативно выработать рекомендации, и донести эти рекомендации до людей, оказавшихся в здании в условиях ЧС. Лица, принимающие решения, должны успеть адекватно отреагировать на ЧС, опираясь на показания приборов контроля среды, опираясь на анализ видеопотоков с камер наблюдения. Целям подготовки персонала служит тренажер, который ориентирован на подготовку персонала к возможным действиям в условиях ЧС. Тренажер создается на базе интеллектуальной СППР.

Система поддержки принятия решений прогнозирует развитие аварийной ситуации, проектирует безопасные маршруты эвакуации, моделирует поведение людей и источников опасности в условиях ЧС. К системе поддержки принятия решений предъявляются весьма высокие требования, чтобы успеть отреагировать на складывающуюся ситуацию. Причем в условиях неопределенности по состоянию среды, по распределению людей в здании, по возможному развитию ситуации. СППР предназначена, в частности, оказать помощь в выработке решений уполномоченным лицам при возникновении и развитии ЧС. Однако учитывая, что результаты моделирования последствий чрезвычайной ситуации соответствуют реальности, имеющей место в здании, только на малых временных интервалах, необходима

периодическая корректировка путей эвакуации (действий людей). Корректировка путей эвакуации осуществляется либо в результате соответствующих указаний уполномоченного лица, отвечающего за принятие решений в условиях ЧС, либо, если по каким-либо причинам решение не принимается, корректировка осуществляется в автоматическом режиме системой поддержки принятия решений. Корректировка путей эвакуации осуществляется по результатам измерительного мониторинга распределения людей по помещениям здания и мониторингу распространения источников опасности в здании при ЧС.

Развитие интеллектуальных СППР и тренажеров подготовки персонала

Объективный процесс возрастания сложности архитектурно-планировочных решений общественных зданий, увеличение численности реципиентов риска в зданиях, возрастание террористической активности и т. д. не способствует росту защищенности людей [2]. Для усиления защищенности людей в зданиях увеличивается количество средств контроля состояния среды, увеличивается количество средств аудио-видео оповещения и видеонаблюдения, поднимается уровень подготовки персонала к действиям при ЧС. Усиление технической составляющей обеспечения безопасности требует увеличения скорости обработки, анализа и представления информации. В том числе, требуются новые возможности по прогнозированию развития чрезвычайной ситуации, по информированию людей и управлению людскими потоками в здании. Требуются новые возможности для оперативного реагирования на возникающие проблемные ситуации в здании. Учитывая временной горизонт развития ЧС – скорость реагирования СППР должна соответствовать режиму реального времени.

Снижение ущерба при возникновении ЧС в общественных зданиях невозможно без системных решений, одним из которых является усиление управленческого аспекта. Усиление управленческого аспекта предполагает, в частности, модернизацию систем поддержки принятия решений и усиление подготовки лиц, отвечающих за принятие решений в условиях ЧС. Модернизация СППР идет в направлении последовательного перехода к интеллектуальным системам [8–10], которые в данном случае призваны обеспечить:

- возможность прогнозирования развития чрезвычайной ситуации в режиме опережения реального времени;
- адаптацию системы к изменяющимся условиям в здании в условиях ЧС;

- работоспособность системы в условиях неопределенности (неполноты знаний о фактическом состоянии уровня опасности и обстановки в здании);
- возможность как автоматического, так и «ручного управления» людскими потоками в здании в условиях ЧС.

Последнее, в частности, предполагает наличие развитого и интуитивно понятного интерфейса между ядром СППР и лицом, принимающим решение.

Интеллектуализация СППР и требование увеличения надежности потребовали изменения структуры системы. Если ранее созданное алгоритмическое и программное обеспечение системы адаптивного управления людскими потоками при пожаре в здании [11, 12] было ориентировано на функционирование в рамках объекта (в данном случае, в рамках общественного здания), то интеллектуализация и требования по надежности потребовали использования распределенной структуры [13]: часть вычислений производится на объектовом уровне, а часть – в ситуационном центре (районного масштаба), поддерживающим функционирование ряда объектовых систем. В настоящее время не установлено определенное разделение математического обеспечения между объектовым уровнем и ситуационным центром. Пока программное обеспечение дублируется. Опытная эксплуатация выявит, целесообразную границу разделения (в зависимости от характеристик, назначения и других параметров общественного здания). Но, очевидно, что видеопотоки должны предварительно обрабатываться на объектовом уровне.

Главная причина перехода к распределенным СППР – требование дублирования представления информации по текущей обстановке в здании как на пульт управления на объекте защиты, так и на пульт управления ситуационного центра. Это касается, в первую очередь, тех объектов, на которых предварительный автоматический анализ выявляет ситуации подозрительные на возникновение ЧС. Несмотря на возможность автоматического режима работы СППР (то есть без участия ЛПР), разнообразие возможных ЧС все-таки делает весьма желательным контроль ситуации на объекте защиты лицом, уполномоченным принимать решение. Учитывая, как уже было отмечено, что ЧС развивается на временном горизонте порядка нескольких минут, учитывая неопределенность момента времени возникновения ЧС, можно предполагать, что на объекте защиты момент возникновения ЧС может быть случайно пропущен. В то же время, в ситуационном центре, где для выявления начальной стадии ЧС, технические возможности позволяют привлечь

большие вычислительные возможности, вероятность выявления ЧС на начальной стадии значительно повышается.

Усложнение систем поддержки принятия решений, возрастание требований, предъявляемых к лицам, уполномоченным принимать решения, требует принципиального изменения в подготовке ЛПР, на что нацелен тренажер на базе интеллектуальной СППР.

Таким образом, интеллектуальная система поддержки принятия решений призвана обеспечить:

- раннее обнаружение ЧС, за счет обработки результатов измерительного мониторинга среды и анализа видеопотоков;
- прогнозирование развития аварийной ситуации в режиме опережения реального времени;
- проектирование движения людских потоков по безопасным и кратчайшим по времени путям до безопасных зон в режиме реального времени;
- представление информации о динамике распространения источников опасности и реципиентов риска в здании в условиях ЧС для лиц, принимающих решение;
- информирование людей в здании ОУ о необходимых действиях в условиях развития ЧС.

Функциональная схема системы поддержки принятия решений

На рисунке 1 представлена функциональная схема СППР. В основе моделирования развития ЧС и прогнозирования последствий лежит цифровая модель объекта [14]. Модель строится в рамках расширения отечественного программного продукта Renga [15]. Размеры и характеристики свойств каждого помещения объекта защиты сохраняются в базе данных. Взаимосвязи между помещениями (связность элементов объекта защиты) первоначально сохраняются в специально организованном файле Json, а затем переносятся в базу данных.

Первоначальное распределение людей по зданию, отвечающее моменту времени возникновения ЧС, определяется одной из следующих подсистем (или их комбинаций в зависимости от здания и конкретных условий):

- подсистема определения количества людей в помещениях здания [16];
- используется система горизонтально расположенных двухлучевых счетчиков;
- подсистема анализа видеопотоков в выделенных сечениях здания;

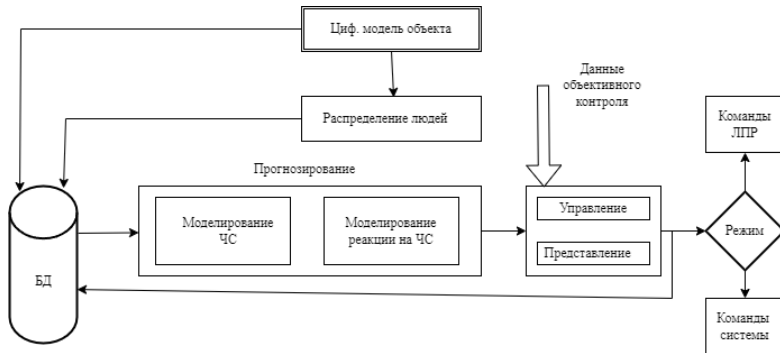


Рисунок 1 — Функциональная схема СППР

- подсистема определения количества людей в помещениях здания образовательного учреждения, основанная на сведениях о расписании занятий и данных по численности людей в учебных группах [17].

Программно-аппаратный комплекс мониторинга среды позволяет определить с элементами здания, не представляющими угрозу для жизнедеятельности человека [1]. Учитывается динамика развития пожара, результаты моделирования движения людских потоков и моделирование поведения террористов. Моделирование действий террористов, основано на математических моделях [18]. При моделировании реакции людей на действия террористов предполагается, что люди стремятся избежать контакта. По элементам здания, безопасным для передвижения людей строятся пути эвакуации. Скорость эвакуации в каждом элементе здания отвечает теории людских потоков Холщевникова-Самошина [19–21]. Направление движения людских потоков в каждом элементе здания определяется из условия минимальности времени достижения зон безопасности по элементам здания, отвечающим условиям безопасности [11].

Одновременно с моделированием эвакуации и проектированием путей эвакуации Осуществляется обработка данных объективного контроля распределения реципиентов риска по элементам здания. По данным объективного контроля корректируется распределение реципиентов риска по зданию. Скорректированные значения по количеству реципиентов риска в элементах здания сохраняются в базе данных. Значения из базы данных используются в очередном цикле моделирования. Периодически осуществляется прогнозирование путей эвакуации в режиме опережения реального времени.

Спроектированные пути эвакуации, отвечающие реальному времени, представляются на мониторах объекта защиты и ситуационного центра. Команды о дальнейших действиях людей в условиях ЧС могут исходить от ЛПР (приоритетные команды) и от СППР, функционирующей в автоматическом режиме. Команды доводятся до реципиентов риска. При этом используются аудио-видео подсистемы [22, 23].

Таким образом, один из путей снижения ущерба в условиях ЧС — использование интеллектуальных систем поддержки принятия решений и тренажеров для подготовки лиц, уполномоченных принимать решения в условиях ЧС.

Список литературы

1. Колодкин В.М., Копелев С.М. Направления модернизации технических средств системы обеспечения безопасности общественных зданий // Сборник статей «Безопасность в техносфере» № 14, Ижевск 2021, с.13 — 16.
2. Колодкин В.М., Варламов Д.В. Особенности социотехнической системы спасения людей при пожаре в общественном здании // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 1 (83). – 2019. – С. 101-112. DOI: 10.25257/TTS.2019.1.83.101-112.
3. Колодкин В.М., Копелев С.М., Варламова Д.М. Модернизация систем обеспечения безопасности образовательных учреждений // «Цифровая трансформация как вектор устойчивого развития» Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции 9 декабря 2021 г., Казань, КИУ, издательство «Познание», 2021, с.303 — 305
4. Шихалев Д.В. Управленческий аспект в функционировании системы обеспечения пожарной безопасности объекта // Современные проблемы гражданской защиты №2(39), 2021 г. С. 12 — 27
5. Методы, модели и алгоритмы в системах безопасности: машинное обучение, робототехника, страхование, риски, контроль: монография / Н.Г Топольский, В.Я. Вилисов; под ред. д-ра техн. наук, профессора Н.Г. Топольского. – Москва : РИОР, 2021. — 475 с. DOI: <https://doi.org/10.29039/02072-2>
6. Поддержка управления пожарной безопасностью промышленных предприятий на основе многоагентных технологий: монография / А.В. Смирнов, Р.Ш. Хабибулин, Н.Г. Топольский, Д.В. Тараканов. – Москва, АГПС, 2020, — 160 с.
7. Вилисов В.Я. Модели, методы и алгоритмы информационно-аналитической поддержки принятия решений по распределению

- сил и средств при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций / Диссертация на соискание ученой степени д.т.н., Москва 2021, 433 с.
8. Интеллектуальное ядро системы поддержки принятия решений / В.П.Осипов [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2018. № 205. 23 с. DOI: 10.20948/prepr-2018-205 URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2018-205>
 9. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений — краткий обзор / McKenzy <https://habr.com/ru/company/ods/blog/359188/>
 10. Шабанов Р. М., Микушин Н. А. Интеллектуальная система поддержки принятия решений // Молодой исследователь Дона №4(19) 2019, с. 91 — 97.
 11. Колодкин В.М., Чирков Б.В. Система адаптивного управления экстренной эвакуацией при пожаре в здании // Безопасность в техносфере. 2017. Т. 6. №. 4. С. 58 — 65.
 12. Колодкин В.М., Чирков Б.В. Валидация модели адаптивного управления движением людских потоков в динамической среде ограниченного пространства // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2020. Т. 30. Вып. 3. с. 480 — 496. DOI: 10.35634/vm200309
 13. Алексеев А.В., Захаров В.В., Охтилев М.Ю. Бураков В.В. Распределенная система поддержки принятия управленческих решений ситуационного центра // Сборник трудов XIII Всероссийского совещания по проблемам управления ВСПУ-2019. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2019. Издательство: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Москва). С. 1664 — 1668. DOI: 10.25728/vspu.2019.1664
 14. Колодкин В.М., Болтачев И.И. Информационная модель здания образовательного учреждения для системы поддержки принятия решений // Сборник статей «Безопасность в техносфере» № 15, Ижевск 2022, с. 77 — 81
 15. Руководство пользователя «Знакомство с Renga». — URL: <https://help.rengabim.com/ru/index.htm> (дата обращения: 17.08.2022). — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
 16. Сивков А.М. Система для автоматического получения распределения людей в здании // Сборник статей «Безопасность в техносфере» № 15, Ижевск 2022, с. 23 — 31

17. Романов К.А. Ввод расписания для образовательного учреждения. Распределение людей по зданию на основании расписания // Сборник статей «Безопасность в техносфере» № 15, Ижевск 2022, с. 82 — 86
18. Дерюшев И.А. Модели движения террористов // Сборник статей «Безопасность в техносфере» № 15, Ижевск 2022, с. 143 — 146
19. Холщевников В.В., Самошин Д.А. Эвакуация и поведение людей при пожарах – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. - 212 с.
20. Гносеология людских потоков: монография / Холщевников В.В. – Москва, АГПС, 2019. 592 с.
21. Самошин Д.А. Методологические основы нормирования безопасной эвакуации людей из зданий при пожаре: дис. . . .д-ра техн.наук / Москва. 1916. 356 с.
22. Копелев С. М. Применение домофонных систем для оповещения и информирования населения // Сборник статей «Безопасность в техносфере» № 14, Ижевск 2021, с. 47 — 56.
23. Колодкин В.М. Цифровые системы обеспечения безопасности людей в общественных зданиях в условиях чрезвычайных ситуаций // Моделирование сложных процессов и систем: сборник трудов секции № 12 XXIX Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 21 марта 2019 года. – ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2019. с. 31 — 36.

INTELLIGENT MEANS OF PROTECTION OF PEOPLE IN BUILDINGS IN EMERGENCY CONDITIONS

B. M. Kolodkin, C. M. Kopelev, D. V. Varlamov

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: kolodkin@rintd.ru, john@zo4.ru, big.black.fox@gmail.com

The features of the dynamics of development of emergency situations in public buildings are analyzed. Consideration is limited to fire scenarios and terrorist scenarios. To protect people, the development of intelligent decision support systems (IDS) is proposed. IDSS are built at the level of the object of protection and at the level of the situational center. On the basis of IDSS, it is proposed to build simulators for training the personnel of the protected object.

Keywords: intelligent decision support system, training facility personnel training simulator, fire and terrorist hazard protection, evacuation simulation, fire and terrorist security.

УДК 519.876.5

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ ЗДАНИЯ¹

Б. В. Чирков, А. В. Михайлова

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: b.v.chirkov@gmail.com, 23am06@mail.ru

В работе рассматривается решение для автоматического поиска помещений в здании, в которых время блокирования опасными факторами пожара меньше времени освобождения людьми. Определение данного параметра производится путем автоматического формирования множества сценариев пожара в здании и моделирования в программе CFAST. Сценарии формируются на основе цифровой модели здания, для формирования которой, в целях повышения эффективности, используется программа QGIS с расширением PlanCreator 3. На основе результатов работы программного комплекса специалист может оценить эффективность решений пожарной безопасности.

Ключевые слова: цифровая модель здания; информационная модель здания; моделирование пожара; генератор сценариев пожара; время блокировки помещения; эксплуатационное ограничение; краш-тест.

Введение

Наиболее эффективным способом спасения людей при пожаре является эвакуация. Для безопасной эвакуации людей из здания необходимо, чтобы время эвакуации не превышало временной интервал, за который пути эвакуации окажутся заблокированными опасными факторами пожара. Риск гибели людей от воздействия этих факторов во многом определяется сценарием развития пожара, а также количеством и распределением людей по зданию. На основе анализа результатов моделирования множества сценариев развития пожара, можно выделить помещения, которые требуют внимания специалистов (проектировщиков систем безопасности и/или объемно-планировочных решений здания). Каждый такой сценарий представляет собой эксплуатационное ограничение здания [1], т.е.

¹Работа выполнена в рамках гранта «Научный потенциал» (конкурс научно-исследовательских работ (грантов) молодых ученых, преподавателей и аспирантов УдГУ, финансируемых из собственных средств Университета («Научный потенциал»), 2022 год).

ограничение, обусловленное превышением приемлемой величины пожарного риска. Ключевой величиной, при расчете рисков является длительность эвакуации людей из здания.

На рисунке 1 представлен алгоритм вычисления длительности эвакуации людей из здания в случае пожара. Он разделен на 2 этапа:

- 1) моделирование распространения опасных факторов пожара в здании;
- 2) моделирование движения людских потоков в здании в условиях пожара [2, 3].

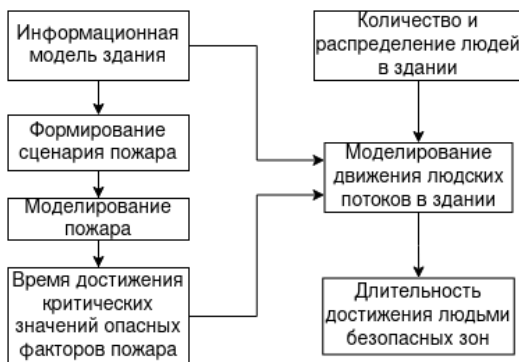


Рисунок 1 — Структурная схема алгоритма поиска эксплуатационных ограничений здания

В таком виде алгоритм ничем не отличается от существующих [4], а поиск эксплуатационных ограничений потребует значительных трудозатрат по формированию сценариев, запуску вычислений и анализу данных. В работе рассматривается вариант автоматизации процесса поиска эксплуатационных ограничений здания.

Моделирование динамики распространения опасных факторов пожара в здании

Для моделирования распространения опасных факторов пожара в здании выбран программный комплекс CFAST [5]. Выбор обусловлен доступностью программного обеспечения и простотой формирования сценариев пожара.

Программа CFAST позволяет прогнозировать параметры распространения продуктов горения и их распространения в здании. Программа реализует двухзонную модель пожара [5].

Минимальный сценарий пожара в CFAST включает в себя несколько секций: общие настройки моделирования и начальные условия окружающей среды (температура, влажность, давление); описание секций (помещений, коридоров, лестничных площадок); дверных проемов, которые связывают секции здания; описание развития пожара в указанной секции здания. Вместе с CFAST поставляется программа CEdit для формирования сценариев. В CEdit отсутствует графический способ создания модели здания. Однако документированный формат описания сценариев дает возможность наполнять его внешними инструментами.

Для создания информационной модели здания для CFAST разработано несколько решений:

- 1) cfast-inkeх – специализированное расширение для программы Inkscape [6];
- 2) PlanCreator 3 – расширение для программы QGIS 3 [7] для создания информационной модели здания широкого назначения.

При создании модели здания необходимо корректно задать размеры элементов здания и установить связи между ними. Расширение Cfast-inkeх подходит только для ввода помещений и дверей. Дальнейшее формирование сценария осуществляется через CEdit. С помощью расширения PlanCreator 3 формируется цифровая модель здания, которая может быть адаптирована для моделирования пожара и использована движения людских потоков. Цифровая модель здания представляется в формате json.

Адаптация модели здания из PlanCreator 3 для CFAST включает извлечение информации о размерах, положении и пожарной нагрузке помещений, размерах и положении дверей. Происходит конвертация модели здания [8]. Далее, на базе этой модели происходит генерация сценариев для моделирования пожара.

В CFAST имеются ограничения на формируемый сценарий: максимальное количество помещений – 100, максимальное количество дверных проемов – 2500. Из-за того, что создаваемая информационная модель здания используется для моделирования пожара и моделирования движения людских потоков в здании, она создается для всего здания. Это приводит к тому, что в модели здания количество помещений превышает максимальное допустимое значение для CFAST. Реальное здание школы или университета имеет более 100 помещений.

Для обхода этих ограничений был разработан алгоритм и ПО для генерации сценариев пожара [9], который работает по следующему принципу:

- 1) модель здания представляется в виде графа (для удобства перемещения по структуре здания);
- 2) выбирается помещения отсчета (помещение, в которое устанавливается источник возгорания);
- 3) отбираются $N (\leq 100)$ помещений, по следующим правилам:
 - 3.1) расстояние между источником пожара и комнатой кратчайшее;
 - 3.2) если имеются комнаты с одинаковым расстоянием до источника, то записывается та, у которой размер проема больше;
- 4) формируется новый файл сценария пожара в CFAST [10].
- 5) выбирается следующее помещение, для которого повторяются пункты 3-5 (и так пока не будут получены сценарии для всех помещений).

Для примера, на рисунке 2 представлена модель здания до работы алгоритма и после работы алгоритма.

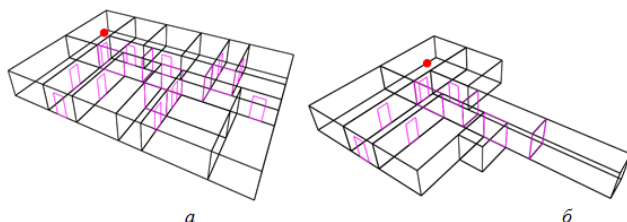


Рисунок 2 — Модель здания: а) исходная модель здания, б) новая модель здания для сценария, сформированная по разработанному алгоритму

После генерации сценариев (минимальное количество равно количеству помещений) осуществляется моделирование пожара. Результатом моделирования является время блокирования элементов здания опасными факторами пожара. Эти данные используются при моделировании движения людских потоков в здании.

Моделирование движения людских потоков в здании в условиях пожара

Для моделирования движения людских потоков в здании используется информационная модель, полученная при помощи PlanCreator 3.

Для формирования качественной картины о безопасности здания требуется многократное моделирование движения людских потоков в

здании с различными начальными условиями (время начала движения, количество и распределение людей) и временем блокирования элементов здания опасными факторами пожара. Исследования [11] свидетельствуют о наличии зависимости от приведенных начальных условий.

Результатами моделирования являются данные об успешности (все покинули здание/какое-то количество людей не смогло покинуть здание) и времени освобождения здания. Дальнейший анализ результатов позволяет выделить неблагоприятные сценарии (длительная эвакуация, не все люди были эвакуированы). На основании условий сценария специалист сможет сформировать рекомендации по повышению безопасности здания.

Заключение

Таким образом, с помощью программного комплекса можно в автоматизированном режиме провести расчеты по каждому сценарию, определить время блокирования помещений и выявить наиболее опасные варианты. На основе данных получаемых в ходе моделирования, можно говорить о безопасности исследуемого объекта и об эффективности принимаемых противопожарных мер.

Список литературы

1. Колодкин В. М., Чирков Б. В. Снижение пожарного риска в зданиях с массовым пребыванием людей // Проблемы анализа риска. — 2016. — Т. 13. — № 1. — С. 52–59.
2. Колодкин В.М., Чирков Б.В., Ваштиев В.К. Модель движения людских потоков для управления при пожаре в здании // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2015. Т. 25. Вып. 3.
3. Колодкин В.М., Чирков Б.В. Валидация модели адаптивного управления движением людских потоков в динамической среде ограниченного пространства // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2020. Т. 30. Вып. 3. с. 480-496. DOI: 10.35634/vm200309
4. Fire integral model [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.pyrosim.ru/download/FIM_manual.pdf – (дата обращения: 10.05.2022).
5. Consolidated Fire and Smoke Transport (CFAST) [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://github.com/firemodels/cfast> – (дата обращения: 10.05.2022).

6. cfast-inkeх [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://github.com/bvchirkov/cfast-inkeх> — (дата обращения: 10.05.2022).
7. PlanCreator [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://github.com/bvchirkov/PlanCreator> — (дата обращения: 05.02.2022).
8. Richard D. Peacock Paul A. Reneke Glenn P. Forney. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 7) Volume 2: User’s Guide. NIST Technical Note 1889v2. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://pages.nist.gov/cfast/manuals.html> - (дата обращения: 05.02.2022).
9. Михайлова А.В., Игнатъев А.Ю. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 19.05.2021 года № 2021661740.
10. А. В. Михайлова, Б. В. Чирков. Автоматизация работы с большими зданиями в CFAST // Экология. Риск. Безопасность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (29-30 окт. 2020 г.) – Изд-во Курган. гос. ун-та, 2020. — С. 359-360.
11. А. В. Михайлова, Б. В. Чирков. Разработка комплекса программ для автоматизации работы с CFAST // Безопасность в техносфере : сб. ст. — Ижевск : Удмуртский университет, 2021. — Вып. 14. — С. 69–74.

SOFTWARE COMPLEX FOR AUTOMATION OF SEARCH FOR OPERATIONAL LIMITATIONS OF A BUILDING

B. V. Chirkov, A. V. Mikhailova

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

e-mail: *b.v.chirkov@gmail.com, 23am06@mail.ru*

The paper considers a solution for automatic search of premises in a building in which the time of blocking by fire hazards is less than the time of liberation by people. This parameter is determined by automatically generating a set of fire scenarios in a building and modeling in the CFAST program. Scenarios are formed on the basis of a digital model of a building, for the formation of which, in order to increase efficiency, the QGIS program with the PlanCreator 3 extension is used. Based on the results of the software package, a specialist can evaluate the effectiveness of fire safety solutions.

Keywords: digital model of a building; fire modeling; automation of the fire development assessment process; fire scenario generator; room lockdown time.

УДК 004.9

СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИИ

А. М. Сивков

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: *amsiv@mail.ru*

В статье описывается система для автоматического сбора и обработки информации от горизонтальных инфракрасных счётчиков людей. Система позволяет получать в реальном времени распределение людей по отдельным частям или помещениям здания. Особенностью системы является применение в ней специализированного веб-сервиса, осуществляющего конечное объединение данных и их математическую обработку. Результат обработки данных веб-сервис предоставляет пользователю – человеку или программе поддержки принятия решений.

Ключевые слова: горизонтальный инфракрасный счётчик, автоматический сбор информации, распределение людей в здании, веб-сервис, поддержка принятия решений

Введение

Распределение людей по отдельным частям или помещениям здания в текущий момент, необходимое в задачах охраны объекта и эвакуации людей в случае чрезвычайной ситуации, может быть получено в реальном времени, если здание оборудовано необходимым количеством горизонтальных двухлучевых счётчиков, работающих в автоматическом режиме. Такой счётчик отмечает пересечение телом идущего человека двух горизонтальных параллельных инфракрасных лучей, ориентированных поперёк движения людского потока (как правило, в дверных проёмах). Направление движения человека счётчик определяет, анализируя последовательность пересечения лучей.

Информация о количестве людей, прошедших через конкретный проём в ту или другую сторону, полученная счётчиком в том месте, где он установлен, должна быть доставлена в единый интегрирующий центр. Там данные, присланные всеми счётчиками, объединяются и подвергаются математической обработке, соответственно топологии здания, чтобы получить полную картину распределения людей по помещениям.

Потребителем результата обработки данных может быть человек, анализирующий сложившуюся ситуацию, или компьютерная программа, поддерживающая принятие решений или принимающая их самостоятельно.

В этой статье описана автоматическая система реального времени, полностью реализующая описанный выше информационный процесс.

Двухлучевой инфракрасный счётчик

Для описываемой здесь системы был создан специальный сетевой горизонтальный двухлучевой инфракрасный счётчик людей, конструктивно состоящий из трёх модулей: модуля инфракрасных излучателей, модуля приёмников инфракрасного излучения, модуля управления и связи.

Инфракрасные излучатели и приёмники инфракрасного излучения составляют сенсорную систему счётчика. Её отличительной особенностью является большая устойчивость к паразитной засветке посторонними источниками инфракрасного излучения (открытый огонь или прямые солнечные лучи). Устойчивость достигнута за счёт улучшения электрической схемы приёмников и использования режима стробирования.

Модуль управления и связи, построенный на микроконтроллере, осуществляет логическую обработку сигналов сенсорной системы и обеспечивает передачу данных счётчика в проводную линию локальной сети.

Локальная сеть

Специализированная цифровая локальная сеть связывает один или несколько сетевых счётчиков и центральный сетевой узел, управляющий передачей данных. Счётчики и центральный узел соединены друг с другом единой проводной шиной, включающей в себя линии цифровой передачи данных и линию снабжения электропитанием. Шина сохраняет работоспособность при увеличении её длины до нескольких сотен метров.

Передача данных осуществляется по помехоустойчивому протоколу, допускающему «горячее» (без прерывания работы всей системы) отключение и подключение устройств.

Объединение данных

Для построения распределения людей в здании данные счётчиков должны быть объединены. Если все счётчики здания подключены к единой локальной сети, то объединение данных, в принципе, может быть выполнено непосредственно центральным сетевым узлом этой локальной сети. Если вместо единой локальной сети в здании развёрнуто несколько независимых локальных сетей, каждая из которых охватывает только часть счётчиков, то данные для объединения нужно выводить за пределы локальных сетей. Для этой цели в описываемой системе используется уже имеющаяся в здании компьютерная сеть общего назначения Ethernet.

В мире сложилась практика производить удалённый приём данных, их хранение и предоставление пользователю с помощью веб-сервера в тандеме с системой управления базами данных. При этом веб-сервер может находиться как в локальной компьютерной сети здания (Intranet) так и в глобальной компьютерной сети (Internet), в зависимости от поставленной задачи. Этот инструмент был выбран и для описываемой автоматической системы.

В связи с этим, для связи локальной сети счётчиков с интернетом был разработан программный шлюз, запускаемый на обычном персональном компьютере.

Полная схема передачи данных показана на рисунке 1.

Специализированный веб-сервис

В описываемой задаче обычный веб-сервер, в узком смысле слова понимаемый как программа для предоставления веб-страниц, недостаточен для требуемой обработки данных. В дополнение к нему был создан соответствующий набор серверных скриптов для приёма информации от счётчиков, сохранения её в базе данных, математической обработки и предоставления результата пользователю. Скрипты написаны на языке PHP и, в совокупности со стандартным программным обеспечением, реализуют специализированный веб-сервис.

Сервис имеет два типа интерфейса: машинный и пользовательский.

Машинный интерфейс

Машинный интерфейс обеспечивает взаимодействие веб-сервиса с сенсорной системой здания.

Схема взаимодействия следующая.

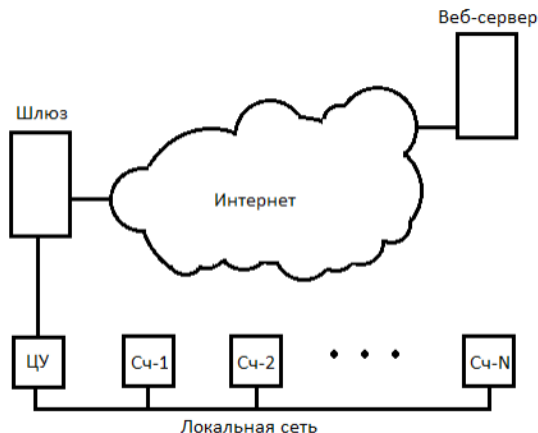


Рисунок 1 — Схема комбинированного сбора данных и передачи их на обработку и хранение. Условные обозначения: Сч - сетевой счётчик, ЦУ - центральный узел локальной сети

Центральный узел локальной сети счётчиков периодически запрашивает у каждого счётчика информацию и отправляет эти данные в шлюз.

Шлюз, получив данные, программно генерирует http-запрос на обслуживание веб-сервером, в котором указаны: интернет-адрес веб-сервиса, имя скрипта, который должен быть запущен для обработки данных, и сами данные в виде именованных числовых параметров.

Веб-сервер удовлетворяет полученный запрос, в результате чего содержащиеся в запросе данные оказываются записаны в базу данных для хранения и дальнейшего использования.

Интерфейс пользователя

Для взаимодействия с пользователем — человеком веб-сервис также имеет соответствующий интерфейс, который предполагает использование обычного браузера.

Основная страница этого интерфейса показана на рисунке 2.

Веб-сервис предоставляет пользователю возможность зарегистрировать сенсорную систему здания, проверить правильность ввода информации о здании и его сенсорной системе, а также просматривать данные о распределении людей в здании.

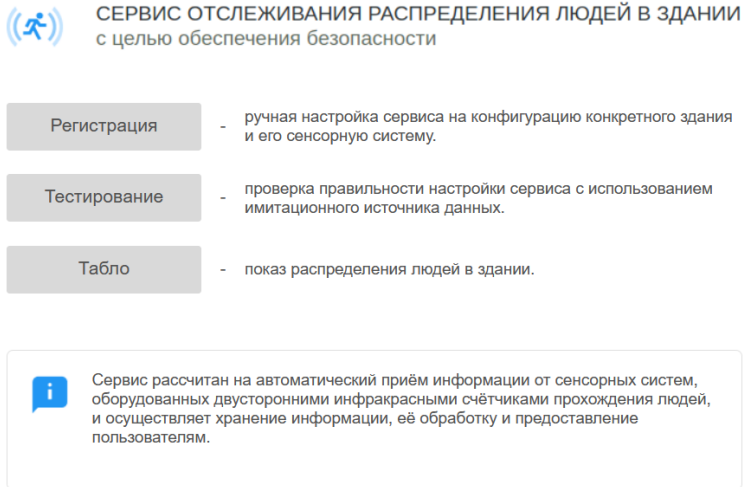


Рисунок 2 — Основная страница интерфейса пользователя

Регистрация сенсорной системы

Чтобы сенсорная система здания могла взаимодействовать с веб-сервисом в автоматическом режиме, веб-сервис должен получить о ней некоторую предварительную информацию. В частности – сведения о расположении счётчиков в здании. Внесение в сервис информации о расположении счётчиков называется регистрацией сенсорной системы. Это ручная операция, которую владелец объекта или уполномоченное им лицо предпринимает однократно.

Для регистрации веб-сервис имеет соответствующий раздел, интерфейс которого показан на рисунке 3.

Регистрация производится в три этапа:

- 1) Регистрация здания.
- 2) Регистрация помещений.
- 3) Регистрация счётчиков.

В результате веб-сервис заносит в базу данных информацию о том, из каких помещений или зон, представляющих для пользователя интерес, состоит здание, а также о том, между какими помещениями установлены счётчики.



СЕРВИС ОТСЛЕЖИВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИИ с целью обеспечения безопасности

Главная / Регистрация

Регистрация здания

Регистрация помещения

Регистрация счётчика

Идентификатор здания:

Наименование здания:

Зарегистрировать



Регистрация - это процедура ручной настройки сервиса на конфигурацию конкретного здания и его сенсорную систему. Она производится однократно в следующей последовательности: сначала регистрируется здание, затем помещения здания и затем счётчики людей на входах в помещения.

Рисунок 3 — Интерфейс раздела регистрации

Режим тестирования

Регистрация сенсорной системы – необходимый элемент начальной настройки веб-сервиса. Поскольку её выполняет человек, при ручном вводе информации возможны ошибки. Их будет трудно обнаружить, если после регистрации сразу перевести систему в автоматический режим работы. Текущие данные со счётчиков, автоматически передаваемые в веб-сервис, пользователю неизвестны и в действующей системе меняются каждую минуту. Поэтому сложно определить, правильно ли сервис рассчитывает распределение людей в этом конкретном здании. А если и видно, что рассчитанные результаты, как говорится, не лезут ни в какие ворота, то невозможно понять, что является тому причиной.

Чтобы проверить, правильно ли проведена регистрация сенсорной системы здания, веб-сервис имеет специальный режим: режим тестирования. В этом режиме можно вручную имитировать передачу данных

со счётчиков сенсорной системы о количестве людей, прошедших через соответствующие проёмы в обе стороны. Затем можно посмотреть, как для этих тестовых данных сервис рассчитал распределение людей по зданию. (Разумеется, перед этим автоматическая передача данных реальной сенсорной системы в сервис должна быть остановлена.)



СЕРВИС ОТСЛЕЖИВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИИ с целью обеспечения безопасности

Главная / Табло

1-й КОРПУС УДГУ 1173

1-й этаж 11

2-й этаж 198

3-й этаж 116

4-й этаж 279

Актовый зал 532

Столовая 37

2-й КОРПУС УДГУ 923

1-й этаж 128

2-й этаж 210

3-й этаж 255

4-й этаж 256

Столовая 74

УЧЕБНО-НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА УДГУ нет данных

1-й этаж 38

2-й этаж 44

3-й этаж 42

4-й этаж 12

5-й этаж нет данных

6-й этаж нет данных

Рисунок 4 — Показ распределения людей в здании

Табло

Конечным предназначением всей системы является предоставление данных пользователю, которым может быть как человек, так и программа поддержки принятия решений.

В качестве итогового результата своей работы сервис генерирует веб-страницу под названием «Табло», показанную на рисунке 4.

На этой странице сосредоточена информация о распределении людей в одном или нескольких зданиях, интересующих пользователя. Распределение рассчитывается веб-сервисом на основании последних данных сенсорной системы. Имеет место небольшое запаздывание предоставления информации. Оно связано с периодом автоматического опроса счётчиков, установленных в здании, и может составлять несколько секунд.

Если какой-либо из счётчиков, опрашиваемых системой, не откликается на запросы, например, вследствие его неисправности или нарушения электропитания, веб-сервис оказывается не в состоянии вычислить количество людей в некоторых помещениях или частях здания. В этом случае для соответствующего помещения на веб-страницу автоматически выводится надпись «нет данных».

Получить информацию о распределении людей в здании может также и программа поддержки принятия решений, отправив веб-сервису соответствующий `http`-запрос.

Заключение

Разработана автоматическая система, позволяющая в реальном времени отслеживать распределение людей в здании с целью обеспечения безопасности. Она состоит из сенсорной системы здания, образованной сетевыми инфракрасными горизонтальными счётчиками, и специализированного веб-сервиса, осуществляющего математическую обработку поступающей информации и предоставляющего результат пользователю.

Указанная система опробована на практике и показала свою работоспособность.

Стоимость системы относительно невелика. Наибольшую её долю составляет стоимость монтажа в здании инфракрасных счётчиков и специализированной локальной сети.

SYSTEM FOR AUTOMATICAL OBTAINING THE DISTRIBUTION OF PEOPLE IN THE BUILDING

A. M. Sivkov

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

The article describes a system for automatic collection and processing of information from horizontal infrared people counters. The system allows you to receive in real time distribution of people in separate parts or rooms of the building. The feature of the system is the use of a specialized web service in it, which performs the final merging of data and their mathematical processing. The web service provides the result of data processing to a human user or a decision support program.

Keywords: horizontal infrared counter, automatic collection of information, distribution of people in the building, web service, decision support.

УДК 519.171.4

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ ИЗ ГОРЯЩЕГО ЗДАНИЯ

И. А. Пушин

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: ivango23456@gmail.com

В статье приведено описание процесса разработки и реализации алгоритма поиска оптимального пути спасения людей из горящего здания. Был проведен сравнительный анализ методов теорий. По итогам анализа была выбрана теория графов, далее проведен сравнительный анализ алгоритмов данной теории. На основе выбранного алгоритма был разработан алгоритм поиска оптимального пути. Была разработана база данных и выделены основные сущности. Для реализации алгоритма был разработан веб-интерфейс на основе библиотеки React.js и среды Node.js. Также в статье приведен пример вычислительных путей при возгорании в коридоре.

Ключевые слова: оптимальный путь; теория графов; алгоритм Флойда-Уоршелла; эвакуация; горящее здание

Введение

В соответствии с ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность. Общие требования», один из главных пунктов обеспечения пожарной безопасности жилых и производственных зданий является оповещение людей о возникновении пожара и их эвакуация из горящего здания. Для обеспечения эвакуации людей необходимо определить кратчайший маршрут, исходя из условий обеспечения безопасности людей.

Решение задачи поиска оптимального маршрута является сложным процессом и требует определенного количества времени. Поскольку условия, характеризующие обстановку на пожаре, постоянно изменяются, то соответственно может изменяться и выбранный первоначально маршрут. В данных обстоятельствах вероятность принятия неверного решения велика. На основании результатов экспертной оценки [7], установлено, что в простых случаях процент ошибки составляет 27 процентов, а в сложных ситуациях, например при спасении людей из нетиповых высотных зданий, ошибки возрастают до 46 процентов.

Основная часть

В данной работе представлены результаты разработки программного обеспечения для определения оптимальных путей спасения людей из горящего здания на территории ООО «ОЛИМП».

При анализе программно-алгоритмического обеспечения для поиска оптимального пути спасения людей из горящего здания была произведена сравнительная оценка реализации методов теории графов [1], теории игр [3] и теории катастроф [2]. Представленные в табл. 1 результаты позволяют заключить, что решаемой задаче наилучшим образом соответствует методология теории графов. Её применение позволяет при минимальных временных затратах получить результаты и визуализировать их.

Таблица 1 — Сравнительный анализ методологий

Критерии оценки	Теория графов	Теория игр	Теория катастроф
Универсальность	+	+	+
Наглядность представления знаний	+	+	+
Допустимые временные затраты на построение модели	+	-	-
Приемлемая точность полученных результатов	+	+	-
Допустимые временные затраты на сбор входных данных	+	-	-

С целью выбора алгоритма, обеспечивающего наилучшие результаты при решении задачи поиска пути между вершинами на графе, была выполнена их сравнительная оценка [4–6]. На основании результатов оценки табл. 2 можно заключить, что условиям решения поставленной задачи больше соответствует алгоритм Флойда-Уоршелла. Именно он позволяет не только найти кратчайшее расстояние между вершинами, но и получить маршрутную информацию сразу для всех узлов.

Выбор кратчайшего пути спасения людей представляет собой задачу поиска оптимального маршрута с предварительно заданной топологией, где под вершинами понимается помещение, двери/проемы, а ребра соответствуют части коридоров здания. При использовании

Таблица 2 — Сравнение анализ алгоритмов

Критерии оценки	Алгоритм Дейкстры	Алгоритм Флойда- Уоршелла	Алгоритм Беллмана- Форда
Возможность получения маршрутной информации	-	+	-
Простота программной реализации алгоритма	+	+	+
Допустимая оперативность получения результата	+	+	-
Приемлемая точность результатов	+	+	+

алгоритма построения оптимального маршрута эвакуации необходимо сформировать не только кратчайшие, но и безопасные для эвакуации маршруты. Безопасность маршрута в зависимости от типа объекта определяется дополнительными весовыми критериями, которые должны учитывать технологические и конструктивные особенности объекта, а также очаги опасности [7].

Если определенный маршрут не будет соответствовать требованиям безопасности, то исходный граф можно корректировать с учетом обязательного выполнения условий спасения людей:

- время движения людей в горящем здании должно быть минимальным;
- маршрут должен быть проложен вне зон, подверженных воздействию опасных факторов пожара;
- маршрут должен быть проложен с оптимальным плотностью потока.

Исходя из функциональных требований была разработана база данных и выделены основные сущности:

- план здания – представляет информацию о схеме плана здания;
- вершины – представляет информацию о местоположении каждого помещения;
- площадь вершины – представляет информацию о площади каждой вершины.

Для реализации веб-интерфейса была выбрана среда Node.js, предназначен для создания серверных приложений на языке JavaScript, React.js – это библиотека для создания пользовательских интерфейсов. В первую очередь решает задачи уровня представления.

Рассмотрим результаты расчета оптимальных путей на примере ситуации, когда нужно эвакуировать людей из вершин 7—12 и 16—23, а также 3—6, 13 и 14, соответствующих когда люди покидают помещения, при условии что в вершине 15 возгорание (рис. 1). На рис. 2 результат расчета оптимальных путей эвакуации из каждой вершины и максимально допустимое количество людей, которые могут находиться на участках между различными вершинами с учетом пропускной способности каждого участка пути. Максимальное допустимое количество человек на каждом участке пути рассчитывалось с учетом критических значений плотности потока (14 чел./м^2), времени на эвакуацию (5 минут) и скорости движения в потоке по горизонтальному пути (17 м/мин). В качестве пояснения рассмотрим перемещение из вершины с номером 14 в вершину 13. В данном случае на участке между данными вершинами не может находиться более 84 человек, время преодоления данного участка пути при этом составило 0,3 минуты.

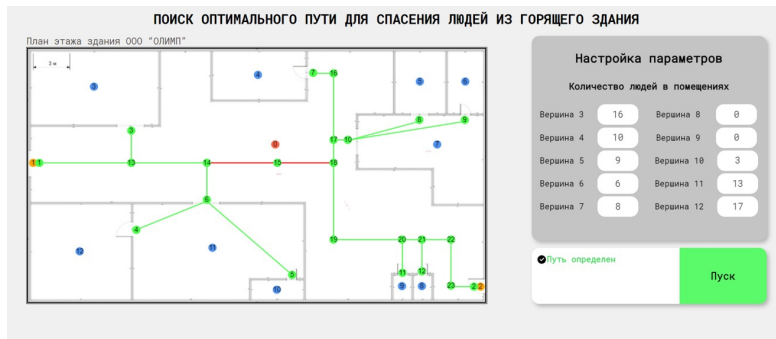


Рисунок 1 — Определение пути при возгорании в коридоре (узел 15)

Заключение

В результате проделанной работы можно сделать вывод, что для решения данной задачи лучше всего соответствует методология теории графов и алгоритм Флойда-Уоршелла для обхода графа и построения маршрута. Разработан алгоритм поиска оптимального маршрута спасения, который строит оптимальный маршрут по входным параметрам с учетом корректировки данных, таких как плотность потока и площадь пожара. Создана база данных для эффективного хранения и применения данных в процессе функционирования. Для визуального

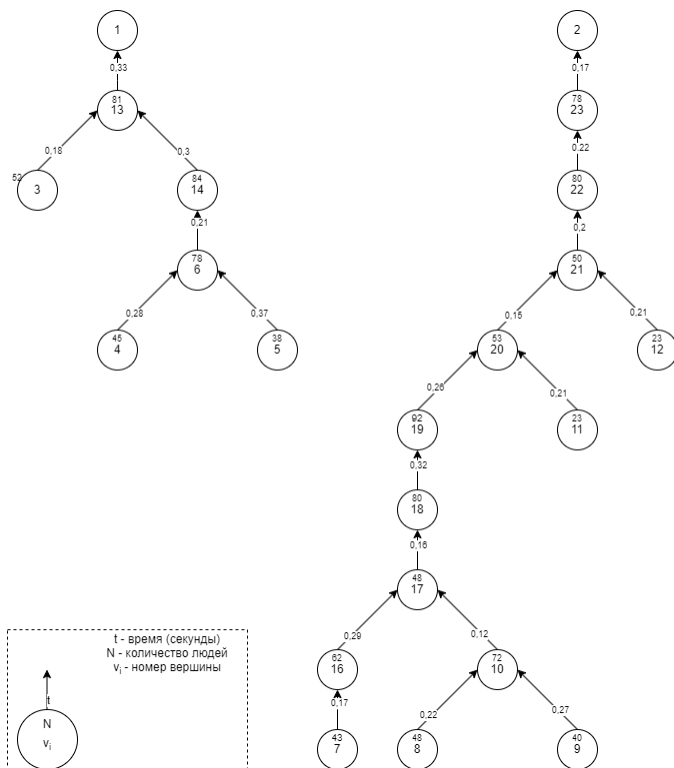


Рисунок 2 — Пример вычислительных путей

отображения работы алгоритма разработан пользовательский интерфейс. А также по окончании реализации программного обеспечения проведено тестирование как отдельных его компонентов, так и их взаимодействие с последующей их отладкой.

Список литературы

1. Алексеев В. Е, Захарова Д. В. Теория графов: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 119 с.
2. Арнольд В. И. Теория катастроф. – 3-е изд., доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 128 с.
3. Кремлев А. Г. Основные понятия теории игр: учебное пособие / А. Г. Кремлев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 144 с.

4. Левитин А. В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 576 с.
5. Лиходед Н. А., Сипейко Д. С. Обобщенный блочный алгоритм Флойда–Уоршелла. Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика. 2019. – С. 84–92.
6. Ломакина Л. С., Суркова А. С., Уваров П. И. Оптимизационные алгоритмы теории графов в программировании / НГТУ – Н. Новгород, 2007.– 32 с.
7. Холщевников В. В., Самошин Д. А. Эвакуация и поведение людей при пожарах: учебное пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 212 с.
8. Helbing D., Farkas I.J., Molnar P., Vicsek T. Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Situations // In Pedestrian and Evacuation Dynamics. 2016. pp. 21–58.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN ALGORITHM FOR FINDING THE OPTIMAL ROUTE OF SALVATION THE PEOPLE FROM THE BURNING BUILDING

I. A. Pushin

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *ivango23456@gmail.com*

The article describes the process of developing and implementing an algorithm for finding the optimal way to rescue people from a burning building. A comparative analysis of the methods of the theories was carried out. Based on the results of the analysis, graph theory was chosen, then a comparative analysis of the algorithms of this theory was carried out. Based on the chosen algorithm, an algorithm for finding the optimal path was developed. A database was developed and the main entities were identified. To implement the algorithm, a web interface based on the React library was developed.js and environments Node.js . The article also provides an example of computational paths in case of a fire in the corridor.

Keywords: optimal path; graph theory; Floyd-Warshell algorithm; evacuation; burning building.

УДК 004.031.42

Веб-приложение «Сервис Оценки Риска на производственных объектах»

М. Э. Галиуллин, В. М. Колодкин, А. В. Вахтиева, А. М. Сивков
Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия
e-mail: *m.a.galiullin@gmail.com, kolodkin@rintd.ru,*
anna.radikova.ar@gmail.com, amsiv@mail.ru

В данной статье приведена общая структура и набор программных инструментов, используемых в проекте веб-приложения «Сервис оценки рисков». Описывается назначение модулей, из которых состоит разрабатываемый проект. Приведена диаграмма и логика взаимодействия модулей, примеры обмена данными, а также эскизы дизайна пользовательского интерфейса. Проект находится в стадии разработки.

Ключевые слова: Оценка риска, промышленные объекты, изолинии и градиенты на картах местности, картография, веб-приложение.

Введение

Автоматизировать расчеты риска на производственных объектах можно с помощью разных программных инструментов.

Сама по себе задача автоматизации расчета риска является комплексной, поэтому в любом случае придется задействовать целый набор разнородных инструментов для решения всей задачи полностью.

Если ставить перед собой цель создания универсального средства автоматизации расчетов для широкого круга пользователей, то лучшим решением будет реализация в виде веб-приложения.

Модули

Если разделить комплексную задачу автоматизации расчетов риска, представленную в виде веб-приложения (далее – Сервис Оценки Риска), на крупные независимые блоки, то список таких модулей будет примерно следующим:

- Модуль расчета предметных задач типовых аварий
- Модуль генерации градиентов и изолиний расчетных величин на картах местности
- Модуль авторизации и хранения пользовательских данных
- Модуль генерации отчетов

- Пользовательский интерфейс (front-end)

Структура современных веб-приложений довольно отчетливо делится на front-end (пользовательский интерфейс) и back-end (серверная часть веб-приложения). Back-end в свою очередь строится по микросервисной архитектуре, где каждый микросервис — это независимый модуль, выполняющий вполне определенную задачу. Все части веб-приложения общаются между собой через сеть посредством вызова методов соответствующих декларированных API [1], предоставляемых каждым микросервисом.

Пользовательский интерфейс представляет собой, как правило, статическую HTML страницу, содержащую JavaScript код, обеспечивающий динамический функционал «front-end»-а и его связь с серверными частями веб-приложения.

Программные платформы, на которых работают микросервисы, могут быть совершенно различными. Единственное условие, накладываемое на их реализацию, - методы каждого микросервиса должны быть доступны по сети в соответствии с декларированным API.

Реализация модулей

Общая диаграмма модулей и их связей кратко представлена на рисунке 1.

Далее будет рассмотрен каждый из перечисленных выше модулей, его назначение, структура, API и программные инструменты, используемые для реализации.

Модуль расчета предметных задач типовых аварий

Все возможные аварийные ситуации в конечном итоге складываются из одной или нескольких типовых аварий. Список типовых аварий небольшой и хорошо изучен. Примерный список следующий (будет со временем дополняться):

- Огненный шар
- Взрыв КВВ
- Сгорание паро- и газозвдушных смесей в помещении
- Пожар пролива
- Пожар-вспышка
- Струйное горение

Данный модуль реализует расчет этих типовых аварий и, по сути, является реализацией «предметной» части Сервиса Оценки Риска.

Модуль реализован в виде микросервиса на платформе Java EE. Микросервис работает на отдельном сервере и отвечает на REST

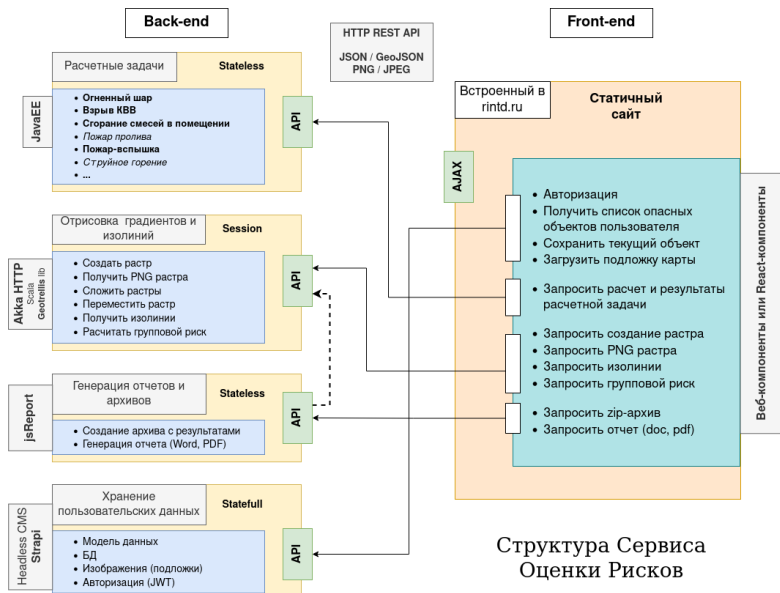


Рисунок 1 — Диаграммы связей модулей Сервиса Оценки Риска

запросы в соответствии с декларированными методами API. Все доступные методы API документированы с помощью системы Swagger (OpenAPI [2]).

Запросы и ответы на вызовы методов передаются в формате JSON. Например, по запросу «клиента» (браузера) на расчет типовой аварии «Огненный Шар» микросервис вернет примерно такое сообщение:

```
{
  "generalResult": [
    {
      "distance": 6.22,
      "probability": 0.99,
      "potentialRisk": 0.000099
    },
    {
      "distance": 10.1,
      "probability": 0.8,
      "potentialRisk": 0.00008
    }
  ]
}
```

```

    ],
    "effectiveDiameter": 5.42,
    "lifeTime": 3.242
  }

```

Полную декларацию API модуля (в формате Swagger) можно загрузить по адресу: <http://service.rintd.ru/accidents/2.0.0/swagger.json>

Данный модуль используется также в разделе «Расчет типовых аварий» на сайте «Института Катастроф» по адресу: <https://rintd.ru/accidents/> [3].

Модуль генерации градиентов и изолиний расчетных величин на картах местности

Результатом расчетов некоторых типовых аварий (предоставляемых описанным выше модулем) является некоторая величина, распределенная по ограниченной территории поверхности Земли. Такие пространственные величины для наглядности лучше всего отображать в виде изолиний или цветового градиента совместно с другими географическими картами (физическими, схематическими, спутниковыми).

Кроме того, иногда требуется увязать сами расчеты с какими-либо картографическими данными - например, с плотностью проживания людей на охватываемой расчетами территории, или с типом почвы/грунта. Хорошим примером может служить расчет величины коллективного риска, которая зависит от плотности нахождения людей на охватываемой территории.

Таким образом, задачей данного модуля является преобразование уже рассчитанных пространственных данных в картографический формат, который клиентская сторона способна отобразить.

Пользовательский интерфейс (front-end) может выступать в роли связующего звена, последовательно запрашивающего у одного микросервиса расчет, затем у другого - подготовку и получение отображаемых картографических данных, и в конечном итоге отображающего эти данные поверх карт местности.

Данный микросервис реализован на языке программирования Scala с использованием дополнительных библиотек, таких как:

- GeoTrellis — для работы с ГИС-объектами (растровыми и векторными);
- Breeze — для работы с математическими функциями, в частности для работы со сплайнами;
- Akka HTTP — для организации REST-запросов к API модуля [4].

Для части задач, в частности для построения изолиний, также используются утилиты GDAL.

Надо отметить, что реализация данного микросервиса не предусматривает хранение пользовательских данных между сессиями и не предоставляет дополнительные ГИС-данные, такие как, например, векторные слои с зонами нахождения людей указанной плотности.

Декларация всех существующих методов модуля выполнена с помощью инструментов OpenAPI/Swagger.

Более подробно данный модуль описан в сборнике «Безопасность в техносфере 2019» по адресу - <https://rintd.ru/files/publications/SiT2019.pdf#page=61> [5].

Модуль авторизации и хранения пользовательских данных

Для удобной работы с данным веб-приложением необходимо предусмотреть для пользователей возможность сохранять введенные ими данные между сеансами работы. Реализация такой возможности в свою очередь предусматривает наличие системы аутентификации/авторизации пользователей в приложении.

Подобный функционал является в достаточной степени типовым для веб-приложений в целом. Поэтому для добавления в Сервис Оценки Риска указанных возможностей имеет смысл использовать уже готовые открытые реализации. Например, очень похожий функционал имеется в так называемых «Headless CMS» - Системах Управления Контентом, не имеющих пользовательского интерфейса.

В данном веб-приложении используется одна из них - система «Strapi» (<https://strapi.io>), работающая на платформе Node.JS. Для хранения данных Strapi использует одну из открытых СУБД (SQLite по-умолчанию). Запросы «клиентов» к CMS осуществляются через REST API, методы которого хорошо задокументированы с помощью Swagger (OpenAPI). Для доступа к настройкам CMS предусмотрена администраторская веб-панель, в которой можно легко создать модель данных для любых целей (таблицы в Базе Данных создадутся автоматически). В Strapi уже «из коробки» включены модули, предоставляющие возможности для аутентификации и регистрации новых пользователей, а также возможности разделения прав авторизованных пользователей посредством передачи JWT-токенов (JSON Web Token).

Реализация Сервиса Оценки Риска предполагает хранение в Базе Данных информации о пользовательских опасных объектах, но не предусматривает хранение результатов расчетов.

Модуль генерации отчетов

Данный модуль является в большой степени опциональным. В том случае, если он будет все же реализован, то возьмет на себя часть вспомогательных функций, связанных с созданием архивов и реализацией возможностей для пользователя скачивать файлы с результатами расчетов.

Генерация отчетов предполагает создание файлов документов наподобие «Паспорта Безопасности Опасного Объекта» (в форматах Word, PDF) на основе типовых или пользовательских загружаемых шаблонов, в которые будут встраиваться результаты произведенных расчетов в виде таблиц и картографических ситуационных планов.

Основой для реализации данного модуля может стать библиотека jsReport [6], работающая на платформе Node.JS, позволяющая, среди прочего, производить рендеринг картографических планов на сервере.

Пользовательский интерфейс (front-end)

В Сервисе Оценки Риска «front-end» берет на себя не только функцию пользовательского интерфейса, но и логику всего веб-приложения. То есть, встроенный в страницу веб-приложения JavaScript код в зависимости от действий пользователя будет передавать и запрашивать у различных микросервисов те или иные данные.

Пользовательский интерфейс создан с использованием популярной библиотеки React [7]. В качестве типовых элементов (кнопки, таблицы, формы и поля ввода, и т.п.) используются компоненты библиотеки Bootstrap.

Для работы с географическими растровыми картами и наложенными поверх них векторными объектами (точки, поли-линии, полигоны) используется широко применяемая открытая JavaScript библиотека Leaflet [8] (<https://leafletjs.com/>). Большим преимуществом этой библиотеки является существующий огромный набор дополнений, покрывающих весь необходимый картографический функционал.

«Front-end» часть веб-приложения «Сервис Оценки Риска» будет встроена в сайт «Института Катастроф» и будет доступна по адресу — <https://rintd.ru/risktools/>.

Дизайн пользовательского интерфейса

Дизайн пользовательского интерфейса состоит из четырех основных разделов («Объект», «Карты», «Результаты», «Загрузки»),

которые спроектированы в виде встроенных в приложение «вкладок». Между «вкладками» разделов пользователь может свободно переключаться, не теряя текущее состояние работы. Все изменения, вносимые пользователем, автоматически сохраняются.

В разделе «Объект» пользователь может выбрать уже существующий Опасный Объект из списка или добавить новый. Предусмотрена возможность редактирования описательной информации об объекте. Список типов опасных объектов будет со временем расширяться. В первую очередь будут доступны объекты типа «АЗС», «Котельная» и «Условный объект».

В разделе «Карты» производится основная часть работы пользователя с выбранным Опасным Объектом — создание/редактирование геометрии составных частей (элементов) Объекта, ввод дополнительных параметров элементов и т. д. В этом же разделе пользователь может переключаться между видами карт — «Редактирование» / «План» / «Схема с уровнями риска».

Раздел «Результаты» содержит итоговые величины, таблицы с расчетами, а также описание методик, в соответствии с которыми были произведены расчеты.

Раздел «Загрузки» позволяет скачать данные, представленные в разделе «Результаты» в виде отдельных файлов или архива. В случае реализации микросервиса «Генерация отчетов» в данном разделе будет возможность скачать типовой отчет или загрузить собственный файл шаблона для формирования нестандартного отчета.

Далее на рисунках 2 и 3 представлены примерные эскизы пользовательского интерфейса «Сервиса Оценки Риска».

Заключение

Цель создания «Сервиса Оценки Риска» — обеспечить доступ к программным инструментам прогнозирования последствий аварий, оценки и анализа рисков широкому кругу пользователей (представителям экспертных, страховых организаций, представителям собственников объектов и т. д.).

Веб-сервис предоставит конечному пользователю инструментарий, который может использоваться, в том числе, и для выявления экономически обоснованных мероприятий по снижению ущерба при возможных авариях.

Использование в проекте современных веб-технологий делает техническую реализацию Сервиса более прозрачной, расширяемой и легкой в сопровождении, а также, что немаловажно, позволяет сделать пользовательский интерфейс дружелюбным и интуитивно понятным.

Оценка риска **Объект** Карты Результаты Загрузки ⚙ Вход Регистрация

Мои объекты: Новый объект типа: **Условный объект** + Добавить

Name	City	Type
Татнефть на улице Баранова	Ижевск	АЗС
Завод Тепловых Изделий	Нефтекамск	Котельная
Учебный объект		Условный объект

Название
Завод Тепловых Изделий

Город **Нефтекамск** Тип **Котельная**

✖ Удалить

Рисунок 2 — Добавление нескольких опасных объектов различных типов

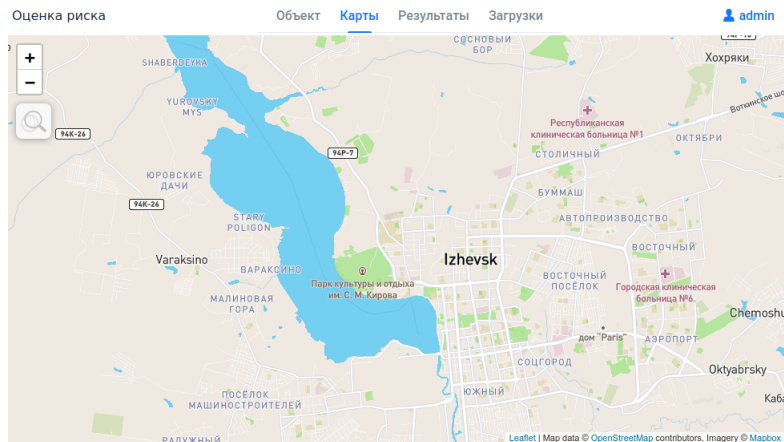


Рисунок 3 — Раздел «Карты». В этой вкладке веб-приложения будет реализован редактор элементов опасного объекта, а также представление ситуационных планов с нанесенными изолиниями уровня риска. Дизайн пользовательского интерфейса будет вписан в карту, занимающую практически полный размер страницы

Список литературы

1. API // Википедия. [2019]. Дата обновления: 21.05.2019. URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=99940784> (дата обращения: 10.06.2022).
2. OpenAPI (спецификация) // Википедия. [2019]. Дата обновления: 24.03.2019. URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=98822037> (дата обращения: 10.06.2022).
3. Расчет типовых аварий на сайте «Института Катастроф» [Электронный ресурс]. - <http://rintd.ru/accidents/> (режим доступа: свободный, дата обращения 10.06.2022).
4. Akka HTTP [Электронный ресурс]. - <https://doc.akka.io/docs/akka-http/current/index.html> (режим доступа: свободный, дата обращения 10.06.2022).
5. Галиуллин М.Э., Создание API для отображения пространственных величин в картографических веб-интерфейсах // Безопасность в техносфере: сборник статей/ науч. Ред. Колодкин В.М. -Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019 – 60-91с.
6. jsreport - javascript based reporting platform [Электронный ресурс]. - <https://jsreport.net/> (режим доступа: свободный, дата обращения 10.06.2022).
7. React – JavaScript-библиотека для создания пользовательских интерфейсов [Электронный ресурс]. - <https://ru.reactjs.org/> (режим доступа: свободный, дата обращения 10.06.2022).
8. Leaflet - a JavaScript library for interactive maps [Электронный ресурс]. - <https://leafletjs.com/> (режим доступа: свободный, дата обращения 10.06.2022).

WEB APPLICATION «RISK EVALUATION OF TECHNOGENIC OBJECTS SERVICE»

M. E. Galiullin, V. M. Kolodkin, A. V. Radikova, A. M. Sivkov
Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *m.a.galiullin@gmail.com, kolodkin@rintd.ru,*
anna.radikova.ar@gmail.com, amsiv@mail.ru

This article provides a general structure and a set of software tools used in the project of the web application "Risk Evaluation Service". Describes the purpose of the modules that make up the project. A diagram and logic of module interaction, examples of data exchange, as well as user interface design sketches are given. The project is under development.

Keywords: risk evaluation, technogenic objects, web application, cartography, isolines and gradients on the maps.

УДК 614.842

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

Д. В. Шихалев

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

e-mail: *evacsystem@gmail.com*

В публикации рассматривается вопрос информационного обеспечения управления в системе обеспечения пожарной безопасности объекта. Рассмотрены этапы функционирования системы обеспечения пожарной безопасности в контексте жизненного цикла здания. Установлено, что в процессе функционирования системы обеспечения пожарной безопасности, происходит смена субъекта управления, в результате чего может образовываться дефицит информации для принятия решений. Предложены способы решения задачи информационной обеспечения рассматриваемого процесса управления.

Ключевые слова: пожар, управление, система обеспечения пожарной безопасности, информационное обеспечение, руководитель организации.

Введение

Результаты ряда исследований [1, 2] показали, что в настоящее время отсутствует системное управление пожарной безопасностью объекта защиты. Фактически, каждый руководитель осуществляет управление системой обеспечения пожарной безопасности (СОПБ), привычным для него образом [3]. Существующие механизмы оценки пожарной безопасности объекта защиты, предназначены только для специалистов в этой сфере и, не могут применяться на объекте персоналом, без соответствующей подготовки [4]. Более того, данные способы оценки не позволяют проводить оценку пожарной безопасности в режиме реального времени.

Одним из способов решения выявленных проблем является формирование структуры системы управления пожарной безопасностью объекта таким образом, чтобы на каждом этапе жизненного цикла здания руководитель объекта мог получать количественную характеристику состояния пожарной безопасности объекта и набор альтернатив, в случае если такое состояние требует вмешательства.

Основная часть

Система обеспечения пожарной безопасности является сложной организационно-технической системой, функционирующей на различных этапах жизненного цикла здания, начиная с момента проектирования здания и заканчивая его сносом. Соответствие жизненного цикла здания и этапов функционирования системы обеспечения пожарной безопасности показано на рисунке 1.

Жизненный цикл здания	Этап развития СОПБ	Особенности
Технико-экономическое обоснование	Проектирование СОПБ	Концепция обеспечения ПБ
Проектирование		Формирование требований ПБ
Строительство		Реализаций требований и мер ПБ
Эксплуатация	Функционирование СОПБ	Нормальный режим функционирования
		Угроза пожарной безопасности
		Эвакуация при пожаре
		Спасение на пожаре
Капитальный ремонт	Деинсталляция СОПБ	Тушение пожара
Реконструкция		Расследование пожара
Снос		

Рисунок 1 — Соответствие жизненного цикла здания и этапов функционирования системы обеспечения пожарной безопасности

Приведенное соответствие показывает, что система обеспечения пожарной безопасности развивается с момента проектирования здания, а входе его эксплуатации может переходить из одного состояния в другое, в зависимости от складывающейся на объекте обстановки. Выделим три основных этапа: проектирование, функционирования и завершение. Важной особенностью данных этапов является то, что лицо, принимающее решение (ЛПР) в рассматриваемых случаях также изменяется. Проектированием СОПБ занимаются проектировщики, а в ходе функционирования управление осуществляется руководителем объекта. Однако даже в рамках одного этапа (например, функционирования СОПБ) ЛПР может меняться. Так, на этапе эвакуации, основная роль отводится персоналу объекта, а на этапе тушения ведущую роль занимает руководитель тушения пожара.

Таким образом, в зависимости от этапа функционирования происходит не только смена ЛПР, но и изменение состава участников управляемой системы. Таким изменения зачастую могут приводить к недостатку информации для принятия решений. Показателен в данном аспекте пожар в торговом центре «Зимняя Вишня». К моменту прибытия пожарно-спасательных подразделений, их встречал охранник, который указал на маршрут движения к месту, где оказались заблокированы люди. Двигаясь по этому маршруту, звено ГДЗС обнаружило что данный маршрут заблокирован. Потребовалось вернуться назад и следовать маршрутом, который сообщил очевидец. С одной стороны, представитель объекта должен был сообщить актуальный маршрут, а сообщив его, он оказался не доступным. Таким образом, недостаток информации для принятия решения привел с одной стороны к задержке прибытия звена ГДЗС, а с другой стороны, ввел в заблуждение пожарно-спасательные подразделения. Следовательно, такая проблема возникает в момент перехода СОПБ из одного состояния в другое, при этом информация оказалась упущенной. Это определяет важную особенность функционирования СОПБ - многовариантность, с возможностью изменения ЛПР.

Для решения подобного рода задач применяются методы структурного синтеза сетевой структуры [5], которая в соответствии с [6] заключается в определении числа уровней иерархий, правил взаимодействия агентов и поиска такого распределения агентов по уровням иерархии, которые максимизировали бы критерий эффективности при условии, что агенты выбирают равновесные действия.

Кроме того, для каждого этапа СОПБ, с учетом особенностей функционирования (нормальный режим, угроза пожарной опасности, эвакуация при пожаре, спасение на пожаре и его тушение) необходимо решать специфическую задачу. Для каждого из перечисленных этапов должны быть определены соответствующие методы решения задач, возникающих на каждом уровне функционирования СОПБ. На рисунке 2 в первом приближении показано соответствие уровня функционирования и решаемой задачи.

Некоторых из представленных на рисунке 2 задач получили детальную проработку, в частности задачи управления эвакуацией [7–9] и задачи поиска безопасных маршрутов движения пожарно-спасательных подразделений [10–12]. В тоже время, задачи организации процесса эвакуации [13, 14], мониторинга текущего уровня пожарной безопасности в здании [15] и маршрутизации движения эвакуирующихся и пожарно-спасательных подразделений [16] все еще не рассматривались детально. Решение таких задач, будет способствовать получению на-

Жизненный цикл здания	Эксплуатация				
Этап СОПБ	Функционирование				
Уровень функционирования	Нормальный режим	Угроза пожарной безопасности	Эвакуация при пожаре	Спасение на пожаре	Тушение пожара
Решаемая задача	Мониторинг уровня пожарной безопасности в режиме реального времени	Организация эвакуации людей	Управление эвакуацией людей (поиск безопасных маршрутов)	Маршрутизация движения эвакуирующихся и пожарно-спасательных подразделений	Управление действиями пожарно-спасательных подразделений (поиск маршрутов движения к очагу пожара)

Рисунок 2 — Соответствие уровня функционирования системы обеспечения пожарной безопасности и решаемой задачи

дежного математического аппарата. Однако наряду с этим, требуется систематизировать процесс принятия решений в ходе управления системой обеспечения пожарной безопасности на каждом этапе и уровне её функционирования, в категориях теории управления [17].

Заключение

Представленные в публикации данные свидетельствуют о наличии ряда проблем в информационном обеспечении управления в системе обеспечения пожарной безопасности объекта. Рассмотрены этапы функционирования системы обеспечения пожарной безопасности в контексте жизненного цикла здания. Установлено, что в процессе функционирования системы обеспечения пожарной безопасности, может происходить смена субъекта управления такой системой. В первом приближении показано соответствие уровня функционирования системы обеспечения пожарной безопасности и решаемой задачи.

Дальнейшие исследования будут посвящены решению задач организации процесса эвакуации, мониторинга текущего уровня пожарной безопасности в здании и маршрутизации движения эвакуирующихся и пожарно-спасательных подразделений.

Список литературы

1. Шихалев Д. В. Проблемы управления системой обеспечения пожарной безопасности объекта. Ч.1. Методы оценки / Д. В. Шихалев // Проблемы управления. 2022. № 1. – С. 3 – 18.
2. Шихалев Д. В. Управленческий аспект в функционировании системы обеспечения пожарной безопасности объекта / Д. В. Шихалев // Современные проблемы гражданской защиты. 2021. – № 2(39). – С. 12 – 27.
3. Шихалев Д. В. Результаты опроса руководителя объекта в области управления системой обеспечения пожарной безопасности объекта // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности - 2022». 2022. - С. 222 – 226.
4. Шихалев Д. В. Проблемы управления системой обеспечения пожарной безопасности объекта. Ч.2. Методы оценки / Д. В. Шихалев // Проблемы управления. 2022. № 2. – С. 2 – 8.
5. Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы / М.: ИПУ РАН, 2003. — 102 с.
6. Бурков В. Н., Кузнецов Н. А., Новиков Д.А. Механизмы управления в сетевых структурах // Автоматика и Телемеханика. 2002. № 12. С. 96 – 115.
7. Колодкин В. М. Валидация модели адаптивного управления движением людских потоков в динамической среде ограниченного пространства / В. М. Колодкин, Б. В. Чирков // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. – 2020. – Т. 30. – № 3. – С. 480 – 496.
8. Колодкин В. М. Повышение эффективности системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в здании / В. М. Колодкин, Б. В. Чирков, Д. Е. Ушаков // Безопасность в техносфере : сборник статей, Ижевск, 15 мая 2018 года. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2018. – С. 6 – 18.
9. Колодкин В. М. Оценки топологической сложности зданий в модели эвакуации / В. М. Колодкин, Б. В. Чирков // Безопасность в техносфере : Сборник статей XIII Международной конференции, Ижевск, 15 мая 2019 года. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2019. – С. 6 – 12.

10. Многофакторный мониторинг динамики пожара на текстильных предприятиях / Б. Б. Гринченко, А. В. Кузнецов, М. О. Баканов, Д. В. Тараканов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – № 3(393). – С. 135 – 140.
11. Параметры работы газодымозащитников при выполнении спасательных работ / Б. Б. Гринченко, Д. Ю. Захаров, И. М. Чистяков, Д. В. Тараканов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 4(41). – С. 55 – 63.
12. Информационные ресурсы системы мониторинга крупных пожаров на объектах энергетики / А. В. Кузнецов, Д. В. Тараканов, М. О. Баканов, А. В. Суровегин // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 4(37). – С. 24 – 32.
13. Ефимов А. А. Формализация процесса эвакуации людей из торгово-развлекательных центров / А. А. Ефимов // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. – Иваново: 2021. – С. 64 – 68.
14. Ефимов А. А. Проблемы принятия управленческих решений при организации и управлении эвакуацией людей при пожарах в торгово-развлекательных центрах / А. А. Ефимов // Материалы международной научно-технической конференции "Системы безопасности". – 2020. – № 29. – С. 88 – 92.
15. Григорян Р. А. Схемы получения данных и схемы потоков данных для проведения расчёта индивидуального пожарного риска в режиме реального времени для задачи обеспечения безопасности людей в здании / Р. А. Григорян // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – 2021. – № 10. – С. 191 – 196.
16. Касьянов П. С. Выбор рациональных маршрутов передвижения пожарно-спасательных подразделений внутри здания при пожаре / П. С. Касьянов, А. В. Спиридонов // Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности : Сборник тезисов докладов материалов международной научно-практической конференции, Москва, 2018 год.– С. 701 – 705.
17. Новиков Д.А. Методология управления. – М.: Либроком, 2011. – 128 с. .

INFORMATION SUPPORT OF CONTROL OF FIRE SAFETY SYSTEM

D. V. Shikhalev

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

The publication discusses the issue of information management in the fire safety system of the object. The stages of functioning of the fire safety system in the context of the building life cycle are considered. It is established that in the process of functioning of the fire safety system, there may be a change of the subject of management of such a system, as a result of which there may be a shortage of information when making decisions. The methods of solving the problem of information support of the management process under consideration are proposed.

Keywords: fire, management, fire safety system, information support, chief executive officer.

УДК 699.814

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ, АДАПТИРОВАННОЙ ПОД МУЗЕЙ

М. В. Гравит, А. С. Цепова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: marina.gravit@mail.ru, allatsepovav@mail.ru

Объектом исследования является разногласие требований законодательства об охране объектов культурного наследия с нормативными требованиями пожарной безопасности при реконструкции исторических памятников с изменением функционального назначения на примере водонапорной башни. Разработаны специальные технические условия по пожарной безопасности в связи с отсутствием требований по обеспечению безопасности реконструируемых зданий-памятников. Представлена система обеспечения пожарной безопасности исторического здания. Методом моделирования эвакуации и опасных факторов пожара доказана необходимость применения специальных технических условий по пожарной безопасности. В результате разработана система обеспечения пожарной безопасности водонапорной башни, включающая в себя объемно-планировочные решения и пожарные системы.

Ключевые слова: Пожарная безопасность, система пожарной безопасности, реконструкция, водонапорная башня, историческое здание, моделирование, опасные факторы пожара.

Введение

В индустриальных памятниках – водонапорных башнях предметами охраны, как правило, являются объемно-планировочные решения в границах несущих конструкций, конфигурация размеры лестничных маршей и площадок, материал лестниц и надстройки с металлическим баком для воды, бак, габариты и конфигурация дверных и оконных проемов и изменениям не подлежат в процессе реконструкции ввиду статуса здания.

Водонапорные башни характеризуются наличием на высоте смотровых площадок с одним выходом ведущем на путь эвакуации, расположением на нижних этажах экспозиционных и выставочных помещений с наличием большого количества пожарной нагрузки и увеличенной длиной пути эвакуации за счет винтовых лестниц,

отсутствие возможности деления на пожарные отсеки, за счет чего ОФП быстро и беспрепятственно проникают на лестничную клетку. Таким образом эвакуация со смотровой площадки возможна только при наличии средств индивидуальной защиты органов дыхания.

В работах [1–4] рассмотрена интеграция исторических объектов в современную среду, но этого недостаточно для разработки системы обеспечения противопожарной безопасности реконструируемых исторических зданий с водонапорными башнями.

Целью работы является проектирование системы обеспечения противопожарной безопасности водонапорной башни на примере исторического здания гидробашни с гидравлической лабораторией, входящей в состав объекта культурного наследия «Институт Санкт-Петербургский Политехнический императора Петра Великого» под реализацию приспособления в качестве музея.

Основная часть

Гидробашня с лабораториями входит в состав объекта культурного наследия федерального значения (далее ОКН) «Институт Санкт-Петербургский Политехнический императора Петра Великого» (Рис.1).



Рисунок 1 — План границ территории объекта культурного объекта

Водонапорная башня Политехнического института возведена в 1905 году архитектурной мастерской под руководством Э.Ф. Вирриха, И.В. Падлевского и В.П. Тавлинова, состоявших в Особой Строительной Комиссии по сооружению зданий Политехнического института. Восьмигранная башня высотой 40 метров венчается деревянной надстройкой, в которой располагается металлический бак, объемом

600 м3. Подъем осуществляется по винтовой лестнице и завершается смотровой площадкой (рисунок 1).

Разработаны объемно-планировочные решения (рисунок 2).

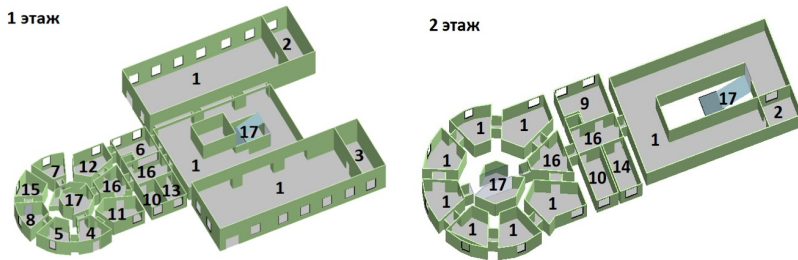


Рисунок 2 — Объемно-планировочные решения первого и второго этажа здания

1 — Экспозиционные помещения для постоянной экспозиции (с сувенирной лавкой); 2 — Подсобные при выставочных помещениях; 3 — Помещение фондохранилища (прием и обработка экспонатов); 4 — Вестибюль; 5 — билетная касса; 6 — гардероб; 7 — кабинет заведующей; 8 — комната персонала и экскурсоводов; 9 — помещение с вендинговыми аппаратами и комната приема пищи персонала; 10 — помещение уборочного инвентаря; 11 — с/у посетителей (мужской); 12 — с/у для посетителей (женский); 13 — с/у универсальный (для МГН и матери с ребенком); 14 — С/у универсальный с зоной безопасности МГН; 15 — С/у для персонала (женский, мужской); 16 — холл; 17 — лестничная клетка; 18 — подъемник для МГН. Конфигурация смотровой площадки (площадь — 11,4 м²), надстройки с баком (площадь — 99,9 м²) и чердака (площадь 18,4 м²) не изменяются.

В результате анализа расчета численности людей для моделирования приняты:

- количество взрослых людей на 1 этаже - 150 человек (М1-138 чел., М2-4чел., М3-4чел, М4-4чел);
- количество взрослых людей на 2 этаже – 65 человек (М1-53чел., М2-4чел., М3-4чел, М4-4чел.);
- количество людей на чердаке – 1 чел., на этаже с баком – 1 чел. и смотровой площадке – 5 человек.

Расчетное время эвакуации людей из здания устанавливается по времени выхода из него последнего человека. Моделирование осуществляется в компьютерной программе «Сигма ПБ» (рисунок 3).

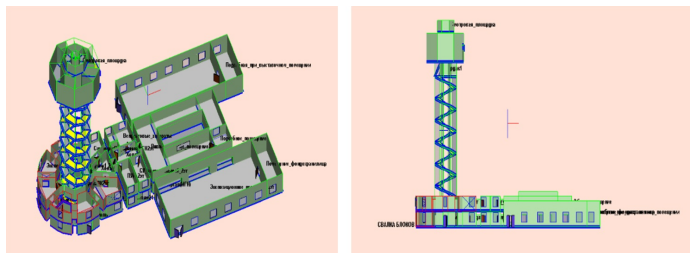


Рисунок 3 — Модель здания в программе

В процессе моделирования рассмотрено 5 сценариев с различной локализацией очага пожара. Вероятность эвакуации людей составляет менее 0,999 в сценарии №3 с расположением очага пожара в билетной кассе на первом этаже.

Заключение

В результате моделирования рассмотрены наиболее опасные сценарии пожара, выполнен анализ эвакуации, распространения опасных факторов пожара, блокирующих пути эвакуации до выхода людей из здания на различных отрезках времени. Установлена необходимость применения специальных технических мероприятий по пожарной безопасности для своевременной и безопасной эвакуации из здания, в том числе ограничение численности людей для посещения смотровой площадки - до пяти человек и использования средств индивидуальной защиты органов дыхания при спуске. Разработана системы пожарной безопасности, включающая совокупность объемно-планировочных решений и специальных технических условий по пожарной безопасности; предварительная стоимость.

Список литературы

1. Gravit, M.V.; Kirik, E.S.; Savchenko, E.T. Effect of Design on the Evacuation Time for the Colosseum of Rome; 2021; Construction of Unique Buildings and Structures; 95 Article No 9504. doi: 10.4123/CUBS.95.4
2. Присадков В.И., Еремина Т.Ю., Богданов А.В., Сушкова О.В., Тихонова Н.В. Требуемый уровень пожарной безопасности музеев - объектов культурного наследия // Пожаровзрывобезопасность. 2018. №4.

3. Агеева Е.Ю., Гоголева Н.А. Реновация водонапорных башен: типологический анализ // Жилищное строительство. 2019. №1–2. С.19–29. doi:<https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-1-2-19-29>.
4. Гранстрем М.А. К вопросу сохранения объемно-пространственных характеристик исторической промышленной среды Петербурга // Жилищное строительство. 2019. № 1–2. С. 35–38. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-1-2-35-38>.

FIRE SAFETY SYSTEM FOR A WATER TOWER RENOVATED AS A MUSEUM

Gravit Marina Victorovna, Tsepova Alla Sergeevna

Peter the Great St Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg,
Russian Federation; 195251, Polytechnicheskaya, 29
e-mail: marina.gravit@mail.ru; allatsepova@mail.ru

The object of the study is the disagreement of the requirements of the legislation on the protection of cultural heritage objects with the regulatory requirements of fire safety during the reconstruction of historical monuments with a change of functional purpose on the example of a water tower. Special technical specifications for fire safety in connection with the lack of requirements for the safety of reconstructed buildings-monuments have been developed. The fire safety system of the historical building is presented. The necessity of special technical conditions for fire safety has been proved by means of simulation of evacuation and fire hazards. As a result, a system of fire safety of the water tower has been developed, which includes space planning solutions and fire systems.

Fire safety, fire safety system, renovation, water tower, historic building, modelling, fire hazards.

УДК 614.841

ОЦЕНКА УРОВНЯ ОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ¹

Д. М. Варламова

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: dina@rintd.ru

Статья посвящена оценке уровня опасности людей в зданиях образовательных учреждений. Проанализированы нормативные документы, регулирующие вопросы по оценке антитеррористической защищенности объектов. В статье описаны основные параметры образовательного учреждения, которые могут повлиять на уровень опасности людей в здании.

Ключевые слова: уровень опасности людей, образовательное учреждение, категорирование объекта, антитеррористическая защищенность, пожарная безопасность.

Введение

За последние несколько лет участились случаи террористических угроз на образовательные учреждения (ОУ) Российской Федерации. На основе случившихся происшествий антитеррористическая защищенность образовательных учреждений является актуальной задачей. Согласно Постановлению Правительства РФ от 02.08.2019 № 1006 [1] установлены требования к антитеррористической защищенности объектов (территорий) Министерства. На каждый объект (территорию) составляется акт обследования и категорирования, также на каждый объект должен быть составлен паспорт безопасности. Министерством просвещения подготовлены методические рекомендации по обеспечению антитеррористической защищенности объектов (территорий) [2].

Основная часть

Вопрос по антитеррористической защищенности ОУ сейчас находится на первом месте. В статье [3] рассмотрены основные мероприятия, направленные на обеспечение антитеррористической защищенно-

¹Работа выполнена в рамках гранта «Научный потенциал» (конкурс научно-исследовательских работ (грантов) молодых ученых, преподавателей и аспирантов УдГУ, финансируемых из собственных средств Университета («Научный потенциал»), 2022 год).

сти образовательных учреждений, а также требования по оформлению паспорта антитеррористической защищенности ОУ.

Обобщенный подход к оценке антитеррористической защищенности объектов представлен в работе [4]. В статье описывается упрощенный подход к оценке эффективности систем защиты путем территориального зонирования на основе использования небольшого числа входных параметров. Показатель эффективности системы защиты от воздействия при скрытом проникновении предлагается определять через вероятность скрытого воздействия. При вычислении вероятности скрытого воздействия учитываются: длина участков зоны скрытого проникновения; параметр, определяющий степень информированности нарушителя об объекте; общая длина участков возможной зоны исходной позиции. Показатель оценки эффективности системы защиты от открытого воздействия предлагается вычислять через вероятность открытого воздействия. При вычислении вероятности учитываются: зона неконтролируемого воздействия, зона беспрепятственного движения, информированность нарушителя об обстановке на объекте.

Оценка террористической угрозы для объекта проведена Радаевым Н.Н. и Бочковым А.В. [5]. Авторами статьи предлагается методика формализации понятий: антитеррористическая защита совокупности объектов и целых территорий. Вводятся два понятия: привлекательность объекта для террористов и его антитеррористическая защищенность. Свертка этих двух величин дает оценку предпочтительности объекта при выборе его в качестве цели террористической атаки. Авторами отмечено два момента: первое – интенсивность угроз задается на основе анализа статистики угроз в отношении объекта за рассматриваемый промежуток времени, второе – динамика террористических проявлений моделируется с помощью пуассоновского потока.

В нормативных документах, регулирующих вопросы по антитеррористической защищенности объектов, представлены основные требования для должностных лиц, которые они должны учитывать при организации и проведении работ по обеспечению антитеррористической защищенности, какие документы необходимо заполнить в результате обследования объекта, порядок заполнения паспортов безопасности объектов (территорий), актов обследования и категорирования.

Акт обследования и категорирования объекта включает следующие разделы:

- общие сведения об объекте (адрес места расположения объекта, краткая характеристика объекта, количество эвакуационных выходов, характеристики прилегающей территории, режим работы объекта);

- мероприятия по обеспечению антитеррористической защищенности объекта;
- организация физической охраны объекта;
- организация охраны объекта техническими средствами;
- наличие систем противопожарной защиты и первичных средств пожаротушения объекта и т. д.

Паспорт безопасности объекта составляется в течение 30 дней после проведения обследования и категорирования объекта, который включает полную характеристику здания, акт обследования и категорирования объекта является неотъемлемой частью паспорта безопасности.

Проанализировав основную информацию по зданию образовательного учреждения (ОУ), можно сделать вывод не только по антитеррористической защищенности, но и по пожарной безопасности здания. Таким образом, на основе полученных данных в ходе исследования здания можно определить эффективность защиты людей в образовательном учреждении.

Согласно постановлению [1] установлены 4 категории опасности объектов, категории определяются на основе прогнозируемого количества пострадавших в результате совершения террористического акта. Образовательное учреждение относится к охраняемому объекту. В каждом образовательном учреждении должны находиться сотрудники охранных предприятий, которые при входе будут проверять удостоверения личности, следить за безопасностью в образовательном учреждении. Но, несмотря на это, происходят террористические акты:

- массовое убийство было совершено 11 мая в 2021 году в гимназии № 175 города Казани, погибли 9 человек, пострадали 32 человека;
- 20 сентября 2021 года в Пермском государственном университете было совершено нападение, в результате которого погибли 6 человек, пострадали 47 человек;
- 13 декабря 2021 года 18 летний выпускник православной гимназии города Серпухова подорвал самодельную бомбу в учебном заведении, пострадали 10 человек.

За 2021 год были предотвращены ряд терактов в образовательных учреждениях Российской Федерации. Помимо террористических актов, в образовательных учреждениях возникают пожары.

На рисунке 1 представлена статистика пожаров, произошедших в зданиях образовательных учреждений с 2012 по 2020 годы, статистические данные получены на основе государственных докладов Министерства чрезвычайных ситуаций РФ [6–15].



Рисунок 1 — Статистика пожаров в зданиях образовательного учреждения

Несмотря на то, что здания образовательных учреждений оснащаются системами противопожарной защиты, количество пожаров не уменьшается. В связи с этим, следует провести анализ образовательных учреждений, какие антитеррористические и противопожарные мероприятия следует выполнить, чтобы снизить уровень опасности людей в зданиях образовательных учреждений.

Категорирование объекта по антитеррористической защищенности – это процедура отнесения объекта (территории) к определенной категории с учетом степени угрозы совершения на нем террористического акта и возможных последствий его совершения на основании оценки состояния защищенности объекта (территории), учитывающей его значимость для инфраструктуры и жизнеобеспечения и степень потенциальной опасности совершения террористического акта (ТА). Категория объекта (территории) – это условный индекс, характеризующий объект (территорию) по степени его потенциальной опасности при возникновении на объекте (территории) чрезвычайной ситуации в результате совершения ТА с учетом важности объекта (территории) для обеспечения интересов общества и безопасности государства [16].

Для определения условного индекса учитывается и пожарная опасность зданий образовательных учреждений. Рассмотрим основные характеристики образовательного учреждения, влияющие на уровень опасности людей в здании. На рисунке 2 представлена схема «Оценка уровня опасности ОУ».

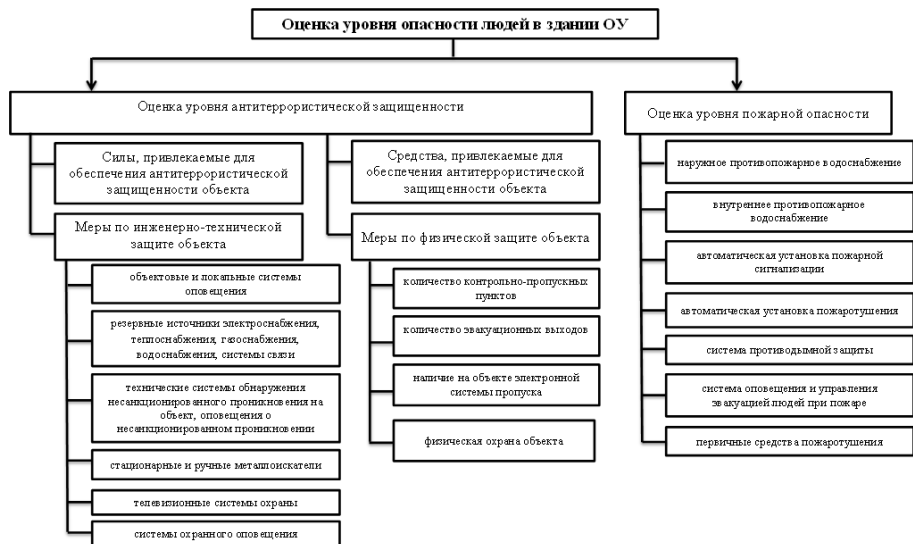


Рисунок 2 — Схема «Оценка уровня опасности людей в здании ОУ»

Для оценки уровня опасности людей, находящихся в здании образовательного учреждения, следует учесть все характеристики здания, исходя из нормативных требований по каждому параметру, приведенному в схеме.

К силам, привлекаемым для обеспечения антитеррористической защищенности объекта, относится оперативный штаб антитеррористической комиссии. К средствам, привлекаемым для обеспечения антитеррористической защищенности объекта, можно отнести:

- наличие договора о пресечении преступлений и правонарушений с помощью тревожной кнопки, договора на техническое обслуживание пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией;
- наличие системы видеонаблюдения в здании образовательного учреждения;
- установление в образовательном учреждении и на территории противопожарного режима;
- обеспечение антитеррористической защищенности, проведение инструктажей по соблюдению мер безопасности, проведение тренировок по безопасной эвакуации при режиме ЧС;

- ограничение доступа автотранспорта на территорию образовательного учреждения и т. д.

Каждое образовательное учреждение самостоятельно определяет силы и средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта.

После обследования здания комиссия выдает акт обследования и категорирования объекта, в акте указаны все данные по исследуемому объекту, недостатки в антитеррористической защищенности, мероприятия по усилению инженерно-технической укреплённости, по усилению оснащённости техническими средствами охраны, по устранению недостатков в обеспечении антитеррористической защищенности. Таким образом, выполняется экспертная оценка здания.

Актуализация паспорта безопасности объекта осуществляется в порядке, предусмотренном для его разработки, не реже одного раза в 5 лет, а также при изменении:

- общей площади и периметра объекта (территории);
- количества критических элементов объекта (территории);
- мер по инженерно-технической защите объекта (территории) [1].

Для того, чтобы автоматически формировать акт обследования и категорирования объекта и паспорт безопасности объекта после введенных данных, следует разработать приложение, позволяющее на основе характеристики здания, рассчитать категорию исследуемого объекта. Приложение будет являться одним из модулей программно-аппаратного комплекса «Защита ОУ» [17].

Проанализировав акты обследования и категорирования образовательных учреждений, паспорт безопасности объекта, для оценки уровня опасности людей в здании образовательного учреждения необходимы основные параметры по объекту, параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Параметры здания, влияющие на уровень опасности.

№	Параметр	Значение
1	Общая площадь территории, м ²	
2	Площадь здания, м ²	
3	Наличие ограждения, длина ограждения периметра территории, м	
4	Режим работы объекта, ч.	
5	Максимальное количество людей в здании, чел.	
6	Наличие объектовых систем оповещения, площадь охвата систем оповещения, м ²	
7	Наличие резервного источника электроснабжения (количество, характеристика)	
8	Наличие системы связи, площадь охвата, м ²	
9	Наличие технических систем обнаружения несанкционированного проникновения на объект (марка, количество)	
10	Наличие стационарных и ручных металлоискателей (марка, количество)	
11	Наличие систем наружного освещения объекта, площадь охвата, м ²	
12	Наличие систем видеонаблюдения, площадь охвата, м ²	
13	Количество контрольно-пропускных пунктов, шт.	
14	Количество эвакуационных выходов, шт.	
15	Наличие на объекте электронной системы пропуска (тип установленного оборудования)	
16	Наличие физической охраны (организация, осуществляющая охранные мероприятия, количество постов (человек))	
17	Наличие автоматической пожарной сигнализации (характеристика)	
18	Наличие системы внутреннего противопожарного водопровода (характеристика)	
19	Наличие автоматической системы пожаротушения (тип, марка)	
20	Наличие системы оповещения и управления эвакуацией при пожаре (тип, марка)	
21	Количество первичных средств пожаротушения (огнетушителей), шт.	

Заключение

Таким образом, для оценки уровня опасности людей в здании образовательного учреждения следует учесть основные характеристики здания. Для каждого параметра необходимо определить весовой фактор, влияющий на уровень опасности.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 02.08.2019 № 1006 «Об утверждении требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий) Министерства просвещения Российской Федерации и объектов (территорий), относящихся к сфере деятельности Министерства просвещения Российской Федерации, формы паспорта безопасности этих объектов (территорий)».
2. Методические рекомендации «Организация деятельности по обеспечению антитеррористической защищенности объектов (территорий) Министерства просвещения Российской Федерации и объектов (территорий), относящихся к сфере деятельности Министерства просвещения Российской Федерации. URL: [https://edu.gov39.ru/files/docs/other/Методические рекомендации Минпрос 20по № 1006.pdf](https://edu.gov39.ru/files/docs/other/Методические_рекомендации_Минпрос_20по_№_1006.pdf) (дата обращения: 10.08.2022).
3. Липатов Д.А. Основы антитеррористической защищенности образовательных учреждений. URL: https://гражданская-оборона-и-защита-от-чс.пф/publ/obrazovanie/osnovy_antiterroristicheskoy_zashhishhennosti_obrazovatelnykh_uchrezhdenij/24-1-0-134 (дата обращения: 10.08.2022).
4. Сивакова Т.В., Балута В.И., Карандеев А.А. Обобщенный подход к оценке антитеррористической защищенности объектов // Вопросы безопасности. – 2019. - № 6. – С. 1 – 14. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=31053. Дата обращения: 10.08.2022.
5. Радаев Н.Н., Бочков А.В. Оценка террористической угрозы для объекта // Безопасность. Достоверность. Информация. - 2008.- № 77. С. 16 – 19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12775457>. Дата обращения: 10.08.2022.
6. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году» / - М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022, 251 с. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/5946>. Дата обращения: 1.08.2022.

7. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году» / - М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021, 264 с. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/5304>. Дата обращения: 19.01.2022.
8. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 г. : государственный доклад. – М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. – 259 с. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/4602>. Дата обращения: 19.01.2022.
9. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году» / М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019, 344 с. URL: https://mostrelna.ru/upload_files/articles/2019/06/GosDoclad_po_2018_godu_Print.pdf Дата обращения: 20.01.2022 г.
10. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году» / – М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2018, 376 с. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/2424>. Дата обращения: 20.01.2022 г.
11. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году» / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017, 360 с. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/2317>. Дата обращения: 20.01.2022.
12. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2015 году» / — М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016, 390 с. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/2109>. Дата обращения: 20.01.2022.
13. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2014 году» / — М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015, 350 с.

- URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/1678>. Дата обращения: 20.01.2022.
14. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2013 году» / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014, 344 с. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/1349>. Дата обращения: 20.01.2022.
 15. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2011 году». URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2011-god>. Дата обращения: 20.01.2022.
 16. Источник РосБезопасность. - Режим доступа электронный: <https://rossafety.ru/antiterroristicheskaja-zashhishhennost/kategorirovanie-objectov/>. Дата обращения: 27.12.2021.
 17. Колодкин В.М., Копелев С.М., Варламова Д.М. Модернизация систем обеспечения безопасности образовательных учреждений // Цифровая трансформация как вектор устойчивого развития: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (9 дек. 2021 г.). - Казань: Изд-во "Познание" Казанск. инновац. ун-та, 2021. - С. 303-305.

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF DANGER OF PEOPLE IN THE BUILDINGS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Di. Mi. Varlamova

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

The article is devoted to the assessment of the level of danger of people in the buildings of educational institutions. The normative documents regulating the issues of assessing the anti-terrorist security of objects are analyzed. The article describes the main parameters of an educational institution that can affect the level of danger of people in the building.

Keywords: the level of danger of people, educational institution, categorization of the object, anti-terrorist security, fire safety.

УДК 614.842

КОНЦЕПЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ ИЗ ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

А. А. Ефимов, Д. В. Шихалев

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

e-mail: *supportsystem.01@rambler.ru, evacsystem@gmail.com*

Проведен анализ проблем принятия управленческих решений лицами, проводящими эвакуацию при пожарах в торгово-развлекательных центрах. Проведен опрос руководителей, сотрудников службы безопасности и персонала ТРЦ. Выявлены важные факты в области эвакуации. По результатам опроса формализован порядок действий персонала ТРЦ при организации эвакуации. Разработан алгоритм действий сотрудников службы безопасности и персонала ТРЦ по организации эвакуации людей.

Ключевые слова: пожар, организация эвакуации, торгово-развлекательный центр, опрос, персонал.

Введение

Здания торгово-развлекательных центров имеют большую степень потенциальной пожарной опасности, так как на сравнительно небольшой площади находится значительное количество пожарной нагрузки, а также наблюдается массовое скопление людей. Пожары на таких объектах приводят к трагическим последствиям, сопровождающиеся гибелью людей [1].

Концепция организации эвакуации людей при пожаре из торгово-развлекательных центров

Исследования, проведенные в различных странах, показали, что при получении сигнала о пожаре человек не сразу приступает к эвакуации. Первые действия, зачастую приводят к задержке времени начала эвакуации, которое может достигать относительно высоких значений. Например, при проведении учебной эвакуации в жилом здании оно составило 8,6 мин [3], а при пожаре в здании Всемирного Торгового Центра – 25,6 мин [3]. Именно эффективные действия персонала оказывают решающую роль при эвакуации. От них зависит

время начала движения к выходам, выбор маршрута эвакуации и эмоциональное состояние посетителей и т.п.

Анализ пожаров и неанонсированных эвакуаций показал [4–10], что в настоящее время, персонал не всегда имеет соответствующую подготовку и обучение, а также практических навыков действий при возникновении пожара. В связи с этим, существует необходимость установления факторов, влияющих на организацию эвакуации. В данном исследовании для получения соответствующей информации была использована методика проведения опроса, представленная в работе [11].

Результаты опроса персонала ТРЦ позволили разработать концепцию организации эвакуации людей при пожаре из торгово-развлекательных центров. Графически концепция представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 — Концепция организации процесса эвакуации людей при пожаре

Процесс подготовки и организации эвакуации включает в себя три этапа. Первый этап – *подготовительный*. В рамках данного этапа с сотрудниками службы безопасности проводятся тренировки и обучение по организации эвакуации, проводится инструктаж, утверждается соответствующая зона ответственности (территория объекта, на которой в случае пожара сотрудник СБ организывает эвакуацию посетителей), определяется место сбора людей после эвакуации из ТРЦ. Распределяются следующие роли: руководитель СБ, оператор мониторингной комнаты, сотрудники СБ, отвечающие за тушение пожара первичными средствами пожаротушения (пожарный расчет объекта) и сотрудники СБ, отвечающие за эвакуацию посетителей. Сотрудники изучают объемно-планировочные решения объекта, пути и направления эвакуации, места расположения эвакуационных выходов, средств пожаротушения, ручных пожарных извещателей, безопасных

зон и т.п. В рамках данного этапа руководитель объекта (руководитель СБ) определяет количество сотрудников охраны, необходимое для организации эвакуации. Последовательность действий сотрудников службы безопасности ТРЦ в рамках подготовительного этапа представлена на рисунке 2.

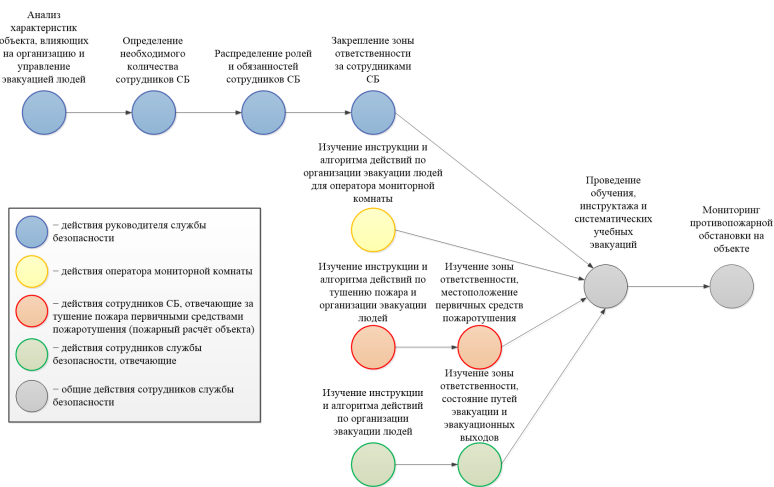


Рисунок 2 — Алгоритм действий сотрудников СБ на подготовительном этапе эвакуации людей при пожаре

Второй этап – *предварительный*. Последовательность действий сотрудников службы безопасности ТРЦ в рамках предварительного этапа представлена на рисунке 3. Данный этап начинается с момента возникновения пожара. В рамках этапа персонал производит действия согласно инструкции и плана действий в случае возникновения пожара. Идентифицируются факторы пожара (непосредственно персоналом или системой пожарной сигнализации).

В случае обнаружения возгорания персоналом запускается СОУЭ в ручном режиме. Назначенные сотрудники производят вызов пожарной охраны, информируют круг лиц, утвержденный в рамках первого этапа. Сотрудники распределяются по ранее утвержденным зонам ответственности. Сотрудники, отвечающие за тушение возгорания, до прибытия пожарной охраны, берут первичные средства пожаротушения и направляются к очагу возгорания и приступают к его тушению. В случаях, когда отсутствует возможность тушения первичными средствами пожаротушения (распространение ОФП не позволяют безопасно произвести действия по тушению очага персо-

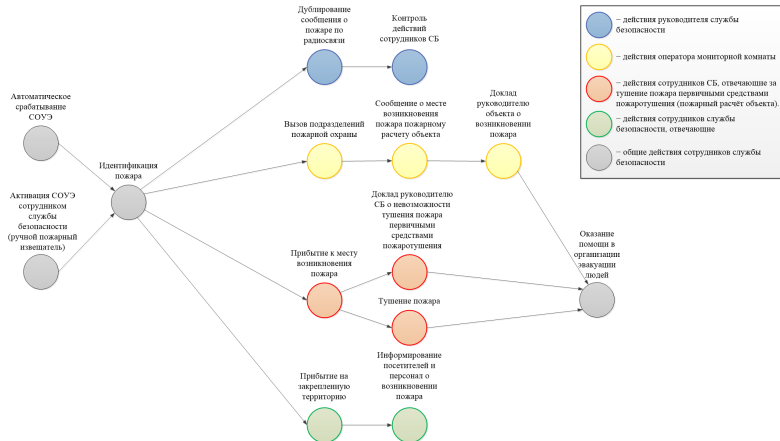


Рисунок 3 — Алгоритм действий сотрудников СБ на предварительном этапе эвакуации людей при пожаре

налом объекта), данная категория персонала докладывает об этом руководителю СБ и оказывает помощь в организации эвакуации людей.

Третий этап — *полный*. Последовательность действий сотрудников службы безопасности ТРЦ в рамках полного этапа представлена на рисунке 4.

Сотрудники, прибывшие в закрепленные зоны информируют посетителей и персонал магазинов о возникновении пожара, направлении путей эвакуации и месторасположения эвакуационного выхода. Контролирует процесс сбора людей (персонал магазинов и посетители покидают территорию магазинов, сотрудники СБ проверяют все помещения на наличие людей), направляют поток по путям эвакуации и следуют с ними до эвакуационного выхода, организуют сбор людей в соответствующем месте, утверждённом на первом этапе. После этого докладывают руководителю СБ об успешной эвакуации людей с закрепленной территории. Дежурный электрик при необходимости обесточивает объект и заполняет соответствующий допуск на проведение тушения пожара. Руководитель СБ (руководитель объекта) докладывает прибывшим сотрудникам пожарной охраны о результатах проведенной эвакуации (наличие и местоположение людей на объекте, в случае, если эвакуация произведена не полностью), месторасположение очага пожара и успешности его тушения, о состоянии системы автоматического пожаротушения и дымоудаления, об обесточенности

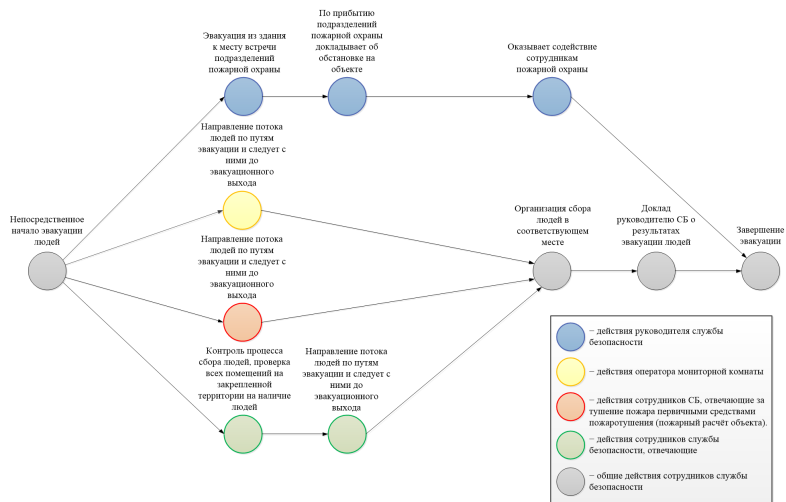


Рисунок 4 — Алгоритм действий сотрудников СБ на полном этапе эвакуации людей при пожаре

объекта. Данный этап завершается после того, как весь персонал и посетители покинут территорию объекта.

Заключение

Таким образом, разработана концепция организации эвакуации людей при пожаре из торгово-развлекательных центров, позволяющая формализовать порядок действий персонала ТРЦ. Установлена последовательность действий сотрудников службы безопасности и их взаимосвязь на каждом из этапов организации эвакуации. Полученные результаты позволяют достичь согласованности в действиях сотрудников службы безопасности, что позволит решить задачу по организации своевременной и беспрепятственной эвакуации людей при пожаре.

В ходе дальнейшей работы планируется разработать информационно-аналитическую систему поддержки принятия управленческих решений при организации процесса эвакуации, а также специальное программное обеспечение для подготовки персонала ТРЦ.

Список литературы

1. Бахарев В. Е., Зальцман В. С., Фомин Д. С. Пожары, произошедшие на объектах с массовым пребыванием людей в Российской Федерации за период с 2009 года по 2018 год //WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS. – 2019. – С. 85 – 88.
2. Proulx G., Fahy R. F. The time delay to start evacuation: review of five case studies //Fire Safety Science. – 1997. – Т. 5. – С. 783 – 794.
3. Proulx G., Fahy R. Human Behaviour in the World Trade Centre Evacuation //Fire Safety Science–Proceedings of the Fifth International Symposium. – 1997.
4. Шильдс Т. Дж., Бойс К. Е., Самошин Д. А. Исследование эвакуации из торговых комплексов // Пожаровзрывобезопасность. – 2002. – Т. 11, № 6. – С. 57 – 66.
5. J. D. Sime, “The Outcome of Escape Behaviour in the Summerland Fire: Panic or Affiliation?” in Proceedings of the International Conference on Building Use and Safety Technology, Los Angeles, CA, 1985.
6. D. A. Purser and M. Bensilum, “Quantification of Behaviour for Engineering Design Standards and Escape Time Calculations,” in Proceedings of the First International Symposium on Human Behaviour in Fire, Belfast, U.K., 1998.
7. Шильдс Д. Т., Холщевников В. В., Самошин Д. А. Поведение персонала торговых комплексов при пожаре. Часть 1. Анализ реальных пожаров и видеозаписей неанонсированных эвакуаций с целью количественного и качественного описания влияния персонала на ход эвакуации //Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – Т. 14. – №. 1.
8. Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Оценка уровня противопожарной подготовки сотрудников медико-реабилитационного учреждения на примере персонала больниц //Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22. – №. 4.
9. Аниськина Ю. А., Самошин Д. А. Зависимость времени начала эвакуации от уровня противопожарной подготовки персонала учреждения здравоохранения со стационаром //Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2020. – №. 2. – С. 33 – 41.
10. Carattin, E. Wayfinding architectural criteria for the design of complex environments in emergency scenarios / E. Carattin // Advanced research workshop proceedings. Santander. 2011. – P. 209 – 222.

11. Ефимов А. А., Шихалев Д. В., Григорян Р. А. методика опроса персонала торгово-развлекательных центров для формализации процесса принятия решений по организации и управлению эвакуацией // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2021. – №. 2. – С. 54 – 60.

THE CONCEPT OF ORGANIZING THE EVACUATION OF PEOPLE IN CASE OF FIRE FROM SHOPPING AND ENTERTAINMENT CENTERS

A. A. Efimov, D. V. Shikhalev

The State Fire Academy of EMERCOM of Russia, 129366 Russia,
Moscow, B. Galushkina, 4

e-mail: *supportsystem.01@rambler.ru, evacsystem@gmail.com*

The analysis of the problems of managerial decision-making by persons conducting evacuation in case of fire in shopping and entertainment centers is carried out. A survey of managers, security staff and staff of the shopping center was conducted. Important facts in the field of evacuation have been revealed. According to the results of the survey, the procedure for the actions of the mall staff in organizing evacuation was formalized. An algorithm has been developed for the actions of security personnel and staff of the shopping center to organize the evacuation of people.

Keywords: fire, evacuation organization, shopping and entertainment center, survey.

УДК 519.876.5

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В. М. Колодкин, И. И. Болтачев

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: kolodkin@rintd.ru, i.i.boltachev@yandex.ru

В работе рассмотрена структура и создание информационной модели здания в отечественном программном продукте Ренга. Информационная модель здания предназначена для использования в системе поддержки принятия решений.

Ключевые слова: информационная модель здания, BIM модель здания

Введение

Современное решение технических проблем обеспечения безопасности людей в зданиях образовательных учреждений (ОУ) в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) базируется на модели здания, которая обеспечивает возможность компьютерного исследования состояния среды в здании и перемещение людских потоков. В настоящее время здания образовательных учреждений оснащены определенными техническими системами, которые в той или иной степени решают задачи, возникающие при пожарах и (или) проявлениях террористической активности. Например, системы контроля доступа, системы оповещения и управления эвакуацией и т.д. Вместе с тем, для защиты обучающихся и персонала весьма значимо наличие системы поддержки принятия решений (СППР), которая в режиме реального времени в автоматическом режиме формирует целевые установки людям, находящимся в здании, при возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС). Система поддержки принятия решений не является заменой существующих технических средств защиты. Эта система дополняет технические средства защиты. Основное ее назначение – формирование команд указания людям, оказавшимся в различных зонах здания при возникновении чрезвычайной ситуации, требующей немедленной реакции людей.

Основная часть

Обычно фаза ЧС, требующая безотлагательных действий, связанных с пожаром и (или) террористической активностью, развивается

на временном горизонте нескольких минут. Учитывая, что источник опасности может изменяться на временном горизонте нескольких секунд, СППР должна обновлять свои рекомендации для людей в здании приблизительно один раз в секунду. То есть в интервале нескольких минут, когда ситуация на объекте защиты постоянно изменяется, система поддержки принятия решений должна каждую секунду получать и обрабатывать информацию о состоянии людей в здании, о развитии источника опасности. На основании полученной информации СППР должна с дискретностью порядка секунды формировать предложения по рекомендуемым действиям людям на объекте защиты.

В этой связи, одно из необходимых условий решения такой задачи – представление здания в виде цифровой модели, которая характеризует свойства каждого элемента здания и среды в здании, связи между элементами здания. В данном случае, среда в здании характеризуется распределением и характеристиками людей в здании, распределением и характеристиками источников опасности (например, значениями опасных факторов пожара, характеристиками субъекта, осуществляющего противоправные действия и т.д.). Информационная модель здания, дополненная информацией о взаимодействии людей с окружающей средой, называется цифровым двойником здания. Таким образом, цифровой двойник здания показывает возможности перемещения людей между элементами здания и характеристики среды в здании.

Направление и скорости перемещения людей, имеющих место в здании ОУ в условиях ЧС, определяются при моделировании соответствующих процессов, где здание и среда в элементах здания замещаются соответствующим цифровым двойником. Фактически, мы приходим к цифровому двойнику системы обеспечения безопасности. Цифровой двойник системы обеспечения безопасности позволяет, с одной стороны, обеспечить процесс моделирования в требуемых временных границах, а с другой – провести отладку всей системы поддержки принятия решений используя методологию проведения вычислительных экспериментов.

Информационная модель здания образовательного учреждения строится с помощью отечественного программного обеспечения Renga. Renga позволяет спроектировать здание с указанием исчерпывающей информации для строительства здания. Вместе с тем, если информационная модель здания уже существует, то ее можно загрузить в ПО Renga и, дополнив необходимой информацией, использовать для создания СППР. Структура основных характеристик элементов здания в нотации классов, представлена на рисунке 1.

На этапе расширения информационной модели здания, путем указания ссылок от каждого из порталов (дверных проемов или перекрытий) на соответствующие помещения зданий, целесообразно использование плагина «Model Explorer», который формирует структуру информационной модели. При этом каждому элементу, относящемуся к portalу, ставятся в соответствии два уникальных идентификатора, так как каждый портал в общем случае соединяет два помещения.

```
class Element {
// Области Outside и Safety zone формируются на этапе создания помещений.
String Id; // Уникальный идентификатор элемента
double dPeople; // Количество людей в элементе здания
String floor; // Название уровня в здании (название этажа)
double zlevel; // Значение уровня (этажа) помещения, м
double Sizez; // Высота элемента (определено для Sign= Staircase)
double Wide; // Ширина (элемента) (Sign = { DoorWayOut,
// DoorWayInt, DoorWay - Дверной проем }, м
String Name; // Название элемента
String Sign; // Код элемента. Sign = { Room, Staircase,
// Outside, Safety zone}
double probability; // Вероятность 0-1 прохождения элемента
int Type; // Код элемента по пож. нагрузке
double Sroom; // Значение площади элемента, м²
int direct; // Направление движения людей по лестнице
int nlay; // Время обработки Element
int numberOutput; // Номер выхода DoorWayOut 0, 1, 2...
double timeout; // Время достижения зоны безопасности
String[] Neigh; // Идентификаторы порталов из помещения
}
```

Рисунок 1 — Структура основных характеристик элементов здания

Плагин “Model Explorer”, расширяет возможности программы в работе с 3D-моделью. Он предоставляет быстрый доступ к параметрам выделенного элемента, позволяет изменять значение пользовательских свойств и управлять видимостью объекта. Плагин выводит всю информацию об объектах, из которых состоит 3D-модель, открывается пользователю в отдельном окне в виде понятной иерархической структуры (Уровень-Тип-Объект). Плагин позволяет быстро просмотреть параметры выделенного элемента (например, «Имя», «Объем», «Площадь» и т.д.) и изменить его видимость (а также скрыть/показать группу элементов, принадлежащих к одному типу, или уровню проекта). Результат работы плагина представлен на рисунке 2.

Важной возможностью плагина является редактирование пользовательских свойств элементов в окне Обозревателя модели. Это будет полезно пользователям, в случае быстрого изменения, например, наименования стандарта (ГОСТ, ТУ, Серия и т.п.), по которому будет изготавливаться выделенный элемент 3D-модели (окно, дверь,

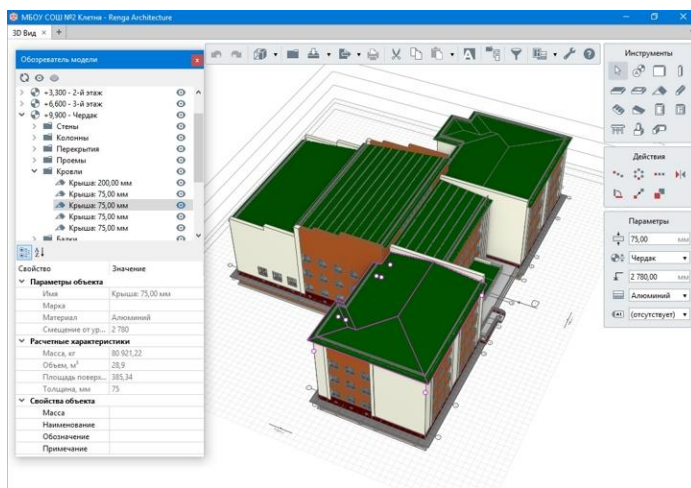


Рисунок 2 — Пример работы с плагином Model Explorer

балка/колонна и т.п.), или фирмы-производителя. Эта функция будет очень полезна при связывании дверей с помещениями.

Заключение

Таким образом, создание цифрового двойника системы поддержки принятия решений обеспечивает, с одной стороны, возможность отладки системы (создается полигон, в рамках которого происходит отладка алгоритмического и программного обеспечения СППР), а с другой – обеспечивается требуемая оперативность прогноза развития аварийной ситуации.

Список литературы

1. Руководство пользователя «Знакомство с Renga». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://help.rengabim.com/ru/index.htm>, свободный (19.04.2022).
2. Описание и инструкция по установке плагина Model Explorer. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/RengaSoftware/ModelExplorer>, свободный (19.04.2022).

INFORMATION MODEL OF THE BUILDING OF AN EDUCATIONAL INSTITUTION FOR A DECISION SUPPORT SYSTEM

V. M. Kolodkin, I. I. Boltachev

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *kolodkin@rintd.ru, i.i.boltachev@yandex.ru*

The paper considers the structure and creation of an information model of a building in the domestic software product Renga. The building information model is intended for use in a decision support system.

Keywords: building information model, BIM building model.

УДК 519.876.5

ВВОД РАСПИСАНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЮДЕЙ ПО ЗДАНИЮ НА ОСНОВАНИИ РАСПИСАНИЯ

К. А. Романов

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: romanovkostya1999@gmail.com

В работе рассмотрены типы расписаний для учебных учреждений. Описывается создание базы данных для расписания учебного заведения. Рассмотрены принципы ввода расписания с помощью веб-разработки, а также подсчет количества людей в здании на основании расписания..

Ключевые слова: школьное расписание, ввод расписания, база данных MySQL, PHP, распределение людей.

Введение

Для того чтобы определить количество людей в здании может быть использовано расписание занятий учебного заведения. С помощью расписания можно определить в каких помещениях (аудиториях) находятся люди, а в каких - нет.

Основная часть

Рассмотрим учебное расписание для двух типов учебных учреждений: школьное и вузовское: Школьное расписание занятий в средней школе служит для сведения в единую взаимосвязанную систему учащихся (обычно в виде школьных классов), учителей, уроков (учебных предметов) и назначенных для проведения занятий мест – классов (аудиторий). Школьное расписание в основном формируется на весь учебный год [1].

Расписание для вузов отличается от расписания для школ: так как в школах учатся несовершеннолетние и во время учёбы за них отвечают учителя, то по школьному расписанию учащиеся должны быть полностью заняты (без «окон»), в то время как для университетского это обязательство отсутствует. Вузовское расписание делится на два основных типа: семестровое и сессионное [2].

Семестровое (периодическое) расписание составляется на каждый семестр учебного года. Расписание имеет жесткую привязку к

календарю, занятия проводятся в фиксированное время с 1-ой по 8-ю пары (с 8.20 – по 20.50), действует в течение недели.

Сессионное расписание составляется на определенные даты произвольного периода. К этому типу расписания относится, например, расписание сессии для всех форм обучения, расписание занятий для заочных форм обучения, произвольные мероприятия.

Практическая часть

Для создания расписания воспользуемся программами для формирования базы данных – MySQL Workbench, MySQL Server. Создадим новую базу данных. Для этого необходимо открыть MySQL Workbench и открыть командную строку пользователя. Далее в командной строке необходимо написать пароль который был создан при установке MySQL Server. После правильного ввода пароля в командной строке создадим базу данных командой – **create database schedule;**. Посмотреть все существующие базы данных можно командой: **show databases;**. После выполненных действий можно закрыть командное окно [3, 4].

Чтобы подключиться к созданной базе данных необходимо дважды кликнуть по **Local instance MySQL80**. Далее слева отображается созданная нами база данных **'schedule'**. В качестве примера возьмем расписание любой школы. Создадим главную таблицу под названием **'schedule'**. Она будет состоять из следующих столбцов: код расписания, день недели, номер урока, класс, урок, аудитория. Далее создадим таблицу **auditory**, в которой будут все номера аудиторий. Она будет состоять из столбцов: код аудитории, аудитория. Затем создадим таблицу **discipline**, в которой будут все наименования учебных занятий. Она будет состоять из столбцов: код урока, урок. После создадим таблицу **group_name**, в которой будут наименования классов и количество учеников в классе. Она будет состоять из столбцов: код класса, класс, количество учеников. Далее создадим таблицу **lesson_number**, в которой будут время начала и время окончания занятия. Она будет состоять из столбцов: номер урока, время начала, время окончания, время начала(суббота), время окончания(суббота). Затем создадим таблицу **lesson_numberweek**, в которой будут дни недели с понедельника по субботу. Она будет состоять из столбцов: код дня недели, день недели. После того как мы ввели все нужные нам таблицы их необходимо заполнить. Для этого создадим несколько web-страниц для удобного ввода данных. Для взаимодействия с базой данных MySQL воспользуемся языком программирования PHP. Создадим 3 файла – **add_auditory.php**, **add_group.php**, **add_lesson.php**. Но

сначала необходимо экспортировать базу данных из MySQL Workbench и импортировать в phpMyAdmin который находится на хостинге. Далее подключимся к базе данных -

```
<?php
$host = 'localhost'; // Хост
$user = 'j95017jb_db'; // Имя созданного вами пользователя
$pass = 'sQZ0&CIW'; // Установленный вами пароль пользователю
$db_name = 'j95017jb_db'; // Имя базы данных
// Соединяемся с базой
$link = mysqli_connect($host, $user, $pass, $db_name);
if (!$link) {
    echo 'Не могу соединиться с БД. Код ошибки: ' . \
        mysqli_connect_errno(). ', ошибка: ' . mysqli_connect_error();
    exit;
}
?>
```

Добавим поле для ввода аудиторий и кнопку для отправки запроса в базу данных. Далее реализуем отображение всех столбцов на странице а также изменение и удаление аудиторий. Затем добавим несколько аудиторий. Аналогично создадим страницу `add_group.php`. Добавим поле для ввода класса, поле для ввода количества учеников и кнопку для отправки запроса в базу данных. Далее реализуем отображение всех столбцов на странице, изменение, удаление классов и количества учеников. Страница будет выглядеть следующий образом: Создадим страницу `add_lesson.php`. Добавим поле для ввода урока и кнопку для отправки запроса в базу данных. Реализуем отображение всех столбцов на странице, изменение и удаление уроков. Добавим данные в таблицу `week` вручную через панель phpMyAdmin с помощью SQL запроса: `INSERT INTO 'week'('Код дня недели', 'День недели') VALUES (1,'Понедельник')` и аналогично для других дней недели. Так же добавим данные в таблицу `lesson_number`: `INSERT INTO 'lesson_number'('Номер урока', 'Время начала', 'Время окончания', 'Время начала(сб)', 'Время окончания(сб)') VALUES (1,'8-30','9-10','8-30','9-10')` и так далее.

Создадим файл `admin.php` для заполнения главной таблицы `schedule`. Она будет состоять из полей для ввода – день недели, класс, номер урока, урок, аудитория.

После ввода всего расписания создадим файл `index.html` в которой выведем расписание в удобном виде.

Для того чтобы посчитать количество людей в здании создадим файл `time.php` и таблицу `time`. Таблица будет состоять из столбцов Id, день недели, часы, минуты. Она нам понадобится для хранения данных о времени чтобы получать данные с запроса в базу данных. На странице `time.php` будут поля для ввода дня недели и времени в часах и минутах.

С помощью запроса к базе данных будем выводить все аудитории и находящихся в них количество человек - `SELECT 'schedule'.'Аудитория', 'group_name'.'Количество учеников' FROM schedule, group_name WHERE (schedule.'День недели' = ?) AND (schedule.'Номер урока' = ?) AND (schedule.Класс = group_name.Класс)` где вместо знаков вопроса будут введенные данные дня недели и номера урока с сайта `time.php`. С помощью запроса - `SELECT SUM('group_name'.'Количество учеников') FROM schedule, group_name WHERE (schedule.'День недели' = ?) AND (schedule.'Номер урока' = ?) AND (schedule.Класс = group_name.Класс)`, будем выводить сумму людей во всем здании, где вместо знаков вопроса будут введенные данные дня недели и номера урока с сайта `time.php`

Заключение

Таким образом, создание цифрового двойника системы поддержки принятия решений обеспечивает, с одной стороны, возможность отладки системы (создается полигон, в рамках которого происходит отладка алгоритмического и программного обеспечения СППР), а с другой – обеспечивается требуемая оперативность прогноза развития аварийной ситуации.

Список литературы

1. Определение расписания. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Расписание#Расписание_занятий, свободный (30.06.2022).
2. Инструкция по подсистеме «ИИАС-Расписание». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://io.udsu.ru/pub/docs/iias/RASPISANIE/Raspisanie.htm>, свободный (01.07.2022).
3. Руководство по PHP. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://php.ru/manual>, свободный (01.07.2022).
4. Справочное руководство по MySQL. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sql/mysql>, свободный (01.07.2022).

**ENTERING A SCHEDULE FOR AN EDUCATIONAL
INSTITUTION. DISTRIBUTION OF PEOPLE IN THE
BUILDING BASED ON THE SCHEDULE**

K.A. Romanov

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

e-mail: *romanovkostya1999@gmail.com*

In this paper, the types of schedules for educational institutions are considered. Describes the creation of a database for the schedule of an educational institution. The principles of entering a schedule using web development are considered, as well as counting the number of people in a building relative to the schedule.

Keywords:school schedule, schedule entry, MySQL database, PHP, distribution of people.

УДК 614.8.013, 004.921

Алгоритм разработки планов эвакуации в Inkscape

Д. Ю. Попова, Б. В. Чирков

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: dp5592100@gmail.com, b.v.chirkov@gmail.com

План эвакуации является неотъемлемой частью системы обеспечения безопасности людей в здании. В работе описывается способ разработки плана эвакуации в программе Inkscape.

Ключевые слова: план эвакуации, Inkscape, алгоритм создания плана эвакуации.

Введение

На каждом этаже на видных местах должен находиться план эвакуации для ознакомления людей с основными и запасными путями выхода в случае ЧС, а также с размещением ручных пожарных извещателей, средств борьбы с огнем, телефонов, аптек и др. На данный момент создание плана эвакуации в организациях осуществляется с привлечением внешнего специалиста, в то время как этот процесс не требует специальных знаний. В связи с этим разработан алгоритм разработки плана эвакуации на основе открытых продуктов.

Что такое план эвакуации

План эвакуации — документ, в котором указаны эвакуационные выходы и пути к ним, установлены правила поведения людей, а также порядок и последовательность действий на объекте при возникновении пожара (ГОСТ 12.1.033-81, п. 38).

План эвакуации [1]:

- используется при проведении инструктажа персонала правилам поведения на случай экстренной эвакуации;
- указывает местоположение пожарных систем и оборудования. Это позволяет быстрее устранить возгорание;
- используется для учебной отработки действий при пожаре;
- используется при проведении аварийно-спасательных работ в процессе ликвидации ЧС.

При проектировании плана эвакуации главные пути помечаются зеленым цветом сплошными стрелками, запасные пути — пунктирными

стрелками; на схеме обозначаются места размещения огнетушителей, телефонов, пожарных кранов, мест включения систем пожарной автоматики; на чертеже должны отсутствовать ненужные детали, отвлекающие от основной информации [2]. Требования, предъявляемые к планам эвакуации, изложены в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 12.1.033-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность»;
- ФЗ-№123 от 22 июля 2008 года «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- Свод правил СП 3.13130.2009 «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» от 25 марта 2009 г. № 173;
- ГОСТ 12.4.026-2015 «Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

Анализ нормативных документов показал, что для разработки плана эвакуации необходима следующая информация:

- поэтажный план здания (БТИ, строительный чертеж) с актуальной планировкой;
- места размещения огнетушителей, телефонов, пожарных кранов, аптек, электрощитов, эвакуационных выходов;
- юридическое наименование организации и адрес объекта;
- должность и Ф.И.О. руководителя, утверждающего план эвакуации.

Для разработки планов эвакуации существует ряд программ: План эвакуации 10, Microsoft Visio, AutoCAD, Corel Draw [3]. План эвакуации 10 - специализированная российская программа для создания планов эвакуации. В ней есть шаблоны для чертежей, справочная система и видео-инструкция с подробным объяснением, что позволяет ускорить и облегчить процесс работы [3]. Microsoft Visio, AutoCAD, Corel Draw - многофункциональные продукты, в которых также можно разработать план эвакуации, но для этого потребуются дополнительные действия. Недостатком с точки зрения массовости применения данных программ является то, что они платные и некоторые из них больше недоступны на территории Российской Федерации. Исходя из этого, был найден более удобный и практичный продукт - Inkscape. Программа доступна бесплатно и имеет интуитивно понятный интерфейс.

Inkscape – это векторный редактор с открытым исходным кодом. Обычно Inkscape используется для создания технических иллюстраций; веб-графики (например, прорисовка баннеров, пиктограмм для

приложений и кнопок сайтов), также используется в графике для игр; высококачественной печати и создания плакатов, визиток, логотипов. Выгрузка изображений доступна в популярных форматах: PNG, SVG, EPS, PostScript, PDF [4].

Алгоритм разработки плана эвакуации

- 1) Задать размер рабочей области (600x400 или 400x300 мм)
- 2) Загрузить схему этажа здания (разместить схему в рабочей области)
- 3) Обозначить стены, двери, перегородки и объекты, формирующие пути движения (группа недвижимых элементов, формирующих пути движения)
- 4) Обозначить пути движения при эвакуации (кратчайшие маршруты движения до выходов, обозначаются линиями зеленого цвета со стрелками)
- 5) Разместить знаки безопасности
- 6) Нанести текстовые обозначения (заголовок, руководитель организации, таблицы условных обозначений и др.)

Для удобства разработки следует разместить элементы каждого этапа работы на отдельном слое. На рисунке 1 представлен пример организации списка слоев.

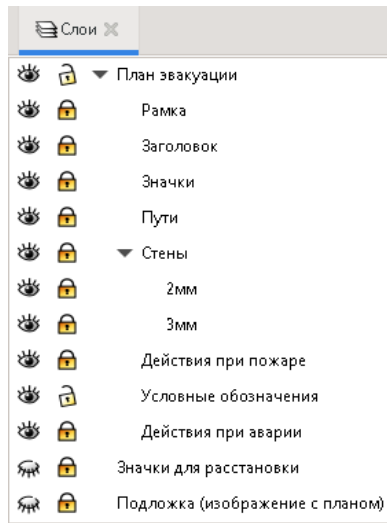


Рисунок 1 — Список слоев проекта плана эвакуации

Заключение

В ходе работы создан инструментарий для создания планов эвакуации на основе открытого программного обеспечения. Данной разработкой может пользоваться любой желающий без каких-либо ограничений, что является безусловным преимуществом перед другими аналогами.

Список литературы

1. Частые вопросы по планам эвакуации. URL: <https://opb-region.ru/info/chastye-voprosy-po-planam-evakuacii> (дата обращения: 06.06.2022).
2. Александр Симонов. Как начертить план эвакуации // Проектирование и строительство домов, коттеджей. URL: <https://proekt-sam.ru/plans/kak-nachertit-plan-evakuacii.html> (дата обращения: 06.06.22)
3. Сергеев П. Программы для создания плана эвакуации // Проектирование и строительство домов, коттеджей. URL: <https://proekt-sam.ru/evakuaciya/programma-dlya-plana-evakuacii.html> (дата обращения: 06.06.22)
4. Данилова С. Ю. Векторный редактор Inkscape // Компьютерная графика. URL: <https://sites.google.com/site/plttcompgraf/camrab/inkscape> (дата обращения: 06.06.22)

ALGORITHM FOR DEVELOPING EVACUATION PLANS IN INKSCAPE

D.Yu. Popova, B.V. Chirkov

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: dp5592100@gmail.com, b.v.chirkov@gmail.com,

The evacuation plan is an integral part of the system of ensuring the safety of people in the building. The article describes a way to develop an evacuation plan in the Inkscape program.

Keywords: evacuation plan, Inkscape, evacuation plan creation algorithm.

Раздел II

Техносферная безопасность

УДК 614.849

КИНЕТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ (ДОЛГОВЕЧНОСТЬ) ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК АНАЛОГ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

М. М. Шахабов, А. Б. Сивенков, В. М. Ройтман

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Россия

e-mail: *Shahmayrbek95_95@mail.ru, sivenkov01@mail.ru*

В статье показано, что прикладная теория огнестойкости строительных объектов, фактически, соответствует фундаментальной кинетической концепции разрушения и прочности твердых тел. Это дает возможность расширить круг решаемых задач огнестойкости, в том числе с учетом режимов реальных пожаров, и повысить точность их решения. Проведенный анализ научных работ показал, что оценка огнестойкости строительных конструкций производилась на основе данных о пределах огнестойкости конструкций, полученных до начала эксплуатации и фактор ухудшение состояние строительных конструкций фактически не учитывается при рассмотрении вопроса оценки пределов огнестойкости этих конструкций. Научное исследование проводится в рамках направления, которое было сформулировано при участие профессора Ройтмана Владимира Мироновичем. Направление, посвященное изучению огнестойкости зданий и сооружений с учетом износа этих объектов в условиях длительного воздействия окружающей среды, механических нагрузок и т. д.

Ключевые слова: кинетика, пожар, огнестойкость, материал, конструкция, здание.

Введение

В современном мире металлические конструкции находят широкое практическое применение. Безусловно, причиной тому является способность металлических конструкций воспринимать различные значительные нагрузки, благодаря долговечности, надежности работы и значительной высокой прочности. Вместе с тем возрастает сложность возводимых конструкций, повышается степень ответственности зданий и сооружений и т. д. [1]. В связи с этим при обеспечении пожарной безопасности зданий и сооружений наиболее актуальной задачей является определение критических температур и время наступления предельных состояний строительных конструкций. Показателем огнестойкости стальных конструкции является фактический предел огнестойкости, который определяется по времени наступления одного или нескольких

значений предельных состояний (R, E или I). Значение фактических пределов огнестойкости конструкций определяются тремя основными способами: экспериментальным, справочными (табличными) данными и расчетным [2].

Основные принципы расчета огнестойкости конструкций были заложены в работах: Мурашева В. И., Ройтмана М. Я., Яковлева А. И., Милованова А. Ф., Жукова В. В., Kordina K., Harmathy T. и др. Дальнейшее развитие методов расчёта огнестойкости обеспечили: Ройтман В. М., Голованов В. И., Зенков Н. И., Бушев В. П., Пчелинцев В. А., Федоренко В. С., Фёдоров В. С., Страхов В. Л., Олимпиев В. Г., Дмитриев А. Н. и др.

Ухудшение технического состояния строительных конструкций, во время эксплуатации, приводит к снижению их несущей способности и, соответственно, к снижению их огнестойкости. Однако, анализ работ указанных авторов показал, что до настоящего времени оценка огнестойкости строительных конструкций производилась на основе данных о пределах огнестойкости конструкций, полученных до начала эксплуатации. Это не соответствует реальному состоянию эксплуатируемых конструкций при пожаре и приводит к недооценке реальной опасности пожара для эксплуатируемых зданий и сооружений.

Результаты и их обсуждение

Исследование проводится в рамках большого направления, которое было сформулировано при участие профессора Ройтмана Владимира Мироновичем, направление, посвященное изучению огнестойкости зданий и сооружений с учетом износа этих объектов в условиях длительного воздействия окружающей среды, механических нагрузок и т. д.

Огнестойкость строительного материала [4–7] — это время сопротивления нагруженного (до напряжения σ) образца строительного материала при температуре нагрева t или режиме нагрева $t(\tau)$, до разрыва образца.

Известно, огнестойкость строительных конструкций с помощью применения расчетного подхода определяется по методу инженерного расчета огнестойкости и методу оценки огнестойкости по табличным данным, а также по методу численного моделирования. Сущность метода инженерного расчета огнестойкости металлических конструкций заключается в решении прочностной (статической) и теплотехнической задач. Статический подход основан на том, что разрушение твердого тела (разрыв связей в структуре твердого тела), происходит мгновенно, при наступлении т. н. «предела прочности материала»

или «критической температуры прогрева» материала (при оценках огнестойкости) [3]. Однако, результаты исследований [3,5] показывают, что статический подход, во многих случаях, противоречит реальному механизму процессов разрушения и деформирования твердых тел. В реальных условиях, «предел прочности», «критическая температура прогрева» материалов не являются неизменными величинами, а могут заметно изменяться в зависимости от условий испытания, от скорости деформирования и режима прогрева [4].

Кинетический подход к разрушению (прочности) твердых тел, в отличие от статического подхода, рассматривает разрушение как реальный, развивающийся во времени, процесс накопления нарушений в структуре твердых тел. В качестве кинетической характеристики прочностных свойств материала, было предложено (ФТИ им. А. Ф. Иоффе АН СССР) понятие: долговечность твердого тела.

Долговечность твердого тела [3] характеризует время сопротивления нагруженного (до напряжения σ) образца материала, при температуре нагрева t , до разрыва образца. С точки зрения кинетической концепции, «долговечность» является фундаментальной характеристикой механической прочности материала.

Зависимости показателя «огнестойкость строительных материалов» от условий реального пожара описывается основным уравнением огнестойкости [4] (1 – 2):

$$\tau d^f = \tau_0^f \exp [U^f(\sigma)/kt], \quad (1)$$

$$U^f(\sigma) = U_0^f - \gamma^f \sigma, \quad (2)$$

где: τd^f — огнестойкость строительного материала, U^f — энергия активации разрушения строительного материала в условиях пожара, кДж/моль, τ_0^f — предэкспоненциальный множитель зависимости для строительных материалов в условиях пожара, U_0^f — начальная энергия активации разрушения материала в условиях пожара, кДж/моль, γ^f — структурный коэффициент разрушения строительного материала от механической нагрузки, кДж/(моль·МПа).

Основное отличие кинетической концепции разрушения и прочности твердых тел от статической состоит, прежде всего, в том, что долговечность тела одинаковым образом определяется как напряжением, так и температурой тела.

Заключение

Согласно [4, 9] при решении ряда новых вышеперечисленных задач расчета огнестойкости объектов, использование «статического подхода» [8] для оценки огнестойкости становится неэффективным. Фактически, предлагаемый метод даёт возможность перехода от статической задачи [4] огнестойкости к задаче, учитывающей время воздействия пожара [4].

Таким образом, изменение сопротивления материалов строительных конструкций, в условиях пожара, в зависимости от времени воздействия реального пожара и от температуры позволяет более точно решать ряд новых задач огнестойкости в том числе с учетом влияния времени и условий эксплуатации конструкций на их огнестойкость к моменту возникновения пожара.

Список литературы

1. Ройтман, В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий [Текст] / В.М. Ройтман; Моск. гос. строит. ун-т, Ин-т инж. безопасности в стр-ве. – М.: Ассоц. «Пожарная безопасность и наука», 2001. – 382 с.
2. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов (к СНиП II-2–80) [Текст] / ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1985. – 56 с.
3. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. Успехи физических наук, 1972, том 106, вып.2, с. 193-228.
4. Ройтман В.М. Огнестойкость строительных материалов как базовая характеристика кинетической теории огнестойкости. Пожары и чрезвычайные ситуации, № 1 (январь-март), 2019, с. 62-69.
5. Бетехтин В.И., Ройтман В.М., Слуцкер А.И., Кадомцев А.Т. Кинетика разрушения нагруженных материалов при переменной температуре. – Журнал технической физики, т.68, №1, 1998. (V.I.Betekhtin, V.M. Roytman, A.I.Slutsker, and A.G.Kadomtsev. - Kinetics of the failure of loaded materials at variable temperature. Technical physics. American Institute of Physics, Volume 43, Number 11, November1998, pp.1342- 1346).
6. Ройтман В.М. Оценка огнестойкости строительных конструкций на основе кинетических представлений о поведении материалов в

- условиях пожара. Дисс. на соискание уч. степени докт. техн. наук. – М.: МИСИ им. В.В.Куйбышева, 1987. – 412 с.
7. V.M. Roitman Consideration of Real Fire Condition while Calculating the Fire Resistance of Building Structures on the Basis of the kinetic Approach. – Fire Safety Journal, 16, 1990, pp.433-442
 8. Бушев В.П., Пчелинцев В.А., Федоренко В.С., Яковлев А.И. Огнестойкость зданий. – М: Стройиздат, 1970. – 261 с., ил.
 9. Ройтман В.М., Сивенков А.Б. Огнестойкость строительных материалов – инновационная характеристика расчета конструкций на огнестойкость. Сборник материалов 8-ой научно-практической конференции «Ройтмановские чтения». - М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 97-100.

KINETIC CONCEPT (DURABILITY) OF SOLIDS AS AN ANALOGUE OF FIRE RESISTANCE OF BUILDING MATERIALS

M.M.Shakhabov, A.B. Sivenkov, V.M. Roitman

FSBEI HE Academy of the State Fire Service, 129366 Russia, Moscow,
Universitetskaya, 1

e-mail: *Shahmayrbek95_95@mail.ru, sivenkov01@mail.ru*

The article shows that the applied theory of fire resistance of construction objects, in fact, corresponds to the fundamental kinetic concept of destruction and strength of solids. This makes it possible to expand the range of fire resistance tasks to be solved, including taking into account the modes of real fires, and to increase the accuracy of their solution. The analysis of scientific works has shown that the assessment of the fire resistance of building structures was carried out on the basis of data on the limits of fire resistance of structures obtained before the start of operation and the factor of deterioration of the condition of building structures is not actually taken into account when considering the issue of assessing the limits of fire resistance of these structures. The scientific research is carried out within the framework of the direction that was formulated with the participation of Professor Vladimir Mironovich Roitman. The direction devoted to the study of fire resistance of buildings and structures, taking into account the wear of these objects in conditions of prolonged environmental exposure, mechanical loads, etc.

Keywords: kinetics, fire, fire resistance, material, construction, building.

УДК 614.849

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СПОСОБОВ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е. В. Мельдер, А. Б. Сивенков

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Россия

e-mail: *gokatel@yandex.ru, sivenkov01@mail.ru*

Применение металлических конструкций позволяет при определённых условиях обеспечить долговечность и эксплуатационную устойчивость объектов строительства. Одним из существенных недостатков является их незначительная огнестойкость. Для защиты металлических конструкций от пожара применяют различные пассивные способы огнезащиты. Для повышения эффективности и технологичности применяемых видов огнезащиты целесообразным является рассмотрение комбинаций огнезащитных средств. В настоящее время они используются крайне неактивно, поскольку может усложняться технология их применения. В работе обсуждается вопрос возможности получения эффективных комбинаций на основе применения различных интумесцентных систем, а также термостойких огнезащитных покрытий.

Ключевые слова: огнезащита, комбинированная огнезащита, вспучивающиеся покрытия, огнезащитная эффективность, стальные конструкции, огнестойкость.

Металлические конструкции являются одним из наиболее применяемых и рациональных видов конструкций для зданий и сооружений различного функционального назначения. Из всех изготавливаемых в настоящее время несущих конструкций металлические являются достаточно лёгкими, обладают не только значительной прочностью, но и высокой плотностью – непроницаемостью для газов и жидкостей. В качестве преимуществ стальных конструкций по сравнению с конструкциями из других материалов необходимо отметить высокую несущую способность при различных видах напряжённого состояния (растяжение, сжатие, изгиб), индустриальность и лёгкость монтажа [1].

Одним из наиболее существенных недостатков металлических конструкций является их слабая восприимчивость к воздействию высоких температур (пожара). Известно, что уже в среднем на 10-15 минуте может наступить предел огнестойкости стальных конструкций (потеря несущей способности) с их обрушением или возникновением предельных деформаций. В этом плане наиболее распространённым способом повышения огнестойкости металлических конструкций является применение различных видов огнезащиты, в

том числе конструктивной или поверхностной огнезащиты. Опыт разработки и применения различных способов и видов огнезащиты уже насчитывает многие десятилетия как в России, так и за рубежом.

Согласно ГОСТ Р 53295-2009 [2] различают следующие способы огнезащиты стальных конструкций: конструктивная огнезащита (толстослойные напыляемые составы, штукатурки, облицовки плитными, листовыми материалами), огнезащита тонкослойными вспучивающимися покрытиями и комбинированная огнезащита. Особенно популярным в мире является разработка вспучивающихся (интумесцентных) систем, способных при повышении температуры образовывать вспененный теплоизолирующий слой на защищаемой поверхности конструкции. Преимуществами данных составов являются: относительно низкая трудоёмкость при монтаже, отсутствие значительного утяжеления каркасов зданий и сооружений, хорошие декоративные качества большинства из них, вибростойкость и ремонтпригодность [3]. Важным обстоятельством широкого применения данных огнезащитных систем является их нанесение на поверхность конструкции относительно тонким слоем до 2-3 мм с обеспечением высокого огнезащитного эффекта, что не создает значительных нагрузок на строительные конструкции. Однако, как показывает практика и результаты проводимых огневых испытаний, получить устойчивый, технологичный и надежный результат с использованием подобных огнезащитных систем достаточно сложно. Это во многом объясняется ограниченностью сырьевой базы и безальтернативностью многих компонентов, спецификой работы строительных конструкций под действием механической нагрузки и факторов окружающей среды.

Исследования в области вспучивающихся (интумесцентных) огнезащитных составов проводились, начиная с 30-х гг. XX в. Термин «интумесценция» ввели Дж. Ольсен (US Pat. 2442706) и С. Бешле при описании предложенного ими вспучивающегося состава на основе фосфорной кислоты, битума и других компонентов. Авторами первого патента интумесцентного огнезащитного состава являются Х. Трамм (US Pat. 2106938), С. Клар и др. Ими был предложен состав на основе диаммонийфосфата, дициандиамида и формальдегида, что обеспечивало при нагреве возникновение слоя вспученного углерода.

Начиная с 60-х годов XX века, применение огнезащитных материалов набирало популярность в США. В этот период наблюдалось развитие исследовательских работ в области совершенствования свойств вспучивающихся огнезащитных материалов. Так, Х. Вандерсал [4] в своей работе отметил, что полифосфат аммония был впервые опробован в огнезащитных материалах в 1965 г., а представленная им ти-

пичная для того времени рецептура водно-дисперсионной композиции, содержащая также пентаэритрит, меламин, хлорпарафины, диоксид титана и др., сохраняет актуальность и в настоящее время. Начиная с 1970 г. данное направление находит широкое распространение в СССР. Так, в авторском свидетельстве (а.с. 568270 СССР, С 09 К 3/28) выделяют эффективные огнезащитные композиции для металлических конструкций, включающие водорастворимое полимерное связующее, полифосфат аммония, мелем, минеральные наполнители и др. Показатель огнезащитной эффективности данных составов был равен 52 мин. Кроме того, Геденов П. П. с соавторами (а.с. 963980 СССР, С 04 В 43/10, С 04 В 19/04) выделяют композицию для огнезащитного покрытия металлических конструкций с пределом огнестойкости 60 мин. Данное вспучивающееся покрытие содержало в своём составе жидкое натриевое стекло, нефелиновый антипирен, а также различные порообразующие минералы.

Эффект действия вспучивающихся покрытий достигается путём поглощения тепла в результате выделения негорючих газообразных продуктов. Кроме того, показатель огнезащитной эффективности данных составов определяется тепловым сопротивлением карбонизированного слоя за счёт его структуры, плотности каркаса, а также теплопроводностью пенококса [5–9].

На сегодняшний день на российском рынке огнезащиты наблюдается достаточно большой выбор огнезащитных средств. Так, специалисты компании «Амвит Трейд» в рамках своей деятельности разработали тонкослойное огнезащитное вспучивающееся покрытие на основе органического растворителя для стальных конструкций под названием «Sika Unitherm ASR». Существует несколько рецептов данного вспучивающегося состава как для обработки конструкций внутри здания, так и для обработки на открытом воздухе. Максимальная огнезащитная эффективность, которую способно обеспечивать данное покрытие при нанесении на защищаемую поверхность, соответствует 2-й группе эффективности (R120 минут) по ГОСТ Р 53295-2009. Также одним из примеров огнезащитных не вспучивающихся средств, имеющих широкое применение для стальных конструкций, является огнезащитный состав «ОЗС-МВ», при нанесении которого возможно обеспечить не ниже 5 группы эффективности (R45) с достижением максимального эффекта по 2-й группе огнезащитной эффективности (R120) по ГОСТ Р 53295-2009. Данное покрытие обладает высоким теплоизолирующим эффектом для защищаемой поверхности.

В докладе [10] представлено описание вспучивающегося покрытия СГК-2, на которое можно обратить особое внимание. Основу данного

покрытия составляют хлорсульфированный полиэтилен и терморасширяющийся графит. Данный состав является совершенствованной рецептурой известного покрытия СГК-1 и сохраняет все его положительные свойства. В сравнении с СГК-1 также имеет ряд преимуществ: влаго- и морозостойкость, стойкость к воздействию агрессивных сред и нефтепродуктов, высокая адгезия к защищаемым конструкциям. Кроме этого, отмечается значительный показатель долговечности покрытия. Эмпирическим путём установлено, что теплоогнезащитные и эксплуатационные характеристики объектов после имитации 18-летней эксплуатации не ухудшились. Согласно технической документации на данное покрытие заявленная огнезащитная эффективность в зависимости от приведенной толщины металла, а также от толщины покрытия, может достигать до 150 мин.

Учитывая результаты наблюдений за характером формирования вспученного теплоизолирующего слоя огнезащитных покрытий, а также наблюдения других авторов, можно свидетельствовать о том, что тонкослойные покрытия реализуют механизм интумесценции в определенном интервале температур, что является причиной возможного прироста температуры на необогреваемой стороне образца в начальный период огневых испытаний. При достижении соответствующего объёма вспученного слоя покрытия прирост температуры на незащищаемой поверхности может составить в пределах 250-350 °С. В некоторых случаях эта температура может иметь более высокое значение [11]. Согласно исследованиям в работе [12], которые проводились по методу синхронного термического анализа (ГОСТ Р 53293-2009), были установлены температуры вспучивания огнезащитных составов интумесцентного типа на основе наиболее широко применяемых связующих. Так, в результате теплового воздействия на композицию на основе силиконового связующего в интервале температур 350-400 °С происходит активация процесса вспучивания покрытия. Кроме того, автор отметил, что образование пенококсового слоя состава на основе эпоксидной смолы происходит в схожем интервале температур – 350-450 °С. Огнезащитные составы на основе акриловой и водной дисперсий, которые содержат в качестве вспучивающихся добавок пентаэритрит и полифосфат аммония, имеют температуры вспучивания в интервале 300-450 °С и 300-400 °С соответственно. Исходя из этого, необходимо отметить, что температуры начала вспучивания составов, наиболее широко применяемых для огнезащиты стальных конструкций, имеют достаточно высокие значения. Отсюда логично предположить, что до момента вспучивания будет происходить интенсивный прогрев защищаемой конструкции.

Эффект первоначального прогрева элемента конструкции можно избежать в случае применения комбинированной огнезащиты, работающей послойно в различных температурных диапазонах. В соответствии с ГОСТ Р 53295-2009 комбинированная огнезащита – это способ повышения огнестойкости стальных строительных конструкций путём сочетания различных способов огнезащиты. Несмотря на нормативное закрепление данного понятия, информация о практическом применении данного способа имеет ограниченный характер. Теоретические предпосылки применения подобных огнезащитных технологий и немногочисленные натурные исследования возможности сочетать различные огнезащитные средства (огнезащитные механизмы) для строительных конструкций свидетельствуют о перспективности данного направления.

На сегодняшний день имеются ограниченные примеры комбинированных средств огнезащиты. Так, компания «Промизол» [13] разработала огнезащитную комбинацию, представляющую собой вспучивающуюся рулонную огнезащиту, которая состоит из сеточного материала, покрытого интумесцентной краской. Указанный состав соответствует 5-й группе огнезащитной эффективности средств огнезащиты по ГОСТ Р 53295-2009. Помимо этого, производственная компания «Огнехимзащита» разработала двухслойную конструктивную огнезащитную композицию для металла, которая способна обеспечить эффективность в пределах от 1-й до 4-й группы огнезащитной эффективности средств огнезащиты по ГОСТ Р 53295-2009. Покрытие состоит из теплоизоляционного материала и нанесённой поверх него вспучивающейся огнезащитной краски. Принцип действия поверхностного состава заключается в образовании слоя в виде вспененного пенококса, замедляющего нагрев защитной поверхности. Внутренний слой представляет собой покрытие с высокой теплоизолирующей способностью, повышающее эффект снижения прогрева стальной конструкции. Кроме этого, известна комплексная конструктивная огнезащита металлических конструкций «Стабитерм 12». Данная система состоит из огнезащитного рулонного базальтового материала кашированного фольгой и огнезащитного клеящего состава, который представляет собой композицию на базе силикатных связующих и минеральных наполнителей. Согласно технической документации на данный комбинированный материал были проведены испытания по ГОСТ Р 53295-2009 на стальных колоннах двутаврового сечения, в ходе которых было определено, что указанное покрытие способно обеспечить 1-ю и 3-ю группы огнезащитной эффективности в зависимости от приведённой толщины металла.

В рамках настоящих исследований были разработаны и испытаны различные рецептуры интумесцентных композиций. При проведении испытаний на прогрев в условиях, приближенных к стандартному температурному режиму, использовались стальные пластины (250x270x2 мм) с нанесёнными покрытиями. С помощью термоэлектрических преобразователей регистрировалось изменение температуры на необогреваемой поверхности опытного образца с течением времени до момента достижения образцом предельного состояния – критической температуры для стали. Данные испытания показали, что до момента начала вспучивания тонкослойное огнезащитное покрытие (толщина 1 мм) обеспечивает незначительный эффект снижения прироста температуры на необогреваемой поверхности образца (рисунки 1 и 2). Это обусловлено теплофизическими характеристиками самого покрытия и возможными физико-химическими процессами, определяющими подготовительную стадию образования вспученного слоя, то есть стадию перехода покрытия в вязкоэластичное состояние.

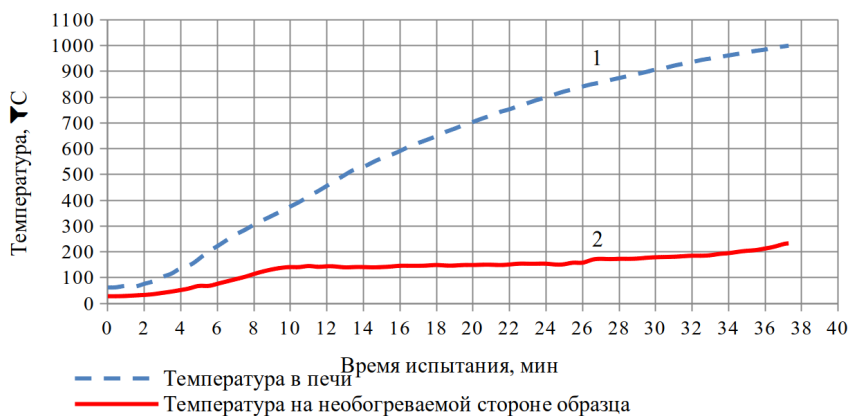


Рисунок 1 — Изменение температуры во время испытания опытного образца с огнезащитным вспучивающимся покрытием на основе терморасширяющегося графита и функциональных добавок

К моменту начала вспучивания температура на необогреваемой стороне образца уже составляет порядка 130-150 °C. Для некоторых других вариантов огнезащитных покрытий можно отметить более высокий прирост температуры в начальный период огневых испытаний фактически до 200 °C, что в конечном итоге снижает общий огнезащитный эффект применения вспучивающихся материалов.

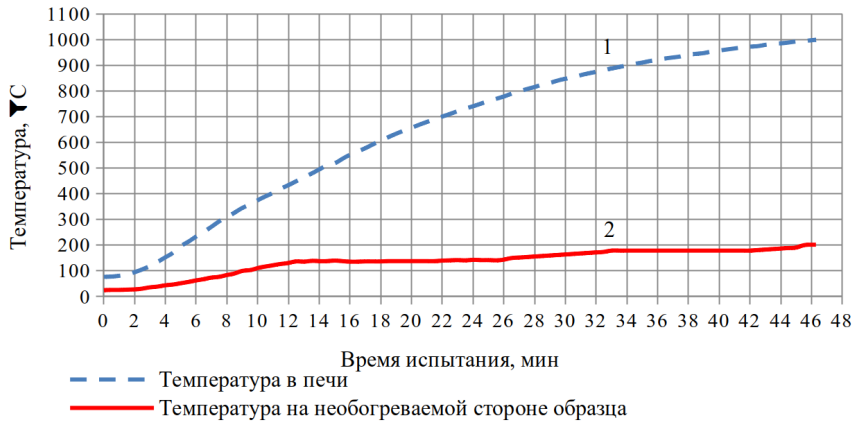


Рисунок 2 — Изменение температуры во время испытания опытного образца с огнезащитным вспучивающимся покрытием на основе классических антипиренов и термостойких компонентов

Решить проблему, связанную с достаточно стремительным приростом температуры на необогреваемой стороне образца до начала момента вспучивания, возможно при смещении температуры начала данного процесса до показаний менее 250 °C, но в комплексе с основным огнезащитным покрытием, имеющим температуры вспучивания в пределах 300-400 °C. Идейной линией работы является установление возможности разработки и применения комбинированного огнезащитного состава, включающего основной (внутренний) и вспомогательный (внешний) слой. Важно, чтобы данные слои работали в разных температурных диапазонах таким образом, чтобы протекающий процесс выгорания и усадки первого вспученного слоя приводил к синхронному вспучиванию основного покрытия без прерывания процесса нарастания пеногенного слоя и фактического значительного прироста температуры на необогреваемой поверхности стальной конструкции. Очевидно, что для реализации данной идеи необходим тщательный подбор компонентного состава как внешнего, так и внутреннего слоёв.

Согласно исследованиям Черновой Н.С. [14], известен терморасширяющийся графит марки JLS-GR-1002 с температурой начала вспучивания 190 °C. Отмечается, что данный компонент подавляет вспенивание органо-фосфатного состава за счёт реакции конденсации на графите образующихся при высокой температуре продуктов разло-

жения и реакций вспенивающе-карбонизирующей фазы. По-видимому, в композициях на основе терморасширяющегося графита вполне достаточно плёнкообразователя, а вспенивающе-карбонизирующая фаза в этом случае является излишней. Кроме этого, можно отметить патент № 2130953 (МПК C08L 9/02, C08L 61/10, C08L 63/00, C08K 13/02, C09D 5/18, C08K 13/02, C08K 3/04, C08K 5/10, C08K 5/18) на изобретение огнезащитной композиции, содержащей окисленный графит, модифицированный ледяной уксусной кислотой, со степенью расширения при 150-200 °С. Данное покрытие состоит из хлоропренового каучука, фенолформальдегидной смолы, эпоксидного олигомера и др. Но одним из существенных недостатков данного покрытия является пониженная атмосферо- и водостойкость.

Также представляют интерес результаты исследований огнестеплозащитного покрытия для стеклопластиков на основе перхлорвиниловой смолы, содержащей в качестве модификатора фосфорброматсодержащий олигомер (ФЭДА) [15]. Авторы провели испытания по разработанной методике путём воздействия на обработанный образец стеклопластика источника открытого огня. Результаты испытания показали, что при использовании данного покрытия толщиной 1 мм, содержащего 7,5% ФЭДА, зафиксирована температура начала вспучивания в пределах 80 °С.

Очевидно, что разработка отдельных огнезащитных покрытий (вспучивающихся или термостойких), имеющих одно- или разноименные механизмы огнезащитного действия для комбинированных систем огнезащиты стальных конструкций, потребует детального изучения особенностей совместной работы этих покрытий, эффективной реализации ступенчатого механизма интумесценции. Особое внимание необходимо уделить комбинированным видам огнезащиты, способным обеспечивать в условиях пожара долговременную работоспособность стальных конструкций, находящихся под действием внешней нагрузки и различных внешних факторов окружающей среды.

Список литературы

1. Муханов К. К. Металлические конструкции: учеб. пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1978. 572 с.
2. ГОСТ Р 53295-2009. Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности
3. Романенков И. Г., Левитес Ф. А. Огнезащита строительных конструкций: учеб. пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1991. 322 с.

4. Vandersall H. L. Intumescent Coating Systems, Their Development and Chemistry // J. Fire and Flamm. 1971. No 2. Pp. 97-140.
5. Баженов С. В., Наумов Ю. В. Определение срока службы огнезащитных покрытий по результатам натурных и ускоренных климатических испытаний // Пожаровзрывобезопасность. 2005. № 6. С. 59-67.
6. Еремина Т. Ю., Бессонов Н. М., Дьяченко П. В. К вопросу оценки коэффициента эффективной теплопроводности вспученных составов // Пожаровзрывобезопасность. 2002. № 5. С. 13-18.
7. Халтуринский Н. А., Крупкин В. Г. О механизме образования огнезащитных вспучивающихся покрытий // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 10. С. 33-36.
8. Зыбина О. А., Бабкин О. Э., Танклевский Л. Т., Мнацаканов С. С. Формирование интумесцентного слоя при термоллизе органофосфатммонийных огнезащитных покрытий // Мир гальваники. 2014. № 5. С. 56-58.
9. Кривцов Ю. В., Ладыгина И. Р., Колесников П. П. Современные методы обеспечения огнестойкости стальных и железобетонных конструкций // Вестник НИЦ "Строительство". 2017. № 3 (14). С. 134-143.
10. Гаращенко А. Н., Теплоухов А. В. Влияние срока эксплуатации на свойства вспучивающихся покрытий и пределы огнестойкости защищаемых ими конструкций на примере состава СГК-2 // Матер. VIII междунар. конф. "Полимерные материалы пониженной горючести". Кокшетау: Академия гражданской защиты МЧС Республики Казахстан, 2017. С. 93-94.
11. Сосков А. А., Пронин Д. Г. Огнезащита стальных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 7. С. 57-59.
12. Головина Е.В. Методика оценки термостойкости огнезащитных составов интумесцентного типа для объектов нефтегазовой отрасли.: дис. ... канд. тех. наук., Екатеринбург, 2019.
13. Гравит М. В., Симоненко Я. Б., Прусаков В. А. 3-D-огнезащита для кабельных линий и строительных конструкций // Матер. IX междунар. конф. "Полимерные материалы пониженной горючести". Кокшетау: Академия гражданской защиты МЧС Республики Казахстан, 2019. С. 60-62.
14. Чернова Н. С. Химические превращения и механизм огнезащитного действия вспучивающихся композиций: дис. ... канд. техн. наук, СПб., 2010.

15. Каблов В. Ф., Кейбал Н. А., Бондаренко С. Н., Лобанова М. С., Гаращенко А. Н., Заиков Г. Е. Исследование эффективности огнестеплозащитного вспучивающегося покрытия на основе перхлорвиниловой смолы для стеклопластика // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16, № 13. С. 119-122.

PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE USE OF COMBINED METHODS OF FIRE PROTECTION OF STEEL STRUCTURES

E. V. Melder, A. B. Sivenkov

FSBEI HE Academy of the State Fire Service, 129366 Russia, Moscow,
Universitetskaya, 1

e-mail: *gokamel@yandex.ru, sivenkov01@mail.ru*

The use of metal structures allows, under certain conditions, to ensure the durability and operational stability of construction objects. One of the significant disadvantages is their low fire resistance. To protect metal structures from fire, various passive methods of fire protection are used. To increase the efficiency and manufacturability of the types of fire protection used, it is advisable to consider combinations of flame retardants. Currently, they are used extremely inactive, since the technology of their application may become more complicated. The paper discusses the possibility of obtaining effective combinations based on the use of various intumescent systems, as well as heat-resistant flame-retardant coatings.

Keywords: fire protection, combined fire protection, bulging coatings, fire-retardant efficiency, steel structures, fire resistance.

УДК 53.082.9

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОБИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФА ДЛЯ МОНИТОРИНГА УТОМЛЯЕМОСТИ

А. Д. Шакиров

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: artdmshakirov@gmail.com

Когнитивная усталость оказывает различные негативные воздействия на человека. Увеличивается риск возникновения аварийной ситуации на рабочем месте, автотранспорте и т.д. В данной статье рассмотрено нестандартное технологическое решение для регистрации биосигналов, их обработки и отправки на персональное носимое устройство с целью мониторинга показателя внимания (усталости). Решение ориентировано на использование беспроводного интерфейса и аккумуляторное электропитание. В приоритете минимальная себестоимость.

Ключевые слова: ЭЭГ, усталость, внимание, АЦП, ESP32, Bluetooth.

Введение

В работе [1] авторы с помощью 256-канального электроэнцефалографа подробно исследовали изменение индекса утомления во время длительной когнитивной нагрузки, выделив некоторые зоны, в которых это изменение выражено наиболее ярко. Было решено ориентироваться на минимальное количество каналов (от 1 до 8), измеряющих параметры именно в этих зонах.

Требовалось разработать демонстрационный стенд (в перспективе — законченное устройство), способный снять и оцифровать сигнал порядка нескольких микровольт. Также необходимо было обеспечить изоляцию пользователя от электрической сети 220В. Поэтому было решено использовать микроконтроллер с беспроводным радиоинтерфейсом для передачи данных на персональное носимое устройство, на котором не представляет сложности продемонстрировать вычисленные показатели в реальном времени, а сам аппарат сделать способным работать длительное время с помощью питания от литий-ионного аккумулятора, не имеющего какой-либо электрической связи с сетью 220В.

Основная часть

АЦП большинства микроконтроллеров не способно преобразовать сигнал порядка нескольких микровольт, поэтому требовалось его усилить. В аналогичных устройствах со схемами в открытом доступе [3, 4] эта проблема решается либо использованием специальной микросхемы с усилителями и многобитными АЦП (например, ADS1299) со множеством каналов, либо использованием каскада инструментальных усилителей для каждого канала аппарата ЭЭГ.

В результате поиска аналогичного решения, но с менее высокой стоимостью, была найдена и применена микросхема АЦП HX711, представляющая собой 24-битный сигма-дельта АЦП с инструментальным усилителем на входе. Кроме возможности 128-кратного усиления, высокая разрядность АЦП (эффективное число бит — примерно 16) также позволяет лучше различить сигнал. Ограничением также является низкая дискретность АЦП (80 Гц), но для рассматриваемых целей данное ограничение незначительно, так как все основные ритмы ЭЭГ лежат как раз в области спектра ниже 40 Гц.

Была разработана принципиальная схема аналогового модуля с АЦП, фильтром по питанию для аналогового питания, фильтром высоких частот для электродов (рисунок 1).

В [3] изложен используемый способ расчёта показателя внимания R (формула 1):

$$R = \frac{E_{\alpha}}{E_{\beta}}, \quad (1)$$

где E_{α} — уровень альфа ритмов, E_{β} — уровень бета ритмов.

В качестве микроконтроллера было решено использовать ESP32. После вычисления ритмов ЭЭГ путём нахождения 128-точечного быстрого преобразования Фурье, данные было решено отправлять по Bluetooth. В результате поиска было обнаружено, что может быть использован протокол [5] (использует Bluetooth Serial Port Profile). Для этого протокола существует множество приложений для смартфонов, с помощью которых можно передавать исходные данные и вычисленные параметры.

Для программирования ESP32 был использован ESP-IDF и ESP-DSP для БПФ.

Для проверки демонстрационного стенда был использован тестовый гармонический сигнал 10 Гц, генерируемый ЦАП ESP32. С помощью резистивного делителя напряжения и виртуальной земли (напряжение

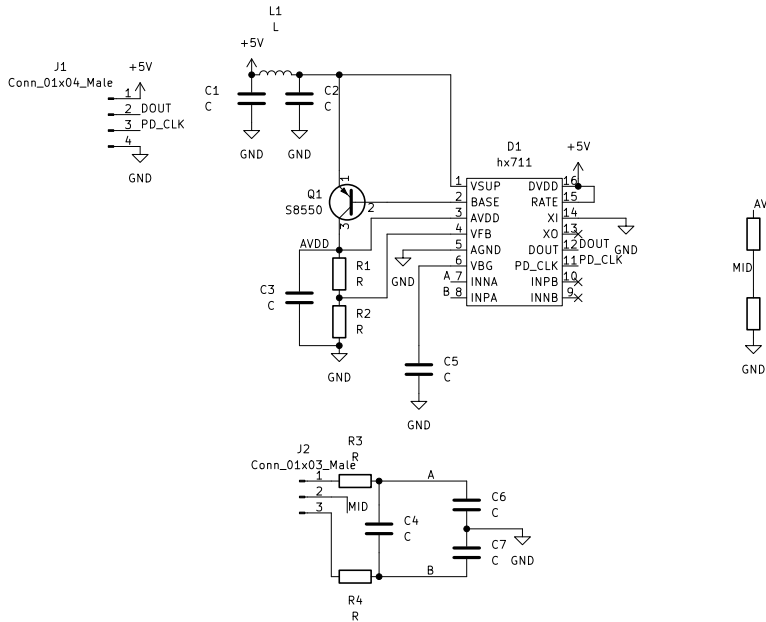


Рисунок 1 — Принципиальная схема аналогового модуля

которой равно половине напряжения питания), его размах был уменьшен до 24 мкВ.

Заключение

Разработанный демонстрационный аппарат успешно распознавал тестовый сигнал (отображал по отладочному интерфейсу в псевдографическом режиме график спектра с отчётливым пиком в области 10 Гц), сопрягался со смартфоном и отправлял данные (уровни ритмов ЭЭГ и уровень внимания), которые успешно отображались на экране.

Решение доказало свою работоспособность для регистрации биосигналов и оказалось дешевле упомянутых в основной части решений со специализированными микросхемами для регистрации электроэнцефалограммы, которые ориентированы на визуальный анализ и поэтому должны предоставлять излишнюю детализацию.

Также допустимо использование данного решения не только для аппаратов ЭЭГ, но и для других типов сигналов, например, регистрация мышечной активности перспективна для экзоскелетов.

Список литературы

1. Поликанова И.С., Сергеев А.В. Влияние длительной когнитивной нагрузки на параметры ЭЭГ // Национальный психологический журнал. 2014. №1 (13)
2. Liu, Ning-Han et al. "Recognizing the degree of human attention using EEG signals from mobile sensors." // Sensors (Basel, Switzerland) vol. 13,8 10273-86. 9 Aug. 2013, doi:10.3390/s130810273
3. OpenEEG [Электронный ресурс] // The ModularEEG. URL: <http://openeeg.sourceforge.net/doc/modeeg/modeeg.html> (дата обращения: 23.09.2022).
4. OpenBCI Documentation [Электронный ресурс] // Welcome to the OpenBCI Community, URL: <https://docs.openbci.com/> (дата обращения: 23.09.2022).
5. MindSet Communications Protocol // NeuroSky, May 7, 2015 URL: http://developer.neurosky.com/docs/lib/exe/fetch.php?media=mindset_communications_protocol.pdf (дата обращения: 15.06.2022)

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX OF A MOBILE ELECTROENCEPHALOGRAPH FOR FATIGUE MONITORING

A. D. Shakirov

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: artdmshakirov@gmail.com

Cognitive fatigue has various negative effects on a person. The risk of an emergency situation at the workplace, motor transport, etc. increases. This article discusses a non-standard technological solution for recording biosignals, processing them and sending them to a personal wearable device in order to monitor the indicator of attention (fatigue). The solution is focused on the use of a wireless interface and battery power supply. The priority is the minimum cost.

Keywords: EEG, Fatigue, Attention, ADC, ESP32, Bluetooth.

УДК 636.084.744.2, 004.42

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗДАТЧИКОМ КОРМА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ATmega128rfal

А. В. Кривова

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: *krivovaav@mail.ru*

В статье приведено описание процесса разработки автоматизированной системы управления раздатчиком корма на базе микроконтроллера ATmega128rfal.

Ключевые слова: кормушка; раздатчик корма; микроконтроллер; 3д печать

Введение

Владение домашним питомцем зачастую несет за собой ряд проблем и обязательств. На данный момент в продаже можно найти разнообразные устройства, предоставляющие возможности по контролю количества и качества питания домашних питомцев, основное их различие – функционал и цена.

Автоматизация процесса обеспечения питомцев кормом – это комплексный механизм автоматизации, позволяющий организовать рабочий процесс человека наиболее легким и доступным способом, освободить от непосредственного участия в функции управления и наблюдения за процессом.

Описание предметной области

Целью работы являлось создание специализированного электронного устройства для автоматической подачи корма на базе микроконтроллера ATmega128rfal (далее кормушка).

Исходя из поставленной цели, был выстроен ряд задач для, а именно: 1) разработать логическую схему системы; 2) разработать электрическую схему системы; 3) спроектировать корпус; 4) изготовить корпус; 5) произвести сборку; 6) провести тестирование устройства.

Также был проведен анализ уже существующих аналогов и на основе выделенных плюсов и минусов в систему вносились изменения, чтобы не допустить появления таких же недостатков.

Инструменты

Ядром системы является микроконтроллер ATmega128rfa1 [9]. На рисунке 1 представлена структурная схема системы. Управляющая программа для МК написана на языке C.

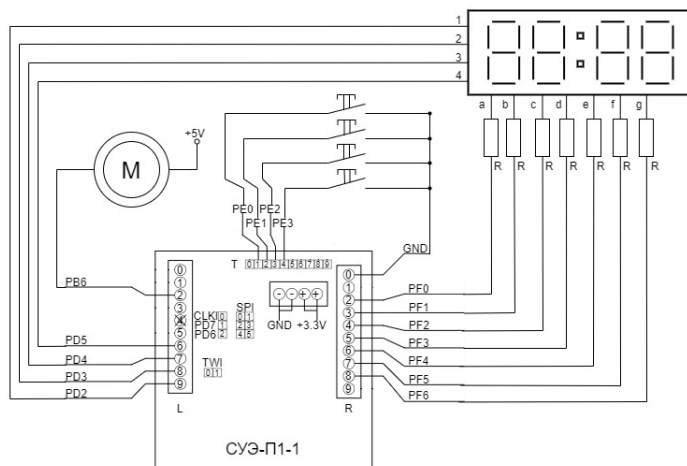


Рисунок 1 — Структурная схема системы автоматической подачи корма базе микроконтроллера Atmega128rfa1

Разработка корпуса кормушки проведена в программе FreeCAD. После построения трехмерной модели все детали были загружены в программу-слайсер Polygon X для подготовки к печати и в дальнейшем напечатаны на 3D принтере Picaso Designer пластиком ABS. На изготовление всех деталей корпуса ушло 45 часов (без учета времени, потраченного на повторное изготовление некоторых деталей из-за дефектов печати).

На основе структурной схемы (рисунок 1) был изготовлен интерфейс для для управления кормушкой (изображен на рисунке 2), который состоял из кнопок для управления и четырехразрядного семисегментного индикатора для вывода информации.

Заключительным этапом была сборка всего корпуса кормушки. Для этого были использованы винты и гайки. Детали не требовали дополнительного сверления, поскольку все отверстия для сборки были сделаны на этапе создание трехмерных моделей. Нанесение дополнительной резьбы не потребовалось так как поверхность

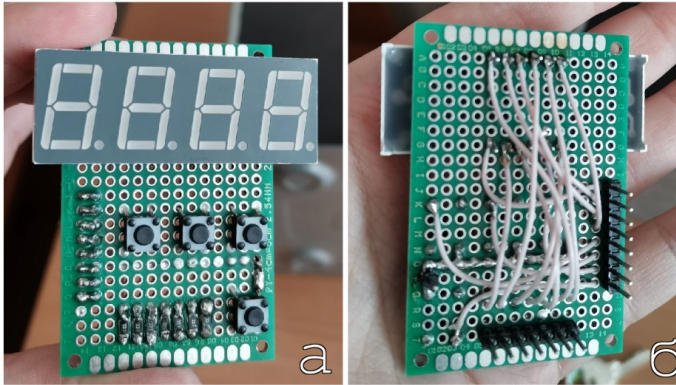


Рисунок 2 — Интерфейс управления системой: а) вид спереди;
б) вид сзади

отверстий имеет ребристую текстуру, которая появляется при печати на FDM принтерах. Итоговая сборка изображена на рисунке 3.

В итоге получилось устройство со следующими характеристиками:

- Размер: 310 мм x 130 мм x 270 мм;
- Объем контейнера: 3 литра (может быть дополнительно расширен);
- Устройство работает от сети через блок питания на 5V 2A;
- На данный момент присутствует один режим работы (по таймеру).



Рисунок 3 — Корпус системы автоматической подачи корма

Заключение

Разработав систему автоматического управления раздатчиком корма и применив её на практике, человек освободит себя от постоянного контроля расписания кормления домашнего питомца, а также позволит контролировать объем порций при кормлении. Конечно, это не полностью исключает хозяина из жизни домашнего питомца, но значительно упрощает рутину, связанную с кормлением.

Список литературы

1. Авдеев В. А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование / В.А. Авдеев. – М.: ДМК, 2016. – 348 с.
2. Гусев В. Г. Электроника и микропроцессорная техника (для бакалавров) / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – М.: КноРус, 2015. – 447 с.
3. Джон Мортон. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. – М.: Издательский дом “Додэка-XXI”, 2006. – 272 с.
4. Татьяна Климачева. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование / Татьяна Климачева. – М.: БХВ-Петербург, 2008. – 912 с.
5. Липпман С. Основы программирования на C++ / С. Липпман. – М.: Вильямс, 2011. – 256 с.
6. Сорокин С. В. Основы разработки и программирования робототехнических систем. Учебное пособие / С. В. Сорокин. – Тверь: твер.гос.ун-т, 2017. – 157 с.
7. Использование библиотеки для работы с семисегментным индикатором. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://radioparty.ru/programming/avr/c/365-lesson-7segment-library>, свободный (13.06.2022).
8. AMS1117-3.3 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [datasheethttps://static.chipdip.ru/lib/552/DOC001552809.pdf](https://static.chipdip.ru/lib/552/DOC001552809.pdf) (13.06.2022).
9. ATmega128RFA1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8266-MCU_Wireless-ATmega128RFA1_Datasheet.pdf (13.06.2022)

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED FEED DISPENSER CONTROL SYSTEM BASED ON THE ATMEGA128RFA1 MICROCONTROLLER

A. V. Krivova

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

e-mail: *krivovaav@mail.ru*

The article describes the process of developing an automated feed dispenser control system based on the ATmega128RFA1 microcontroller.

Keywords: feeder; feed dispenser; microcontroller; 3d printing.

УДК 631.234:628.8+631.829

БЕЗОПАСНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОДКОРМКИ РАСТЕНИЙ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

И. Р. Владыкин, М. А. Иванов

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

e-mail: per-ivan@mail.ru, mitim1995@mail.ru

В виду того, что в атмосфере земли не высокая концентрация углекислого газа выращивание растений в подобных условиях является фактором, ограничивающим урожайность, но с помощью специализированной установки, которая осуществляет подкормку растений CO_2 , можно добиться увеличения урожайности и контролировать процесс вегетации и цветения растений. Подачу углекислого газа предполагается контролировать при помощи непосредственного воздействия на воздушный и водяной насосы. В данной статье проведен расчет мощности электродвигателей воздушных и водяных насосов, подобраны частотные преобразователи, а так же приведены аргументы в пользу безопасности использования данной установки.

Ключевые слова: система управления, углекислый газ, сооружения защищенного грунта, регулирование электродвигателей, безопасность, защита от поражения электрическим током.

Введение

Вопрос подкормки растений в овощеводческих и цветочеводческих хозяйствах Российской Федерации на сегодняшний день очень важен. Остро стоит вопрос об осуществлении подкормок углекислым газом растений в сооружениях защищённого грунта. Не высокая концентрация углекислого газа при выращивании растений является фактором, ограничивающим урожайность. Как известно растениям для осуществления фотосинтеза необходимо большое количество воздуха, так как содержание углекислого газа в атмосферном воздухе составляет всего лишь 0,03%, то этого недостаточно для оптимального роста и развития растений. При недостаточном воздухообмене, содержание CO_2 в теплицах в результате его интенсивного поглощения растениями может упасть ниже 0,01% и фотосинтез практически прекращается. Изучение безопасности технологий подкормки культур защищенного

грунта углекислым газом, а вместе с тем повышение эффективности работы электрооборудования для подкормки растений CO_2 , а также проведение расчета необходимой мощности электродвигателей для установок по генерации углекислого газа является приоритетной задачей для данного исследования.

Основная часть

При разработке установки подкормки растений углекислым газом предполагается использовать поливинилхлоридные трубы с вмонтированными в них электрофорсунками, которые способны дозированно подавать CO_2 в объем помещения защищенного грунта, а также для поддержания нужного давления предполагается установка воздушного насоса на входе в систему газов от котельной. В качестве дополнительной подкормки растений можно использовать второй отсекающий клапан, который будет насыщать воду углекислым газом (рисунок 1).

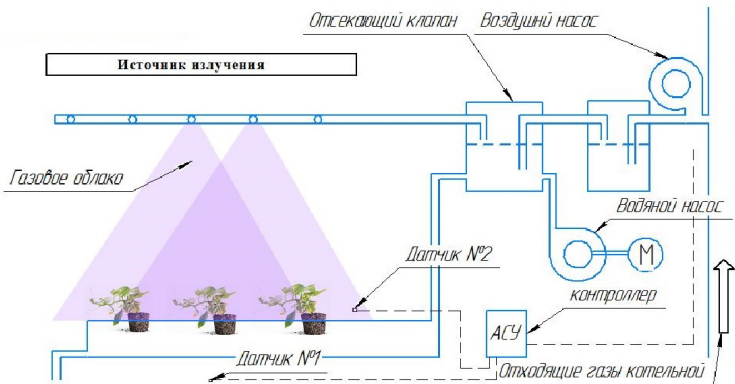


Рисунок 1 — Общий вид установки

Данную установку предполагается использовать в совокупности с другими процессами выращивания растений в сооружении защищенного грунта. Вся выше описанная установка будет действовать в автономном режиме, автоматически контролируя не только концентрацию углекислого газа, но и остальные процессы (полив, освещенность, температуру). Данная конструкция позволит минимизировать время прибывания персонала в рабочей зоне, а именно непосредственно возле опасного оборудования, что благоприятно скажется на безопасности

людей. Для того чтоб выбрать необходимый электродвигатель были проведены расчеты и определена минимально необходимая мощность используемого электродвигателей водяного и воздушного насоса для условного сооружения защищенного грунта с площадью 900 кв.м.

При проектировании установки был проведен расчет (1), (2) и выбраны электродвигатели воздушного и водяного насосов. Именно для этих электродвигателей предполагается установка частотных преобразователей.

$$P_n = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H, \quad (1)$$

где: P_n – полезная мощность, Вт; ρ – плотность перекачиваемой среды, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; Q – расход, м³/с; H – общий напор, м.

Потребляемая насосом мощность будет равна:

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta} \quad (2)$$

КПД насоса: 0,9 полезная мощность будет $P_n = 1,62$ кВт, а потребляемая насосом мощность $P = 1,8$ кВт.

Под данные условия подходит насос Pedrollo HF 150B. Также проведем расчеты электродвигателя воздушного насоса.

$$P = (1.1 \dots 1.6) \cdot \frac{Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (3)$$

где: Q – производительность вентилятора, м³/с; (1,98 углекислый газ); – давление, Па; η_1 – КПД вентилятора; 1.1...1.6 – коэффициент запаса. Можно принять для осевых вентиляторов $\eta_1 = .5 \dots 0.85$ и для центробежных $\eta_1 = 0.4 \dots 0.7$; η_2 – КПД передачи: $\eta_2 = 0.92 \dots 0.94$ – для клиноременной; $\eta_2 = 0.87 \dots 0.9$ – для плоскоременной. Предполагается передача при помощи прямого вала, следовательно $\eta_2 = 1$.

Кратности воздухообмена для теплиц равна 1 куб.м в мин на 1 кв. м площади, при недостаточном воздухообмене растения погибнут. Если теплица площадью 900 кв. м, то кратность обмена воздуха должна быть 900 кубометров в мин или 54000 куб. в час независимо от температуры воздуха. [3, 4]

Исходя из вышеперечисленных данных, получается, что требуемая мощность для электродвигателя воздушного насоса (Р) равна 26,19 кВт, по эти данные подходит электродвигатель АИР 180 М2, мощностью 30 кВт, 3000 об/мин. Выбранные электродвигатели имеют

класс защиты IP 54, а также предполагается оснастить их средствами защиты от случайных прикосновений.

Для плавного регулирования скорости асинхронного электродвигателя предполагается использовать частотный преобразователь, который за счет создания на выходе электрического напряжения заданной частоты будет управлять электродвигателем, а следовательно поддерживать необходимое давление в системе (рисунок 2) [5, 6].

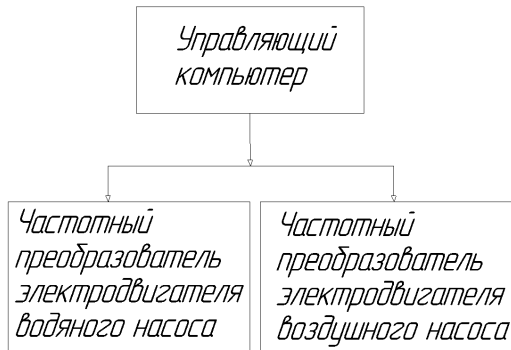


Рисунок 2 — Схема взаимодействия частотных преобразователей

Промышленностью выпускаются частотные преобразователи электроиндукционного типа, представляющего собой по конструкции асинхронный двигатель с фазным ротором, работающий в режиме генератора-преобразователя, и преобразователи электронного типа.

Частотные преобразователи электронного типа часто применяют для плавного регулирования скорости асинхронного электродвигателя или синхронного двигателя за счет создания на выходе преобразователя электрического напряжения заданной частоты. В простейших случаях регулирование частоты и напряжения происходит в соответствии с заданной характеристикой, в наиболее совершенных преобразователях реализовано так называемое векторное управление.

Частотный преобразователь электронного типа — это устройство, состоящее из выпрямителя (моста постоянного тока), преобразующего переменный ток промышленной частоты в постоянный, и инвертора (преобразователя) (иногда с ШИМ), преобразующего постоянный ток в переменный требуемой частоты и амплитуды. Выходные тиристоры (GTO) или транзисторы (IGBT) обеспечивают необходимый ток для питания электродвигателя. [7]

Преимущества частотных преобразователей

Основные преимущества использования частотных преобразователей:

1) Экономия электроэнергии. Применение ЧП позволяет снизить пусковые токи и регулировать потребляемую мощность двигателя в зависимости от фактической нагрузки.

2) Увеличение срока службы промышленного оборудования. Плавный пуск и регулировка скорости вращения момента на валу позволяют увеличить межремонтный интервал и продлить срок эксплуатации электродвигателей. Возможность отказаться от редукторов, дросселирующих задвижек, электромагнитных тормозов и другой регулирующей аппаратуры, снижающей надежность и увеличивающей энергопотребление оборудования.

3) Отсутствие необходимости проводить техническое обслуживание. ЧП не имеют движущихся частей, нуждающихся в регулярной чистке и смазке.

4) Возможность удаленного управления и контроля параметров оборудования с электроприводом. Во многих частотных преобразователях реализована возможность подключения удаленных устройств телеметрии и телемеханики, они могут встраиваться в многоуровневые системы автоматизации.

5) Широкий диапазон мощности двигателей. Частотные преобразователи устанавливают как на однофазные конденсаторные двигатели мощностью менее 1 кВт, так и на синхронные электромашины мощностью в десятки МВт.

6) Защита электродвигателя от аварий и аномальных режимов работы. ЧП комплектуют защитой от перегрузок, коротких замыканий, пропадания фаз. Преобразователи также обеспечивают перезапуск при возобновлении подачи электроэнергии после ее отключения. Возможность бесступенчатой точной регулировки частоты вращения без потерь мощности, что невозможно при использовании редукторов.

7) Снижение уровня шума работающего двигателя. Возможность замены двигателей постоянного тока асинхронными электрическими машинами с частотными регуляторами. Для оборудования, требующего регулировки момента и скорости вращения, часто используются двигатели постоянного тока, скорость вращения которых пропорциональна поданному напряжению. Такие электрические машины стоят дороже асинхронных и требуют дорогостоящих промышленных выпрямителей. Замена двигателей постоянного тока на асинхронные электромашины с частотным управлением дает хороший экономический эффект.

Режимы управления частотными преобразователями В большинстве моделей современных частотных преобразователей реализована возможность управления в нескольких режимах:

1) Ручное управление. Пуск и остановка электродвигателя осуществляются с панели или пульта управления частотного преобразователя. При этом преобразователь осуществляет регулировку частоты вращения и остановку при возникновении аварийных ситуаций автоматически.

2) Внешнее управление. ЧП с поддержкой интерфейсов передачи данных можно подключать к удаленному ПК для контроля текущих параметров и задания режимов работы привода.

3) Управление по дискретным входам или “сухим контактам”. В таком режиме ЧП является исполнительным механизмом внешней системы управления.

4) Управление по событиям. Некоторые модели ЧП позволяют запрограммировать время пуска или остановки, работу двигателя в другом режиме. Преобразователи такого типа применяют для полностью или частично автоматизированного технологического оборудования. [1, 2]

По проведенным выше расчетам можно определить необходимые частотные преобразователи. Для реализации работы потребуется частотный преобразователь EMD-MINI – 022 Т в первом случае и частотный преобразователь INSTART LCI-G30/P37-4 30кВт 380В во втором случае.

Заключение

Выбранные нами электродвигатели и частотные преобразователи имеют достаточную степень защит для предотвращения выхода из строя не только их самих, но и защитного оборудования, а сама установка подкормки растений защищенного грунта позволит минимизировать время прибывания персонала возле опасного оборудования, что благоприятно скажется на безопасности людей.

Список литературы

1. Владыкин И.Р. Елесин И.С. Разработка математической модели уровня углекислого газа с учетом взаимосвязанного влияния микроклиматических параметров в защищенном грунте/Владыкин И.Р. Елесин И.С.// Инновации в сельском хозяйстве.-2016. - №. 3(18). – с. 353-357.

2. Владыкин И.Р. Анализ существующих технологий подкормки культур защищенного грунта углекислым газом /Владыкин И.Р. Иванов М.А., Владыкина Е.И., Владыкин Д.И.// Вестник ВИЭСХ.-2021. - №. 2021(3). – с. 51-56.
3. Владыкин И.Р. Елесин И.С. Исследование энергоэффективных технологий подкормки углекислым газом биологических объектов в защищенном грунте/Владыкин И.Р. Елесин И.С.// Вестник ВИЭСХ.-2014. - №. 2(15). – с. 27-29.
4. Владыкин И.Р. Соковикова А.В. Вентиляционные установки взаимосвязанного управления в защищенном грунте/Владыкин И.Р. Соковикова А.В.// Сборник научных докладов ВИМ.-2008. - №. 1. – с. 273-282.
5. Владыкин И.Р., Владыкина Е.И., Владыкин Д.И. Энергоэффективное регулирование температуры в сооружениях закрытого грунта/ Владыкин И.Р., Владыкина Е.И., Владыкин Д.И.// научно-практическая конференция, посвященная 100-летию плана ГОЭРЛО, Актуальные вопросы энергетики АПК..-2021. – с. 22-26.
6. Владыкин И.Р., Владыкина Е.И. Энергоэффективное регулирование температуры в агротехнических сооружениях/ Владыкин И.Р., Владыкина Е.И.// научно-практическая конференция, энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе.-2020. – с. 214-219.
7. Петров А. И. Применение частотных преобразователей / А. И. Иванов, А. А. Конашенков, В. А. Воробьев [и др.] // Агрохимический вестник. – 2019. – № 6. – С. 3–9.

SAFETY OF THE INTRODUCTION OF ELECTRICAL EQUIPMENT FOR FEEDING PLANTS WITH CARBON DIOXIDE IN PROTECTED GROUND STRUCTURES

Vladykin I. R., Ivanov M. A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Izhevsk State Agricultural Academy»

e-mail: aep-ivan@mail.ru, mitim1995@mail.ru

Since there is not a high concentration of carbon dioxide in the earth's atmosphere, growing plants in such conditions is a factor limiting yield, but with the help of a specialized plant that fertilizes plants with CO₂, it is possible to increase yields and control the process of vegetation and flowering of plants. The supply of carbon dioxide is supposed to be controlled by direct exposure to air and water pumps. In this article, the calculation of the power of electric motors of air and water pumps is carried out, frequency converters are selected, as well as arguments in favor of the safety of using this installation are given.

Keywords: control system, carbon dioxide, protected ground structures, regulation of electric motors, safety, protection against electric shock.

УДК 343.918

МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ТЕРРОРИСТОВ

И. А. Дерюшев

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: vanyadr1999@mail.ru

В работе рассмотрены вопросы построения системы поддержки принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций. Рассмотрены наиболее распространенные модели движения террористов в той или иной ситуации.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, типы террористов, модель движения террориста, системы обеспечения безопасности здания.

Основная часть

Анализ террористических актов, совершенных в мире за последние годы, позволил выделить 6 наиболее распространенных типов террористов-смертников [1-3]:

- 1) «террорист-зомби»;
- 2) «террорист-мститель»;
- 3) «террорист-патриот»;
- 4) «террорист за деньги»;
- 5) «террорист поневоле»;
- 6) «террорист-маньяк».

1. «Террорист-зомби». Человек подвергается психической обработке (обычно с использованием гипноза и психотропных веществ), в результате применения которой он получает «установку» на конкретное действие (программируется на совершение террористического акта). Его поведением управляет другой человек. При этом зомбированию могут подвергнуться как психически здоровые лица, так и лица с различной степенью психических расстройств.

Отличительные признаки «террориста-зомби»: - отсутствие каких-либо эмоций; - однообразные движения; - невыразительная жестикаляция; - контакты с другими людьми отсутствуют или случайны. - чем сильнее человек подвергался зомбированию, тем сильнее внешнее проявление этих признаков.

При возникновении незапрограммированной преграды (например, задержания сотрудниками милиции) «террорист-зомби» теряет, ищет как бы поддержки «со стороны», у него появляется ощущение беспокойства и тревожности. Он может быть запрограммирован

на «самоликвидацию» в случае задержания. Наиболее подвержены зомбированию подростки, которые в силу своего возраста наивны и легко поддаются влиянию.

2. «Террорист-мститель». Такого террориста можно определить: - по проявлениям эмоциональной холодности и высокого уровня самоконтроля; - если его остановить для «беседы», у него отмечается неадекватное эмоциональное реагирование, возрастание тревожного и агрессивного состояния, плохо скрываемое чувство ненависти; - со стороны такого террориста возможна вспышка вербальной (словесной) или даже физической агрессии; - террорист не желает отвечать на вопросы (и не понимает этих вопросов), стремится к немедленному уходу от возникшей на пути к цели «преграды».

3. «Террорист-патриот». Это самый распространенный тип исполнителя террористических актов. Под воздействием опытных инструкторов у него формируется фанатичное убеждение в своей вере, идеях, высокий дух самопожертвования. Совершение террористического акта он воспринимает как подвиг за веру или освобождение своего народа.

Отличительные признаки «террориста-патриота»: - к окружающим относится подозрительно, при случайном контакте с людьми всплывчив, агрессивен; - отмечается также высокомерное и пренебрежительное отношение к окружающим его людям; - при остановке такого террориста для проверки документов или «беседы» наблюдается возрастание состояния эмоциональной напряженности и враждебности; - на вопросы отвечает резко после короткой паузы, в ответах отчетливо звучит грубость; - при неумелой попытке обезвредить такого террориста, последствия могут быть непредсказуемы.

4. «Террорист за деньги». Им движут корыстные побуждения. Такой террорист характеризуется отсутствием идейных побуждений и безразличием к окружающим.

Внешние проявления его состояния: - суетливость; - озиранье по сторонам; - частая перемена поз; - нервное теребление части одежды, ручки или ремешка сумки (пакета, рюкзака).

При его задержании для беседы у него наблюдаются следующие признаки: - изменение цвета лица (побледнение, покраснение, покрытие пятнами); - выступание пота; частое моргание, покашливание; - подергивание отдельных мышц лица; усиленная мимика рта; частое облизывание губ или сглатывание слюны; - голос такого террориста чаще высокий, речь быстрая или прерывистая; - чрезмерное состояние тревожности и беспокойства может привести его к нервному срыву.

5. «Террорист поневоле». К совершению теракта человека могут подтолкнуть путем шантажа или по решению шариатского суда за

совершенные преступления. Такой человек считает, что у него нет выбора, и он жертвует собой от «отчаяния».

Отличительные признаки: - лицо у такого террориста чаще угрюмое, бледное, болезненное; - настроение подавленное, движения замедленные, жестикуляция невыразительная; - он молчалив, погружен в собственные мысли, безразличен к окружающим людям и к происходящим событиям; - при разговоре не смотрит собеседнику в глаза; - голос такого террориста обычно приглушенный, речь замедленная.

6. «Террорист-маньяк». Чаще всего, это «террорист-одиночка», страдающий различными видами психических отклонений (последствия черепно-мозговой травмы, болезней головного мозга, употребления алкоголя, наркотиков).

Отличительные признаки этого террориста: замкнутость, неуравновешенность и резкие перемены настроения; - раздражительность и агрессивность, истеричность, суетливость в движениях или в словах; - нередко могут наблюдаться признаки сварливости, обидчивости, а также стремление произвести впечатление; - при попытке задержания, он обычно не оказывает ожесточенного сопротивления.

Несмотря на многообразие типов террористов, у них много общего: нахождение в постоянном психоэмоциональном стрессе, вызванном суицидальными мыслями и страхом попасть живым в руки «спецслужб», сопровождается обострением чувства беспокойства, подозрительности и недоверия к окружающим их людям, раздражительности, особенно при неожиданных контактах с людьми.

Заключение

Предлагаются следующие меры по обеспечению безопасности в ОУ: ограждение территории ОУ (по возможности); установка системы видеоаналитики, которая будет иметь возможность распознавать модели отклоняющегося поведения людей, электронные пропуска во всех ОУ; рабочие СКУД.

Список литературы

1. Памятка населению по предотвращению террористических актов – памятки безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/?ysclid=l4zf2biu1f935816733>, свободный (29.06.2022).
2. Меры предупреждения террористических действий и основные правила поведения при чрезвычайных ситуациях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://arh.sledcom.ru/Protivodejstvie_terrorizmu_i_jekstremizm/item/934312, свободный (29.06.2022).

3. Типы террористов - «смертников». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://teplystan.mos.ru/security-/counterterrorism/types-of-terrorists-suicide.php?ysclid=l4zfg9ey3r690710907>, свободный (29.06.2022).

MODELS OF THE MOVEMENT OF TERRORISTS

I. A. Deryushev

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: *vanyadr1999@mail.ru*

The paper considers the issues of building a decision support system in emergency situations. The basic principles of the system are considered. The most common types of terrorists are described, as well as models of the movement of terrorists in a given situation.

Keywords: decision support system, types of terrorists, terrorist movement model, building security systems.

УДК 001.891.574

РАЗРАБОТКА НАТУРНОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ

А. П. Корепанова

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: *ak0453743@gmail.com*

В работе рассмотрена разработка натурной модели здания для проектирования технических систем обеспечения безопасности людей. Модель будет предназначена для дальнейшего проектирования технических систем обеспечения безопасности людей. Разработка натурной модели выполняется для того, чтобы спроектировать расположение технических средств защиты людей в условиях чрезвычайных ситуаций. Актуальность работы обусловлена необходимостью натурального моделирования проектируемой системы безопасности людей в здании.

Ключевые слова: 3D-моделирование, проектирование, САПР, пожарная безопасность.

Проектированием называют предварительное построение модели системы безопасности для дома или организации, учреждения или предприятия (объекта), разработку и внедрение необходимых элементов, обеспечивающих безопасность объекта. Реализация проектирования происходит в виде поэтапного, последовательного осуществления аналитических операций и разработки концепций, структуры, планов мероприятий, комплекса средств и документов по обеспечению внешней и внутренней безопасности какого-либо объекта и моделей [1].

Моделированием называется как процесс построения модели, так и процесс изучения строения и свойств оригинала с помощью построенной модели. Прежде чем построить модель объекта, необходимо выделить составляющие элементы этого объекта и связи между ними (провести системный анализ) и перевести (отобразить) полученную структуру в какую-либо заранее определенную форму, т.е. формализовать информацию. Модель представляет собой особую форму абстрагирования, т.е. отвлечения тех или иных элементов и связей от множества реально существующих в системе. Вне зависимости от привлекаемых к решению задачи методов анализа возникает необходимость построения некоторых абстракций [2].

В качестве примера рассмотрим систему обеспечения безопасности на здании образовательного учреждения. Целью проектирования системы безопасности является обеспечение безаварийной работы,

экономически и социально-психологически эффективного функционирования организации, защита персонала от угроз.

Первым и важным шагом на пути к изготовлению макета является создание 3D модели. На сегодняшний момент существует множество программ для 3D-моделирования. Системы автоматизированного проектирования (САПР) – помогают с высокой точностью смоделировать объект, создать его чертёж, испытать модель на те, или иные физические характеристики в виртуальных условиях. Проанализировав основные программные продукты, в таблице 1 представлены некоторые из них.

Таблица 1 — Основные программные продукты для 3D-моделирования

№	Система проектирования	Характеристика
1	ArchiCad	Позволяет создавать визуализации и модели в 2D и 3D, а также делать реалистичный рендеринг созданных 3D-сцен с разных ракурсов
2	SolidWorks	Система гибридного параметрического моделирования, которая предназначена для проектирования деталей и сборок в трехмерном пространстве с возможностью проведения различных видов экспресс-анализа.
3	Компас 3D	Система трёхмерного моделирования, отечественного производства, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования.
4	AutoCAD	Система двух- и трехмерного проектирования, позволяющее разрабатывать сложные качественные проекты и выпускать сопроводительную документацию к ним. Инструменты моделирования AutoCAD дают возможность проектировать любые объекты и поверхности.

Проанализировав программные комплексы трёхмерного моделирования, оценив их доступность и опыт работы в перечисленных выше программах, выбор был сделан в пользу системы трёхмерного проектирования Компас 3D, так как это единственное отечественное ПО. С помощью неё был подготовлен план первого этажа образовательного учреждения с расстановкой номеров помещений (Рис. 1). Для наглядности и более удобного проектирования систем пожарной безопасности решено было создать модульную конструкцию, где модулем будет являться одно помещение. Для каждого помещения здания будет построена своя 3D модель. Крепление моделей помещений друг с другом будет происходить с помощью крепёжного элемента и пазов для него.

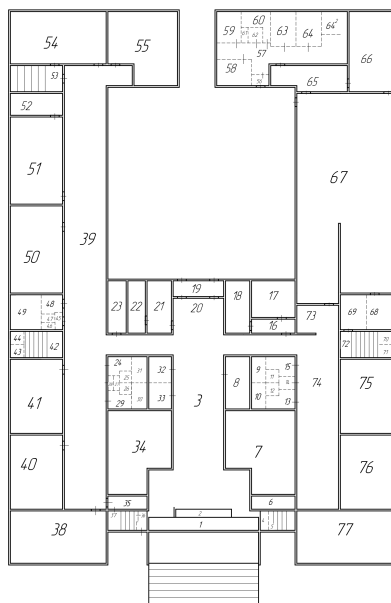


Рисунок 1 — План первого этажа

Макет здания будет выполнен в масштабе 1:100 к реальному размеру здания образовательного учреждения. После создания трёхмерных моделей помещений в Компасе 3D последует их печать с помощью 3D принтера Designer XL Pro. По завершению печати всех помещений одного этажа будет производиться сборка в единую конструкцию (Рис. 2).

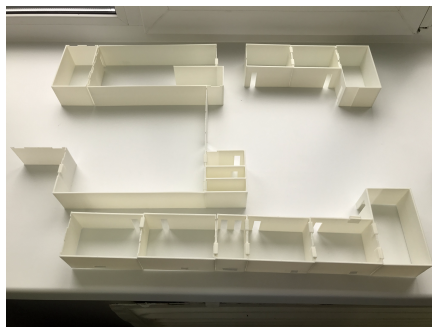


Рисунок 2 — Сборка первого этажа

Планируется создание чертежей всех 4 этажей из-за индивидуальности каждого этажа, построение моделей помещений, их печать и соединение всех частей в натурную модель здания. Разработка натурной модели позволит определить, какие противопожарные мероприятия следует провести в помещении для предотвращения пожарной опасности.

Список литературы

1. Проектирование систем безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/7_120293_proektirovanie-sistem-bezopasnosti.html, свободный (25.04.2022).
2. Чулкова И.Л., Санькова Т.А. Автоматизированное проектирование смесей: монография / Омск: СибАДИ, 2009. – 120 с.

DEVELOPMENT OF A FULL-SCALE MODEL OF A BUILDING FOR THE DESIGN OF TECHNICAL SYSTEMS TO ENSURE THE SAFETY OF PEOPLE

A.P. Korepanova

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

e-mail: *ak0453743@gmail.com*

The paper considers the development of a full-scale model of a building for the design of technical systems to ensure the safety of people. The model will be designed for further design of technical systems to ensure the safety of people. The development of a full-scale model is carried out in order to design the location of technical means of protecting people in emergency situations. The relevance of the work is due to the need for full-scale modeling of the projected human security system in the building

Keywords: 3D modeling, design, CAD, fire safety.

УДК 343.98.067

ОЦЕНКА ПРИМЕНЯЕМЫХ ОРГАНОМ ДОЗНАНИЯ МОДЕЛЕЙ НЕОТЛОЖНЫХ СЛЕДСТВЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ ПО РАССЛЕДОВАНИЮ ПОЖАРОВ

Л. Р. Фархушин

ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России» Институт управления и комплексной безопасности

e-mail: *lenar.1977@yandex.ru*

В. П. Алексеев

ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России» Институт управления и комплексной безопасности

e-mail: *vikpetal@rambler.ru*

В статье проведен предметный анализ правового регулирования актуальных проблем в сфере расследования пожаров. Для этого предлагаются варианты оценки применяемых органом дознания, следователем и дознавателем различных моделей важнейших следственных процессуальных действий.

Ключевые слова: правовое регулирование актуальных проблем в сфере расследования пожаров; варианты моделей неотложных следственных процессуальных действий, применяемых органом дознания по расследованию пожаров.

Важнейшей характеристикой неотложных следственных действий¹ по установлению причин и расследованию пожаров является их поисково-познавательная природа, а именно — это выяснение всех обстоятельств дела.

Основой организации расследования пожаров выступает планирование всех действий дознавателя, а логической структуре планирования служат следственные версии — так называемые криминалистические версии.

Выведение следственных версий всегда происходит с определенной версии и является начальным этапом проверки следственных версий.

Планирование неотложных следственных действий при пожаре предназначено обеспечивать своевременного и оперативного проведение комплекса поисковых действий. В ряде случаев они должны осуществляться одновременно, причем результаты часто зависят от использования фактора неожиданности.

¹См. Федеральный закон Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ «Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации» (п. 19 ст. 2).

Одной из специфических его черт на первоочередном этапе является широкое использование различного вида приемов планирования, такие как:

- типовых планов, основанных на научном обобщении практики расследования преступлений связанных с пожарами;
- перечней неотложных следственных действий и оперативно-розыскных мероприятий;
- планов действий сотрудников и работников, которые выезжают на место происшествия в составе следственно-оперативной группы.

Целесообразность проведения тех или иных неотложных следственных действий по расследованию пожаров обуславливается исходными данными о пожаре. Но, как правило, первоначальные неотложные следственные действия при пожарах заключаются в осуществлении деятельности уполномоченных законодательством Российской Федерации лиц и могут быть сведены к нескольким основным действиям: пресечение и предотвращение пожара; задержание подозреваемого; охрана места происшествия связанного с пожаром; сохранение следов и других объектов; организация следственно - оперативной группы на месте происшествия; осмотр места происшествия; установление потерпевших и лиц обладающие сведениями о происшествии; принятие заявления или сообщения о пожаре; установление фактов, с помощью которых проверяются обстоятельства, связанные с возникновением пожара.

В соответствии с Уголовно-процессуальным кодексом Российской Федерации² (далее - УПК) следственными действиями по являются: осмотр; освидетельствование; следственный эксперимент; обыск; выемка; наложение ареста на почтово-телеграфные отправления; контроль и запись переговоров; допрос; очная ставка; предъявление для опознания; проверка показаний на месте; назначение и производство экспертизы; получение образцов для сравнительного исследования.

Уголовно-процессуальная классификация неотложных следственных действий по расследованию причин пожаров проводят по основаниям:

- 1) По природе организации – осмотр, освидетельствование, следственный эксперимент и другие неотложные следственные действия дознавателя, предусмотренные УПК.
- 2) По целевому назначению:

²См. Федеральный закон Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ «Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации» (последняя редакция).

- доказательственные неотложные следственные действия, непосредственно направленные на собирание и проверку доказательств (осмотр, освидетельствование, следственный эксперимент, обыск, выемка, контроль и запись переговоров, допрос, очная ставка, предъявление для опознания, проверка показаний на месте);
 - организационные неотложные следственные действия, производство которых связано с созданием условий для получения доказательств (экстумация, наложение ареста на почтово-телеграфные отправления, получение образцов для сравнительного исследования, назначение судебной экспертизы).
- 3) По цели доказывания – действия, направленные на собирание и (или) проверку доказательств. В состав проверочных неотложных следственных действий входят очная ставка, следственный эксперимент, предъявление для опознания, проверка показаний на месте.
 - 4) По особенностям взаимной связи – исходные и последующие неотложные следственные действия. Исходные действия – допрос, очная ставка, опознание. Последующие действия, проводимые по результатам допроса.
 - 5) По особенностям принятия дознавателем уголовно-процессуального решения – неотложные следственные действия, проводимые на основе постановления дознавателя либо не требующие его вынесения.
Вынесение постановления обязательно при: освидетельствовании, обыске, выемке, назначении экспертизы, кроме того, проведение следственного осмотра не требует вынесения постановления дознавателя.
 - 6) По необходимости присутствия понятых – неотложные следственные действия, производимые в присутствии или в отсутствии понятых (обыск, личный обыск, предъявление для опознания).
 - 7) По субъекту – единоличные и коллективные. Большинство неотложных следственных действий проводится дознавателем единолично. К коллективным неотложным следственным действиям, относятся наложение ареста на почтово-телеграфную корреспонденцию, контроль и запись переговоров. К производству этих неотложных следственных действий дознаватель привлекает сотрудников почтовой связи. В освидетельствовании подозреваемого, обвиняемого, потерпевшего принимают участие

врач или иной специалист, а при освидетельствовании лица другого пола дознаватель не присутствует, если освидетельствование сопряжено с обнажением данного лица. В этом случае освидетельствование производится врачом. Однако в этой ситуации дознаватель осуществлять руководство производством неотложных следственных действий и управлять поведением его участников, не используя при этом наводящей тактики.

- 8) По объекту, на который направлено следственное действие выделены подвиды отдельных неотложных следственных действий. Например, разновидности осмотра: осмотр местности, жилища, предметов и документов; осмотр места происшествия; осмотр помещения организации; осмотр трупа. Разновидностями обыска являются обыск жилища и личный обыск.
- 9) По содержанию – однородные и комплексные. Однородное неотложное следственное действие имеет единую природу и не содержит элементов других следственных действий (освидетельствование, выемка, допрос и др.). В комплексном действии встречаются элементы нескольких следственных действий. К комплексным следственным действиям относятся осмотр места происшествия, предъявление для опознания, следственный эксперимент и проверка показаний на месте. Так, проверка показаний на месте включает в себя элементы допроса, осмотра и следственного эксперимента. Существенная сторона этого следственного действия – это демонстрация подозреваемым или обвиняемым действий, совершенных ими в момент преступления.
- 10) По стадиям уголовного судопроизводства – действия, проводимые до возбуждения уголовного дела и в процессе предварительного расследования.
В целях оптимизации доказывания до возбуждения уголовного дела в соответствии с УПК дознаватель имеет право повести такие следственные действия как: осмотр местности, жилища, предметов и документов; осмотр места происшествия; осмотр помещения организации; осмотр трупа; назначение судебной экспертизы; получение образцов для сравнительного исследования; освидетельствование.
- 11) По времени производства – неотложные и иные следственные действия.

Практика расследования преступлений, связанные с пожаром свидетельствует о том, что в качестве неотложных следственных

действиях чаще всего проводятся осмотр места происшествия, допросы потерпевших, свидетелей очевидцев, освидетельствование, обыск, выемка, назначение судебных экспертиз и допрос подозреваемого. Неотложные следственные действия производятся безотлагательно при необходимости проверки информации о преступлении или немедленно после возбуждения уголовного дела.

Исходя из выше изложенного, представляется важным провести классификацию следственных действий в зависимости от их вида, поскольку многие следственные действия носят комбинированный вид, при их производстве используются и метод наблюдения (осмотр места происшествия, предметов, документов) и метод расспроса (предъявление для опознания, следственный эксперимент, проверка показаний на месте и др.).

По последовательности производства выделяют - первичные и повторные следственные действия.

Повторные следственные действия производятся в ситуациях, когда первичное действие проведено:

- 1) в неблагоприятных условиях (во время дождя, снегопада, в условиях недостаточного освещения и т.д.);
- 2) некачественно;
- 3) неэффективно с получением отрицательного результата.

В последнем случае следственные действия проводятся повторно нередко из тактических соображений. Примером в данном случае может служить повторный обыск в том же самом жилище в расчете на то, что подозреваемый не примет меры к сокрытию там искомых объектов, не обнаруженных во время первичного обыска. При этом преступник исходит из предположения, что дознаватель не будет дважды проводить обыск в одном и том же месте.

К вышеперечисленным следует добавить и одновременные следственные действия.

В ряде случаев необходимый эффект дает производство по делу комплекса взаимосвязанных действий, направленных на достижение определенной задачи следственного действия. Эффективным является пример группового обыска – это одновременное проведение обыска у всех соучастников несколькими следственно-оперативными группами.

преимущество такой тактики заключается в исключении оповещения соучастниками друг друга о факте производства обыска и последующих попыток к сокрытию орудий преступления, связанного с пожаром.

Классификация следственных действий при расследовании преступлений проводится по этапам расследования на - начальные и последующие.

Начальный этап расследования длится от момента возбуждения уголовного дела до выявления подозреваемого, здесь на данном этапе решаются в основном задачи по собиранию исходной информации о происшествии и выявления подозреваемого.

Все начальные следственные действия являются неотложными. Это означает, что они должны проводиться сразу же, как только:

- возникли фактические основания для их производства;
- созданы необходимые основания для их проведения (получение разрешения суда, вынесение дознавателем постановления о производстве следственных действий);
- выполнены необходимые подготовительные действия.

На начальном этапе обычно проводятся поисковые следственные действия, направленные на обнаружение, фиксацию и изъятие материальных и идеальных следов преступления: осмотр места происшествия; допросы потерпевшего и свидетелей; назначение судебно-медицинской экспертизы трупа; освидетельствование подозреваемого; обыск и выемка; предъявление подозреваемого для опознания потерпевшему или свидетелю; контроль и запись переговоров; осмотры предметов и документов и др.

По результатам осмотров и обысков назначаются также судебно-медицинские и криминалистические экспертизы в целях установления события преступления, виновных лиц и создания доказательственной базы для их последующего изобличения.

Последующий этап расследования охватывает собой отрезок времени от выявления, подозреваемого до окончания производства по уголовному делу. Задачей этого этапа расследования является изобличение подозреваемого и обвиняемого доказательственной базой по уголовному делу, а также принятие мер, направленных на исключение привлечения к уголовной ответственности невиновного лица. На этом этапе обычно проводятся: допросы подозреваемого (подозреваемых); обыски по месту работы и жительства подозреваемого; назначение по результатам обыска судебных экспертиз; допросы обвиняемого и иных свидетелей; очные ставки между ними; следственный эксперимент и проверка показаний на месте.

На последующем этапе преобладают проверочные следственные действия (очные ставки, повторные допросы, следственный эксперимент, проверка показаний на месте и др.).

В заключении можно отметить, что, как показывает практика следственной работы по расследованию пожаров, приведенные модели неотложных следственных действий, проводимые органом дознания, являются оптимальными и эффективными.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ «Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации» (последняя редакция).
2. Попов И.А. Расследование преступлений, связанных с пожарами. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 167 с.
3. Балашов, Д. М. Криминалистика: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности и направлению юридического профиля/ Д.М. Балашов, Н. М. Балашов, С. В. Маликов. 2 е изд. – М.: Инфра. – М, 2010.-188 с.
4. Криминалистика для дознавателей: учебник / под общ. ред. А.Г. Филиппова, В.В. Агафонова - М.: ДГСК МВД России, 2011 - 512 с.
5. Уголовно-правовая квалификация преступлений, связанных с пожарами: учебно-методическое пособие / Дорохова О.В. – Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2016.- 215 с.
6. Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Особенности расследования дел по пожарам: учебное пособие для обучающихся по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза», Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 150 с.

EVALUATION OF THE MODELS OF URGENT INVESTIGATIVE ACTIONS USED BY THE BODY OF INQUIRY TO INVESTIGATE FIRES

L.R. Farkhushin, V.P. Alekseev

e-mail: *lenar.1977@yandex.ru* , *vikpetal@rambler.ru*

The article provides a substantive analysis of the legal regulation of current problems in the field of fire investigation. For this purpose, options are offered for evaluating various models of the most important investigative procedural actions used by the body of inquiry, the investigator and the inquirer.

Keywords: legal regulation of actual problems in the field of fire investigation; variants of models of urgent investigative procedural actions used by the body of inquiry to investigate fires.

УДК 342.9

МОДЕЛИ АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРНОГО НАДЗОРА И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В УПРАВЛЕНИИ ФПС МЧС РОССИИ ПО РЕСПУБЛИКЕ УДМУРТИЯ

З. В. Давлетов

Слушатель магистратуры, майор внутренней службы. ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России» Институт управления и комплексной безопасности

e-mail: zinfir.dawletov@yandex.ru

В. П. Алексеев

профессор кафедры, кандидат юридических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России» Институт управления и комплексной безопасности

e-mail: vikpetal@rambler.ru

В настоящей статье осуществлена сравнительная характеристика моделей административно-правовой деятельности пожарного надзора и профилактической работы в управлении, для чего в ней более предметно рассматриваются вопросы компетенции и функционирования органов и должностных лиц пожарного надзора и профилактической деятельности в Управлении ФПС МЧС России по Республике Удмуртия.

Ключевые слова: Государственный пожарный надзор и профилактическая деятельность, модели административно-правовой деятельности, компетенция и функционирование органов и должностных лиц.

Осуществление федерального государственного пожарного надзора на поднадзорных объектах защиты осуществляется в соответствии с требованиями Федерального закона «О пожарной безопасности» от 21.12.1994г. № 69-ФЗ, Федерального закона «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020г. № 248-ФЗ, постановления Правительства Российской Федерации от 12.04.2012г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре», иных нормативных правовых актов Российской Федерации по пожарной безопасности в т.ч. и ведомственных, непосредственно отделом ФГПН Управления ФПС МЧС России по Республике Удмуртия.

Данный отдел в рамках своей компетенции в соответствии с российским законодательством:

- обеспечивает учет объектов надзора, организует и проводит контрольные (надзорные) мероприятия, принимает соответствующие решения;
- осуществляет официальный статистический учет и ведение государственной статистической отчетности по пожарам и их последствиям;
- осуществляет взаимодействие с федеральными органами исполнительной власти, в том числе с органами государственного контроля (надзора), органами исполнительной власти Республики Удмуртия, органами местного самоуправления, общественными объединениями и организациями, по вопросам обеспечения пожарной безопасности;
- рассматривает обращения и жалобы контролируемых лиц по вопросам обеспечения пожарной безопасности;
- рассматривает в установленном порядке жалобы на решения, действия (бездействие) органов государственного пожарного надзора и их должностных лиц;
- участвует в проверках объектов надзора, проводимых органами прокуратуры в порядке, установленном Федеральным законом от 17.01.1992 № 2202-1 «О прокуратуре Российской Федерации», дает пояснения представляет информацию в рамках своей компетенции, готовит мотивированные предложения о непринятии расчетов пожарного риска в орган прокуратуры, а также получает для ознакомления документы, сведения и материалы, касающиеся предмета соответствующей проверки, организованной органом прокуратуры;
- оказывает государственные услуги и осуществляет разрешительные функции в рамках предоставленных полномочий;
- осуществляет профилактику рисков причинения вреда охраняемым законом ценностям в области пожарной безопасности;
- проводит в соответствии с законодательством Российской Федерации дознания по делам о пожарах и по делам о нарушениях требований пожарной безопасности;
- осуществляет профилактические мероприятия в форме информирования, объявления предостережения, консультирования, профилактического визита.

Моделями организации деятельности органа надзорно-профилактической работы МЧС России и его территориальных органов в соответствии с возложенными на него функциями являются:

- 1) надзор за выполнением установленных требований пожарной безопасности - федеральный государственный пожарный надзор (ФГПН);
- 2) надзор за выполнением установленных требований в области гражданской обороны — государственный надзор в области гражданской обороны (ГНГО);
- 3) надзор за выполнением установленных требований в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера — федеральный государственный надзор в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- 4) государственный надзор за использованием маломерными судами и базами (сооружениями) для их стоянок во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации (ГИМС).

В 2021 году должностными лицами ОФГПН Управления запланировано и проведено на 16% больше, чем в 2020 г. плановых выездных проверок объектов защиты. И при этом, выдано предписаний (бланков) на 9% больше за отмеченный период об устранении нарушений требований пожарной безопасности по результатам проведения плановых проверок.

В ходе проверок наибольшее количество нарушений требований пожарной безопасности, а именно - 54%, установлено связанных с обеспечением безопасности людей, а именно:

- выполнение организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;
- состояние эвакуационных путей и выходов;
- наличие, правильность монтажа и работоспособность систем противопожарной защиты;
- организация обучения работников предприятий мерам пожарной безопасности.

Протоколов об административном правонарушении в отношении физических лиц составлено – 145, среди которых:

- по ч. 1 ст. 20.4 КоАП – 143 (нарушение требований пожарной безопасности, за исключением случаев, предусмотренных статьями 8.32, 11.16 настоящего Кодекса и частями 6, 6.1 и 7 статьи 20.4);
- по ч. 12 ст. 19.5 КоАП – 2 (невыполнение в срок законного предписания органа (должностного лица), осуществляющего государственный надзор);
- по ч. 1 ст. 20.25 КоАП РФ – 0.

В отношении юридических лиц – 3, а именно:

- по ч. 1 ст. 20.4 КоАП – 2 (нарушение требований пожарной безопасности, за исключением случаев, предусмотренных статьями 8.32, 11.16 настоящего Кодекса и частями 6, 6.1 и 7 статьи 20.4);
- по ч. 2 ст. 14.1 КоАП РФ – 0;
- по ч. 12 ст. 19.5 КоАП – 1 (невыполнение в срок законного предписания органа (должностного лица), осуществляющего государственный надзор);
- по ч. 1 ст. 20.25 КоАП РФ – 0.

Назначено судами административных наказаний по иным статьям КоАП РФ (кроме ст. 14.1, ч. 14. ст. 19.5 (д/л, юр/л), 19.20 КоАП РФ) в виде штрафа – 2.

Прекращено судами дел об иных административных правонарушениях по иным статьям КоАП РФ (кроме ст. 14.1, ч. 14. ст. 19.5, 19.20, 20.4 КоАП РФ), на основании ст. 24.5 КоАП РФ – 1.

Государственными инспекторами по пожарному надзору административных наказаний в виде штрафа назначено – 8, на общую сумму 32 тыс. руб..

В дальнейшем пожарно-профилактическому составу управления, в ходе осуществления своей деятельности необходимо обратить особое внимание на данную категорию требований пожарной безопасности.

Вместе с тем, устранено около 74% нарушений требований пожарной безопасности, выявленных при проведении плановых и внеплановых проверок в соответствии с установленными сроками.

В 2021 г. в органы прокуратуры отделом ФГПН информация о неудовлетворительном противопожарном состоянии не направлялась.

В этот период Удмуртская прокуратура сотрудников ОФГПН в качестве специалистов к проведению проверки исполнения законодательства Российской Федерации о пожарной безопасности привлекала 1 раз.

За 2021 год жалоб по предоставлению государственных услуг ОФГПН Управления учреждениям, организациям, юридическим лицам независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, индивидуальным предпринимателям, должностным лицам, гражданам Российской Федерации не поступало.

Информирование граждан по вопросам исполнения государственной функции и вопросам, входящим в компетенцию органов госпожнадзора должностными лицами отдела ФГПН Управления осуществлено в 2021 г. в виде консультирования 146 раз.

Кроме того, в соответствии с приказом Управления в прошлом году в Управлении был создан консультационный совет. Совет создан с целью оказания консультационной помощи руководству, работникам

предприятий по вопросам пожарной безопасности, рассмотрению и выработке совместных решений по социально-значимым, спорным и проблемным вопросам. Данный формат встреч с представителями охраняемых объектов позволит в дальнейшем находить компромиссные решения в принципиальных вопросах обеспечения пожарной безопасности особо важных и режимных объектов. Консультирование должностными лицами ОФГПН Управления физических и юридических лиц проводится на постоянной основе.

Рассмотрение жалоб на решения, действия (бездействия) должностных лиц отдела ФГПН Управления осуществляется в соответствии с требованиями Федерального закона «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 № 248-ФЗ, а также постановления Правительства Российской Федерации от 12.04.2012 № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».

Поводов для начала процедуры досудебного (внесудебного) обжалования решений или действий (бездействий) должностных лиц ОФГПН не возникало. В отчетном периоде жалоб на решения, действия (бездействия) должностных лиц отдела ФГПН Управления от заинтересованных лиц не поступало. Приведенные выше показатели свидетельствуют о проведении отделом ФГПН Управления линии конструктивного диалога с руководством охраняемых объектов по возникающим спорным вопросам в процессе осуществления ФГПН.

Приоритетом профилактической работы является комплексный подход при организации мероприятий на объектах с массовым пребыванием людей на основе адресности и всесторонности планируемых и реализуемых мер.

В целях предупреждения нарушений организациями и гражданами обязательных требований, устранения причин, факторов и условий, способствующих нарушениям обязательных требований, распоряжением начальника Управления в 2020г. утверждена Программа профилактики нарушений обязательных требований в области пожарной безопасности при осуществлении федерального государственного пожарного надзора Управления на 2021 год.

Во исполнение ст. 49 Федерального закона «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 № 248-ФЗ и в целях предупреждения нарушений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями обязательных требований, устранения причин, факторов и условий, способствующих нарушениям обязательных требований, определен порядок принятия решения о направлении предостережения.

За анализируемый период составлено и направлено в адрес юридических лиц 13 предостережений о недопустимости нарушения обязательных требований.

В анализируемом периоде сотрудниками отдела ФГПН Управления проведено 7 профилактических визитов в отношении объектов защиты, отнесенных к категории высокого и значительного риска, в том числе 4 профилактических визитов проводились в рамках профилактической операции «Отопление». В ходе профилактического визита контролируемое лицо проинформировано о требованиях, предъявляемых к объекту надзора, соответствию объекта надзора критериям риска, об основаниях и о рекомендуемых способах снижения категории риска, а также о видах, содержании и об интенсивности контрольных (надзорных) мероприятий.

Мероприятия по обеспечению безопасности людей при пожаре осуществлены при проведении практических тренировок по эвакуации из корпусов охраняемых объектов, на которых проводилась подготовка персонала объектов к действиям в условиях, максимально приближенных к возможным реальным ситуациям, приобретение устойчивых навыков, необходимых для принятия быстрых, четких решений и выполнения действий, необходимых для предупреждения опасных последствий, которые могут иметь место при возникновении пожара. Количество тренировок по эвакуации зависит от проведения проверок деятельности учреждений, организаций, юридических лиц независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также индивидуальных предпринимателей, должностных лиц, граждан Российской Федерации, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты.

Также в целях обеспечения защищенности граждан, информирования о требованиях пожарной безопасности и применении их по месту работы служащие предприятий проходили обучение мерам пожарной безопасности по специальным программам.

Пожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара.

Сотрудники отдела ФГПН Управления приняли непосредственное участие в разработке и реализации мер пожарной безопасности охраняемых объектов по подготовке организационно-распорядительных документов и контролю за их выполнением.

Разработанные меры пожарной безопасности включены в планы развития производств, документацию на проведение планово-

предупредительных ремонтов, соответствующие наряды-допуски, с внесением на рассмотрение КЧС и ПБ, ПТК охраняемых объектов и доведены до конкретных исполнителей.

Должностными лицами отдела ФГПН Управления оказана методическая помощь в обучении персонала охраняемых объектов мерам пожарной безопасности и действиям при пожаре.

В отчетном периоде проведено 146 консультации по разъяснению обязательных требований гражданам. Организовано и проведено 12 массовых профилактических мероприятий, с общим охватом 271 человек, в том числе с детьми организовано 4 мероприятия с охватом 79 человек.

Осуществлено информирований по вопросам соблюдения обязательных требований посредством размещения соответствующих сведений - 9:

- на официальном сайте в сети «Интернет» – 2;
- на радио – 4;
- проведено конференций, семинаров – 3.

Сотрудниками ОФГПН принималось участие в проведении 7 практических тренировках по эвакуации людей из зданий, с общим охватом 945 человек, на которых проводилась подготовка персонала объектов к действиям в условиях, максимально приближенных к возможным реальным ситуациям, приобретение устойчивых навыков, необходимых для принятия быстрых, четких решений и выполнения действий, необходимых для предупреждения опасных последствий, которые могут иметь место при возникновении пожара. Количество тренировок по эвакуации зависит от проведения проверок деятельности учреждений, организаций, юридических лиц независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также индивидуальных предпринимателей, должностных лиц, граждан Российской Федерации, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты.

Таким образом, государственный пожарный надзор и профилактическая деятельность в системе МЧС России в целом и в Управлении ФПС МЧС России по Республике Удмуртия в частности являются важнейшими элементами системы обеспечения пожарной безопасности на объектах охраны.

**MODELS OF ADMINISTRATIVE AND LEGAL ACTIVITY
FIRE SUPERVISION AND PREVENTIVE WORK IN THE
FPS DEPARTMENT OF THE MINISTRY OF EMERGENCY
SITUATIONS OF RUSSIA IN THE REPUBLIC OF
UDMURTIA**

Z.V. Davletov, V.P. Alekseev

e-mail: *zinfir.dawletov@yandex.ru, vikpetal@rambler.ru*

In this article, a comparative characteristic of the models of administrative and legal activities of fire supervision and preventive work in management is carried out, for which it deals more specifically with the issues of competence and functioning of bodies and officials of fire supervision and preventive activities in the Management of the FPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Republic of Udmurtia.

Keywords: State fire supervision and preventive activities, models of administrative and legal activities, competence and functioning of bodies and officials.

УДК 332.02

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛГОРИТМОВ
УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ФПС МЧС РОССИИ ПО
РЕСПУБЛИКЕ УДМУРТИЯ**

В. Н. Анисимов

слушатель магистратуры, лейтенант внутренней службы. ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России» Институт управления и комплексной безопасности

e-mail: Anisimovvlad1988@mail.ru

В. П. Алексеев

профессор кафедры, кандидат юридических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России» Институт управления и комплексной безопасности

e-mail: vikpetal@rambler.ru

В статье проведен сравнительный анализ управления деятельности материально-технического обеспечения и использование информационных технологий в сфере материально-технического обеспечения, а также исполнение ряда последовательных и взаимосвязанных задач по планированию потребности подразделений ФПС МЧС России по Республике Удмуртия.

Ключевые слова: управление деятельности материально-технического обеспечения; использование информационных технологий в сфере материально-технического обеспечения пожарных подразделений.

Основной задачей при организации управления деятельности материально-технического обеспечения подразделений МЧС России представляет собой комплекс мероприятий по оснащению и обеспечению структурных подразделений специальной техникой, горючим и смазочными материалами, продовольствием, вещевым и другим имуществом, техническими средствами служб тыла, поддержанию запасов материальных средств и технических средств служб тыла в состоянии, обеспечивающем постоянную готовность учреждений и организаций к выполнению задач по предназначению. Безусловно, данные требования относятся и к Главному Управлению ФПС МЧС России по Республике Удмуртия.

Плановые мероприятия в управлении разрабатываются в целях проработки вопросов, связанных с обеспечением конкретных этапов

профессиональной подготовки личного состава, носящих разовый или сезонный характер, а также иных работ, требующих для выполнения более детальных обоснований и расчетов.

Целью материально-технического является своевременное и полное обеспечение подразделений ФПС МЧС России по Республике Удмуртия техникой и имуществом по установленным нормам (штатам, табелям).

Материально-техническое обеспечение деятельности структурных подразделений управления это исполнение ряда последовательных и взаимосвязанных задач по планированию потребности управления в ресурсах. За основу взяты данные о двух показателях деятельности - фондоотдача и материалоемкости.

Сравнительный анализ этих показателей свидетельствуют о том, что они определяют оптимальные запасы ресурсов, необходимые для конкретного производственного цикла. Заготовительная часть материально-технического обеспечения ведется на базе оперативных работ согласно планам потребностей.

Также контролируются процессы заключения договоров поставки, анализирует «ошибки» управления. Далее включается процесс хранения материалов и ресурсов. Кроме того, в обязанности материально-технического обеспечения входит разработка инструкций и указаний, по которым должно осуществляться хранение и использование материальных ценностей, а также строгий контроль за их выдачей структурным подразделениям.

Система материально-технического обеспечения управления представляет собой не только комплекс мероприятий по оснащению и обеспечению техникой и вспомогательными материалами структурных подразделений, но и весь спектр взаимодействий между всеми организациями, задействованными в этой структуре. Для обеспечения нормального функционирования и развития системы материально-технического обеспечения на территориальном уровне необходимо обеспечить процесс управления и координации материальных потоков современными технологиями, что позволит добиться оптимального использования ресурсов задействованными организациями.

Практика убедительно подтвердила, что использование информационных технологий в сфере материально-технического обеспечения должно носить комплексный, системный характер. В этой связи важно понимать, что к современным информационным системам применяются повышенные требования в плане их безопасности и защищенности.

Кроме того, в настоящее время с перебоями работает информационная система в рамках реализации материально-технического

обеспечения МЧС России. Увязка существующих разрозненных информационные баз данных в единую систему потребует большого количества ресурсов, т.к. построение этих отдельных баз отличается друг от друга.

Поэтому следует принимать во внимание тот факт, что использование разрозненных информационных систем и баз данных приводит к снижению общей эффективности за счет необходимости в синхронизации информации в узлах стыковки между отдельными информационными системами. Это может стать и слабым звеном в процессе обеспечения достоверности информации о наличии и движении ресурсов. Представляется, что одним из решений, связанных с будущим развитием системы материально-технического обеспечения в управлении, должна стать разработка единой комплексной системы хранения и обработки информации о потребностях и движении материальных ресурсов в масштабах ФПС МЧС России по Республике Удмуртия.

Современная информационная система позволит не только оперативно планировать поставки материальных ресурсов, но и качественно, экономически обоснованно осуществлять планирование этих ресурсов в рамках реализации возложенных на структуру функций. Информационные системы, существующие в настоящее время, позволяют интегрировать интеллектуальные модули, осуществляющие поддержку и принятие решений на основе заданных алгоритмов. Построение по такому же принципу единой информационной системы материально-технического обеспечения в управлении позволит в будущем без дополнительных затрат совершенствовать ее и перенастраивать под любые цели.

Помимо этого, наряду с современной информационной системой совершенствование системы материально-технического обеспечения должно осуществляться в рамках реализации федеральных программ перехода подразделений ФПС МЧС России к межведомственным (сопряженным) унифицированным системам материально-технического обеспечения. Для этого должно быть продолжено техническое переоснащение пожарных подразделений и спасательных служб. Одновременно должна быть проведена плановая замена морально устаревших образцов техники на более современные и эффективные.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 18.11.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12188083/>.

2. Федеральный закон "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд" от 05.04.2013 N 44-ФЗ (последняя редакция)
3. <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-01.10.2020-N-737/>
4. Приказ МЧС России от 01.10.2020 № 737 «Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_379683/.

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ALGORITHMS
FOR MANAGING THE ACTIVITIES OF THE LOGISTIC
AND TECHNICAL SUPPORT OF THE UNITS OF THE FPS
EMERCOM OF RUSSIA FOR THE REPUBLIC OF
UDMURTIA**

V.N. Anisimov, V.P. Alekseev

e-mail: *Anisimovvlad1988@mail.ru* , *vikpetal@rambler.ru*

The article provides a comparative analysis of the management of logistics activities and the use of information technology in the field of logistics, as well as the execution of a number of consistent and interrelated tasks for planning the needs of the FPS units of the EMERCOM of Russia in the Republic of Udmurtia.

Keywords: management of logistics activities; the use of information technology in the field of logistics of fire departments.

Научное издание

Научный редактор
Колодкин Владимир Михайлович

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Сборник статей
Выпуск 15

Авторская редакция

Подписано в печать 29.09.2022. Формат 60х84 ¹/₁₆

Усл. печ. л. 10,35. Уч. изд. л. 11,96

Тираж 23 экз. Заказ №

Издательский центр «Удмуртский университет»
426004, г. Ижевск, ул. Ломоносова, 4Б, каб. 021
Тел./ факс: + 7 (3412) 916-364, E-mail: editorial@udsu.ru

Типография Издательского центра «Удмуртский университет»
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2
Тел. +7 (3412) 68-57-18