Создание системы поддержки принятия решений в зданиях ОУ при возникновении ЧС.

**Введение**

В комплексе вопросов, связанных с обеспечение безопасности образовательных учреждений (ОУ) – особое место занимают технические аспекты обеспечения безопасности при пожарах и проявлениях террористической активности.

Обычно фаза ЧС, требующая безотлагательных действий, связанных с пожаром и (или) террористической активностью, развивается на временном горизонте нескольких минут. Учитывая, что источник опасности может изменяется 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.

**Общая схема СППР**

Общая схема работы СППР предполагает этап подготовки информации, который заканчивается подготовкой Json-файла состояния, этап мониторинга обстановки в здании и этап проектирования команд управления людскими потоками в условиях чрезвычайных ситуаций. На этапе мониторинга периодически формируется запись в базу данных результатов (начальное состояние системы) и соответствующий Json-файл состояния. На этапе моделирования системы в условиях ЧС периодически (с периодом порядка секунды) формируются записи состояния в БД результатов.

1. **Подготовка к работе**

* Ввод BIM-модели здания
* Ввод расписания для студентов
* Ввод составов учебных групп
* Ввод расписания УВП по зданию
* Json-файл состояния

1. **Этап мониторинга**

С периодом порядка академического часа:

* корректировка Json-файла состояния
* 0-запись в БД состояния

С периодом порядка секунды:

* Опрос пожарных приемно-контрольных приборов;
* Опрос кнопок тревожной сигнализации
* Контроль перехода в режим моделирования ЧС

При переходе в режим ЧС

* фиксируется время перехода в режим ЧС
* корректировка Json-файла состояния на момент перехода в режим ЧС
* запись в БД состояния на момент перехода в режим ЧС

1. **Этап моделирования ЧС**

С периодом порядка секунды

* Опрос пожарных приемно-контрольных приборов;
* Опрос кнопок тревожной сигнализации
* моделируется перемещение террористической опасности
* моделируется движение людских потоков под воздействием террористической опасности
* моделируется изменение проницаемости помещений вследствие развития пож. опасности
* моделируется движение людских потоков под воздействием факторов пожарной опасности
* запись в БД состояния, отвечающих текущему времени

**Построение BIM –модели здания ОУ**

При построении BIM – модели длинные помещения разделять на отдельные помещения с соотношением сторон не более 1:3. Помещения разделять порталом с признаком DoorWay. Ширина и высота дверного проема отвечают размерам помещения.

Лестницы (Staircase) также отделяются от помещения порталом с признаком DoorWay. Ширина дверного проема отвечает размерам лестницы. Высота дверного проема отвечает размерам помещения.

**Построение цифрового двойника здания ОУ для СППР.**

Цифровой двойник представляется в виде Json-файла, который используется для десериализации.

Для создания цифрового двойника необходимо выгрузить BIM модель здания из Renga в csv файлы. При экспорте в csv, формируется множество файлов с данными о здании, но для создания цифрового двойника необходимо только 4 файла: Помещения.csv, Двери.csv, Лестницы.csv, Уровни.csv. Далее с помощью питона из csv таблиц достаем необходимые столбцы и представляем в виде json файла.

В данном json хранится вся нужная нам информация о здании: его имя, расположение, количество дверей и комнат.

ZLevel – это высота этажа. Она считается относительно 1 этажа.

Sign – отличительное свойство элемента. (DoorWayInt – дверь внутри, DoorWayOut – дверь снаружи, Room – комната, Staircase – лестничная клетка)

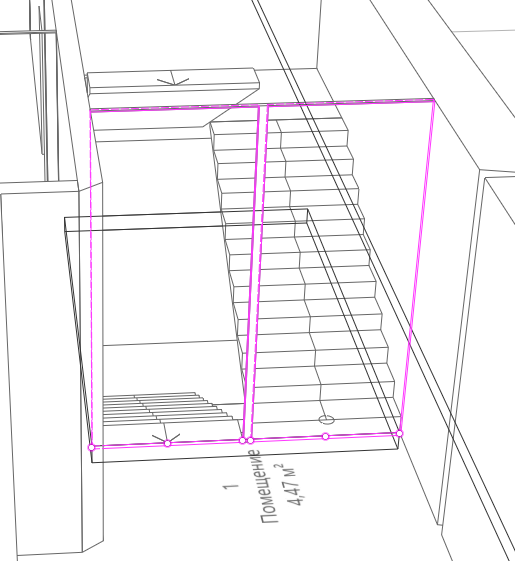
DoorWayInt – это обычная дверь внутри здания.

DoorWayOut – это эвакуационная дверь, которая ведет из здания на улицу или в безопасную зону.

Свойство Output у дверей это ссылки на комнаты, которые эта дверь соединяет. У дверей всегда две ссылки. Код 0000 означает, что дверь соединяет комнату с улицей.

Room – комната, в данном случает свойство Output – это ссылки на двери, которые соединяют эту комнату с другой комнатой или с улицей.

Staircase – это лестничная клетка, которая находится на определенном этаже. Свойство Output в данном случае ссылается на проемы, которые выходят на лестничную клетку. Одной лестничной клетке всегда принадлежит 2 проема, т.е в свойстве Output всегда должно быть 2 ссылки. На рисунке ниже представлен пример данных проемов, ведущих на лестничную клетку.



"nameBuilding": "Школа",

"program\_name": "Программа создания файла JSON",

"version\_program": "1.2",

"numberOfRoom": 213,

"numberOfDoor": 251,

"numberofDoorWayInt": 238,

"numberOfDoorWayOut": 13,

"numberOfStaircase": 12,

"date\_creation\_Json": "2022-06-08 15:16:08",

"address\_building": {

"city": "Ижевск",

"streetAddress": "",

"addInfo": ""

},

"Level": [

{

"NameLevel": "1 этаж",

"ZLevel": 3.8,

"BuildElement": [

{

"Name": "Дверь - (нет): 900,00 мм x 2 100,00 мм",

"Id": "ac3e9669-4479-48fe-a94b-916cad242949",

"Sign": "DoorWayInt",

"SizeZ": 2.1,

"Wide": 0.9,

"Output": [

"28e97d54-cfd6-41eb-8f33-bd7df0cf32c8",

"536a12d4-c813-4e40-b32a-0f6ac023456e"

]

},

{

"Name": "Дверь - (нет): 900,00 мм x 2 100,00 мм",

"Id": "51ca4434-6cfe-4f04-9103-0fa913e99232",

"Sign": "DoorWayOut",

"SizeZ": 2.1,

"Wide": 0.9,

"Output": [

"674c4064-be47-4cff-9767-827b69195149",

"0000"

]

},

{

"Id": "aa5ef647-7599-4cf5-9ea3-c5ef7bd39cd6",

"Name": "3 - Кабинет",

"Output": [

"80b0a0c3-0381-4099-9d0b-ced36dc87dd6"

],

"Sign": "Room",

"SizeZ": 3.6,

"Sroom": 12.978,

"Type": 0,

"NumPeople": 0,

"SignScenario": 0

},

{

"Name": "Лестница: 20 шт x 350,00 мм x 190,00 мм",

"SignScenario": 0,

"Id": "357acdd7-9f1a-4ed6-bfd6-cc4f47ff0eab",

"Sign": "Staircase",

"Type": 0,

"SizeZ": 3.8,

"Wide": 1.5,

"Sroom": 16.2853385,

"NumPeople": 0,

"Output": [

"c094f8be-5901-4714-8587-e0a7e3f5491f",

"7032445f-e1a7-4998-bf6d-133de2c3f714"

]

}

]

}

],

"Devs": []

}

В дальнейшем планируется внедрить создание json файла в Renga в виде плагина, который будет автоматически связывать элементы здания. Появление плагина значительно сократит время создания цифрового двойника и уменьшит вероятность ошибок при вводе BIM здания.

В нотации классов цифровой двойник -

public class BuildingPIM {  
 public String nameBuilding; *// Общее название здания* public String program\_name; *// Программа создания файла Json* public String version\_program; */\* Версия (дата последней модификации программы создания файла Json) \*/* public String date\_creation\_Json; *// Дата создания файла Json* public Address\_Building address\_building; *// Адресные данные* public Level\_Building[] Level; *// Класс уровней здания  
  
 // --------------------------------------------------  
  
 // \* Внутренний класс для указания адреса - Address.* public class Address\_Building {  
 public String city; *// Город.* public String streetAddress; *// Улица, дом.* public String addInfo; *// Допол. инфо* }  
  
 *// \* Внутренний класс для указания уровней здания - Level\_Bilding.* public class Level\_Building {  
 public String NameLevel; *// Имя уровня\* public double ZLevel; *//Положение уровня по высоте, мм* public Element\_Json[] BuildElement;  
  
 *// \* Внутренний класс для указания элемента Json - Element\_Json.* public class Element\_Json {  
 public String Name; *// Имя элемента* public String Id; *// Id элемента* public String Sign; *// Код элемента* public double SizeZ; *// Размер по высоте элемента, мм* public double Wide; *// Размер по ширине элемента, мм* public double Sroom; *// Площадь элемента, м\*м* public String[] Output; *// Список указателей на элементы* }  
 }

Sign ::= { Room, Staircase, Outside, Safety zone, DoorWayOut, DoorWayInt } /\* Код элемента

Room - помещение

Staircase - лестница

Outside - нерасчетная область

Safety zone - область зоны безопасности

DoorWayOut - дверь внешняя

DoorWayInt - дверь внутренняя \*/

Проверки Json

1. Внутренних дверей и внешних дверей
2. Помещений (по количеству дверей)
3. Всякая область (комната, лестница) ссылается на двери, ограничивающие область.

**Характеристики элемента здания ОУ при моделировании управляемого движения людей в условиях ЧС.**

public class Element { // 26.04.2022  
 public String Id; // Уникальный Идентификатор элемента  
 public double dPeople; // Количество людей (текущее) в элементе,

// человек

public String NameLevel; // Название уровня в здании  
 public double ZLevel; // Значение уровня (этажа) помещения, м  
 public double SizeZ; // Высота элемента (Определено для Sign = Staircase ), м  
 public double Wide; // Ширина портала (элемента) (Sign = { DoorWayOut, DoorWayInt, DoorWay}), м // DoorWay – Дверной проем  
 public String Name; // Название элемента в соответствии с планом  
 public String Sign; // Код элемента Sign = { Room, Staircase, Outside, Safety zone} [ Постоянные коды ]  
 public double probability; // Вероятность 0-1 прохождения элемента Room,

Staircase, [Изменяется в процессе моделирования]  
 public double Sroom; // Значение площади элемента, м\*м Определена для Room, Staircase - лестница

public int direct; // Направление движения (определяется при работе программы для Sign = Staircase )  
 public int ntay; // Время обработки Element в единицах tay, мин  
 public int numberOutput; // Номер выхода DoorWayOut 0, 1, 2...  
 public double timeout; // Время достижения зоны безопасности (улицы) через DoorWayOut  
  
 public ArrayList<String> Neigh = new ArrayList<String>(); // Идентификаторы дверей (порталов) из помещения  
 // Идентификаторы помещений, граничащих с дверью

**Распределение людей по элементам здания в условиях ЧС.**

Начальное распределение людей по зданию определяется на основании расписания.

Должны быть сформированы три таблицы:

- Количество людей в группе, которая может находиться в здании ОУ

- Расписание, связывающее момент времени и группы, находящиеся в ОУ

- Количество персонала (преподаватели, учебно-вспомогательный персонал и пр.) в здании ОУ в текущий момент времени.

**Модель поведения террориста в здании**

Исходим, что модель поведения террориста подчиняется принципу нанесения максимального ущерба для людей, находящихся в здании. определения направления движения нужно рассмотреть несколько моделей:

- Направление обусловлено максимальным градиентом плотности;

- Направление связано с направлением максимального количества людей;

- и т.д.

Возможно, придется ввести категорирование террористов по степени опасности.

**Программы графического интерфейса**