

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
<b>I Цифровая трансформация систем обеспечения безопасности . . . . .</b>	<b>12</b>
<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
<b>II Техносферная безопасность . . . . .</b>	<b>46</b>
<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

<b>III Технологии распределенного реестра в обеспечении безопасности</b> . . . . .	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 519.688, 614.84

## СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ В INKSCAPE

*Б.В. Чирков, Д.Н. Чернов*

Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия

e-mail: *b.v.chirkov@gmail.com, dmitrii2561@bk.ru*

*В работе приводится описание расширения `cfast-inkex` для программы `Inkscape`, которое сохраняет введенную информацию в формате программы `CFAST` и `Smokeview`. Расширение дополняет программу `CEdit` возможностью графического ввода здания.*

**Ключевые слова:** моделирование пожара, зонная модель, плагин `inkscape`, расширение `inkscape`, модель здания, цифровая модель здания, графический ввод здания.

### Введение

Для моделирования распространения опасных факторов пожара в здании существует несколько основных типов моделей: полевая, зонная, интегральная [3]. У каждой есть своя область применения, однако к основным входным параметрам можно отнести геометрические параметры пространства и параметры пожара.

Для работы выбрана зонная модель и ее реализация в программном комплексе `CFAST` [1]. Данная программа была выбрана, потому что она свободно распространяется. Программный комплекс включает в себя программу формирования сценария – `CEdit` и визуализации результатов – `Smokeview`.

У программы `CEdit` есть недостаток – ввод здания осуществляется в табличном виде, т.е. геометрические характеристики помещений описываются шестью атрибутами: 3 координаты нижнего левого угла, ширина, высота и глубина. Ввод проемов выполняется путем выбора двух помещений, которые связывает проем. Данный механизм формирования цифровой модели здания является медленным и не удобным. Часто планы реальных зданий представляют собой отсканированные документы и добиться безошибочного ввода в табличном виде становится затруднительно.

В связи с этим было разработано расширение для программы `Inkscape`. `cfast-inkex` реализует механизм преобразования объектов программы в формат, необходимый для работы `CFAST` или `Smokeview`.

## Описание расширения cfast-inkex

Inkscape — программа для работы с векторной графикой, распространяется под группой открытых лицензий GNU GPL [2]. Была выбрана для работы так как CFAST принимает помещениями в форме прямоугольных параллелепипедов, проекцией которых на плоскость является прямоугольник, а Inkscape имеет инструмент ввода прямоугольников. Кроме этого она имеет дополнительные возможности: направляющие линии, прилипание к линиям и точкам, слои.

Требования к цифровой модели здания:

- 1) содержать помещения;
- 2) содержать проемы;
- 3) содержать связи через проемы;
- 4) содержать связи между уровнями здания;
- 5) иметь информацию для каждого помещения в отношении размеров.

Создание цифровой модели здания начинается с организации слоев этажа. Каждый этаж является группой слоев. Имя слоя этажа: Level\*, где \* — номер этажа.

Level (*группа слоев*)

└─ doors (*проемы, wallvns*)

└─ rooms (*помещения, compartments*)

└─ image (*подложка, план этажа здания*)

Внутри слоя Level может находиться сколько угодно слоев, но информация извлекается только со слоев с именами rooms\* (помещения) и doors\* (двери).

Слой *image* предназначен для размещения изображения плана здания. В связи с тем, что в Inkscape слой формируется с началом координат в верхнем левом углу, а CFAST предполагает начало координат в нижнем левом углу, требуется преобразование. Чтобы преодолеть это различие, необходимо разместить изображение плана здания правее оси  $Y$  и выше оси  $X$  (рисунок 1). Также нужно следить за тем, чтобы объекты не оказались ниже оси  $X$  или левее оси  $Y$  (CFAST не работает с отрицательными координатами).

Далее каждый слой наполняется прямоугольниками в соответствии с планом здания, которые затем интерпретируются в зависимости от принадлежности слою. Важно соблюдать: двери и проемы должны быть на слое doors, помещения на слое rooms. На данный момент тип, толщина и цвет линий не рассматриваются как некоторые свойства вводимых объектов и могут быть выбраны

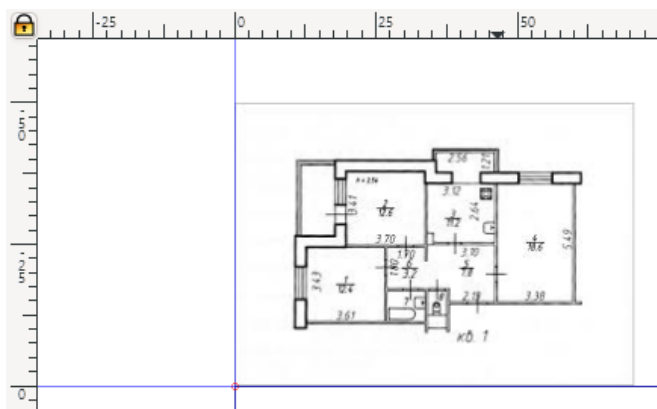


Рисунок 1 — Правила размещения плана здания. Оси X и Y получаем с помощью направляющих линий

произвольными. Бесцветные элементы пропускаются. Пересечения элементов одного слоя не допустимы.

После ввода первого помещения доступна функция привязки масштаба. Привязку необходимо выполнить для каждого этажа. Привязка заключается в выборе помещения и указании его реальных размеров в метрах (Расширения → CFAST → Привязка геометрии... ). Данный инструмент определяет размеры всех помещений на этаже. Операцию необходимо выполнить для каждого этажа. Новая привязка на одном этаже переопределяет предыдущую.

Дверь создается на границе помещений. Для связки двух помещений дверь должна двумя углами находиться в одном помещении, а двумя в другом (рисунок 2). Для связки помещения и «улицы»: два угла в помещении, два за его пределами. Пересечение дверью нескольких помещений приведет к ошибке.

В случае если в здании 2 и более этажей, для получения полноценной модели здания применяется привязка уровней (Расширения → CFAST → Привязка уровней... ). Этот инструмент позволяет получить этажи друг над другом. Данная привязка заключается в выборе ориентира и смещаемого помещения. Ориентиром всегда является нижний слой. Выбирается слой `rooms` этажа, который является ориентиром. Создается окружность с центром в точке, к которой будет осуществляться привязка. Данное действие повторяется для этажа выше, который следует сместить.

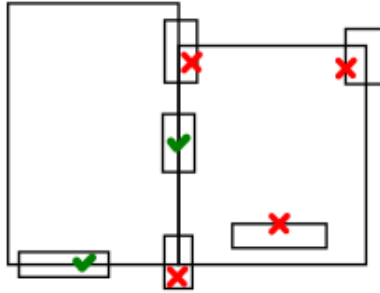


Рисунок 2 — Правила размещения проемов. Красным крестиком отмечены проемы, которые приведут к ошибке, зеленой галочкой — правильные

При создании здания с количеством помещений более 100, CEdit не сможет показать его. Для просмотра здания с помощью расширения можно сохранить проект в формате программы Smokeview (\*.smv). Если же здание соответствует требованиям CFAST, выбирается формат CFAST geometry (\*.in).

### Заключение

Создание открытого инструмента, упрощающего работу с цифровой моделью здания для программы CFAST позволит привлечь специалистов для исследования безопасности зданий. Данный инструмент упрощает как создание, так и сопровождение проекта.

Расширение с дополнительной инструкцией доступно по адресу <https://github.com/bvchirkov/cfast-inkex>.

### Список литературы

1. CFAST – User’s Guide [Электронный ресурс] – Режим доступа: [nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication1041.pdf](http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication1041.pdf)
2. Inkscape Beginners’ Guide [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://inkscape-manuals.readthedocs.io/en/latest/>
3. Свирин И.С. Обзор моделей распространения пожара в зданиях // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2013. – №6.



# CREATING A DIGITAL BUILDING MODEL IN INKSCAPE

*B.V. Chirkov, D.N. Chernov*

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1  
e-mail: *b.v.chirkov@gmail.com, dmitriu2561@bk.ru*

*The paper describes the cfast-inkex extension for the Inkscape program, which saves the entered information in the CFAST and Smokeview program formats. The extension complements the CEdit program with the ability to graphically enter the building.*

Keywords: fire simulation, zone model, inkscape plugin, inkscape extension, building model, digital building model, graphical building input.