

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 14



Ижевск
2021

УДК 351.86(063)

ББК 68.9я43

Б 40

Рекомендовано к изданию
редакционно-издательским советом УдГУ

Научный редактор: д.т.н., проф. В. М. Колодкин

Председатель организационного комитета:

Президент международной ассоциации специалистов пожарной,
промышленной и экологической безопасности, доктор технических
наук, профессор А. Б. Сивенков

Б 40 **Безопасность в техносфере:** сборник статей / науч.
ред. В. М. Колодкин. – Ижевск: Издательский центр
«Удмуртский университет», 2021. – 106 с.

ISBN 978-5-4312-0910-9

Данный сборник, в основном, соответствует материалам, представленным на XIV Международной конференции «Безопасность в техносфере». Главная тема конференции – Цифровая трансформация систем обеспечения безопасности.

Рассмотрены вопросы интеграции цифровых систем, таких как системы пожарно-охранной сигнализации, системы контроля и управления доступом, системы охранного телевидения и т.д.

Выделен раздел по технологии распределенного реестра. Интерес к этой технологии обусловлен поиском области применения технологии распределенного реестра к проблемам обеспечения безопасности.

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

ISBN 978-5-4312-0910-9 УДК 351.86(063)
ББК 68.9я43

© Международная ассоциация специалистов
пожарной, промышленной и экологической
безопасности, 2021

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный
университет», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А.Б. Сивенков</i>	
О создании международной ассоциации специалистов пожарной, промышленной и экологической безопасности	5
I Цифровая трансформация систем обеспечения безопасности	12
<i>В.М. Колодкин, С.М. Копелев</i>	
Направления модернизации технических средств системы обеспечения безопасности общественных зданий	13
<i>А.О. Степанов</i>	
Покрытие сложного площадного маршрута беспилотным воздушным судном	17
<i>А.Н. Александрович</i>	
Концептуальное использование технологий промышленного Интернета Вещей для оценки рисков на предприятиях	23
<i>Б.В. Чирков, Д.Н. Чернов</i>	
Создание цифровой модели здания в Inkscape	32
<i>А.Д. Шажиров</i>	
Система сбора данных с аналоговых узлов через линию питания постоянного тока	37
II Техносферная безопасность	46
<i>С.М. Копелев</i>	
Применение домофонных систем для оповещения и информирования населения	47
<i>В.М. Колодкин, А.В. Радикова</i>	
Оценка последствий террористического акта на объекте топливно-энергетического комплекса	57
<i>Д.М. Варламова, М.Э. Галиуллин</i>	
Веб-приложение по расчету категорий помещений по пожарной опасности	65
<i>А.В. Михайлова, Б.В. Чирков</i>	
Разработка комплекса программ для автоматизации работы с CFAST	69
<i>О.А. Мокроусова, А.Ю. Моисеенко</i>	
Требования пожарной безопасности при проектировании и строительстве высотных зданий	75
<i>Д.Т. Хынг, А.Я. Васин, А.Н. Шушпанов, Г.Г. Гаджиев</i>	
Термическое разложение теризидона	80

III Технологии распределенного реестра в обеспечении безопасности	87
<i>И.А. Берман, В.Н. Манаенко, С.Н. Лоншаков, А.А. Капитонов</i>	
Мониторинг окружающей среды с помощью датчиков автономных морских судов и технологии распределенного реестра	88
<i>Д.В. Варламов, М.Э. Галиуллин, П.Г. Огородников, Б.В. Чирков</i>	
Токенизация активов в публичном блокчейне на примере баллов лояльности	99

УДК 621.317

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ С CFAST

А.В. Михайлова, Б.В. Чирков

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия

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

В данной работе рассматривается разработка комплекса программ, который предназначен для работы с программным комплексом CFAST. Разрабатываемые алгоритмы значительно упрощают работу с CFAST: табличный способ создания цифровой модели здания заменяется графическим. Также рассматривается алгоритм обхода ограничения CFAST – 100 помещений. Для этого происходит автоматическое формирование набора файлов, где часть помещений отбрасывается, а новая модель здания включает помещения наиболее подверженные опасным факторам пожара.

Ключевые слова: цифровая модель здания, моделирование пожара, CFAST, автоматизация процесса оценки развития пожара, генератор сценариев пожара

Введение

При возникновении пожара первостепенной задачей является сохранение жизни и здоровья людей, т.е. их эвакуация из здания. Она должна проходить быстро и, по возможности, безопасно, чтобы уменьшить риски для людей.

Регулирование движения людского потока может производиться как непосредственно ответственными лицами, так и с помощью автоматизированной системы, например, [1]. В настоящее время преобладает первое решение, но человек не может проанализировать и просчитать динамику развития пожара, поэтому важно оборудовать системы управления эвакуацией программным контролем [2].

Для определения безопасных путей эвакуации людей необходимо оценить динамику распространения опасных факторов пожара. Из полученной информации можно определить время блокирования участков путей движения. Участок считается заблокированным (непроходимым для людей) если хотя бы один из параметров достигает критического значения [3]: температура среды (70°C), тепловое излучение при длительном воздействии

(500 Вт/м²), содержание оксида углерода (0,1 %), содержание кислорода (менее 15%).

Провести оценку развития пожара в здании позволяет ряд специализированных программ: Fenix [4], Pygosim [5], FireGuide [6], Urban [7], Фогард [8]. Данные программные продукты являются платными продуктами. Из бесплатных программ стоит отметить комплекс CFAST [9]. С помощью него можно провести оценку развития пожара и распространения продуктов горения в здании.

Стандартный инструмент формирования здания и сценария пожара – CEdit, поставляемый вместе с CFAST, имеет ряд недостатков:

- 1) ограничение для работы программы 100 помещений [10];
- 2) табличный ввод параметров помещений, т.е. все необходимые параметры задаются в программе по отдельности для каждого помещения.

Целью данной работы является разработка комплекса программ, которые устранили бы данные недостатки и автоматизировали процесс работы с CFAST.

Программа для создания цифровой модели здания

«Программа создания цифровой модели здания для поиска эксплуатационных ограничений» (рисунок 1) написана на языке программирования Python с использованием следующих библиотек: tkinter – для разработки графического интерфейса, PIL – для работы с изображениями.

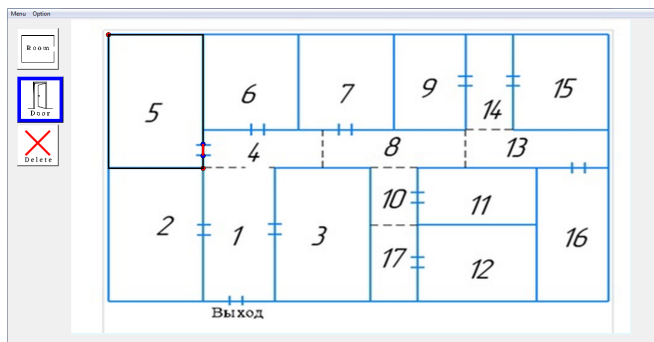


Рисунок 1 — Интерфейс программы

Программа предназначена для автоматизации работы создания цифровой модели здания. Ввод параметров помещений реализуется

путем создания алгоритма для быстрой «отрисовки» плана этажа в виде простых геометрических фигур:

- 1) помещения изображены в виде прямоугольников;
- 2) двери изображены в виде прямых линий.

Фигура строится по двум выбранным точкам, расположенным на диагонали помещения. Выбор прямоугольной формы основывается на возможностях CFAST. Разработанная программа работает по принципу «рисования» и требует минимум вводимых вручную данных. Программа автоматически определит координаты и размеры всех элементов.

Программа для работы с большими зданиями

Генератор сценариев пожара [11] написан на языке программирования Python с использованием следующих библиотек: `networkx` для работы с графами, `matplotlib` для визуализации графов.

Программа работает в 5 этапов:

- 1) загрузка документа в формате *.in (CFAST);
- 2) представление модели здания в виде графа;
- 3) выбор помещения отсчета;
- 4) выбор помещений наиболее подверженных воздействию опасных факторов пожара;
- 5) формирование нового файла для работы в CFAST.

На основе документа формируется список содержащий информацию: о помещениях (длина, ширина, высота, координаты), о переходах между ними и о параметрах источника возгорания.

На втором этапе по цифровой модели здания создается граф (рисунок 2).

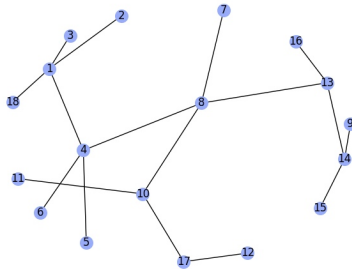


Рисунок 2 — Этаж здания в виде графа

Из-за ограничений CFAST (100 помещений) на третьем этапе в программе задается расположение источника и происходит отбор помещений в количестве $N \leq 100$. В начале каждой итерации происходит перемещение в одно из ближайших помещений по отношению к выбранному на предыдущем этапе. На каждой итерации запоминаются значения соседних комнат, размер проемов между ними и расстояние от источника до выбранного помещения. Оно выбирается:

- 1) если расстояние между источником и комнатой кратчайшее;
- 2) если имеются комнаты с одинаковым расстоянием до источника, то записывается та, у которой размер проема больше.

Комнаты, записанные в итоговый документ, больше не проходят отбор. Далее происходит запись полученных данных в файл, который соответствует требованиям программы.

Полученный файл можно открыть в CFAST. На экране отобразится та часть здания, которая находится в зоне развития опасных факторов пожара (рисунок 3).

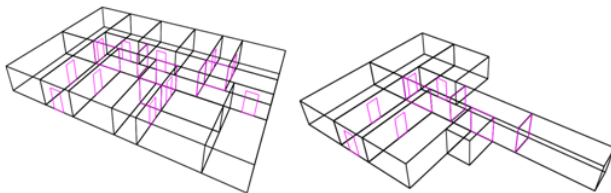


Рисунок 3 — Модель этажа здания после отбора

Заключение

В результате проделанной работы был разработан комплекс программ, который позволяет упростить процесс генерации и анализа сценариев развития пожара в программе CFAST. Изначально для формирования документа с параметрами здания требовался табличный ввод. Программа, предназначенная для создания цифровой модели, работает по принципу «рисования» и требует минимум вводимых вручную данных. Для работы в CFAST требуется определенное структурирование информации. Разработанный в ходе работы алгоритм сортирует и структурирует информацию автоматически.

Вторая программа (генератор сценариев пожара) с помощью алгоритма позволяет анализировать и отбирать помещения, которые наиболее подвержены опасным факторам пожара. В дальнейшем планируется связать данные программы для автоматизации процессов моделирования.

Список литературы

1. 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. DOI: 10.12737/article_5a2907cc4f32d7.65348137.
2. Колодкин В.М., Чирков Б.В., Ушаков Д.Е. Повышение эффективности системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в здании. В сборнике: Безопасность в техносфере. Сборник статей. Удмуртское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российское научное общество анализа риска»; ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет». 2018. С. 6-18.
3. С. Ф. Храпский. Прогнозирование опасных факторов пожара. Конспект лекций. ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет». Омск: Издательство ОмГТУ. 2012. – Текст:непосредственный.
4. MST / Программы в сфере пожарной безопасности. – URL: [https://mst.su] – Текст: электронный.
5. FireCat / Программное обеспечение для расчетов в области пожарной безопасности. – URL: [https://pyrosim.ru] – Текст: электронный.
6. FireGuide / Комплекс программ по пожарной безопасности. – URL: [http://fireguide.ru] – Текст: электронный.
7. Urban / Программа для расчета пожарный рисков. – URL: [https://urbanpro.ru] – Текст: электронный.
8. Fogard / ON-LINE расчеты в области пожарной безопасности. – URL: [http://fogard.ru] – Текст: электронный.
9. National Institute of Standards and Technology /CFAST Consolidated Fire and Smoke Transport. – URL: [https://pages.nist.gov/cfast/index.html] – Текст: электронный.
10. 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. – URL: [https://pages.nist.gov/cfast/manuals.html] – Текст: электронный.

11. А. В. Михайлова, Б. В. Чирков. Автоматизация работы с большими зданиями в CFAST [Электронный ресурс] // Экология. Риск. Безопасность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (29-30 окт. 2020 г.) / отв. ред. С. К. Белякин. – Курган : Изд-во Курган. гос. ун-та, 2020. – С. 359-360. – Библиогр.: с. 360 (6 назв.). – Лицензион. договор №163лб от 01.04.2021 (Интернет). – Режим доступа: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/20022...>: РИНЦ

DEVELOPMENT OF A SET OF PROGRAMS FOR AUTOMATION OF WORK WITH CFAST

A.V. Mikhailova, B.V. Chirkov

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1
e-mail: 23am06@mail.ru, b.v.chirkov@gmail.com

In this paper, we develop a set of programs that is designed to work with the CFAST program. It allows you to analyze the dynamics of a fire in a building. The developed algorithms will significantly simplify the work with CFAST by automating some processes. Creating a digital model of a building will move from manually entering parameters to "drawing" rooms and openings. In order to circumvent the restrictions, CFAST will select rooms that are most susceptible to fire hazards.

Keywords: digital building model; fire simulation; CFAST; automation of the fire development assessment process; fire scenario generator